

# Uso de promotores de crecimiento en corderos de pelo: efecto en el consumo de alimento y ganancia diaria de peso

## Use of growth promoters in hair lambs: effect on feed intake and daily weight gain

José Luis Ponce-Covarrubias<sup>1</sup> ; Ethel Caterina García y González<sup>1</sup>   
Maricela Ruiz-Ortega<sup>3</sup> ; Marcos Pérez-Sato<sup>2</sup> ; Edgar Valencia-Franco<sup>2,1\*</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), Escuela Superior de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 3, Técpan de Galeana, Guerrero, México.

<sup>2</sup>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Tlatlauquitepec, Puebla, México.

<sup>3</sup>Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México

\*Correspondencia: [edgar.valencia@correo.buap.mx](mailto:edgar.valencia@correo.buap.mx)

Recepción: 13 febrero 2022 | Aprobación: 20 junio 2022 | Publicación: 5 julio 2022

### RESUMEN

**Objetivo.** Evaluar el efecto de tres promotores de crecimiento sobre el consumo de alimento (CA) y ganancia diaria de peso (GDP) en corderos de pelo. **Materiales y métodos.** Fueron asignados aleatoriamente 12 corderos en cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno: Tratamiento 1 control (T1-C; dieta basal), tratamiento 2 (T2; complementación con 0.125 g de clorhidrato de zilpaterol (Zilmax<sup>®</sup>), tratamiento 3 (T3; complementación con 3 g de Clorhidrato de Ractopamina (LAPI-RACTO<sup>®</sup>) y tratamiento 4 (T4; 12 mg de zeranol en implantes) (Zearalenona-Ralgro<sup>®</sup>). Se utilizó un diseño estadístico de bloques completos al azar. **Resultados.** Se encontró una diferencia significativa en el CA ( $p < 0.05$ ). A través de contrastes ortogonales al T2 vs T4 ( $p < 0.05$ ), se identificó una diferencia significativa en el alimento ofrecido para el contraste T1-C vs T2 y los tratamientos T2 vs T4 ( $p < 0.05$ ). En la CA existió una diferencia significativa para T1-C vs T2 y el contraste de T3 vs T4 ( $p < 0.05$ ). Para el alimento rechazado no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los contrastes ( $p > 0.05$ ). El T4 presentó mayor ganancia diaria de peso (GDP) versus con el T2 ( $p < 0.05$ ). **Conclusiones.** El zeranol (T4) mejoró el consumo de alimento y la ganancia diaria de peso en corderos de pelo.

**Palabras clave:** Promotor de crecimiento; cordero; zilpaterol; ractopamina; peso.

### ABSTRACT

**Objective.** Evaluate the effect of three growth promoters on feed intake (FI) and daily weight gain (DWG) in hair lambs. **Materials and methods.** Twelve lambs were randomly assigned to four treatments with three repetitions each one: Control 1 treatment (C-T1; basal diet), treatment 2 (T2; supplementation with 0.125 g of Zilpaterol Hydrochloride (Zilmax<sup>®</sup>), treatment 3 (T3; supplementation with 3 g of Ractopamine Hydrochloride (LAPI-RACTO<sup>®</sup>) and treatment 4 (T4; 12 mg of Zeranol in implants) (Zearalenone-Ralgro<sup>®</sup>). A randomized complete block statistical design was used. **Results.** The study found a significant difference in food consumption ( $p < 0.05$ ). Indeed, through orthogonal contrasts to T2 vs T4 ( $p < 0.05$ ). Also, a significant difference was identified in the food offered for the contrast T1-C vs T2 and the treatments T2 vs T4 ( $p < 0.05$ ). In the case of food consumption, there was a significant difference for T1-C vs T2 and the contrast for T3 vs T4 ( $p < 0.05$ ). For the rejected food, no significant differences were found in any of the contrasts ( $p > 0.05$ ). T4 presented greater DWG versus to T2 ( $p < 0.05$ ). **Conclusion.** The use of zeranol (T4) improved feed intake and daily weight gain in hair lambs.

**Keywords:** Growth promoter; mutton; zilpaterol; ractopamine; weight.

### Como citar (Vancouver).

Ponce-Covarrubias JL, García y González EC, Ruiz-Ortega M, Pérez-Sato M, Valencia-Franco E. Uso de promotores de crecimiento en corderos de pelo: efecto en el consumo de alimento y ganancia diaria de peso. Rev Colombiana Cienc Anim. Recia. 2022; 14(2):e897. <https://doi.org/10.24188/recia.v14.n2.2022.897>

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial los países con mayor producción de carne ovina son China (2 millones de toneladas), Australia y Nueva Zelanda (500,000 toneladas cada uno) (1). Por su parte, México aporta 64,000 toneladas de carne con 8,708,246 cabezas de ganado. No obstante, la producción de ovinos no es suficiente para satisfacer la demanda nacional importándose carne de otros países como Australia, Nueva Zelanda, Chile y Uruguay (50%) (2).

En México, el ganado ovino se produce en diferentes sistemas de producción, enfocados a producir carne, donde predominan las razas Pelibuey, Blackbelly, Dorper y Katahdin (3). En el estado de Puebla los sistemas de producción ovina que predominan son semi-extensivos con encierro nocturno; caracterizados por pastorear durante el día, sin recibir ningún complemento alimenticio (4,5).

Bajo esta situación, los corderos presentan un pobre crecimiento y bajo peso al destete, por una deficiencia en los requerimientos de energía neta para mantenimiento de ovinos en crecimiento (2.9 a 4.2 Mcal de EM kg<sup>-1</sup> MS) (6). En este sistema, las razas de mayor presencia son las criollas, sin embargo, en los últimos años se ha introducido ganado mejorado para incrementar la GDP y el peso al destete (5). Los corderos que reciben este tipo de manejo y que no reciben complementación alimenticia están con pobre condición corporal y con bajo crecimiento durante el periodo pre- y destete (7).

Una estrategia para estos animales en pastoreo, es la finalización en corral con dietas isoproteicas e isoenergéticas (8). Adicionando en las dietas algunos promotores del crecimiento  $\beta$ -agonistas adrenérgicos como el Clorhidrato de Zilpaterol (CZ), Clorhidrato de Ractopamina (CR), así como anabólicos como los Implantes subcutáneos de Zeranol para que los corderos estén listos para la venta en menor tiempo (9,10,11).

De acuerdo con la literatura, algunos autores señalan que la complementación alimenticia con CZ en ovinos de pelo incrementan la GDP (12,13). Vicente-Pérez et al (9) mencionan que el tratamiento con CZ no mejoró el crecimiento de los corderos durante la prueba de comportamiento en corral. Otros estudios mencionan que el CR y los Implantes de Zeranol pueden ser usados con buenos resultados para la alimentación en ovinos; al respecto Partida-de-la-Peña et al (14) encontraron que la complementación con el  $\beta$ -adrenérgico mejoró la GDP en ovinos. Por su parte, Oliva-Hernández (15) encontró un incremento en la GDP en ovinos implantados con Zeranol. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de tres promotores de crecimiento sobre el consumo de alimento y la ganancia diaria de peso en corderos de pelo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** El presente experimento se desarrolló en el módulo ovino del Programa de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias - BUAP. El lugar se ubica en el municipio de Tlatlauquitepec, Puebla, México (coordenadas geográficas: 19°51'27.5" de latitud norte, 97°29'49.3" de longitud occidental). La región presenta temperaturas promedio anuales de 20 a 25°C, alcanzando los 38°C entre los meses de abril y julio (16).

**Animales y tratamientos.** En el experimento se usaron 12 corderos de pelo cruza Dorper x Katahdin con peso vivo promedio de 13±2 kg y dos meses de edad. Los corderos fueron asignados aleatoriamente en cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno: Tratamiento 1 control (T1-C; dieta basal), tratamiento 2 (T2; dieta basal y complementación con 0.125 g de Clorhidrato de Zilpaterol (CZ; Zilmax® - MSD Salud Animal México, México D.F., México), tratamiento 3 (T3; dieta basal y complementación con 3 g de Clorhidrato de Ractopamina (CR; Racmina PREMIX®, Guadalajara, Jalisco) y tratamiento 4 (T4; dieta basal y 12 mg de Zeranol a través de implantes) (Zeralon®, Virbac, México). En los tratamientos 2 y 3, el CZ y el CR se mezclaron en la dieta de acuerdo a la recomendación de los laboratorios. Por su parte, el T4 se les implantó en la oreja durante el estudio.

**Dietas y manejo experimental.** Las dietas se elaboraron de acuerdo con los requerimientos nutricionales sugeridos por el NRC (6) para ovinos en etapa de crecimiento y engorda (Tabla 1). Asimismo, para conocer la composición química de las dietas, se realizó un análisis químico proximal (AQP) de acuerdo con la AOAC (17): 1) Materia seca (MS), 2) Fibra insoluble detergente neutra (FDN) y fibra insoluble en detergente ácido de acuerdo con la técnica propuesta por Van Soest et al (18), 3) Proteína cruda (PC) por el método de Mikrokjeldahl y 4) Cenizas (Tabla 1). Por su parte, se le proporcionó una dieta isoproteicas e isoenergéticas (4% de su peso vivo): el 50% de la ración se les ofrecía a las 07:00 h y el resto a las 17:00 h, el agua fue *ad libitum*.

**Tabla 1.** Ingredientes y composición química de la dieta base usada en la alimentación de corderos.

Ingredientes (%)	T1-C	T2	T3	T4
Pasta de soya	13	13	13	13
Maíz molido	52	52	52	52
Sorgo molido	16	16	16	16
Avena	10	10	10	10
Minerales	2	2	2	2
Melaza	6	6	6	6
Urea	1	1	1	1
Composición química (en base MS)				
MS, %	88.50	88.50	88.50	88.50
PC, %	17.28	17.28	17.28	17.28
FDN, %	27.58	27.58	27.58	27.58
FDA, %	24.72	24.72	24.72	24.72
Cenizas, %	3.66	3.66	3.66	3.66

Energía calculada: 2.7kcal; Proteína calculada: 15%

Materia Seca=MS, Proteína Cruda=PC, Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibra Detergente Acida=FDA.

Todas las mañanas se recolectó el alimento rechazado antes de ofrecerles la primera parte de la ración diaria. Diariamente fue registrado el CA suministrado y el rechazo, los cuales se obtuvieron por tratamiento expresado en gramos. Asimismo, la ganancia diaria de peso (GDP) se obtuvo por diferencia del peso final menos el peso inicial entre los días del periodo del experimento. Para pesar el alimento se utilizó una báscula digital comercial pantalla Lcd de 40 kg, 5 g de precisión y función tara (MKZ-BAS-ACS209).

El experimento tuvo una duración de 60 días con 10 días previos de adaptación donde se les proporcionó una dieta de 100% de alfalfa, la cual gradualmente se modificó a la dieta base para finalización. Los corderos para la adaptación al alimento estuvieron en un corral a lado del área de metabolismo. Después del periodo de adaptación los animales fueron alojados en jaulas de 2 m<sup>2</sup> con piso de rejilla de plástico y elevado a 50 cm del piso; provistas con comederos y bebederos individuales. Los animales fueron pesados al inicio del tratamiento y después se hizo cada 15 días en las mañanas antes de proporcionarles el alimento.

Los corderos fueron pesados con una báscula comercial con capacidad de 1000 kg y error de 100 g (Torrey Eqm). Tres días después de su llegada los animales fueron desparasitados (Iverfull Macrovit ADE – Ivermectina + vitamina ADE; Laboratorios Aranda Salud Animal, S.A. de C.V., Querétaro, Querétaro, México) y vacunados (bacterina Bobact 11 – cepas de *Clostridium spp.* y *Pausterella spp.*, Laboratorios Bio zoo, S.A. de C.V., Zapopan, Jalisco, México).

**Análisis estadístico.** Los datos fueron analizados inicialmente para demostrar normalidad con el PROC UNIVARIANTE, posteriormente se realizó un análisis de varianza y las diferencias dentro de variables entre dietas se realizó mediante contrastes ortogonales ( $P < 0.05$ ), es decir, comparaciones independientes de medias.

El modelo estadístico fue:

$$\gamma_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \quad (i = 1, \dots, t; j = 1, \dots, b).$$

Donde:

$\mu$  = Media general,

$T_i$  = Es el efecto del  $i$ -ésimo tratamiento,

$\beta_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo bloque,

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental en la unidad  $j$  del tratamiento  $i$ .

Se consideró como  $\epsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$ . El nivel de significación se estableció en  $p < 0.05$  en todas las pruebas. Acorde con el modelo, cada tratamiento presentó nueve observaciones. Para delimitar la muestra se utilizó un muestreo aleatorio simple y se consideró a cada animal. La fórmula estadística utilizada fue:  $n = (N) / (Nd^2 + 1)$ ; de donde:  $n$  es igual al tamaño de muestra,  $N$  representa el tamaño de muestra total, y  $d$  se consideró como precisión del 5%. Además, se incluye un análisis de correlación de Pearson ( $p < 0.05$ ) entre la cantidad de consumo y cantidad de alimento rechazado. La comparación de

las medias se realizó por el test de Tukey. Los resultados presentados en los cuadros están expresados como medias de mínimos cuadrados. Todos los datos fueron analizados con el programa estadístico SAS version 9.0 (Copyright© 2002 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

**Aspectos éticos.** Todos los procedimientos experimentales fueron aplicados a los ovinos con apego a las normas mexicanas para asegurar el bienestar animal: NOM-062-ZOO-1999 (norma para uso y cuidado de animales de laboratorio) (20) y NOM-051-ZOO-1995 (norma para el trato humanitario en la movilización de animales) (21).

## RESULTADOS

En el estudio se encontró una diferencia significativa en el CA ( $P < 0.05$ ). Los tratamientos T1-C vs 2, 3 y 4, fueron diferentes cuando se les aplicó contrastes ortogonales ( $p < 0.05$ ). Se identificó una diferencia significativa en el alimento ofrecido para el contraste T1-C vs T2 y los tratamientos T2 vs T4 ( $p < 0.05$ ). En la CA existió una diferencia significativa para T1-C vs T2 y el contraste de T3 vs T4 ( $p < 0.05$ ). Para el alimento rechazado no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los contrastes ( $p > 0.05$ ). Por su parte, el T4 presentó mayor GDP comparado con el T2 ( $p < 0.05$ ) (Tabla 2).

**Tabla 2.** Contrastes ortogonales para los tratamientos por variable registrada.

Contrastes	Ofrecido			Rechazo			Consumo		
	CSS	CM	Pr > F	CSS	CM	Pr > F	CSS	CM	Pr > F
T1-C vs T2	1.484	1.484	0.016*	0.016	0.016	0.566 <sup>ns</sup>	1.813	1.813	0.016*
T1-C vs T3	0.39	0.39	0.214 <sup>ns</sup>	0.014	0.014	0.595 <sup>ns</sup>	0.553	0.553	0.183 <sup>ns</sup>
T1-C vs T4	0.098	0.098	0.533 <sup>ns</sup>	0.089	0.089	0.182 <sup>ns</sup>	0.375	0.375	0.273 <sup>ns</sup>

CSS= Suma de Cuadrados, CM=Cuadrados medios, \* = diferencia significativa  $p < 0.05$ , \*\* = altamente significativo  $p < 0.01$ , ns = no significativo.

Por otra parte, los resultados sobre el consumo mostraron diferencias entre los tratamientos ( $p < 0.05$ ). Se encontró una diferencia altamente significativa para la variable CA entre los T1-C vs T3 ( $p < 0.05$ ). Para el alimento rechazado no se encontró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) (Tabla 3). Se encontró una diferencia significativa en el consumo, en donde el T2 presenta mayor consumo comparado con T1-C ( $p < 0.05$ ). Por su parte, en el rechazo de alimento no se encontraron diferencias significativas en los tratamientos ( $p > 0.05$ ) (Tabla 3).

**Tabla 3.** Comparación de medias por Tukey.

Variables	Prueba de Tukey		E.E.
	Tratamientos	Medias*	
Rechazo			
	T2	0.133 <sup>a</sup>	0.016
	T3	0.132 <sup>a</sup>	0.018
	T1-C	0.116 <sup>a</sup>	0.014
	T4	0.076 <sup>a</sup>	0.023
Consumo			
	T4	2.255 <sup>b</sup>	0.022
	T1-C	2.176 <sup>ab</sup>	0.015
	T3	2.076 <sup>ab</sup>	0.019
	T2	1.996 <sup>a</sup>	0.014

<sup>ab</sup>Diferencia por letra, \*medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

Finalmente, en el análisis de correlación de Pearson se encontró una pendiente negativa altamente significativa entre las variables alimento ofrecido y consumo ( $p < 0.0001$ ). En el caso de la variable de rechazo no presentó una correlación significativa estadística  $r$  con la variable alimento ofrecido ( $p > 0.05$ ) (Tabla 4).

**Tabla 4.** Análisis de correlación para el alimento ofrecido, consumo y rechazo durante el experimento.

Variables	Coefficiente de correlación (r)	Significancia estadística de r
Rechazo (kg/d)	-0.04911	0.2996
Consumo (kg/d)	-0.44088	<.0001

Al realizar la comparación de medias por la prueba de Tukey se encontró una diferencia significativa solo para el T4 ( $p>0.05$ ) (Tabla 5). Se reporta una mayor GDP en el T4 con una media de 0.303 Kg, comparado con el resto de los tratamientos, la menor la GDP se registró en el T2 ( $p<0.05$ ).

**Tabla 5.** Estadísticos descriptivos para ganancia diaria de peso en cada tratamiento

Ítem	Ganancia diaria de peso (Kg/día)						
	Media	E. E.	Varianza	C. V.	Curtosis	Mínimo	Máximo
T1-C	0.29 <sup>a</sup>	0.018	0.005	24.729	-0.869	0.16	0.4
T2	0.237 <sup>a</sup>	0.014	0.003	24.079	-0.542	0.133	0.327
T3	0.273 <sup>a</sup>	0.023	0.008	33.136	1.901	0.04	0.413
T4	0.303 <sup>b</sup>	0.015	0.004	20.095	0.064	0.2	0.42

Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

## DISCUSIÓN

En el presente estudio se encontró que los corderos del T4 presentaron mayor CA y GDP. Diversos estudios en la literatura demuestran que los ovinos de pelo finalizados en corral que recibieron una complementación alimenticia (CZ y CR) tuvieron mayor CA y GDP (10,12,22). Marcías-Cruz et al (12) complementaron corderos con CZ y encontraron mayor GDP con respecto al grupo testigo. Consistentemente con estos resultados Vicente-Pérez et al (9) encontraron mayor GDP en los corderos complementados con CZ. En otro estudio se encontró que los corderos complementados con CR también tuvieron mayor GDP (10), y el CA fue similar entre tratamientos.

El T4 referente a implantes de Zeranol los corderos tuvieron mayor consumo y GDP; al respecto algunos autores encontraron mayor GDP en corderos complementados con Zeranol (23). Contrariamente a estos resultados Canul-Solis et al (11) no encontraron diferencias en el CA y GDP cuando aplicaron Zeranol subcutáneo. La acción del compuesto comienza después de que el implante estimula la secreción de la hormona natural del crecimiento somatotropina la cual actúa directamente sobre las células estimulando el crecimiento y favoreciendo el metabolismo proteico (24). Una explicación al efecto anterior (T4) es que los corderos tenían dos meses de edad y estaban en crecimiento por lo que pudo contribuir la somatotropina para que los corderos crecieran y tuvieran mayor CA y consecuentemente mayor GDP.

En conclusión, de los tres promotores de crecimiento utilizados, el uso de 12 mg de Zeranol a través de implantes subcutáneos en corderos de pelo mejoró el consumo voluntario de alimento y la GDP cuando fueron alimentados con dietas formuladas para crecimiento y engorda. La complementación alimenticia con Zeranol es una estrategia nutricional recomendable para mejorar el comportamiento productivo de corderos de pelo en crecimiento y finalización.

## Conflictos de intereses

Los autores informan no tener ningún conflicto de interés.

## REFERENCIAS

1. FAOSTAT. Estadísticas de la Ganadería Mundial. Statistics for Food Alimentation Organization of the United Nations; 2015. [En línea]. Disponible en: [http://faostat3.fao.org/download/Q/\\*/E](http://faostat3.fao.org/download/Q/*/E)
2. SIAP. Estadísticas de la producción de ovinos del Servicio de Información Agroalimentario y Pesquera, SAGARPA. 2018. Disponible en: [http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance\\_siap\\_gb/pecResumen.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecResumen.jsp)
3. Hinojosa-Cuéllar JA, Oliva-Hernández J, Torres-Hernández G, Segura-Correa JC. Comportamiento productivo de corderos F1 Pelibuey x Blackbelly y cruces con Dorper y Katahdin en un sistema de producción del trópico húmedo de Tabasco, México. Archivos de Medicina Veterinaria. 2013; 45(2):135-143. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2013000200004>
4. Díaz-Sánchez CC, Jaramillo-Villanueva JL, Bustamante-González AB, Vargas-López S, Delgado-Alvarado A, Hernández-Mendo O et al. Evaluación de la rentabilidad y competitividad de los sistemas de producción de ovinos en la región de Libres, Puebla. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 2018; 9(2):263-277. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i2.4495>
5. Vázquez-Martínez I, Vargas-López S, Zaragoza-Ramírez JL, Bustamante-González A, Calderón-Sánchez F, Rojas-Álvarez J et al. Tipología de explotaciones ovinas en la Sierra Norte del estado de Puebla. Técnica Pecuaria en México. 2009; 47(4):357-369. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61312114002>
6. NRC. Nutrient requirements of sheep. National Academy Press, Washington, DC. 1985.
7. Hinojosa-Cuéllar JA, Regalado-Arrozola FM, Oliva-Hernández J. Crecimiento prenatal y predestete en corderos Pelibuey, Dorper, Katahdin y sus cruces en el sureste de México. Revista Científica de la Facultad de Veterinaria-LUZ. 2009; 19(5):522-532. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95911615013>
8. Doreau M, Chilliard Y. Influence d'une supplémentation de la ration en lipides sur la qualité du lait chez la vache. INRA Production Animale. 1992; 5:103-111. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00895966/document>
9. Vicente-Pérez R, Macías-Cruz U, Andrade-Mancilla R, Vicente R, García EO, Martínez R et al. Supplementation with zilpaterol hydrochloride in lambs finished with a diet formulated without forage fiber. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 2020; 11(3):638-650. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i3.5149>
10. López-Carlos MA, Ramírez RG, Aguilera-Soto JI, Aréchiga CF, Méndez-Llorente F, Rodríguez H et al. Effect of ractopamine hydrochloride and zilpaterol hydrochloride on growth, diet digestibility, intake and carcass characteristics of feedlot lambs. Livestock Science. 2010; 131:23-30. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.018>
11. Canul-Solis JR, Pelcastre-Ortega A, Duarte-Vara FJ. Efecto de Zeranol en solución oleosa sobre el comportamiento de corderos Pelibuey en engorda. Revista Brasileira de Ciências Agrárias. 2009; 4(4):485-488. <https://doi.org/10.5039/AGRARIA.V4I4A19>
12. Macías-Cruz U, Avendaño-Reyes L, Vicente-Pérez R, Álvarez-Valenzuela FD, Correa-Calderón A, et al. Growth and carcass characteristics of lambs finished with zilpaterol hydrochloride in grazing alfalfa. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 2016; 7(2):243-252. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11242016000200243&lng=pt&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242016000200243&lng=pt&nrm=iso&tlng=en)
13. Salinas-Chavira J, Ramirez RG, Dominguez-Muñoz M, Palomo-Cruz R, López-Acuña VH. Influence of zilpaterol hydrochloride on growth and carcass characteristics of Pelibuey lambs. Journal Applied Animal Research. 2004; 26:13-16. <https://doi.org/10.1080/09712119.2004.9706497>
14. Partida PJA, Casaya RTA, Rubio MS, Méndez MD. 2015. Effect of breed sire on carcass traits and meat quality of Katahdin lambs. Journal Food Research. 2015; 1(4):141-149.



15. Oliva-Hernández J, Vidal-Baeza A. Utilización del Zeranol en borregos Pelibuey en pastoreo y con concentrado energético. *Universidad y Ciencia*. 2001; 34(17):57-64. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15403401>
16. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen. 2da ed. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México: México, D.F, México; 1973.
17. AOAC. Official methods of analysis, 13th ed. Association of Official Analytical Chemists: Washington, D.C., USA; 1980. <https://archive.org/details/gov.law.aoac.methods.1980>
18. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Method for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 1991; 74(10):3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
19. SAS. The SAS system for Windows. Release 9.1.3. p. 83-122. SAS Institute, Cary: North Carolina, USA; 2002.
20. Norma Oficial Mexicana-nom-061-zoo. Especificaciones zoosanitarias de los productos alimenticios para consumo animal. SAGARPA. México D.F; 1999. <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/zoo/zoo061.pdf>
21. Norma Oficial Mexicana NOM-051-ZOO-1995, Norma oficial para trato humanitario en la movilización de animales. Publicada en el Diario Oficial de la Federación: México D.F; 1998. [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4870842&fecha=23/03/1998](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4870842&fecha=23/03/1998)
22. Domínguez-Vara IA, Mondragón-Ancelmo J, González-Ronquillo M, Salazar-García F, Bórquez-Gastelum JL, Aragón-Martínez A. Los  $\beta$ -agonistas adrenérgicos como modificadores metabólicos y su efecto en la producción, calidad e inocuidad de la carne de bovinos y ovinos: una revisión. *CIENCIA ergo sum*. 2009; 16(3):278-284. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10412057008>
23. Rosales J, Pomiano J. Engorde de ovinos Pelibuey con Zeranol (Ralgro) en explotación semiintensiva de pucallpa. *Folia Amazonica*. 1994; 6(1-2):89-96. <https://doi.org/10.24841/fa.v6i1-2.247>
24. Vara O, Moreno R. Sistema de engorde vacuno. 2da. ed. Universidad Nacional Agraria; Lima, Perú; 1988.