

**Determinación del momento económico óptimo del engorde de toros criollos (*Bos taurus*) en confinamiento**

**Determination of the optimum economic moment for fattening Creole bulls (*Bos taurus*) in confinement**

Juan Choque<sup>1,a,\*</sup>, Fredy Loyola<sup>1,b</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria, Perú.

<sup>a</sup> M.Sc., ✉ [juan.choque@unas.edu.pe](mailto:juan.choque@unas.edu.pe),  <https://orcid.org/0000-0001-8382-3165>

<sup>b</sup> Ing., ✉ [fredyloyola13021989@gmail.com](mailto:fredyloyola13021989@gmail.com),  <https://orcid.org/0009-0003-4271-7464>

\* Autor de Correspondencia: Tel. +51 942949402

<http://doi.org/10.25127/riagrop.20232.908>

---

<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/RIAGROP>

[revista.riagrop@untrm.edu.pe](mailto:revista.riagrop@untrm.edu.pe)

Recepción: 16 de enero 2023

Aprobación: 20 de febrero 2023

---

Este trabajo tiene licencia de Creative Commons.  
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0  
International Public License – CC-BY-NC-SA 4.0



### Resumen

El objetivo de la investigación fue evaluar la eficiencia técnica económica y determinar el momento óptimo de comercialización del engorde intensivo de toros criollos de 4 y 5 años, en condiciones de costa. Se utilizaron 41 toros procedentes del Cusco, distribuidos en 21 y 20 animales para 5 y 4 años de edad, con un peso inicial de 403.05 y 369.25 kg, respectivamente. Se alimentó con una ración balanceada a base de subproductos agrícolas, por un periodo de 90 días. Se evaluaron indicadores técnicos, económicos y la determinación del momento óptimo de comercialización que se basó en el margen bruto y regresión polinómica. Para analizar las variables biológicas, se utilizó medidas de tendencia central, dispersión, regresión polinómica y el estadístico de T - Student ( $P \leq 0.05$ ). El momento óptimo de comercialización se logró determinar a los 71 y 83 días para toros de 5 y 4 años. La ganancia diaria de peso fue de  $1.1 \pm 0.3$  y  $1.24 \pm 0.2$  kg, respectivamente. La conversión alimenticia fue de 14.2 y 11.9; el rendimiento de carcasa,  $52.9 \pm 2.0$  y  $52.6 \pm 2.6$  % y la rentabilidad fue

de 17.08 y 18.36 % respectivamente. El beneficio económico por toro fue de S/ 417.56 para toros de 5 años y 429.64 para toros de 4 años. De esta manera, se demuestra que esta actividad de engorde es técnica y económicamente rentable. Los toros de 4 años presentaron un mejor desempeño biológico y económico.

**Palabras claves:** Alimentación; Rentabilidad económica; subproductos agrícolas; engorde.

### Abstract

The objective of the research was to evaluate the technical and economic efficiency and to determine the optimum time for commercialization of intensive fattening of 4 and 5 year old Criollo bulls under coastal conditions. Forty-one bulls from Cusco were used, distributed in 21 and 20 animals for 5 and 4 years of age, with an initial weight of 403.05 and 369.25 kg respectively, fed with a balanced ration based on agricultural by-products for a period of 90 days. Technical and economic indicators were evaluated, as well as the determination of the optimum time of commercialization based on gross margin and polynomial regression. To analyze the biological variables, measures of central tendency, dispersion, polynomial regression and the T-Student statistic ( $P \leq 0.05$ ) were used. The optimum time of marketing was determined at 71 and 83 days for 5 and 4 year old bulls. Daily weight gains were  $1.1 \pm 0.3$  and  $1.24 \pm 0.2$  kg, respectively. Feed conversion was 14.2 and 11.9, carcass yield was  $52.9 \pm 2.0$  and  $52.6 \pm 2.6\%$  and profitability was 17.08 and 18.36% respectively. The economic profit per bull was S/417.56 for 5-year-old bulls and 429.64 for 4-year-old bulls, thus demonstrating that this fattening activity is technically and economically profitable, with the 4-year-old bulls showing the best biological and economic performance.

**Keywords:** Feeding; economic profitability; agricultural by-products; fattening.

## 1. INTRODUCCIÓN

La mayor población de ganado vacunos es criolla, que se ha mantenido como puro o mediante diferentes grados de cruzamiento, principalmente con ganado Brown Swiss en la sierra y cebú en la selva, o con otras diversas razas que han sido introducidas al país. Este ganado tiene una gran variedad de características exteriores y en el Perú se considera un tipo de ganado criollo típico, no mejorado, que se conoce como 'chusco' o serrano en el sur y el ganadero de la costa peruana lo denomina tipo Perú. Además, es valioso por su rusticidad, adaptación al medio y es usado para triple propósito como carne, leche y trabajo (MINAG, 2013).

La ganadería se ha visto en la necesidad de evolucionar de un sistema extensivo de producción a formas más intensivas y tecnificadas. Existen varios factores que han promovido estos cambios. Entre ellos, destaca el aumento del valor de la tierra, la reducción del área disponible, el costo creciente de la mano de obra, el alto costo de los insumos, la protección del medio ambiente, las exigencias del mercado y la necesidad de lograr mayores ingresos que hagan rentable el negocio ganadero (Torres, 2013).

La costa peruana presenta un potencial para el desarrollo de la ganadería bovina porque los animales son sometidos a un sistema de engorde intensivo, a base de una alimentación con suplemento alimenticio con insumos obtenidos de rastrojos y subproductos agrícolas

producidos a un costo menor. Los vacunos que deberán ser engordados son los denominados criollos, caracterizados por su rusticidad y adquiridos para esta actividad de las diferentes regiones del país. De esta manera, el negocio ganadero, adecuadamente manejado, permite obtener una rentabilidad muy aceptable (Hidalgo, 2013).

El engorde intensivo del ganado vacuno en el Perú se realiza mayormente con ganado del tipo criollo, procedente de la sierra peruana que pasan por momentos de gran escasez de alimentos, debido a los periodos de sequía y a las pobres condiciones de la pradera. Al trasladarse a la costa, el ganado recibe una alimentación superior porque experimenta el llamado crecimiento compensatorio, es decir, los animales tienen una mayor ingestión de alimento y lo convierte eficazmente en peso vivo y carcasa, siempre que esta alimentación cubra las necesidades de recuperación y engorde del animal, a nivel económico (Rosemberg, 2000).

El engorde de vacunos de corral es un sistema efectivo que permite retornos económicos rápidos, debido al incremento de la producción de carnes por un corto tiempo, realizado mayormente en la costa del país porque se dispone de residuos agrícolas e industriales que permiten obtener incrementos de 35 a 40 % por animal, con incrementos de peso de 1.8 – 2.0 kg/animal/día del ganado. Además, permite obtener mejores características de carne extra en cuanto a la conformación de la carcasa, ternura y jugosidad. En ese sentido, la alimentación resulta el factor más relevante que condiciona este sistema y en ocasiones representa hasta el 90 % de la estructura de costos totales. Para ello, resulta necesario la optimización de su uso, por

ende, amerita una atención especial por parte de los empresarios e investigadores (Téllez, 1987).

Ante esta situación, resulta indispensable la conducción de investigaciones que permitan obtener e incorporar, en sus análisis, indicadores productivos y económicos. Uno de los más importante consiste en determinar el momento que conviene enviar los bovinos al camal para lograr la mayor rentabilidad. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia técnica económica y determinar el momento óptimo de comercialización del engorde intensivo de toros criollos de 4 y 5 años en condiciones de costa.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Lugar de estudio

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Engorde privado, "Sumac Pacha", distrito de Lurín, provincia y región Lima, Perú, con una duración de 90 días. Esta zona presenta una temperatura de 18.7 °C, altitud de 20 m s. n. m. y una precipitación pluvial media anual de 16 mm.

### 2.2. Animales y acondicionamiento y alimento

Se utilizaron dos grupos de toros criollos (*Bos taurus*), de 4 y 5 años procedentes de la región Cusco que ingresaron al sistema de engorde con pesos al inicio de 369.25 para toros kg de 4 años y 403.05 kg para toros de 5 años, divididos en 20 y 21 toros, respectivamente.

Se usó seis corrales de 400 m<sup>2</sup>, divididos con cercos de palos, comederos en línea en dos lados de 20 m de largo por 0.5 m de ancho, techo arpillera, recipiente para sales minerales *ad libitum*, ubicados cerca de un bebedero y 2 m<sup>2</sup> de

sombra por animal. Los toros fueron implantados con Zeranol Ralgro®, desparasitados con Ivermectina inyectable más triclabendazol, vitaminas Adeforte y Hematofos B12 intramuscular.

El proceso de engorde consistió en dos etapas. La primera etapa de adaptación de 2 días. Los toros recibieron una dieta a base de chala de maíz. La otra etapa, de finalización, los toros reciben una ración concentrada, con 11.45 % de PB, 60.31 % de NDT, 25.8 % de fibra que fueron formulados con insumos de subproductos agrícolas. El alimento se suministró en la mañana el 60 % por la mañana y el 40 % en las tardes.

### 2.3. Indicadores de evaluación

En la evaluación de indicadores biológicos, se registraron los pesos al inicio y, posteriormente, cada quince días mediante cinta bovinométrica, para estimar pesos y el consumo de alimento. Al finalizar el periodo de engorde, se evaluaron las variables: peso inicial, peso quincenal, consumo de alimento, conversión alimenticia, ganancia diaria de peso y rendimiento de canal de los toros.

Las variables económicas como margen bruto (MB), margen neto (MN) y rentabilidad económica (RE) se obtuvieron de los datos de costos recolectados.

El momento económico óptimo para la comercialización de toros se determinó mediante el método Doolittle.

### 2.4. Análisis estadístico

La estadística descriptiva, en base a datos de consumo de alimento y ganancia de peso, se estimó la función de producción tipo tabular

(Grimes y Carlisle, 1990; Cacho, 1986) que permitió analizar las variables biológicas y ecuaciones de regresión polinómica y lograr estimar la relación entre la edad (x) y el peso corporal (y), además del tiempo de engorde-peso de los toros, mediante el método de Doolittle con dos variables (Moreno, 1998). El estadístico T-Student ( $P \leq 0.05$ ) facilitó la comparación del desempeño de las variables biológicas. Para ello, se utilizó el paquete estadístico SPSS, versión 19.0 e INFOSAT, versión 2008.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Indicadores biológicos

Los resultados de los indicadores biológicos se muestran en la tabla 1. Los toros de cinco años presentaron mayores pesos iniciales que los toros de 4 años. Este factor influye en el consumo de alimentos que no reportó diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ) para la ganancia de peso. Los toros de 4 años demostraron ser más eficientes ( $p < 0.05$ ) en la conversión de alimentos en carne frente a los toros de 5 años.

En la figura 1, se muestra la condición corporal de los animales según los años. Además, en la tabla 1 se muestra que no existen diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ). Al inicio, los toros de 5 años presentaron mejores condiciones corporales ( $> 2.5$ ) y peso vivo promedio de 403.05 kg. Estos indicadores cualitativos en los meses siguientes fueron 2.71, 3.16, 3.64 y 4.12 y 2.58, 3.03, 3.53 y 4.01 para toros de 5 y 4 años al inicio, 1, 2 y 3 meses respectivamente. Se mantuvo esta ligera superioridad al final del ensayo a favor de toros de menor edad. Respecto a la variable rendimiento de carcasa

no presentaron evidencias ( $p>0.05$ ) entre toros de 4 y 5 años de edad.

**Tabla 1.** Indicadores biológicos de toros sometidos a engorde por período de 90 días

| Ítems                         | Grupos de Toros         |                        |
|-------------------------------|-------------------------|------------------------|
|                               | G-1: 5 años             | G-2: 4 años            |
| Número de toros               | 20                      | 21                     |
| Consumo de alimento/día (kg)  | 14.8                    | 13.7                   |
| Peso vivo inicial (kg)        | 403.05                  | 369.25                 |
| Peso vivo final (kg)          | 496.67                  | 473.0                  |
| Ganancia de Peso Total (kg)   | 81.4 <sup>a</sup>       | 103.8 <sup>a</sup>     |
| Ganancia de peso Por día (kg) | 1.11 ± 0.3 <sup>a</sup> | 1.24±0.2 <sup>a</sup>  |
| Conversión Alimenticia        | 14.2 <sup>b</sup>       | 11.9 <sup>a</sup>      |
| Condición corporal (final)    | 4.1 ± 0.4 <sup>a</sup>  | 4.0 ± 0.4 <sup>a</sup> |
| Rendimiento de carcasa (%)    | 52.9± 2.0 <sup>a</sup>  | 52.6±2.6 <sup>a</sup>  |

<sup>a</sup> Letras iguales en la misma fila expresan la igualdad entre grupos a la prueba de T-Student ( $p>0.05$ )

Las ganancias de peso total de toros, obtenidas en este estudio, son inferiores a los reportados por Zavala (2006), quien obtuvo 165.97, 169.58 y 141 kg. También lo fueron respecto a los datos encontrados por Lao (2002) en toros de 3 a 5 años de edad 115.7, 125.5 y 127.6 kg. En ese mismo sentido, Tang (2004) obtuvo ganancias de 151.55 kg. Además, Villareal (2021) reportó valores de 177 kg de ganancia de peso en Holstein mestizo y 176 Kg en normanado. Estas diferencias podrían ser atribuibles a la genética de animales evaluados porque muchos de ellos están especializados en la producción de carne. Sin embargo, Ramirez (2015) reportó valores inferiores a los reportados en esta investigación una ganancia de 94 kg en toretes brahman meztizos, con un concentrado a base de palmiste, caña y subproductos + sales minerales + forraje picado (maralfalfa).

Los resultados obtenidos en la ganancia diaria de peso son comparables a los obtenidos por Gómez (2015) que informó de una ganancia de 1.45 a 1.72 kg. Por otro lado, Duarte *et al.* (1996) evidenciaron ganancias de peso, a 118 días de

engorde, de 1.07, 0.99 y 0.82 kg. Estos índices se encuentran dentro del rango señalado por Hidalgo (2013), que debe oscilar entre 1.2 y 2.0 kg. Esta ligera diferencia en la ganancia de peso se podría atribuir a la edad, tamaño y a condiciones sanitarias y fueron los más eficientes en ganar peso (Ensminger y Olentine, 1983). Sin embargo, esta investigación presenta mayores ganancias de peso diario frente a los resultados obtenidos por Estrada y Padilla (2021) quienes obtuvieron una ganancia de 980 gr diario en un sistema semiestabulado e iguales resultados de ganancia de peso diario que Ramirez (2015), quien reporta una ganancia diaria de 1.21 kg.

El alimento consumido guarda una estrecha relación directa con el tamaño y edad de los animales, y con la cantidad de excretas (Mac, 2012). Los consumos obtenidos son comparables a los reportados por Lao (2002), quien evaluó tres niveles de suplementación mineral en la ración y obtuvo consumos de 12.83, 13.31 y 13.44 kg/animal. Además, los resultados fueron semejantes a Calderón (1990)

y Gengelbach *et al.* (1994) e inferiores a lo reportados por Zavala (2006) en tres grupos de toros cebú, de 7.93, 17.32 y 15.02 kg/día. Los factores que explicarían estos desempeños se pueden atribuir a la genética de animales especializados para producir carne y la calidad de alimento con alto porcentaje de proteína (Ortega, 1999) y a factores medioambientales donde prevalece el sistema de alimentación.

Los índices de conversión alimenticia fueron superiores a los obtenidos por Zavala (2006), quien obtuvo índices de 10.46, 9.83 y 10.21 y Gordillo-Vasquez *et al.* (2022) reportaron valores de 9.55, 10.1 y 10.38 en toretes en un sistema al pastoreo suplementado con concentrados con insumos no tradicionales. Sin embargo, Ramirez (2015) reportó valores superiores al de esta investigación, con 16 con dieta a base de forraje y concentrado. Estos resultados, relativamente altos a lo recomendado por Hidalgo (1997), señalan que la conversión alimenticia debe oscilar entre 7 y 10. Los factores que influirían en el tamaño y peso de animales, calidad y consumo de alimento (Ensminger y Olentine, 1983), a la edad, condición fisiológica del animal que permite aprovechar mejor el alimento, y los convierte en la formación de músculos, lo que equivale a ganancias de peso y conversión alimenticia (Vara y Moreno, 1986). Esto señala que existe relación directa entre el peso vivo de los animales y la condición corporal (Rodríguez, 2015) en animales de seis meses y 12 meses de edad con correlaciones moderadas entre peso y medidas corporales. Por ello, los animales de 4 años presentan una mejor conversión alimenticia.

Respecto a los índices de rendimiento de carcasa, fueron similares a los obtenidos en la mayoría de los engordes estabulados en categorías similares. En ese sentido, Ruiz (1999) que utilizó Ralgro y otros implantados anabólicos encontraron valores de 51.50 %, Además, Zavala (2006) presentó valores de 51.99, 54.13 y 52.55 %. También, Bonafón (1989) y López (1994), establecieron valores de 50.78 y 51.89 % y Gordillo-Vasquez *et al.* (2022) reportó valores de 52 % de rendimiento de carcasa en toretes Brown Swiss mestizo. Los factores que podrían explicar estas ligeras diferencias serían el peso vivo de los animales para el cálculo del rendimiento que se corresponde al peso determinado, el lugar del engorde antes de su embarque, y no el peso de llegada a la planta frigorífica. Además, se deberían al manejo inadecuado, instalaciones deficientes, pobre alimentación y descuido del aspecto sanitario de los animales (Téllez, 2005).

### 3.2. Análisis Económico

La tabla 2 muestra los resultados del análisis económico. De esto, los toros de 4 años alcanzaron mayor rentabilidad, mostrando mayores beneficios económicos para el sistema y el productor. En el rubro costos, se consideró la compra del animal, gastos en el engorde hasta los pagos de derecho de camal. En ingresos, se incluyó la venta de subproductos y la carcasa. Para los productores, se consideró los costos de compra, gastos y el transporte de los animales al camal. En ingresos, no se incluyó la venta de subproductos.



**Figura 1.** Evolución de la condición corporal.

**Tabla 2.** Análisis económico de dos grupos de toros sometidos al proceso de engorde y para el productor

| Ítems                             | Total (Sistema)     |                     | Productor           |                     |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                                   | Grupo 1<br>(5 años) | Grupo 2<br>(4 años) | Grupo 1<br>(5 años) | Grupo 2<br>(4 años) |
| Numero de toros (n)               | 21                  | 20                  | 21                  | 20                  |
| Costos Variables (CV)Totales (S/) | 50 499.77           | 45 984.72           | 49 120.52           | 44 741.22           |
| Costos Fijos (CF) Totales (S/)    | 841.88              | 822.32              | 841.88              | 822.32              |
| Costo Total (CT) (S/)             | 51 341.64           | 46 807.04           | 49 962.39           | 45 563.54           |
| Ingreso Total (S/)                | 60 110.50           | 55 400.00           | 55 599.00           | 51 089.00           |
| Beneficio Neto Total, S/.         | 8 768.86            | 8 592.96            | 5 636.61            | 5 525.46            |
| Beneficio Neto por toro, S/.      | 417.56              | 429.64              | 268.41.             | 276.27              |
| <b>Rentabilidad, %</b>            | <b>17.08</b>        | <b>18.36</b>        | <b>11.28</b>        | <b>12.13</b>        |

Los índices manifestados en la tabla 2 son relativamente inferiores a los obtenidos por Apolo (2016), quien obtuvo una rentabilidad de 19.19 %, Lao (2002) de 28.48, 29.74 y 29.90 % y mayores a los reportados por Ota (1996), con una rentabilidad del 1,99 % sobre el total de los costos en toros cebuinos.

Los factores que influirían en estos índices podrían explicarse por la variabilidad genética de animales cebuinos y europeos utilizados, además del precio alto de los toros en estas épocas, y al precio de los alimentos (S/ 0.68/kg) en relación a costos menores de S/ 0.32 y S/ 0.40. Todo esto hace que el costo de producir un toro sea alto y se obtenga menos margen económico. Sin embargo, en la actividad pecuaria, una rentabilidad por encima del 10 %, el caso del engorde justifica la inversión (Rojas, 1980).

### 3.3. Momento económico óptimo para la comercialización de toros

En la tabla 3 y 4, se indican que los costos fijos por toro durante el engorde son siempre iguales y son equivalente a S/. 40.09 y 40 99 para los grupos 1 y 2 respectivamente, por toro engordado en un periodo de 90 días. El ingreso total para los grupos 1 (toros de 5 años de edad) y 2 (toros de 4 años de edad) se obtuvo multiplicando el incremento de peso logrado por el precio del producto (carne) que para el grupo 1 fue de S/. 10.00 y para el grupo 2 fue de S/. 10.20. Bajo estas condiciones, el Ingreso total (IT), menos el Costo total (CT), da como resultado el Margen bruto (MB), que representa la estimación de la Eficiencia Económica o Beneficio Neto por toro engordado durante un periodo de 6 quincenas.

En la quinta y sexta quincena de evaluación, se encuentra el punto máximo eficiencia técnica y económica, cuando el el valor de Margen Bruto (IT - CT) alcanza su máxima expresión.



**Tabla 3.** Ley de retornos marginales decrecientes en función de los valores de ingresos y costos calculados para la relación entre niveles de producción ganancia de peso vivo y consumo de alimento quincenales, S/ x toro (Grupo 1)

| Quincena | Insumo         | PFT <sup>1</sup> | PFM <sup>2</sup> | PFP <sup>3</sup> | CF <sup>4</sup> | CV <sup>5</sup> | CT <sup>6</sup> | IT <sup>7</sup> | MB <sup>8</sup> | CM <sup>9</sup> | VPM <sup>10</sup> |
|----------|----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
|          | kg             | kg               |                  |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                   |
|          | X              | Y                |                  |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                   |
| 0        | 0              | 0                |                  |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                   |
| 1        | 161.90         | 9.14             | 0.06             | 0.06             | 40.09           | 110.10          | 150.18          | 91.43           | -58.7           | 12.04           | 0.56              |
| 2        | 379.05         | 25.57            | 0.08             | 0.07             | 40.09           | 257.75          | 297.84          | 255.71          | -42.1           | 8.99            | 0.76              |
| 3        | 596.38         | 46.43            | 0.10             | 0.08             | 40.09           | 405.54          | 445.63          | 464.29          | 18.66           | 7.09            | 0.96              |
| 4        | 808.29         | 65.14            | 0.09             | 0.08             | 40.09           | 549.63          | 589.72          | 651.43          | 61.71           | 7.70            | 0.88              |
| <b>5</b> | <b>1031.14</b> | <b>82.52</b>     | <b>0.08</b>      | <b>0.08</b>      | <b>40.09</b>    | <b>701.18</b>   | <b>741.27</b>   | <b>825.24</b>   | <b>83.97</b>    | <b>8.72</b>     | <b>0.78</b>       |
| 6        | 1256.86        | 93.62            | 0.05             | 0.07             | 40.09           | 854.66          | 894.75          | 936.19          | 41.44           | 13.83           | 0.49              |

<sup>1</sup>PFT: Producto Físico Total; <sup>2</sup>PFM: Producto Físico Marginal; <sup>3</sup>PFP Producto Físico Promedio; <sup>4</sup>CF: Costo Fijo; <sup>5</sup>CV: Costo Variable; <sup>6</sup>CT: Costo Total; <sup>7</sup>IT: Ingreso Total; <sup>8</sup>MB: Matgen Bruto; <sup>9</sup>CM: Costo Marginal; <sup>10</sup>VPM: Valor del Producto Marginal o Ingreso Marginal

**Tabla 4.** Ley de retornos marginales decrecientes en función de los valores de ingresos y costos calculados para la relación entre niveles de producción ganancia de peso vivo y consumo de alimento quincenales, S/ x toro (Grupo 2)

| Quincena | Insumo        | PFT <sup>1</sup> | PFM <sup>2</sup> | PFP <sup>3</sup> | CF <sup>4</sup> | CV <sup>5</sup> | CT <sup>6</sup> | IT <sup>7</sup> | MB <sup>8</sup> | CM <sup>9</sup> | VPM <sup>10</sup> |
|----------|---------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
|          | kg            | kg               |                  |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                   |
|          | X             | Y                |                  |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                   |
| 0        | 0             | 0                |                  |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                   |
| 1        | 151.75        | 12.75            | 0.08             | 0.08             | 41.00           | 103.19          | 144.19          | 130.05          | -14.14          | 8.09            | 0.86              |
| 2        | 338.25        | 31.60            | 0.10             | 0.09             | 41.00           | 230.01          | 271.01          | 322.32          | 51.31           | 6.73            | 1.03              |
| 3        | 540.25        | 58.30            | 0.13             | 0.11             | 41.00           | 367.37          | 408.37          | 594.66          | 186.29          | 5.14            | 1.35              |
| 4        | 756.25        | 74.15            | 0.07             | 0.10             | 41.00           | 514.25          | 555.25          | 756.33          | 201.08          | 9.27            | 0.75              |
| <b>5</b> | <b>951.25</b> | <b>91.15</b>     | <b>0.09</b>      | <b>0.10</b>      | <b>41.00</b>    | <b>646.85</b>   | <b>687.85</b>   | <b>929.73</b>   | <b>241.88</b>   | <b>7.80</b>     | <b>0.89</b>       |
| 6        | 1153.75       | 103.75           | 0.06             | 0.09             | 41.00           | 784.55          | 825.55          | 1058.25         | 232.70          | 10.93           | 0.63              |

<sup>1</sup>PFT: Producto Físico Total; <sup>2</sup>PFM: Producto Físico Marginal; <sup>3</sup>PFP Producto Físico Promedio; <sup>4</sup>CF: Costo Fijo; <sup>5</sup>CV: Costo Variable; <sup>6</sup>CT: Costo Total; <sup>7</sup>IT: Ingreso Total; <sup>8</sup>MB: Matgen Bruto; <sup>9</sup>CM: Costo Marginal; <sup>10</sup>VPM: Valor del Producto Marginal o Ingreso Marginal

Para determinar el tiempo de engorde (días) en función a los pesos quincenales obtenidos, en este estudio (Fig. 2), se tomó como referencia la ecuación de regresión Peso Esperado (Y) en kg

– Tiempo de Engorde (X) para los toros de 5 y 4 años y que permitió obtener dichas relaciones siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Grupo 1: } & \hat{Y} = 388.90 + 22.56X - 0.73X^2 \\ \text{Grupo 2: } & \hat{Y} = 354.59 + 27.31X - 1.251X^2 \end{aligned}$$

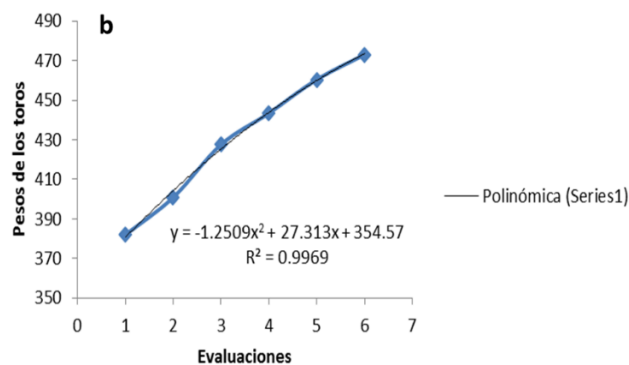
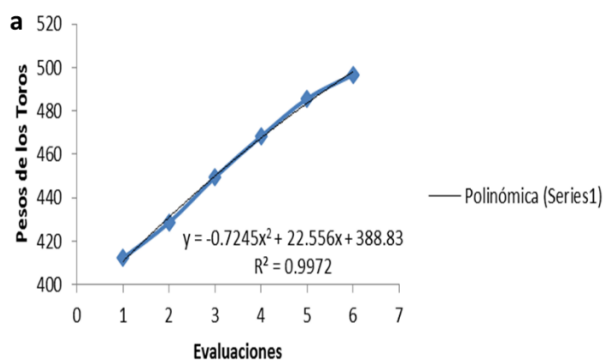
Dónde:

$\hat{Y}$  = Peso esperado, corresponde a 484.4 kg para el grupo 1 y 473 kg para el grupo 2,

$X$  = Tiempo de engorde expresado en quincenas.

Las ecuaciones de la figura 2, al ser igualadas a cero, se determinan los tiempos de engorde

óptimos en ambos grupos, obteniéndose a las 5.06 quincenas (71 días) y 5.96 quincenas (83 días) de engorde, para los toros de 5 y 4 años de edad, con una probabilidad del 99 %, se obtuvieron a los 71 y 83 días de engorde.



**Figura 2.** Funciones de tiempo de engorde en relación a ganancias de pesos quincenales de toros criollos de 5 (a) y 4 años (b).

Al derivar las ecuaciones, se puede determinar la cantidad de alimentos a suministrarse en ambos grupos de toros, en consideración al precio del alimento (S/ 0.68/kg.) y de la carne (S/10.00 y S/10.2 para los toros de 5 y 4 años de edad) para obtener la cantidad máxima de alimento a suministrar de 1044 kg y 1136 kg de alimento para los toros de 5 y 4 años de edad, en todo el periodo de engorde.

#### 4. CONCLUSIONES

La evaluación biológica de toros de cuatro años obtuvo un mejor desempeño productivo que mostró mayor ganancia diaria de peso, eficientes en convertir el alimento, y similares para rendimiento de carcasa y condición corporal.

La evaluación económica permitió demostrar que el margen bruto económico por toro

engordado, bajo condiciones intensivo, y la rentabilidad sobre el costo total S/ 241.88, 18.36 % fue superior para toros de cuatro años de edad, en comparación de S/. 83.97, 17,08% para toros de cinco años, que logró una rentabilidad moderada y aceptable y resulta un indicador para tomar decisiones administrativas.

El momento óptimo técnico y económico de la comercialización de los toros, determinados por el método Doolittle, fue para los toros de 5 años de edad a los 71 días, o 10.14 semanas, y para para el grupo de toros de 4 años de edad a los 83 días o 11.85 semanas y cuando el Margen Bruto está en su máxima expresión siendo de S/ 83.97 y S/ 241.88 por toro engordado en los grupos de toros de 5 y 4 años respectivamente.

#### Declaración de intereses

Ninguna.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Fondo de Estimulo y Desarrollo Universitario (FEDU) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

## Referencias

- Apolo, T.D. (2016). *Evaluación del efecto de diferentes niveles de inclusión de pollinaza en raciones suplementarias para el engorde de toretes mestizos en pastoreo en el cantón piñas, provincia de el oro*. Tesis de pregrado. Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional de Loja. Ecuador
- Barrales, L. y Flores, H. (1990). Análisis de varianza, diseños básicos usando PROC ANOVA. 85 p. *Boletín de Biometría* N° 8. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental La Platina, Santiago, Chile.
- Bonafón, P.W. (1989). *Interrelación entre algunos factores de producción y las medidas morfológicas en vacunos criollos beneficiados en el camal municipal de Tarma*. Tesis de pregrado. Zootecnista. UNCP. Huancayo – Perú. 110pp.
- Cacho, R. J. (1986). Evaluación económica de la venta de cerdos a diferentes pesos. *Porciramama*. Año 10. Vol. X. No. 117.
- Calderón, F. (1990). *Influencia nutricional de la suplementación mineral en el engorde intensivo de vacunos de carne*. Tesis de pregrado; UNALM. Facultad de Zootecnia. Lima – Perú.
- Duarte, F., Magaña, C. & Rodríguez, G. (1996). Respuesta de toretes en engorde a la adición de tres niveles de pollinaza a dietas integrales. *Livestock Research for Rural Development* 8 (2) 1-6.
- Ensminger, M.E. y Olentine C.G. (1993). *Alimentos y nutrición de los animales*. Edit. El Ateneo; Argentina; 682 pg.
- Estrada, A y Padilla. G.A. 2021. *Evaluación comparativa del desarrollo de toretes en dos grupos raciales mediante un sistema semi-estabulado*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. p. 28.
- Fernández, J. (1989). *Ganado ovino: Producción y enfermedades*. Edit. Mundi – Prensa, Madrid – España
- Gengelbach, G., Ward, J. & Spears, J. (1994). Effect of dietary cooper, iron and molybdenum on growth and copper status of beef cows and calves. *Journal Animal Science*. 1994; 72:2722 – 2727.
- Grimes, G. y Carlisle, G.R. (1990). Peso óptimo requerido para poner en el mercado los cerdos de matanza. *Porciramama*. Año 13. Vol XIII. No. 159.
- Gómez, M. J. (2015). *Análisis técnico - económico para 2 dietas de engorde de novillos en confinamiento*. Tesis de pregrado. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Gordillo-Vásquez, N., Zamora-Huamán, S. J., Cantaventa, B.P., Bernal, W. y Mejía, F.L. (2022). Desempeño productivo y económico de toretes (*Bos taurus*) alimentados con concentrados con base en insumos locales. *Revista de investigación Agropecuaria Science and Biotechnology* <http://dx.doi.org/10.25127/riagrop.20221.779>.
- Hidalgo, L.V. (2013). *Formulación de alimentos balanceados para el engorde de ganado vacuno*. Guía Técnica, UNALM, Perú, 6 - 19.
- Lao, G.J. (2002). *Efecto de la suplementación de microminerales en el engorde intensivo de bovinos*. Tesis de posgrado. UNALM. La Molina. Lima – Perú.
- Liberato, E.S. (2013). *Evaluación técnica y económico de toros cebuinos y criollos en condiciones intensivo*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María.
- Mac, R. (2012). Momento de finalización del engorde de bovinos. *Comunicación Médico Veterinario*. MC. 2005- Investigación y Desarrollo Agropecuario. República Argentina. Pp 2- 5.
- Maddala, G.S. y Miller, E. (1991). *Microeconomía*. México. Mc Grew Hill.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (2013). *Vacunos de doble propósito*. [En línea]: (<http://www.minag.gob.pe/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion>).
- Moreno, A. (1998). *Evaluación técnica y económica de la producción animal*. Edición UNA La Molina. 195.
- Ortega, J. (1999). Evaluación técnico-económica de tres genotipos de ganado vacunos de engorde. Tesis para optar el Título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Facultad de Zootecnia. Lima – Perú. 54 p.
- Ota, T.A. (1996). *Evaluación Económica de Engorde Intensivo a Corral de Dos Grupos de Novillos (CETABOL - Dpto. de Santa Cruz)*. Tesis de pregrado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UAGRM. Santa Cruz-Bolivia. Pp. 35 - 40.
- Ramírez, M.A. (2015) *Evaluación económica del engorde de toretes alimentados con cerdaza, pollinaza y concentrado comercial*. Pp 77.
- Rejón, A. M. y Pech M. V. (2005). Establecimiento del óptimo económico en la engorda de cerdos en una

- granja del estado de Yucatan. *Revista Mexicana de Agronegocios*, vol. IX, núm. 16, enero-junio, 2005, pp. 491-496- México
- Rodríguez, S.D. (2015). *Evaluación económica del engorde de toretes alimentados con cerdaza; pollinaza y concentrado comercial*. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias agropecuarias. Universidad de Cuenca. Ecuador.
- Rojas, S. (1980). *Engorde estabulado de vacunos*. Universidad Agraria La Molina, Lima – Perú.
- Rosemberg, M. (2000). *Producción de ganado vacuno de carne y de doble propósito*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.
- Ruiz, W.A. (1999). *Efecto de dos implantes anabólicos en el engorde de toretes en confinamiento*. Tesis de pregrado. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 7 p.
- Tang, J.F. (2004). *Evaluación Antihelmíntica y sobre la ganancia de peso de un Endectabólico sobre la base de ivermectina al 1 % y boldenona undecilinato en vehículo de larga acción en vacunos de engorde intensivo a nivel del mar*. Lima, Perú, 15 p.
- Téllez, J. (2005). *Calidad de la carne de vacunos*. 1er. congreso peruano de la carne. Lima, 24-27 de agosto 2005. UNALM. pp. 2-4.
- Téllez, J. (1987). *Manual para engorde intensivo de vacunos*. Editorial Espino. Lima – Perú. 142 p.
- Torres, J.A. (2013). *Alternativa para alimentación de bovinos con base en caña de azúcar*. San José, Costa Rica, pp. 1-13.
- Vara, M. y Moreno, A. (1986). *Ceba en confinamiento*. Confederación Andina de Ganaderos. Medellín, Colombia. pp. 14-75.
- Villarreal, F.J. (2021). *Evaluación del sistema de engorde a corral sobre la ganancia de peso en toretes de las razas Holstein Mestizo y Normando en la Finca San José, Tulcán*. Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Tesis de posgrado.
- Zavala, H.W. (2006). *Efecto de la gallinaza sobre la producción y color de la carne en vacunos de engorde*. Tesis de pregrado. UNALM. Facultad de Zootecnia. Lima – Perú.