



**Suplementación con borra de cerveza y maíz amarillo en engorde de toretes (*Bos taurus* L.)  
pastoreados en pradera native**

**Supplement with beer and yellow corn in fattening of bulls (*Bos taurus* L.) grazed in native grassland**

**Quispe-Paxipati Julio<sup>1\*</sup>, Loza-Murguía Manuel Gregorio<sup>2,3</sup>, Achu-Nina Cristóbal<sup>1</sup>, Quispe-Nina Elías David<sup>1</sup>**

**Datos del Artículo**

<sup>1</sup> Universidad Católica Boliviana San Pablo-UCBSP. Unidad Académica Campesina Tiahuanacu UAC-T. Ingeniería Zootécnica. Km 74. Carretera Internacional La Paz-Desaguadero. Tel +591-2-2895100. La Paz, Estado Plurinacional de Bolivia.

<sup>2</sup> Universidad Católica Boliviana San Pablo-UCBSP. Unidad Académica Campesina Carmen Pampa-UAC-CP. Ingeniería Agronómica. Coroico-Nor Yungas-La Paz, Estado Plurinacional de Bolivia. Tel +591(2)8781991.

<sup>3</sup> Departamento de Enseñanza e Investigación en Bioquímica & Microbiología-DEI&BM. Unidad Académica Campesina Carmen Pampa-UAC-CP.

**\*Dirección de contacto:**

Universidad Católica Boliviana San Pablo-UCBSP. Unidad Académica Campesina Tiahuanacu UAC-T. Ingeniería Zootécnica. Km 74. Carretera Internacional La Paz-Desaguadero. Tel: +591-71586738.

**Julio Quispe-Paxipati**

E-mail address [inzjulio@gmail.com](mailto:inzjulio@gmail.com)

**Palabras clave:**

Toretos,  
borra de cerveza,  
maíz amarillo,  
peso vivo diario,  
raciones,  
pradera native.

***J. Selva Andina Anim. Sci.*  
2019; 6(2):74-84.**

**Historial del artículo.**

Recibido marzo, 2017.  
Devuelto julio 2017  
Aceptado agosto, 2019.  
Disponible en línea, octubre, 2019.

**Editado por:  
Selva Andina  
Research Society**

**Resumen**

El presente trabajo de investigación, se realizó en la Comunidad Chirioco cantón Patamanta del Municipio de Pucarani, con el objetivo de evaluar el efecto de suplementación con borra de cerveza y maíz amarillo sobre el engorde de toretes pastoreados en pradera nativa, con tres diferentes raciones durante la época de transición (Abril, Mayo y Junio). Se han utilizado 9 toretes mestizo Holstein de 2 años de edad aproximadamente. El diseño utilizado para el incremento de peso vivo diario y rendimiento de la canal fue diseño completo al azar. El promedio de incremento de peso vivo diario fue de 1.21 kg para la ración III), 0.99 kg para la ración II y 0.74 kg para la ración I. El requerimiento promedio de la cantidad de agua de un torete para producir 1 kg de carne fue de 95 L. El rendimiento de la canal de toretes alimentados con diferentes raciones fue de 49.6 %, 49.7 % y 50.1 % con las raciones I, II y III respectivamente. Los valores reportados señalan que no existen diferencias significativas, lo que puede atribuirse a que los tratamientos no fueron homogéneos, ya que los toretes presentaban una variación de peso en 60 Kg, al igual de la distancia de recorrido para el pastoreo.

© 2019. *Journal of the Selva Andina Animal Science. Bolivia. Todos los derechos reservados.*

**Abstract**

The present research work was carried out in the Chirioco Canton Patamanta Community of the Municipality of Pucarani, with the objective of evaluating the effect of supplementation with beer and yellow corn on fattening of bulls grazed on native pasture, with three different rations during the time of transition (April, May and June). 9 Holstein mestizo bulls of approximately 2 years of age have been used. The design used for increasing daily live weight and carcass performance was randomized complete design. The average daily live weight increase was 1.21 kg for ration III), 0.99 kg for ration II and 0.74 kg for ration I. The average requirement of the amount of water from a bull to produce 1 kg of meat was of 95 L. The performance of the channel of bulls fed with different rations was 49.6%, 49.7% and 50.1% with rations I, II and III respectively. The reported values indicate that there are no significant differences, which can be attributed to the fact that the treatments were not homogeneous, since the bulls had a weight variation of 60 kg, as well as the distance traveled for grazing.

**Key words:**

Toretos,  
beer,  
yellow corn,  
daily live weight,  
portions,  
native prairie.

© 2019. Journal of the Selva Andina Animal Science. Bolivia. All rights reserved.

## Introducción

La ganadería, actividad económica muy antigua, dedicada a la crianza de animales para su aprovechamiento, relacionada con la agricultura, ya que en una granja ambas pueden estar ligadas. Así, el ganado aporta estiércol, utilizado como abono, y los cultivos aportan el alimento para los animales.<sup>1</sup>

En sistemas productivos, la suplementación energética tiene la finalidad de incrementar consumo energético animal, logrando mantener niveles deseados o reducir al mínimo las pérdidas<sup>2</sup>, además su empleo puede acrecentar la utilización de proteína degradable (PD), incrementando síntesis microbiana proteica, disminuyendo pérdidas de N en orina y costos energéticos de este proceso, y por ende mejorando el desempeño animal.<sup>3</sup>

La industria cervecera genera subproductos como la masilla y levadura de cerveza (LC), que bien podrían ser utilizadas, secos o húmedos en alimentación de rumiantes.<sup>4</sup> Estos subproductos, además de ser apetecibles por el animal, llegan a ser una fuente de proteína no degradable (PND) en el rumen<sup>5</sup>, apreciable en animales de altos niveles de productividad, se ha reportado evidencias que estos subproductos promueven desarrollo muscular en toretes de engorde, atribuyéndose a la adición de masilla en la dieta del ganado de engorde con efectos productivos bastante apreciables.<sup>6</sup>

Subproductos obtenidos en la producción cervecera, como granos y levadura seca de cerveza (LSC), se han utilizado en la alimentación animal.<sup>7,8</sup> *Saccha*

*romyces cerevisiae*, un microorganismos de levadura en ciernes que participa en la elaboración de cerveza<sup>9</sup>, considerado un subproducto alternativo aceptado en la alimentación del ganado, por su alto valor nutricional.<sup>10</sup> La levadura de cerveza líquida (LCL), obtenida mediante eliminación de levadura después de fermentación en el proceso de elaboración de cerveza, contiene un 32% de proteína cruda (CP) en base a materia seca (MS)<sup>11</sup>, comparada con dietas básicas, la suplementación de LCL mejoró la ingesta de MS dando como resultado ganancias rápidas, no habiendo diferencias entre las raciones suplementadas con levadura y soja.<sup>12</sup> Además, LCL suplementada (6% a 12% MS) en raciones completas para vacas lactantes no afectó el rendimiento, composición o calidad de la leche.<sup>13</sup>

Una serie de estudios basado en enriquecimiento del contenido de PC de pulpa de yuca (PY) a través de diversos tratamientos en fermentación en estado sólido, como el cultivo de levadura<sup>14</sup> y la fermentación microbiana.<sup>15-17</sup> LCL, un producto de fermentación en estado líquido mezclado con PY, ofrece a los agricultores proteínas enriquecidas a menores costos generales de alimentación. Dado que tanto LSC como PY tienen un alto contenido de humedad, el alimento para el ganado debe almacenarse en bunkers después de mezclarlo, en preparación para el transporte a granjeros distantes. Por lo tanto, mantener una proporción óptima de LSC y PY durante los períodos de almacenamiento necesarios es fundamental para su uso práctico en granjas.

La borra de cerveza (BC) llamado afrecho o cebadilla, un subproducto de la industria cervecera, resultado del proceso prensado y filtración del mosto, obtenido tras la sacarificación del grano de cereal (cebada, básicamente) malteado. Un producto húmedo cuyo contenido de MS 20-25%<sup>18</sup>, con energía metabolizable (EM) 2.9 Mcal/kg, degradabilidad efectiva de proteína (50 %), siendo su velocidad de 7 %/h, un alimento con elevado contenido proteico, proteína que escapa, de la degradación ruminal, utilizada en alimentación de rumiantes, especialmente vacas lecheras, su alto contenido en fibra, la utilización en monogástricos es limitada, pero útil en cerdos y aves.<sup>19</sup> La borra húmeda de cervecería (BHC), otro subproducto de la industria cervecera, por su alta concentración proteica y fibra, puede ser muy beneficiosa en la dieta de rumiantes, apoyando la función del rumen en producción de leche y carne. El contenido de PC, oscila entre 25 a 34 %, localizada principalmente en el germen del grano ya utilizado, se digiere de manera limitada en el rumen y en mayor cantidad en el intestino delgado.

Maíz amarillo (MA), un subproducto de industrialización de productos de origen vegetal destinados exclusivamente a la alimentación animal, posee 88 % MS, 3.3 Mcal/kg 8.8 de PC, 2.6 de fibra cruda<sup>19,20</sup>, lo señalan como un principal ingrediente para el ganado bovino, por su alto valor energético, palatabilidad, escasa variabilidad en su composición química y bajo contenido en factores anti nutritivos, carece lisina y triptófano. La fracción nitrogenada del grano tiene una baja proporción de proteínas metabólicas solubles (albuminas y globulina 6 %), y altas de proteínas de reservas (40 % de glutelina, 54 % prolamina), esta última muy insoluble, responsable relativamente baja de la degradabilidad de proteína en rumiantes 45 %.

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de suplementación con borra de cerveza y maíz amari-

llo sobre el engorde de toretes (*Bos taurus* L.) pastoreados en pradera nativa en la comunidad Chirioco municipio de Pucarani.

## Materiales y métodos

*Localización.* El presente trabajo de investigación, se realizó en la comunidad Chirioco del Cantón Patamanta del Municipio de Pucarani de la Provincia Los Andes del departamento de La Paz, geográficamente se encuentra ubicado entre los paralelos 16° 32' 11,44'' de latitud Sur y 68° 43' 44,15'' de longitud Oeste, a una altura de 3835 msnm y a una distancia de 35 km de la sede de gobierno sobre la carretera Panamericana La Paz- Copacabana.<sup>21</sup>

*Identificación del hato de bovinos.* Realizada la socialización con los productores de bovinos de carne, se identificó los hatos con particularidades similares de producción y manejo de animales de tres unidades familiares de acuerdo a los siguientes criterios: i) animales pastoreados en pradera nativa (PN) (amarre en estacas), ii) animales suplementados con borra de cerveza (SBC), iii) las familias no cuentan con establos para los bovinos toretes mestizo Holstein (TMH).

*Selección e identificación de toretes.* Se selecciono 9 TMH de 2 años de edad aproximadamente, un peso vivo (PV) promedio de 350 kg, grado de condición corporal 2 a 3, libre de lesiones corporales (abscesos) y defectos congénitos. La estimación de la edad se realizó a través del examen de cronología dentaria, método de boqueo, se areteo con caravanas plásticas (aretes) previamente enumerados, colocándose en la oreja derecha.

*Desparasitación y vitaminización de toretes.* El análisis coproparasitológico de las heces fecales, se realizó 20 días antes del inicio del trabajo de campo con el fin de determinar la incidencia o carga parasi-

taria. Las heces fecales se colectaron a primeras horas del día (5:00 a 6:00 am) en ayunas, enviándose al laboratorio de parasitología de la Unidad Académica Campesina de Batallas, para su evaluación.

La desparasitación interna, fue realizado en ayunas 10 días antes del inicio del trabajo de campo, para eliminar los parásitos internos y para mejorar el consumo de alimentos, con el producto veterinario Trimax con cobalto a dosis 1 mL/10 kg de PV por vía oral. La vitaminización se realizó con Hematovit que contiene Vitaminas, Minerales y aminoácidos, a una dosis de 10 mL por animal, vía intramuscular profunda.

La investigación se realizó durante los meses de abril, mayo y junio que corresponde al periodo de transición época de lluvia a época seca, época en que alimentan sus animales en praderas nativas reducidas por motivos de sembradíos de forrajes y otros cultivos agrícolas.

*Pradera nativa.* Se ha caracterizado el pastizal “chillihuar–gramadal” y la composición florística fue compuesta en mayor proporción por las especies: *Festuca dolichophylla*, *Nassella sp*, *Bromus catharticus*, *Deyuxia sp*, *Hordeum muticum*, *Allchemilla pinnata*, *Mulimbergia fastigiata*.

*Determinación de consumo de MS durante el pastoreo.* Se realizó a través de la diferencia de la cantidad disponible del pastizal antes y después del pastoreo de los animales en la PN.<sup>22</sup>

*Estimación de la disponibilidad de PN reservada.* Se ubicó una extensión considerable de PN reservada (no pastoreada durante un año) destinada para el pastoreo de animales. El lugar fue determinado a través del método de muestreo de cuadrante, se arrojó un objeto (piedra) y luego se tomó un área de 1 m<sup>2</sup> de pradera demarcando con un cuadrante metálico. Se cosecho toda la vegetación existente en el área demarcado con la ayuda de una tijera, se em-

bolso en nylon de plástico, previamente identificado y fueron enviados al laboratorio de la Unidad Académica Campesina de Tiahuanacu, para su pesaje y secado en la estufa a una temperatura de 65 °C durante 72 h hasta obtener un peso constante de materia seca (MS).

*Estimación de consumo diario de MS por los toretes.* El consumo por 1 m<sup>2</sup>, se ha multiplicado por el total de área pastoreada para determinar su consumo en el pastizal durante el día, la fórmula fue:

$$\text{CMSP} = \text{CMS} * \text{AP}$$

CMSP Consumo de materia seca de pastizal (kg/día), CMS Cantidad de pastizal consumido por torete (kg/m<sup>2</sup>), AP Área pastoreado por animal (m<sup>2</sup>).

*Distribución de las unidades experimentales (UE).* Las unidades experimentales (toretos), fueron distribuidos al azar en los diferentes tratamientos tabla 1:

**Tabla 1 Distribución de unidades experimentales en los tratamientos**

| Tratamiento | Nº Repeticiones (Toretos) | Periodos de tratamientos (días) |
|-------------|---------------------------|---------------------------------|
| Ración I    | 3                         | 90                              |
| Ración II   | 3                         | 90                              |
| Ración III  | 3                         | 90                              |
| Total       | 9                         |                                 |

Los tratamientos establecidos, fueron: Ración I, constituido solamente por PN. Ración II, constituida por PN y borra de cerveza (no formulada). Ración III, ración balanceada, PN y borra de cerveza más maíz amarillo partido.

El periodo de adaptación para el consumo de suplemento, fue durante 10 días alimentados con la ración III.

*Alimentación de los toretes.* Fueron pastoreados en PN durante 8 h diarias, amarados con una soga en estaca y recorridos una vez al día. Con la ración I, solamente consumieron PN. Con ración II (testigo), suplementados con 4 kg de BC tal como se ofrece

(TCO) diariamente, por las mañanas se ofreció 2 kg y por la tarde 2 kg, la borra se mezcló con 15 L de agua en un balde de 20 L de capacidad. Con ración III (balanceada) fueron suplementados con menor cantidad de borra 1.56 kg TCO se alimentó con 1 kg de borra por las mañanas y 0.56 kg por la tarde, también se suplemento con maíz amarillo en un total de 3.44 kg TCO se alimentó 2 kg por las mañanas y 1.44 kg por la tardes, haciendo una mezcla con 15 L de agua en un balde de 20 L de capacidad.

**Pesaje de los toretes.** Se utilizó un brete de madera con dimensiones: 2.20 m de largo por 0.70 m de ancho y 1.60 m de alto. Los toretes fueron pesados en una balanza digital de 1500 kg de capacidad, con ayuda de una plataforma de madera con dimensiones 2.20 m de largo por 0.70 m de ancho para instalar la balanza digital, sobre el cual se apoyaron los animales.

Los toretes fueron pesados con intervalo de 10 días durante los 90 días de tratamiento, el pesaje de los

toretos se realizó por las mañanas en ayunas horas 07:00 am.

$$G.M.D. = \frac{\text{Peso (Pf - Pi)}}{D.P.}$$

G.M.D Ganancia media diaria, Pf Peso final, Pi= Peso inicial, D.P.= Días de engorde

La ganancia de peso vivo total (PVT) durante la fase experimental.<sup>20</sup>

$$G. P.V.T. = \text{Peso (Pf - Pi)}$$

G. P.V.T.=Ganancia de peso vivo total, Pf=Peso final, Pi=Peso inicial

Determinación de cantidad de agua para la producción de un kg carne. El cálculo de requerimiento de agua por torete para producir 1 kg de carne.<sup>23</sup>

$$HH = \frac{CAA + UdA}{PCD}$$

HH=Huella hídrica de carne (Cantidad de agua necesario para producir un kg de carne), CAA=Consumo promedio de agua por el animal, el mismo es dado por la suma de consumo de agua directo e indirecto, UdA=Uso de agua (agua utilizada para la mezcla con el alimento suplementado para la alimentación de los toretes), PCD=Producción de carne por día.

## Resultados

**Tabla 2 Análisis parasitológico de las heces de los toretes**

| Clase     | Familia             | Género - especie         | Carga parasitaria |
|-----------|---------------------|--------------------------|-------------------|
| Phylum    | Protozoos           | <i>Balantidium coli</i>  | Presente          |
| Nematoda  | Trichostrongyloidae | <i>Haemonchus sp.</i>    | 100 hpg           |
| Trematoda | Fasciolidae         | <i>Fasciola hepatica</i> | 100 g             |

hpg huevos por gramo de heces,

**Tabla 3 Consumo de pradera nativa (MS) por los toretes**

| Nº Muestras | Consumo de MS por m <sup>2</sup> (kg) | Área total pastoreada (m <sup>2</sup> /día) | Consumo de MS (kg/día) |
|-------------|---------------------------------------|---|------------------------|
| 3           | 0.21                                  | 32.21                                       | 6.84                   |

## Discusión

La presencia de parasitosis intestinales por un lado son un problema que aqueja al producto en los rendimientos de carne, de ahí que la desparasitación al iniciar este trabajo ha sido un paso fundamental en la evaluación de su aumento de peso vivo en los diferentes tratamiento, tabla 2.

El consumo de MS de los toretes pastoreados en PN fue 6.84 kg/día (tabla 3), el consumo en materia TCO fue de 32.21 kg/día/torete.

En la tabla 4, reporta promedios de incremento de PVD por ciclo de pesaje de toretes en engorde alimentados con tres diferentes raciones, siendo los promedios de 1.21 kg para la ración III, 0.99 kg para la ración II y 0,74 kg para la ración I.

**Tabla 4 Incremento de peso vivo diario de toretes alimentados con diferentes raciones (kg)**

| Ciclo de pesaje<br>(cada 10 días) | Tratamientos |             |              |             |               |             |
|-----------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|---------------|-------------|
|                                   | Ración I     |             | Ración II    |             | Ración III    |             |
|                                   | GPV (kg)     |             | GPV (kg)     |             | GPV (kg)      |             |
|                                   | Total        | Diario      | Total (kg)   | Diario      | Total         | Diario      |
| 10                                | 6.00         | 0.60        | 9.00         | 0.90        | 10.33         | 1.03        |
| 20                                | 5.00         | 0.50        | 9.33         | 0.93        | 17.33         | 1.73        |
| 30                                | 6.67         | 0.67        | 8.67         | 0.87        | 14.67         | 1.47        |
| 40                                | 9.67         | 0.97        | 11.00        | 1.10        | 14.00         | 1.40        |
| 50                                | 7.33         | 0.73        | 15.33        | 1.53        | 11.00         | 1.10        |
| 60                                | 9.00         | 0.90        | 9.33         | 0.93        | 9.33          | 0.93        |
| 70                                | 8.33         | 0.83        | 10.67        | 1.07        | 12.00         | 1.20        |
| 80                                | 8.33         | 0.83        | 8.33         | 0.83        | 14.33         | 1.43        |
| 90                                | 6.67         | 0.67        | 7.33         | 0.73        | 6.33          | 0.63        |
| <b>Total GPV</b>                  | <b>67.00</b> |             | <b>89.00</b> |             | <b>109.33</b> |             |
| <b>Total promedio (GPVD)</b>      |              | <b>0.74</b> |              | <b>0.99</b> |               | <b>1.21</b> |

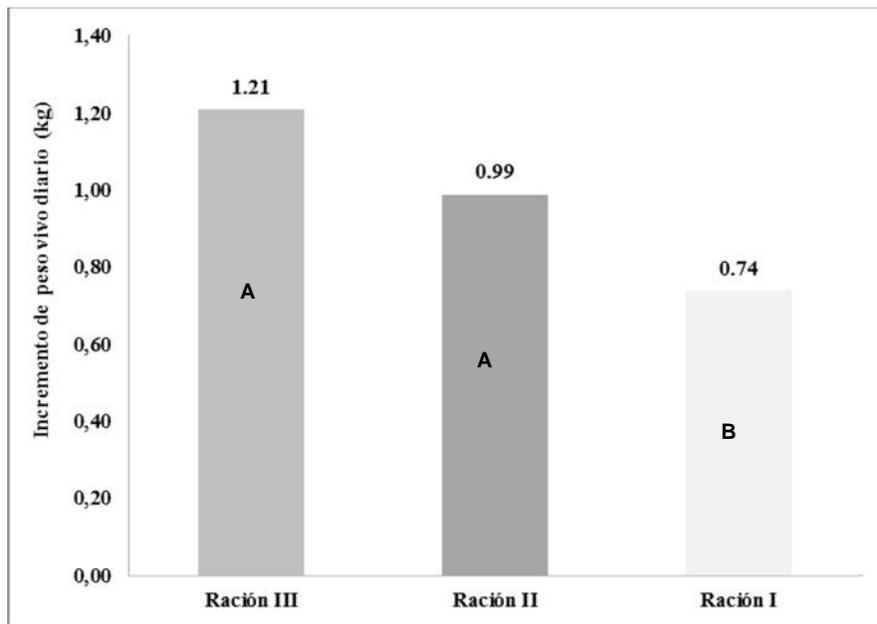
GPV ganancia de peso vivo

**Tabla 5 Análisis de varianza para el incremento de peso vivo diario de toretes alimentados con diferentes raciones**

| Fuente de variación             | G.L. | S.C.    | S.C.M. | F-Valor | Pr > F   |
|---------------------------------|------|---------|--------|---------|----------|
| Tratamiento (tipos de raciones) | 2    | 0.98982 | 0.494  | 7.94    | 0.0023** |
| Error                           | 24   | 1.49637 | 0.062  |         |          |
| Total                           | 26   | 2.48620 |        |         |          |

CV=25.43 %

**Figura 1 Comparación de medias DUNCAN para el incremento de peso vivo diario de toretes**



**Tabla 6 Cantidad de agua requerida para la producción de un kilogramo de carne**

| Tratamientos   | Consumo directo de agua/día (Litros) | Consumo indirecto de agua/día (Litros) | Gasto de agua/día (Litros) | Consumo total de agua/día (Litros) | Consumo de agua para producir 1 kg de carne (Litros) |
|----------------|--------------------------------------|--|----------------------------|------------------------------------|--|
| Ración I       | 50.2                                 | 15.5                                   | 0.0                        | 65.7                               | <b>120</b>   |
| Ración II      | 47.4                                 | 18.4                                   | 30.0                       | 95.8                               | <b>98</b>  |
| Ración III     | 50.4                                 | 18.8                                   | 30.0                       | 99.2                               | <b>68</b>  |
| Promedio total |                                      |  |                            |                                    | <b>95</b>  |

**Tabla 7 Rendimiento de la canal de toretes (%)**

| Tratamiento       | Repeticiones N° caravanas | Peso vivo. final (kg) | Peso canal (kg) | Rendimiento (%) |
|-------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| <b>Ración I</b>   | 373                       | 445                   | 220.9           | 49.6            |
|                   | 36                        | 312                   | 154.6           | 49.6            |
|                   | 374                       | 362                   | 179.8           | 49.7            |
|                   | <b>Promedio</b>           |                       |                 | <b>49.6</b>     |
| <b>Ración II</b>  | 48                        | 365                   | 179.4           | 49.2            |
|                   | 360                       | 429                   | 216.2           | 50.4            |
|                   | 47                        | 353                   | 175.3           | 49.7            |
|                   | <b>Promedio</b>           |                       |                 | <b>49.7</b>     |
| <b>Ración III</b> | 357                       | 490                   | 245.3           | 50.1            |
|                   | 356                       | 445                   | 222.6           | 50.0            |
|                   | 369                       | 450                   | 226.4           | 50.3            |
|                   | <b>Promedio</b>           |                       |                 | <b>50.1</b>     |

**Tabla 8 Análisis de varianza para el rendimiento de la canal de toretes de engorde**

| Fuente de variación             | G.L. | S.C.  | S.C.M. | F-Valor | Pr > F    |
|---------------------------------|------|-------|--------|---------|-----------|
| Tratamiento (tipos de raciones) | 2    | 0.402 | 0.201  | 1.55    | 0.2872 NS |
| Error                           | 6    | 0.780 | 0.130  |         |           |
| Total                           | 8    | 1.182 |        |         |           |

CV 0.72 %

Además se muestra la ganancia de PVT por ciclo de pesaje durante todo el tratamiento que fue de: 67.00, 89.00 y 109.33 kg para los toretes alimentados con las raciones, incrementándose durante los 90 días.

Se pudo observar diferencias marcadas en su desempeño en las diferentes raciones, dado que las ganancias medias diarias en más de 120 g/animal/día, en términos promedio, efecto evidenciado en evaluaciones de la eficiencia en dietas de forrajes y dietas altas en concentrado deberían ser consideradas como dos características independientes en los programas de selección.<sup>24</sup>

En un análisis de varianza (AV) para el incremento de PVD de los toretes, presenta diferencias estadís-

ticas altamente significativas ( $P < 0.05$ ) entre raciones, tabla 5.

El coeficiente de variación de 25.43 % para el incremento de PVD de toretes, señala confiabilidad de los datos en el presente trabajo de investigación.

Un trabajo similar indica que experimentos de rendimientos agronómicos y ganaderos, los coeficientes de variabilidad varían generalmente entre 9 a 29 % porque son afectados por varios factores de variabilidad, valores que exceden estos límites pueden considerarse extremos.<sup>25</sup>

La figura 1, señala las comparaciones de medias Duncan del incremento de PVD de toretes, en la que el promedio de incremento de PV de los toretes con

la ración III fue de 1.21 kg, estadísticamente similar al incremento de PVD de los toretes alimentados con la ración II de 0.99 kg, mientras con la ración III fue estadísticamente diferente y superior al incremento de PVD de los toretes con la ración I con 0.74 kg. De acuerdo con esta comparación, indican que el incremento de PV de los toretes con la ración I con 0.74 kg, fue estadísticamente inferior con respecto a los toretes alimentados con la ración II y III. Parra<sup>26</sup>, reportó 1.06 kg de ganancia de PVD para toretes criollos y 1.27 kg para toretes cruza Holstein con criollo en engorde de toretes alimentados con ración balanceada, provisión de agua ad libitum y estabulados bajo cobertizo.

Sin embargo Flores<sup>27</sup>, reportó resultados promedio de 0.80 y 1.00 kg de ganancia de PVD, en el engorde de toretes criollos en un sistema estabulado por efecto de dos raciones a base de: afrecho de trigo, frangollo de maíz, torta de soya.

Nuestros resultados de la ganancia de PVD, están entre los rangos reportados por los diferentes autores ya mencionados, para las raciones II y III, pero son superiores a los datos de la ración I

Estas diferencias con los resultados reportados por estos autores se atribuyen al tipo de alimento utilizado en los diferentes trabajos y también al sistema de producción. Por otra parte con respecto a la ganancia de PVD con la ración III, se atribuye a que existió un equilibrio de nutrientes de proteína y energía ya que fue una ración balanceada a base de BC como fuente de proteína y MA como fuente de energía.

En la tabla 6, el consumo promedio de agua requerida para producir un kilogramo de carne en toretes alimentados, así, los alimentados con la ración I, II y III requieren en promedio 120, 98 y 68 L, con un promedio general de 95 L. Las diferencias presentadas se atribuyen a que cada ración estaba compuesta

por diferentes insumos alimenticios y a la forma de preparación que fue diferente en las raciones II y III, ya que contenían BC y su preparación fue mezclada con agua.

Se menciona que en el marco de la Feria Internacional del Medio Ambiente, FIMA, realizada en Bogotá el Jefe de la Iniciativa Global de Aguas de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Cosude, Francois Münger, aseguro que de acuerdo a los estudios de la huella hídrica, producir un kilogramo de carne de res genera un gasto de 15300 L de agua.

La tabla 7, presenta promedios de rendimiento de la canal de toretes, los alimentados con la ración I alcanzaron un promedio de 49.6 %, con la ración II 49.7 %, mientras la ración III han logrado un rendimiento de 50.1 %, reportó promedios de rendimiento de la canal de 50.5% para bovinos criollos machos y 48.6 % para las hembras en sistemas de pastoreo extensivos en Santa Cruz- Bolivia.<sup>28</sup> También se reportó promedios de 47 a 49 % en estos procesos en toretes Holstein, por efecto de dietas completas de forraje de caña de azúcar y *Pennisetum purpureum*.<sup>29</sup> Por otro lado Velásquez<sup>30</sup>, al realizar la estimación del rendimiento de la canal de toretes Holstein usando ultrasonografía, reporto resultados de 51.0 % de rendimiento de la canal en un sistema de pastoreo rotacional con suplementación.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo están dentro los rangos reportados por estos autores, pero los nuestros datos nos indican que en la canal de toretes existió mayor porcentaje de huesos a comparación de carne.

La tabla 8, en el AV del rendimiento de la canal se ha determinado que estadísticamente no existen diferencias significativas en este rendimiento con la ración I, II y III, con coeficiente de variación de

0.72 %, la confiabilidad de los datos para esta variable rendimiento de la canal.

Analizando estadísticamente estos valores, no existió diferencias entre tratamientos, esto se puede atribuir a que los tratamientos no fueron homogéneos en su peso inicial, ya que variaban en hasta 60 kg de diferencia entre toretes, afectando en el momento de determinar los promedios de rendimiento de la canal por tratamientos, al igual que los animales de cada tratamiento, tenían distancias diferentes de recorrido para el pastoreo en la PN, ya que esto tuvo un efecto directo en el gasto de energía de mantenimiento y producción de los toretes en tratamiento.

### Conflictos de intereses

En el manejo de los animales se ha cumplido normas éticas. Esta investigación ha sido autofinanciada por los autores y no genera conflictos de interés.

### Agradecimientos

Al personal del laboratorio de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Unidad Académica Campesina de Batallas (Universidad Católica Boliviana San Pablo, Bolivia) por su apoyo en el análisis de las muestras evaluadas en la presente investigación.

A la directiva de la Asociación de Lecheros Vacunos de Patamanta (ALVAPA), por proporcionarnos los toretes.

### Aspectos éticos

Todos los procedimientos experimentales fueron aprobados por el Comité de Bioética de la Unidad Académica Campesina de Tiahuanacu

(La Paz, Estado Plurinacional de Bolivia, respetando las normas de bienestar animal.

### Literatura citada

1. Zohary D, Tchernov E, Kolska Horwitz L. The role of unconscious selection in the domestication of sheep and goat. *J Zool* 1998;245(2):129-35. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1998.tb00082.x>
2. Mahgoub O, Lu CD, Early RJ. Effects of dietary energy density on feed intake, body weight gain and carcass chemical composition of Omani growing lambs. *Small Ruminant Res* 2000. 37(1-2): 35-42. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(99\)00132-7](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(99)00132-7)
3. Mount DE, Steffens TJ, Schutz DN, Whittier JC. Fibrous and nonfibrous carbohydrate supplementation to ruminants grazing forage from small grain crops. *PAS*. 2009;25(2):139-44. DOI: [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30696-3](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30696-3)
4. Besong S, Jackson JS, Hicks CL, Hemken RW. Effects of a supplemental liquid yeast product on feed intake, ruminal profiles, and yield, composition, and organoleptic characteristics of milk from lactating Holstein cows. *J Dairy Sci* 1996; 79(9):1654-68 DOI: [http://www.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76529-3](http://www.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76529-3)
5. Miazzo RD, Kraft S. Yeast growth promoter for broilers. 10<sup>th</sup> European Poultry Conference. *Rev Arg Prod Animal* 1998;18(1):20-1.
6. Preston RL, Vance RD, Cahill VR. Energy evaluation of brewers grains for growing and finishing cattle. *J Anim Sci* 1973;37(1):174-8. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas1973.371174x>
7. Aliyu S, Bala M. Brewer's spent grain: A review of its potentials and applications. *Afr J Biotech*

- nol 2011;10(3):324-31. DOI: <http://www.doi.org/10.5897/AJBx10.006>
8. Levic J, Djuragic O, Sredanovic S. Use of new feed from brewer by-products for breeding layers. *Rom Bio Lett* 2010;15(5):5559-65.
  9. Manzano M, Giusto C, Bartolomeoli I, Buiatti S, Comi G. Microbiological analyses of dry and slurry yeasts for brewing. *J Inst Brew* 2005; 111(2):203-8. DOI: <https://doi.org/10.1002./j.2050-0416.2005.tb00667.x>
  10. Bruning CL, Yokoyama MT. Characteristics of live and killed brewer's yeast slurries and intoxication by intraruminal administration to cattle. *J Anim Sci* 1988;66(2):585-91. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas1988.662585x>
  11. Linton JH. Nutritional evaluation of brewery by-products. Review of nutrition papers from Brewers Feed Conference. *Feedstuffs* 1977; 51:8.
  12. Grieve DG. Feed intake and growth of cattle fed liquid brewer's yeast. *Can J Anim Sci* 1979;59 (1):89-94. DOI: <https://doi.org/10.4141/cjas79-011>
  13. Steckley JD, Grieve DG, Macleod GK, Moran Jr ET. Brewer's yeast slurry. II. A source of supplementary protein for lactating dairy cattle. *J Dairy Sci* 1979;62(6):947-53. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(79\)83353-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(79)83353-6)
  14. Kaewwongsa W, Traiyakun S, Yuangklang, C, Wachirapakorn C, Paengkoum P. Protein enrichment of cassava pulp fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. *J Anim Vet Adv* 2011;10 (18):2434-40. DOI: <http://doi.org/10.3923/jav-aa-2011.2434.2440>
  15. Chumpawadee S, Soychuta S. Nutrient enrichment of cassava starch industry by-product using rumen microorganism as inoculum source. *Pak J Nutr* 2009;8(9):1380-2. DOI: <http://doi.org/10.3923/pjn.2009.1380.1382>
  16. Thongkratoke R, Khempaka S, Molee W. Protein enrichment of cassava pulp using microorganisms fermentation techniques for use as an alternative animal feedstuff. *J Anim Vet Adv* 2010;9 (22):2859-62. <https://doi.org/10.3923/javaa.2010.2859.2862>
  17. Vorachinda R, Bunyatratchata W, Suriyagamon S, Kanchan N, Butsapun S, Masilp C. Improvement of protein content in cassava pulp by fungi fermentation. The 3rd International Conference on Sustainable Animal Agriculture for Developing Countries (SAADC 2011); 2011 Jul 26-29: Nakhon Ratchasima, Thailand; 2011. p. 307-11.
  18. Davis LD. Sistemas de alimentación para optimizar la rentabilidad de rebaño lecheros de alta productividad en EEUU; 2008. (en línea). Consultado 12 agosto 2017. [http://www.produccionAnimal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/produccion\\_bovina\\_leche/81-alimentacion.pdf](http://www.produccionAnimal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/81-alimentacion.pdf)
  19. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. (FENDA). Tablas FENDA de composición y valor nutritivo de forrajes y subproductos fibrosos húmedos. España. 2010. Disponible en: <http://www.fundacionfedna.org/ingredientes-para-piensos>
  20. Alcázar J. Bases para la alimentación animal y la formulación manual de raciones. La Paz, Bolivia. Ed. Génesis; 1997. p. 35-71.
  21. Plan de Desarrollo Municipal del Gobierno Autónomo Municipal de Pucarani (PDMP); (2007-2010).
  22. Achu Nina C. Alimentos y alimentación animal: texto guía para estudiantes. Carrera Ingeniería Zootécnica. Universidad Católica Boliviana. La Paz-Bolivia; 2014.
  23. Ríos N, Lanuza E, Gámez B, Montoya A, Díaz A, Sepúlveda C, Ibrahim M. Cálculo de la huella hídrica de la producción de un litro de leche en

- fincas ganaderas en Jinotega y Matiguás, Nicaragua [Internet]. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza-CATIE, Turrialba-Costa Rica; 2006 [citado 15 de octubre de 2017]. 12 p. Recuperado a partir de: [https://www.catie.ac.cr/103/manejo-cuencas/542-publicaciones-dia-del\\_agua.htm](https://www.catie.ac.cr/103/manejo-cuencas/542-publicaciones-dia-del_agua.htm)
24. van der Westhuizen RR, van der Westhuizen J, Schoeman SJ. A genetic analysis of post-weaning feedlot performance and profitability in Bonsmara cattle *Genet Mol Res* 2009; 25;8(1):179-96. DOI: <https://doi.org/10.4238/vol8-1gmr535>
25. Calzada J. Métodos estadísticos para la investigación. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima-Perú; 1997.
26. Parra N. (Engorde de toretes Criollo y cruza Holstein por Criollo (*Bos taurus* L.) en confinamiento [Tesis de Licenciatura]. Universidad Católica Boliviana San Pablo. La Paz-Bolivia; 2005.
27. Flores A. Evaluación del efecto de dos raciones para el engorde de toretes criollos (*Bos taurus*), en la comunidad de Huancollo, provincia Ingavi del departamento de La Paz [Tesis de Licenciatura]. Universidad Católica Boliviana San Pablo. La Paz- Bolivia; 2009.
28. Vaca RJL, Carreón RR. Rendimiento de canales en bovinos Criollos del Chaco boliviano (Camiri-Provincia Cordillera-Santa Cruz-Bolivia). *Veterinaria (Montev)* 2004; 39:155-6.
29. Rodríguez D, Martín PC, Tuero O, Sarduy L. Caracterización de las canales de toros mestizos Holstein alimentados con dietas completas de forrajes de caña de azúcar y *Pennisetum purpureum* vc. CT-115. *Rev Cubana Cienc Agric* 2011;45(4):369-74.
30. Velásquez RA, Noguera RR, Posada SL. (2013), Estimación del rendimiento en canal de novillos Holstein usando ultrasonografía *Livest Res Rural Dev* 2013; 25(11).
-