

Factores que influyen en el desempeño y la rentabilidad bruta en bovinos de carne en pastoreo bajo condiciones tropicales

Factors influencing performance and gross profitability in grazing beef cattle under tropical conditions

Pablo Dominguez-Castaño^{1,2,*}

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del sexo, ganancia media diaria (GMD) y tamaño de compra sobre el desempeño y la rentabilidad bruta mensual (RBM) y conocer la estructura de asociación entre variables económicas y de desempeño en bovinos en pastoreo ubicados bajo condiciones de trópico lluvioso en Colombia. Se analizaron los registros de 598 bovinos de los años 2016 a 2021. Los animales fueron clasificados por sexo en tres grupos (PEQ, pequeños; MED, medianos; y GRAN, grandes) con base al peso vivo de compra. Se utilizó la metodología de mínimos cuadrados para conocer la influencia de los efectos y su interacción sobre la RBM ($p < 0.05$). El modelo final incluyó los factores del sexo, tamaño y su interacción en tanto que la GMD y días de ceba (DC) fueron incluidos como covariables lineales dentro del modelo. La metodología análisis de componentes principales fue utilizada para conocer la estructura de asociación entre variables. Las hembras produjeron mayor RBM y ganaron menos peso que los machos (7.7 y 6.7% y 399 ± 8.0 y 526 ± 5.6 g, respectivamente). Animales PEQ generan mayor RBM ($8.4 \pm 0.1\%$), que MED ($6.9 \pm 0.1\%$) y GRAN ($6.2 \pm 0.2\%$). El análisis de componentes princi-

¹ Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP 14884-900, Brasil

² Facultad de Medicina Veterinaria, Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá, Colombia

* E-mail: pd.castano@unesp.br

Recibido: 8 de junio de 2021

Aceptado para publicación: 30 de junio de 2022

Publicado: 31 de agosto de 2022

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

pales agrupó cinco características en dos componentes principales (CP), reteniendo el 76.8 % de la varianza total. El (CP₁) agrupó las variables peso inicial y DC. El CP₂ estuvo fuertemente asociado con el peso final, GMD y RBM. El efecto del sexo, GMD y tamaño influenciaron la RBM. El análisis de componentes principales fue eficiente en identificar asociaciones entre las características estudiadas, en donde peso inicial y DC presentan asociación inversamente proporcional, y peso final, GMD y RBM asociación directamente proporcional.

Palabras clave: ganado de carne, ganancia de peso, productividad, inversión rentable, tamaño de compra, utilidad

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of sex, average daily gain (ADG) and purchase size on performance and gross monthly profitability (GMR) and to know the structure of association between economic and performance variables in grazing cattle located under rainy tropical conditions in Colombia. The records of 598 cattle from the years 2016 to 2021 were analysed. The animals were classified by sex into three groups based on the live weight (small, medium, and large) when purchased. The least squares methodology was used to determine the influence of the effects and their interaction on the GMR ($p < 0.05$). The final model included the factors of sex, size and their interaction while ADG and days to fattening (DF) were included as linear covariates within the model. The principal component analysis methodology was used to discover the association structure between variables. Females produced higher GMR and gained less weight than males (7.7 and 6.7% and 399 ± 8.0 and 526 ± 5.6 g, respectively). Small animals generate higher GMR ($8.4 \pm 0.1\%$), than medium ($6.9 \pm 0.1\%$) and large ($6.2 \pm 0.2\%$). Principal component analysis grouped five features into two principal components (PC), retaining 76.8% of the total variance. The (CP₁) grouped the variables initial weight and DF. CP₂ was strongly associated with final weight, ADG, and GMR. The effect of sex, ADG and size influenced the GMR. Principal components analysis was efficient in identifying associations between the characteristics studied, where initial weight and DF present an inversely proportional association, and final weight, ADG and GMR have a directly proportional association.

Key words: beef cattle, productivity, profitable investment, purchase size, profit, weight gain

INTRODUCCIÓN

Los diversos sistemas de producción de carne bovina están distribuidos prácticamente en todas las regiones de Colombia, y son considerados como un renglón socioeconómico de importancia para el desarrollo del campo en el país (Mahecha *et al.*, 2002). La rentabilidad es una preocupación para las

empresas pecuarias debido a los constantes cambios que pueden acontecer, en gran medida debido a las tecnologías de producción y su entorno competitivo. Dado que el mercado de ganado y de insumos están en constante cambio y la tecnología en constante evolución, es importante proporcionar información a los productores de carne bovina sobre los factores que puedan influenciar la rentabilidad de su empresa.

Entre los elementos que influncian la rentabilidad en sistemas de producción de bovinos de carne se han descrito factores como el peso inicial o tamaño de compra (Lambert *et al.*, 1984; Langemeier *et al.*, 1992), ganancia diaria de peso (Langemeier *et al.*, 1992; Mark *et al.*, 2000) y sexo (Lawrence *et al.*, 1999; Koknaroglu *et al.*, 2005). Según Lambert *et al.* (1984) y Langemeier *et al.* (1992) los bovinos estabulados de menor peso inicial generaron mayor rentabilidad. Por otro lado, Mark *et al.* (2000) describieron que la ganancia de peso fue un factor que afectó significativamente la rentabilidad en bovinos, en tanto que Koknaroglu *et al.* (2005) describieron que el desempeño y rentabilidad en bovinos de carne es afectado por factores como el sexo y el peso inicial. No obstante, estudios involucrando características económicas como la rentabilidad de bovinos en pastoreo mantenidos bajo condiciones de trópico lluvioso son limitados.

Además de ser importante evaluar la influencia de factores que afectan la rentabilidad, se debe conocer la estructura de asociación entre estos para considerar posibles interacciones entre características de desempeño y económicas. El uso de la metodología multivariada análisis de componentes principales permite conocer la estructura de asociación entre variables, funcionando como una herramienta adicional para entender como características relacionadas al desempeño de los animales pueden influenciar variables económicas como la rentabilidad bruta en la empresa ganadera (Johnson y Wichern, 1992). De esta forma, el análisis de componentes principales puede auxiliar en la toma de decisiones del sistema productivo. Ante esto, el objetivo del estudio fue definido en dos pasos: (I) evaluar factores que afectan el desempeño y la rentabilidad bruta mensual como el efecto del sexo, ganancia media diaria y tamaño de compra en bovinos mantenidos en pastoreo en condiciones de trópico lluvioso, y (II) conocer la estructura de asociación entre características relacionadas al desempeño y económicas en la población estudiada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales y Ubicación Geográfica

Se utilizaron 598 bovinos (274 hembras y 324 machos) comprados y vendidos para sacrificio entre 2016 a abril de 2021 en la Finca La Guaira, ubicada en el municipio de Puerto Boyacá, Colombia. La región se caracteriza por una precipitación media anual de 1360 mm y temperatura de 24 a 34 °C; tipo de clima clasificado como Af (tropical lluvioso) de acuerdo con Köppen y Geiger (1936). Los animales fueron comprados en subastas ganaderas de la región y en fincas vecinas y vendidos para sacrificio (finca kg en pie) a comerciantes.

Los bovinos fueron criados en sistema de pastoreo rotacional (30 días de descanso y tres días de ocupación), con predominancia de pasturas del género *Brachiaria*, suplementados con sal mineralizada a libre disposición, con una carga animal media de 2 animales/ha/año. Los lotes de manejo fueron generados a la compra y separados según sexo. El manejo de la salud del rebaño fue realizado de acuerdo con las prácticas de la región, incluyendo vacunación y tratamiento de endo- y ectoparásitos. El pesaje de los animales se realizó en las mañanas con los bovinos en ayuno, mediante una báscula mecánica Prometalicos® CUI1500, con capacidad para 1500 kg y nivel de precisión de 0.5 kg. Todos los machos fueron castrados al momento de compra utilizando la pinza emasculadora o de Burdizzo.

Los animales fueron clasificados por sexo en tres grupos (PEQ, pequeños; MED, medianos; y GRAN, grandes) formados con base al peso vivo al momento de compra, resultando en las siguientes categorías: Machos [PEQ (<200 kg), MED (>200 y <300 kg) y GRA (>300 kg)]; y hembras [PEQ (<177 kg), MED (>177 y <253 kg) y GRA (>253 kg)]. Para establecer la amplitud entre los grupos

formados, fue utilizada la siguiente fórmula: $R/3$, donde R es el rango, resta del valor máximo menos el valor mínimo del peso de compra para cada sexo.

La rentabilidad bruta mensual (RBM) por individuo fue calculada de la siguiente manera:

$$RBM = \left(\frac{\left(\frac{VTA - COMP}{MC} \right)}{COMP} \right) \times 100\%$$

donde VTA es el valor total de venta, COMP es el valor total de compra, y MC es el periodo comprendido en meses entre la compra y la venta del animal. Era considerado como criterio para venta de los animales el peso vivo, buscando animales con pesos superiores a 370 kg (hembras) y 470 kg (machos), y con evaluación visual de condición corporal entre 4 y 5 (escala 1 - 5).

Análisis Estadístico

Fue utilizada la metodología de mínimos cuadrados para conocer la influencia de los efectos y su interacción sobre RBM. Si los efectos o su interacción eran significantes a un nivel de significancia de 5% ($p < 0.05$) se incluían en el modelo para evaluar RBM. El modelo final incluyó los factores sexo, tamaño (PEQ, MED, GRAN) y la interacción entre estos, en tanto que la ganancia media diaria (GMD) y los días de ceba (DC, días entre la fecha de compra y venta) fueron incluidos como covariables lineales dentro del modelo. Debido a que los efectos GMD y DC fueron significativos ($p < 0.05$) se generó un modelo para cada uno donde se incluyó el efecto de sexo, tamaño y su interacción a fin de estimar las medias ajustadas para cada efecto. El modelo para DC incluyó el efecto de GMD como covariable. Se utilizó un análisis de varianza con el procedimiento GLM (*General Linear Model*) del paquete EPICALC y las medias fueron comparadas por la prueba de Tukey-Kramer ($\alpha = 0.05$) del procedimiento LSMEANS en el programa estadístico R (R Core Team, 2020).

La técnica multivariada análisis de componentes principales fue utilizada para reducir la dimensión del conjunto de datos y conocer la estructura de asociación entre las variables. Previo al análisis fue necesario estandarizar las variables originales debido a las diferentes unidades de medida, asumiendo la media en cero y variancia uno. De esta forma, la matriz de correlación fue la base para extraer las variables latentes. La información presente en el conjunto de n variables correlacionadas fue sintetizada, formando un nuevo set de variables p ($p < n$) de variables no correlacionadas, denominadas componentes principales (CPs), que son reportados en orden decreciente por su varianza (autovalor). La metodología de análisis de componentes principales utilizando la matriz de correlación consiste en transformar un conjunto de datos de p variables X_1, X_2, \dots, X_n en un nuevo conjunto de datos Y_1 (CP₁), Y_2 (CP₂), ..., Y_p (CP_p). Cada componente principal (Y_i) es representado por la combinación lineal de las variables estandarizadas (X_j): $Y_i = \alpha_{i1}X_1 + \alpha_{i2}X_2 + \dots + \alpha_{in}X_n$, donde α_{ij} es el autovector de la matriz de correlación de las variables analizadas.

Fue adoptado el criterio de Kaiser (1958) para seleccionar el número de componentes principales, en el cual se establece que solamente las variables latentes con autovalor superior a 1.0 deben ser consideradas, pues generan componentes principales con información relevante a partir del conjunto de datos originales. La información retenida por los componentes principales con autovalor < 1.0 es considerada irrelevante para describir el conjunto de datos. El procedimiento de análisis de componentes principales fue realizado utilizando el procedimiento PRCOMP del paquete FACTOEXTRA en el programa estadístico R (2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las hembras produjeron mayor RBM que los machos, habiendo una diferencia de 1.02% entre sexos, que equivale a una supe-

Cuadro 1. Media de mínimos cuadrados (\pm EE) para características económicas y de desempeño por sexo en bovinos criados a pasto (Colombia)

| Variable | Machos | Hembras |
|-----------|------------------------------|------------------------------|
| RBM (%) | 6.68 \pm 0.10 ^b | 7.70 \pm 0.16 ^a |
| GMD (g) | 526 \pm 5.57 ^a | 399 \pm 8.01 ^b |
| DC (días) | 542 \pm 5.51 ^a | 403 \pm 7.76 ^b |
| PF (kg) | 493 \pm 1.73 ^a | 389 \pm 2.02 ^b |

RBM: rentabilidad bruta mensual; GMD: ganancia media diaria; DC: días de ceba; PF: peso final

^{a,b} Medias con letras distintas en la misma fila son diferentes ($p < 0.05$)

rioridad del 13% para las hembras (Cuadro 1). La RBM depende del tiempo de ceba o tiempo requerido para engordar el animal, del valor de compra y valor de venta. Las hembras en promedio se vendieron para carne con 104 kg de peso menos que los machos, lo que podría estar generando disminución en el tiempo de ceba; sin embargo, se debe resaltar que, en bovinos de carne, el valor del kilogramo de compra y de venta de hembra es inferior al de los machos. De esta forma, a pesar de que las hembras tienen un valor de venta inferior, el menor valor a la compra y el menor tiempo necesario para alcanzar el peso de venta puede estar generando mayores valores para RBM. No obstante, Lawrence *et al.* (1999) trabajando con ganado estabulado encontraron que los machos fueron más rentables que las hembras, en tanto que Mark *et al.* (2000) y Koknaroglu *et al.* (2005) reportaron que el sexo no afectó significativamente la rentabilidad en bovinos estabulados. Sin embargo, los resultados del presente estudio muestran que las hembras son una buena alternativa para generar mayor RBM en sistemas de producción a pasto bajo condiciones de ambiente tropical lluvioso.

El efecto del tamaño del animal al momento de compra representado por el peso vivo influyó la RBM, evidenciando que animales pequeños generan mayor rentabilidad bruta a la inversión que los animales grandes (Cuadro 2). Si bien los animales PEQ se tardaron 158 y 296 días a más que los MED y GRAN, respectivamente, en cumplir el periodo de ceba (Cuadro 2). La baja inversión inicial al comprar animales PEQ puede estar generando mayor RBM comparado a los animales de tamaño MED y GRAN, resultados que concuerdan con el trabajo de Langemeier *et al.* (1992). Asimismo, Lambert *et al.* (1984) reportaron que bovinos con pesos iniciales entre 227 y 276 kg fueron más rentables que animales con pesos entre 288 y 335 kg. Según Tatum *et al.* (2012), lotes de bovinos estabulados con menor peso inicial presentan menor valor de compra, ganan mayor peso en canal durante el final de la ceba y generan mayor valor agregado por unidad de canal, comparado con lotes estabulados con mayor peso inicial. Los resultados encontrados en este estudio deben ser observados con cautela, debido a que no se establecieron gastos generados a partir del suministro de sales minerales y el tiempo de permanencia en el sistema productivo.

La interacción entre el sexo y tamaño evidenció que la RBM mayor es obtenida al comprar bovinos pequeños para engordar, independiente del sexo (Cuadro 3). Para animales de tamaño MED y GRAN si existe diferencia ($p < 0.05$) entre sexos, mostrando que las hembras generan mayor RBM que los machos. Los machos GRAN son los que menos RBM generaron probablemente debido a la alta inversión inicial por animal, pues al aumentar el peso inicial, es necesario invertir mayor cantidad de dinero para la compra de ganado. Estudios como el de Lambert *et al.* (1984) y Langemeier *et al.* (1992), están de acuerdo en que el ganado de menor peso inicial genera mayor rentabilidad, a pesar de necesitar mayor tiempo para engordar. De esta forma, nuestros resultados indi-

Cuadro 2. Media de mínimos cuadrados (\pm EE) de variables económicas y de desempeño para cada categoría de tamaño

| Variable | Tamaño | | |
|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | PEQ | MED | GRAN |
| Observaciones (n) | 224 | 286 | 88 |
| Rentabilidad bruta mensual (RBM, %) | 8.41 \pm 0.13 ^a | 6.92 \pm 0.09 ^b | 6.24 \pm 0.23 ^c |
| Ganancia media diaria (GMD, g) | 460 \pm 5.26 ^a | 459 \pm 4.05 ^a | 469 \pm 9.34 ^a |
| Días de ceba | 624 \pm 5.82 ^a | 466 \pm 5.15 ^b | 328 \pm 10.86 ^c |
| Peso inicial (kg) | 154 \pm 1.74 ^a | 231 \pm 1.54 ^b | 313 \pm 2.83 ^c |
| Peso final (kg) | 439 \pm 2.00 ^a | 441 \pm 1.77 ^a | 444 \pm 3.26 ^a |

^{a,b,c} Medias con letras distintas en la misma fila son diferentes ($p < 0.05$)

Machos [PEQ (<200 kg), MED (>200 y <300 kg), GRA (>300 kg)]. Hembras [PEQ (<177 kg), MED (>177 y <253 kg) y GRA (>253 kg)]

can que, en ganado criado a pasto bajo condiciones tropicales lluviosas, los animales livianos a la compra tienden a generar mayor RBM para el sistema productivo.

Animales con mayor ganancia de peso llegan al peso de venta más rápido y, consecuentemente, se acelera el proceso de ceba. En general, las hembras presentaron menor ganancia de peso que los machos (Cuadro 3), en forma similar a los estudios de Mark *et al.* (2000) y Koknaroglu *et al.* (2005). Según Plouzek y Trenkle (1991), el mayor nivel de hormona de crecimiento circulante en los machos favorecería el aumento de masa muscular en el cuerpo comparado a las hembras. No obstante, los resultados mostraron que, si bien las hembras ganan menos peso, necesitan menos días de ceba y generan mayor RBM que los machos ($p < 0.05$). Además, según Lawrence *et al.* (1999) y Koknaroglu *et al.* (2005), las hembras consumen menos alimento que los machos.

La ganancia de peso diaria en hembras fue similar para todos los tamaños ($p > 0.05$; Cuadro 3). Sin embargo, los machos novillos

de tamaño GRAN ganaron 63 g/día más que los MED y PEQ, probablemente debido a que gran parte de los animales de menor tamaño habían sido recientemente destetados, y estarían pasando por un momento de estrés posdestete, además de ser castrados a la compra. El estrés debido al destete se refleja en cambios en la conducta de los terneros, como el aumento del tiempo caminando, reducción del tiempo dedicado al pastoreo y consumo de alimentos y menor rumia, probablemente debido al cambio de dieta (Enriquez *et al.*, 2010; 2011), lo que conlleva a una disminución en la ganancia de peso (Enriquez *et al.*, 2010; Lambertz *et al.*, 2015).

El análisis de componentes principales agrupó las cinco características en dos componentes principales (autovalor >1.0), reteniendo el 76.8% de la variabilidad total del conjunto de datos (Cuadro 4). Los CPs son creados a partir de la combinación lineal entre las variables, agrupando las características más correlacionadas dentro de un mismo CP. El primer componente principal (CP₁) agrupó las variables peso inicial (PI) y DC, evidenciando asociación entre estas caracte-

Cuadro 3. Media de mínimos cuadrados (\pm EE) para variables económicas y de desempeño para cada sexo y por tamaño de compra de bovinos para ceba (Colombia)

| Variable | Sexo | Tamaño | | |
|-------------------------------------|------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | PEQ | MED | GRAN |
| Rentabilidad bruta mensual (RBM, %) | H | 8.46 \pm 0.15 ^{Aa} | 7.38 \pm 0.16 ^{Ab} | 7.27 \pm 0.38 ^{Ab} |
| | M | 8.36 \pm 0.20 ^{Aa} | 6.47 \pm 0.13 ^{Bb} | 5.21 \pm 0.22 ^{Bc} |
| Ganancia media diaria (GMD, g) | H | 412 \pm 9.04 ^{Ba} | 415 \pm 8.00 ^{Ba} | 370 \pm 20.79 ^{Ba} |
| | M | 507 \pm 8.96 ^{Ab} | 503 \pm 7.94 ^{Ab} | 568 \pm 11.64 ^{Aa} |
| Días de ceba | H | 546 \pm 8.52 ^{Ba} | 397 \pm 7.56 ^{Bb} | 267 \pm 19.32 ^{Bc} |
| | M | 702 \pm 8.30 ^{Aa} | 536 \pm 7.35 ^{Ab} | 389 \pm 11.25 ^{Ac} |

^{A,B,C} Medias con letras distintas en la misma columna son diferentes ($p < 0.05$) para cada efecto

^{a,b,c} Medias con letras distintas en la misma fila son diferentes ($p < 0.05$)

Machos [PEQ (<200 kg), MED (>200 y <300 kg), GRA (>300 kg)]. Hembras [PEQ (<177 kg), MED (>177 y <253 kg) y GRA (>253 kg)]

terísticas y explicando el 42.7% de la variabilidad total del conjunto de datos. El CP₂ retiene el 34.2% de la variación y está fuertemente asociado con el peso final (PF), GMD y RBM.

La Figura 1 ilustra la distribución bidimensional de los animales y el conjunto de variables analizadas formado por los primeros dos componentes principales (CP₁ y CP₂). La posición de las características DC y PI en el espacio formado por los dos CPs seleccionados evidencia la existencia de un contraste representado por una asociación inversamente proporcional. Esto indica que animales con bajo PI tienden a demorarse más días para cebar, lo cual era de esperarse. Es importante destacar que en el espacio formado por los dos primeros CPs (Figura 1), cuanto más alejado del centro, o más ubicado a la izquierda o derecha en el eje horizontal o arriba o abajo en el eje vertical, más propiedades específicas tienen las características o los individuos de la población analizada.

Cuadro 4. Coeficientes de ponderación de las características de desempeño y económicas de bovinos con los componentes principales (CP) extraídos a partir de la matriz de correlación

| Característica | Componentes principales | |
|----------------|-------------------------|-----------------|
| | CP ₁ | CP ₂ |
| PI | 0.92 | -0.19 |
| PF | 0.32 | 0.66 |
| DC | -0.84 | -0.17 |
| GMD | 0.58 | 0.72 |
| RBM | -0.38 | 0.82 |
| Autovalor | 2.13 | 1.71 |
| %Varianza | 42.67 | 34.15 |

PI: peso inicial; PF: peso final; DC: días de ceba; GMD: ganancia media diaria; RBM: rentabilidad bruta mensual; %Varianza: porcentaje de varianza explicada por cada componente principal

Nota: valores en negrilla indican las principales asociaciones de las características con los componentes principales

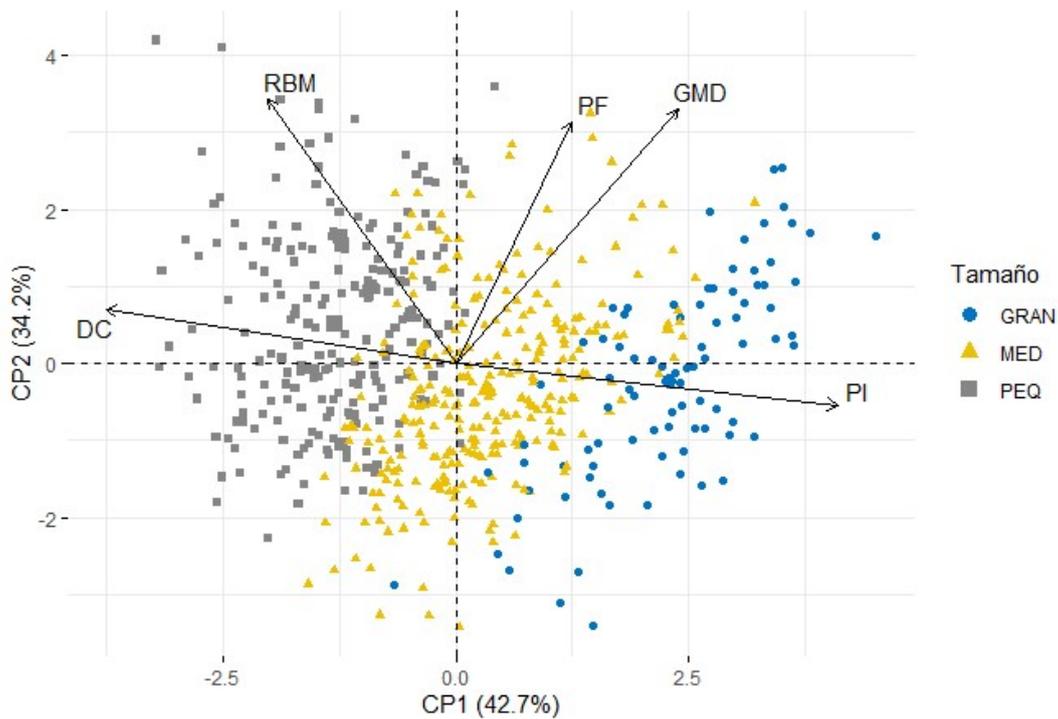


Figura 1. Distribución de los animales de acuerdo con los primeros dos componentes principales (CP1 y CP2) y los vectores de las características días de ceba (DC), peso inicial (PI), peso final (PF), ganancia media diaria (GMD) y rentabilidad bruta mensual (RMB)

El CP_2 agrupó las características PF, GMD y RBM, mostrando que existe asociación entre estas variables. La posición de estas características en el plano formado por los dos primeros componentes principales indica que animales con mayor GMD tienden a aumentar el PF y generan mayor RBM. Esta relación es asimismo esperada, debido a que mayores ganancias de peso generan disminución en el tiempo de ceba, y el elevado peso a la venta genera un mayor valor a la venta por cabeza, lo que probablemente está contribuyendo para aumentar la rentabilidad bruta mensual.

La distribución de los animales en el espacio formado por el CP_1 y CP_2 muestra una separación de los individuos por el tamaño en el plano horizontal, ubicando los bovi-

nos de tamaño GRAN hacia la derecha, los MED en el centro y los de tamaño PEQ al lado izquierdo. Cabe señalar, que cuanto más desplazado un individuo hacia la dirección de los vectores de las características, más propiedades específicas tiene el animal para esa variable. Por ejemplo, individuos desplazados para la derecha, indican alto PI y bajos DC, e individuos ubicados en la parte superior del plano indican altos valores para GMD, RBM y PF; por consiguiente, el lado opuesto (parte inferior) indican menores valores para estas variables.

La metodología de análisis de componentes principales fue una herramienta útil en la discriminación de las variables, sintetizando el conjunto original de cinco variables en dos variables latentes. Se agruparon las

características de desempeño PI y DC en el CP₁, y en el CP₂ las características de desempeño PF y GMD y la característica económica RBM, indicando la asociación entre estas. Los CPs seleccionados explican el 76.8% de la variación total del conjunto de datos original. Los resultados obtenidos pueden auxiliar en la toma de decisiones y generar estrategias con el fin de promover el aumento en la rentabilidad en la engorda de ganado bovino.

CONCLUSIONES

- El efecto del sexo, ganancia de peso y el tamaño de compra influenciaron la rentabilidad bruta mensual (RBM). Las hembras y los animales de tamaño pequeño generan mayor RBM.
- El análisis de componentes principales fue eficiente en identificar asociaciones entre las características estudiadas, en donde el peso final y los días en ceba presentan una asociación inversamente proporcional, mientras que el peso final, la ganancia media diaria y la rentabilidad bruta mensual evidenciaron una asociación directamente proporcional.

Agradecimientos

El autor agradece a su padre Rodrigo Domínguez Gómez por permitir el uso de la información para realizar el trabajo.

LITERATURA CITADA

1. **Enríquez DH, Ungerfeld R, Quintans G, Guidoni AL, Hötzel MJ. 2010.** The effects of alternative weaning methods on behaviour in beef calves. *Livest Sci* 128: 20-27. doi: 10.1016/j.livsci.2009.10.007
2. **Enríquez D, Hötzel MJ, Ungerfeld R. 2011.** Minimising the stress of weaning of beef calves: a review. *Acta Vet Scand* 53: 1-8. doi: 10.1186/1751-0147-53-28
3. **Johnson RA, Wichern DW. 1992.** Applied multivariate statistical analysis. 2nd ed. Englewood Cliffs, USA: Prentice-Hall. 642 p.
4. **Kaiser HF. 1958.** The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika* 23: 187-200.
5. **Koknaroglu H, Loy DD, Wilson DE, Hoffman MP, JD. 2005.** Factors affecting beef cattle performance and profitability. *Prof Anim Sci* 21: 286-296. doi: 10.15232/S1080-7446(15)31220-1
6. **Köppen W, Geiger R. 1936.** Handbuch der Klimatologie. Berlin, Gebr. Borntrager.
7. **Lambert C, Brazle F, Corah L, Schalles R. 1984.** Performance and profitability of calves and yearlings in Southeast Kansas steer futurities (seven year summary). Conference Cattlemen's Day. Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports.
8. **Lambertz C, Farke Röver A, Gaulty M. 2015.** Effects of sex and age on behavior and weight gain in beef calves after abrupt weaning. *Anim Sci J* 86: 345-350. doi: 10.1111/asj.12285
9. **Langemeier M, Schroeder T, Minert J. 1992.** Determinants of cattle finishing profitability. *Southern J Agric Econ* 24: 41-47.
10. **Lawrence J, Wang Z, Loy D. 1999.** Elements of cattle feeding profitability in midwest feedlots. *J Agric Appl Econ* 31: 349-367.
11. **Mahecha L, Gallego LA, Peláez FJ. 2002.** Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. *Rev Col Cienc Pec* 15: 213-225.
12. **Mark DR, Schroeder TC, Jones RD. 2000.** Identifying economic risk in cattle feeding. *J Agribus* 18: 331-344.
13. **Plouzek CA, Trenkle A. 1991.** Growth hormone parameters at four ages in intact and castrated male and female cattle. *Domest Anim Endocrinol* 8: 63-72. doi: 10.1016/0739-7240(91)90040-Q

14. **R Core Team. 2020.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
15. **Tatum JD, Platter WJ, Barges JL, Endsley RA. 2012.** Carcass-based measures of cattle performance and feeding profitability. *Prof Anim Sci* 28: 173-183. doi: 10.15232/S1080-7446(15)-30338-7