

Análisis económico del uso de clorhidrato de zilpaterol en la alimentación de corderas

Economic analysis from the use of zilpaterol hydrochloride in the feeding of ewe lambs

Samuel Rebollar Rebollar^{1*}, Rolando Rojo Rubio¹, Leonel Avendaño Reyes², Ulises Macías Cruz², Francisco Daniel Álvarez Valenzuela², Abelardo Correa Calderón², Sergio Soto Navarro³

Rebollar Rebollar, S., Rojo Rubio, R., Avendaño Reyes, L., Macías Cruz, U., Álvarez Valenzuela, F. D., Correa Calderón, A., Soto Navarro, S. Análisis económico del uso de clorhidrato de zilpaterol en la alimentación de corderas. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 64: 5-10, enero-abril 2015.

RESUMEN

Con el objetivo de realizar un análisis económico sobre el uso de clorhidrato de zilpaterol en ovinos se realizó una investigación con datos provenientes de la engorda de 24 corderas Dorper - Pelibuey en finalización mediante la técnica de costos, ingresos y rentabilidad. Los animales se dividieron en dos grupos de 12 corderas cada uno: Testigo (T1), alimentados con una dieta basal + 100 g de trigo molido, y (T2), que recibieron la dieta basal + 100 g de trigo molido con 10 mg de clorhidrato de zilpaterol (CZ) cada animal durante 24 horas, por 34 días. El contenido de la dieta tuvo 15.8% de proteína cruda (PC) y 2.8 Mcal/kg de energía metabolizable (EM), con un costo de producción de \$3.96 por kg. Las variables de interés fueron peso inicial, peso final, ganancia de peso, conversión alimenticia y peso en canal. Para T1 el costo de producción, ingreso y ganancia/animal, por venta en canal, fueron de \$823.1, \$918.4 y \$95.3, mientras que para T2 fueron de \$863.8, \$1,111.0 y \$247.1, respectivamente. Asimismo,

Palabras clave: corderas Dorper-Pelibuey, comportamiento, rentabilidad, β -agonista.

Keywords: Dorper-Pelibuey lambs, behavior, profitability, β -agonist.

Recibido: 19 de septiembre de 2013, aceptado: 13 de junio de 2014

¹ Centro Universitario UAEM Temascaltepec-Universidad Autónoma del Estado de México.

² Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California.

³ Department of Animal and Range Sciences, New Mexico State University.

* Autor para correspondencia: srebollarr@uaemex.mx.

la relación beneficio-costo (RB/C) en canal para T1 fue de 1.11 y para T2 de 1.29. Se concluye que la rentabilidad fue mayor en animales suplementados en la dieta con clorhidrato de zilpaterol en relación con los animales testigo.

ABSTRACT

In order to perform an economic analysis on the use of zilpaterol hydrochloride in sheep, a study was conducted with data from 24 Dorper - Pelibuey lambs in their finishing phase using the technique of costs, revenue and profitability. Animals were divided in two groups of 12 ewe lambs each: Control (T1), fed with basal diet + 100 g of ground wheat, and (T2) fed with basal diet + 100 g of ground wheat and 10 mg of hydrochloride zilpaterol (CZ) per animal/day during 34 d. The content of the diet had 15.8% CP and 2.8 Mcal/kg of ME, with cost of \$ 3.96 per kg. The variables of interest were initial weight, final weight, weight gain, feed conversion and carcass weight. For T1 the cost of production, revenue and profit/animal for sale in carcass were \$ 823.1, \$ 918.4 and \$ 95.3, while for T2 \$ 863.8, \$ 1,111.0 and \$ 247.1, respectively. Also, the carcass cost-benefit (RB/C) ratio for T1 and T2 were 1.11 and 1.29, respectively. In conclusion, the profitability was higher in animals supplemented with zilpaterol hydrochloride relative to the controlled animals.

INTRODUCCIÓN

La alimentación representa el mayor costo de producción de toda especie pecuaria de interés

económico (Mondragón et al., 2010). En ovinos Pelibuey, el costo de producción bajo condiciones estabuladas y dieta determinada es superior en más de 40% con relación a un sistema semiextensivo con predominancia de pastoreo y/o suplementación (Rebollar, 2011).

La composición de la dieta y la ganancia de peso dependen en gran medida del sistema de producción utilizado (Rebollar et al., 2008). En ovinos de pelo, la ganancia de peso se comporta de modo diferente según el sistema y tipo de alimentación (Anaya et al., 2005; Salinas et al., 2006; Domínguez et al., 2010): se espera que bajo condiciones estabuladas, la velocidad en ganancia de peso sea superior al de un sistema de producción extensivo o semiextensivo. En los intensivos es una característica la utilización de granos en la alimentación; estos suelen ser costosos, pero un uso eficiente de ellos mejora la rentabilidad del sistema (Domínguez et al., 2010).

Los rumiantes pueden lograr una mejor conversión y eficiencia alimenticia cuando en su dieta se incorporan suplementos y/o aditivos que aumenten su productividad. En este sentido se afirma que los agonistas adrenérgicos- β (AA- β) se han utilizado en producción animal, lo que ha resultado en mayor ganancia de peso y conversión alimenticia, mejores características de la canal, composición química de la carne e incremento de proteína (Mondragón, 2008; Domínguez et al., 2010). Por tanto, un aditivo se concibe como una sustancia adicionada intencionalmente a los alimentos para modificar sus propiedades y/o aprovechamiento por parte del animal; no se utiliza por su valor nutritivo, ya que se asimila en cantidades pequeñas, por lo que generalmente su costo es alto.

Existe evidencia en otras especies pecuarias de que la adición de algunos AA- β generaron mayor comportamiento productivo y características de la canal sin efectos nocivos para la salud humana (Dunshea et al., 2005; Avendaño Reyes et al., 2006). Sin embargo, el aspecto económico del uso de estos productos en ovinos ha sido poco evaluado, pero pueden existir ventajas y desventajas como resultado de la suplementación. Por tanto, el objetivo de este estudio fue realizar un análisis costo-beneficio en ovinos de pelo suplementados con clorhidrato de zilpaterol.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información utilizada en el presente estudio fue resultado de un experimento realizado en la posta ovina del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, en el valle de Mexicali. El experimento duró 34 d y se utilizaron 24 corderas Dorper - Pelibuey (24.56 ± 0.7 kg PV) que se dividieron en dos grupos de 12 animales cada uno: T1= dieta basal + 100 g de trigo molido (testigo), y T2= dieta basal + 100 g de trigo molido mezclado con 10 mg de CZ/animal/d (Avendaño Reyes et al., 2011).

Los animales se agruparon por parejas según su peso inicial y de estos grupos se consideraron bloques. Los tratamientos se asignaron al azar dentro de cada bloque y se llevó a cabo un análisis de varianza. El diseño utilizado fue en bloques completos al azar mediante el procedimiento GLM del programa estadístico SAS (versión 9.0, 2004). Las diferencias se detectaron con un nivel de error del 5%. La cantidad utilizada es porque el producto originalmente se utiliza en bovinos, y se hace una equivalencia por el peso al iniciar la prueba. Así, se llega en este y en varios estudios en ovinos a esa cantidad aproximada de agonista-beta. En bovinos se usan 60 mg, por lo que en ovinos se utilizan 10 mg comúnmente.

Los animales fueron agrupados por peso inicial para eliminar el efecto de dicha variable al inicio del experimento; es decir, se asignaron aleatoriamente a cada tratamiento por parejas similares de peso, de tal forma que se bloquearon para eliminar el efecto del peso al inicio de la prueba. Los animales estuvieron en jaulas o corraletas individuales, cada una de ellas con su comedero y bebedero. Tuvieron una semana de adaptación en esas instalaciones, debido a que antes estuvieron en corrales comunales. El zilpaterol se proporcionó mezclado con 100 g de harina de trigo para asegurar su consumo diario.

La dieta basal se formuló con base en los requerimientos nutricionales (NRC, 2000) de corderos de engorda en finalización (Tabla 1) con 15.8% de PC y 2.8 Mcal/kg de EM. Cabe mencionar que se realizaron pruebas de laboratorio y se hicieron análisis químicos de cada ingrediente de la ración utilizada. La dieta tuvo un costo por kg de alimento de \$3.96. Las variables que se consideraron fueron: cuantificación del peso vivo final sin y con zilpaterol,

ganancia de peso total, ganancia diaria de peso, consumo de alimento y eficiencia alimenticia (g/kg).

Tabla 1. Ingredientes de la dieta base y costo de producción por tonelada de alimento

Ingredientes	Cantidad (kg/t)	Precio (\$/kg)	Total (\$/t)
Trigo molido	618	4.0	2,472.0
Alfalfa picada	280	3.0	840.0
Harina de soya	40	7.1	284.0
Melaza	40	2.0	80.0
Sal	2	3.0	6.0
Fósforo de calcio	10	14.0	140.0
Piedra caliza	10	14.0	140.0
Total			3,962.0
		Costo/kg, \$	3.96
Composición química			
Proteína Cruda	15.8		
EM, Mcal/kg	2.8		

(kg/t)= kilogramos por tonelada.

Entre las características de la canal se registraron peso de canal caliente y fría (kg), rendimiento en canal (%) y área del ojo de la costilla (cm²). Con base en la metodología indicada por Rebollar (2011) y Harcourt (1990) se procedió con la estimación de egresos totales (costos y gastos), ingreso neto por venta de animales y estimación de la relación beneficio-costos (RB/C) (Rebollar y Jaramillo, 2012) a nivel tratamiento, es decir, en los grupos testigo (T1) y CZ (T2). En cuanto a costos durante el experimento se consideraron conceptos determinantes como mano de obra, compra de corderas, vitaminas, desparasitante, alimentación y agua. Para la estimación del ingreso se utilizó el precio/kg de PV y precio/kg de canal, los cuales fueron de \$25.0 y \$55.0.

RESULTADOS

La Tabla 2 muestra los resultados de las variables evaluadas en el comportamiento de las corderas estabuladas Dorper-Pelibuey y las características de la canal suplementadas en el mismo periodo de tiempo. Adicionalmente, se observa la respuesta que tuvo el agonista sobre todas las variables del comportamiento productivo (Figura 1). Por ejemplo,

el peso vivo final fue mayor debido al efecto del agonista que sin este. Asimismo, el rendimiento en canal caliente fue superior en casi ocho puntos porcentuales con relación al testigo; de forma similar, se observan mejoras con la adición de CZ en el resto de las variables.

Tabla 2. Comportamiento productivo y características de la canal en corderas Dorper-Pelibuey

Comportamiento productivo	Testigo	Zilpaterol	E. E*.
		(0.3 g/d)	
Peso inicial (kg)	26.70	27.00	0.10
Peso vivo final (kg)	36.30	37.50	0.24
Ganancia de peso total (kg)	9.50	10.50	0.26
Ganancia diaria de peso (g)	280.00	309.00	8.80
Consumo de alimento (kg)	1.30	1.20	0.01
Eficiencia alimenticia (g/kg)	215.00	261.00	8.50
Características de la canal			
Peso de canal caliente (kg)	16.70	20.20	0.37
Peso de canal fría (kg)	16.20	19.50	0.33
Rendimiento en canal (%)	46.20	50.70	0.63
Área del ojo de la costilla (cm ²)	12.72	16.76	0.78

* E.E.= Error Estándar. 0.3 g/d= 0.3 g por día.

La Tabla 3 presenta costos totales de producción por cabeza, donde se observa que el costo total de producción, en ambos tratamientos, se ubicó entre



Figura 1. Alimentación de corderas Dorper-Pelibuey en fase experimental. Imagen propiedad de los autores.

\$823.10 y \$863.82 por cabeza. La compra de cada cordera se realizó en 22.00 pesos por kg de peso vivo inicial al inicio del experimento, de ahí que el costo de adquisición de los animales sea el mismo, tanto para el testigo como para el zilpaterol.

Tabla 3. Estructura de costos de producción en corderas Dorper-Pelibuey

Concepto	Testigo	%	Zilpaterol	%
Número de corderas	12		12	
Compra de cordera	587.50	71.38	587.50	68.01
Vitaminas-desparasitante	3.50	0.42	3.50	0.41
Alimentación				
Adaptación	59.40	7.22	59.40	6.88
Experimental	152.20	18.49	164.80	19.08
Zilpaterol	0.00	0.00	28.12	3.26
Agua	0.50	0.06	0.50	0.06
Mano de obra	20.00	2.43	20.00	2.32
Total	823.10	100.00	863.82	100.00

Durante el proceso experimental el costo, ingreso y ganancia total (Tabla 4) de ovinos, por efecto del beta-adrenérgico, se comportaron de forma distinta. El ingreso total, en pie, provino al considerar un precio de venta del animal finalizado de \$25 por kg. La ganancia en pie, para ambos tratamientos, se determinó restando del ingreso total, el costo total de producción. De forma similar para la ganancia en canal. Con el agonista, la ganancia monetaria en pie representó 38.6% con relación a la respectiva en canal. Para el testigo, la RB/C en canal significó 86% de la del agonista. Por el contrario, sin el agonista la ganancia y la RB/C expresaron 88.6 y 99.1% con relación al efecto del agonista. El hecho de determinar una ganancia tanto en pie como en canal es con en el afán de presentar información por separado, que en algún momento sirva a quien deba tomar decisiones de producción.

DISCUSIÓN

El agonista adrenérgico-beta (zilpaterol o clorhidrato de zilpaterol) en relación con el testigo, presentó diferencias solo en dos variables consideradas como comportamiento productivo (Tabla 2). De forma importante, en cuanto a diferencia absoluta, fue GDP, eficiencia alimenticia y rendimiento en canal,

Tabla 4. Costo, ingreso, ganancia y relación beneficio-costos en corderas Dorper-Pelibuey con y sin zilpaterol con cifras en pesos de 2012*

Concepto	Testigo	Zilpaterol
Costo total	823.10	863.82
Ingreso total, en pie	907.50	937.50
Ingreso total en canal	918.40	1,111.00
Ganancia, en pie	84.40	73.68
Ganancia, en canal	95.30	247.18
RB/C, en pie	1.10	1.09
RB/C, en canal	1.11	1.29

*Elaboración con base en información de campo.

donde con y sin CZ, la diferencia fue de 29 g, 46 g/kg y 7.8%, respectivamente. La GDP aumentó 10.3% en el grupo CZ en relación con el testigo, en tanto que la eficiencia alimenticia representó 21.4% por efecto del anabólico. Estos resultados son similares a lo encontrado por Anaya et al. (2005), quienes no hallaron diferencias al utilizar concentraciones diferentes de CZ; sin embargo, Macías et al. (2013), al evaluar el efecto del CZ en corderas en dos épocas del año para una región de Mexicali, México, encontraron significancia en peso de la canal caliente, peso final, ganancia de peso y eficiencia alimenticia en primavera en relación con el verano, aunque no hubo efecto en el consumo de alimento.

En adición, Estrada et al. (2008) no encontraron efectos en peso final de ovinos por causa del CZ, pero sí en ganancia de peso, eficiencia alimenticia y rendimiento en canal, en relación con el testigo. Salinas et al. (2004) vieron diferencias ($P < 0.05$) en consumo de MS, ganancia de PV y eficiencia alimenticia en diferentes dosis de CZ en ovinos Pelibuey; Plascencia et al. (1999) en bovinos, reportaron que la adición de CZ tiene un efecto marcado sobre el comportamiento productivo, lo que se observó en el presente estudio. Por su parte, Salinas et al. (2006) encontraron que en ovinos Pelibuey el CZ no mejoró la ganancia de peso. Mondragón (2008) concluyó que el suministro del CZ en ovinos no afectó el comportamiento productivo, pero sí mejoró el área del *Longissimus dorsi*, perímetro de pierna, ancho de grupa, ancho y profundidad de tórax y disminuyó la grasa perirrenal de canales estudiadas; ello, sin duda alguna, constituye una alternativa que podría resultar rentable para quienes se dedican a esta actividad pecuaria.

Del total de los costos de producción, para el testigo y zilpaterol, la adquisición de la cordera Dorper-Pelibuey representó 71.3% y 68.0%; en tanto que la alimentación durante el periodo experimental fue el rubro con mayor participación relativa; esto es, 18.5% y 19.1%. El costo total de producción/cabeza con CZ fue mayor en 4.9% en relación con el testigo, al pasar de \$823.1 a \$863.8, en donde esa diferencia se debió al costo de inclusión del promotor de crecimiento en animales que consumieron la dieta; similar a lo encontrado por Rebollar (2011) en un trabajo sin CZ en una región del Estado de México, así como por Mondragón (2008) en una investigación sobre ovinos de Rambouillet con distintas cantidades de CZ.

La inclusión de CZ en la alimentación de las corderas mostró un incremento (Tabla 4) de la ganancia (en dinero) en relación con el grupo testigo, solamente en la venta en canal, al pasar de \$95.3 a \$247.2. La ganancia en pie del testigo fue mayor que la del zilpaterol. Resultados similares se encontraron por Rebollar (2011) para el caso del grupo testigo, donde el costo total fue cercano al ingreso por venta. La ganancia monetaria en canal fue más que el doble debido al efecto de la ganancia de peso generada por el CZ. Lo anterior también tuvo un efecto directo en el resultado de la relación beneficio-costo, tanto en pie como en canal; en donde se obtuvo un cociente mayor (de la RB/C) por la inclusión del CZ, lo que se constituyó en evidencia de rentabilidad por unidad monetaria invertida. Sin embargo, en la venta en canal hubo mayor ingreso que con la venta del animal en pie, la RB/C en canal con CZ se incrementó de 1.09 a 1.29 al realizar la venta en canal; de forma similar para el testigo.

El efecto en la ganancia de peso en los animales, generada por el CZ, implicó mayor rentabilidad por peso invertido en relación con el testigo. Esto es, mien-

tras que el costo de producción fue mayor con inclusión de CZ, se logró mayor peso tanto in vivo como de la canal y, por tanto, se mejoró el cociente de la RB/C. En sí, la inclusión del CZ en la dieta de los ovinos Dorper-Pelibuey mostró una rentabilidad en 16.2% superior a la del testigo por el incremento de RB/C. En adición, por efecto del CZ, por cada peso invertido se tuvieron 29 centavos en forma de beneficios, por la venta en canal. Finalmente, bajo las condiciones planteadas, el costo total de producción con CZ podría soportar un incremento máximo de 29% a fin de igualar el ingreso por venta y llegar al punto de capacidad de producción mínima económica, umbral de rentabilidad o equilibrio; mientras que en el testigo el costo total podría incrementarse hasta en 11% con el fin de lograr el punto de umbral de rentabilidad.

CONCLUSIONES

En las condiciones del presente estudio el clorhidrato de zilpaterol mejoró el comportamiento productivo en la engorda de corderas Dorper-Pelibuey en relación con el testigo. Si bien el costo total de producción con el agonista-beta fue mayor al del testigo, la mayor ganancia de peso por efecto de este implicó tanto mayor ingreso total como mayor ganancia y relación beneficio-costo. En adición, este trabajo demuestra que el uso del clorhidrato de zilpaterol en ovinos de razas de pelo representa una herramienta útil para incrementar la eficiencia biológica y económica, siempre y cuando se venda en canal; de lo contrario, los beneficios son marginales.

Agradecimientos

Los datos y resultados de este trabajo se derivaron del proyecto de investigación conjunta PROMEP-SEP 103.5/12/2126, a nivel de Red de Cuerpos Académicos: CA Sistemas de Producción Agropecuaria y Recursos Naturales (CA91-Centro Universitario UAEM Temascaltepec) y el CA Fisiología y Genética Animal (UABC).

LITERATURA CITADA

- ANAYA, A. D. L. et al. Comportamiento productivo de ovinos engordados en corral utilizando clorhidrato de zilpaterol en el alimento. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 13(1): 324-326, 2005.
- AVENDAÑO REYES, L. et al. Effects of two beta-adrenergic agonists on finishing performance, carcass characteristics, and meat quality of feedlot steers. *Journal of Animal Science*, 84: 3259-3265, 2006.
- AVENDAÑO REYES, L. et al. Effects of zilpaterol hydrochloride on growth performance, carcass characteristics and whole yield cuts of hair-breed ewe lambs consuming feedlot diets under moderate environmental conditions. *Journal of Animal Science*, 84: 3259-3265, 2011.
- DOMÍNGUEZ, V. I. A. et al. Los B-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*, 16(3): 278-284, 2010.
- DUNSHEA, R. et al. Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. *Meat Science*, 71: 8-38, 2005.
- ESTRADA, A. A. et al. Efecto del nivel de suplementación de clorhidrato de zilpaterol en la respuesta productiva y cortes primarios de la canal de ovinos en finalización. *Memorias XVI Congreso Nacional de Ovinocultura*, 2008.
- HARCOURT, I. *Principios de Economía. Microeconomía. Teoría y Práctica*. D. F., México: Editorial SITESA, S. A. de C. V. 326 pp., 1990.
- MACÍAS, C. U. et al. Crecimiento y características de canal en corderas tratadas con clorhidrato de zilpaterol durante primavera y verano. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4(1): 1-12, 2013.
- MONDRAGÓN, A. J. *Efecto de la concentración de clorhidrato de zilpaterol sobre el crecimiento, características de la canal y calidad de carne de ovinos en engorda intensiva*. Tesis de Maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Posgrado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Universidad Autónoma del Estado de México. 77 pp., 2008.
- MONDRAGÓN, J. et al. Effects of feed supplementation of zilpaterol hydrochloride on growth performance and carcass traits of finishing lambs. *Acta Agri. Scand. Anim. Sci.*, 60(1): 47-52, 2010.
- NRC. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. Washington, DC: National Academy Press, 2000.
- PLASCENCIA, A. et al. Influence of the agonist, zilpaterol, on growth performance and carcass characteristics of feedlot steers. *Proc. American Society of Animal Science*, 50: 331-334, 1999.
- REBOLLAR, S. *Métodos para estimar costos de producción y rentabilidad. Experiencias y casos de estudios*. Madrid, España: Editorial Académica Española. 103 pp., 2011.
- REBOLLAR, S. et al. Óptimos económicos en corderos Pelibuey engordados en corral. *Universidad y Ciencia*, 24(1): 67-73, 2008.
- REBOLLAR, R. S. y JARAMILLO, J. M. *Formulación y evaluación de Proyectos. Aspectos básicos*. Madrid, España: Editorial Académica Española. 311 pp., 2012.
- SALINAS, C. J. et al. Effect of duration of zilpaterol hydrochloride treatment on carcass characteristics and weight gain in grazing Pelibuey Lambs. *Journal of Applied Animal Research*, 29: 25-28, 2006.
- SALINAS, C. J. et al. Influence of zilpaterol hydrochloride on growth and carcass characteristics of Pelibuey lambs. *Journal of Applied Animal Research*, 26: 13-16, 2004.