
**EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL USO DE DOS AGONISTAS
β-ADRENÉRGICOS DURANTE LA FINALIZACIÓN DE NOVILLOS
EN ENGORDA**

Delia Edith Martínez Vazquez, Eduardo Sánchez López, Leonel Avendaño Reyes,
Francisco Javier Meráz Murillo y Vicente Torres Rodríguez

RESUMEN

Para estimar la ventaja económica de suplementar novillos en finalización con agonistas β-adrenérgicos, se usaron los resultados obtenidos en un estudio que utilizó 54 novillos divididos aleatoriamente en tres grupos. Con excepción de los aditivos, todos los novillos recibieron el mismo manejo y dieta. Un grupo recibió la dieta adicionada con clorhidrato de zilpaterol (CZ), un segundo grupo recibió la dieta suplementada con clorhidrato de ractopamina (CR) y un tercero no recibió aditivo. Dado que se observaron dife-

rencias significativas ($P < 0,01$) entre los pesos finales de los grupos, fue factible determinar los diferenciales entre utilidad para animales en pie y de ingreso para las canales. Se determinó que, comparado con el grupo testigo, la utilidad en pie fue mayor para CZ con USD 38,91 y de USD 34,00 para CR. En canal, ZH y RP arrojaron mayores ingresos por USD 100,8 y 65,25. Los resultados económicos respaldan la importancia del uso de los aditivos evaluados para incrementar la rentabilidad.

Introducción

La producción de carne de bovino en México es una actividad de gran relevancia económica dentro del sector agropecuario, como lo demuestra el hecho que en 2013 se produjeron 1.806.758ton de carne con un valor de USD 7.867×10⁹, lo que significó un

incremento de 302.998ton en 10 años (SIAP 2013). Las empresas productoras de ganado de tipo intensivo se localizan mayormente en el norte del país y engordan al ganado con el uso de alimento concentrado (Delgado *et al.*, 2013).

Un elemento importante a considerar en la producción de ganado bovino es que los

costos por alimentación representan entre 60 y 75% de los costos totales de producción (Financiera Rural, 2012) y esto se ve reforzado si se considera que los cambios económicos más importantes en la engorda de ganado se presentan en la etapa de finalización (Streeter *et al.*, 2013), situación que justifica acciones

reductoras de costo en esta fase de alimentación. Además se debe considerar que para que la eficiencia económica pueda traducirse en eficiencia productiva, esta última debe ser complementada con la eficiencia tecnológica, la cual es alcanzada cuando la empresa logra la máxima producción a partir de los

PALABRAS CLAVE / Agonistas β-Adrenérgicos / Clorhidrato de Zilpaterol / Clorhidrato de Ractopamina / Costos / Engorda / Ganado Bovino /

Recibido: 29/10/2015. Modificado: 06/01/2016. Aceptado: 07/01/2016.

Delia Edith Martínez Vázquez. Maestra en Administración, Universidad Autónoma de Baja California (UABC), México. Analista Administrativo, Instituto de Ciencias Agrícolas (ICA), UABC, México.
Eduardo Sánchez López. Doctor en Ciencias Económicas,

Instituto Politécnico Nacional, México. Investigador, Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias (IICV), UABC, México. Dirección: IICV-UABC. Km. 3.5 Carretera San Felipe, Fracc. Campestre, Mexicali, Baja California, México. e-mail: edsanmxl@hotmail.com

Leonel Avendaño Reyes. Ph.D. en Fisiología Animal, Mississippi State University, EEUU. Investigador, Instituto de Ciencias Agrícolas, UABC, México
Francisco Javier Meráz Murillo. Estudiante del Doctorado en Ciencias Agropecuarias, UABC, México.

Vicente Torres Rodríguez. Maestro en Ciencias en Sistemas de Producción Animal, UABC, México. Consultor, Asociación Ganadera Local de Engordadores de Mexicali, B.C., México.

ECONOMIC EVALUATION OF THE USE OF TWO β -ADRENERGIC AGONISTS ON FINISHING FEEDLOT STEERS

Delia Edith Martínez Vazquez, Eduardo Sánchez López, Leonel Avendaño Reyes, Francisco Javier Meráz Murillo and Vicente Torres Rodríguez

SUMMARY

The economic impact of using two β -adrenergic agonists in feedlot cattle fed a finishing diet was evaluated using technical data obtained from 54 steers divided in three groups. One group received a base diet supplemented with zilpaterol hydrochloride (CZ), the second received ractopamine hydrochloride (CR) and the third group received no supplement. Considering that the productive variables tested were different, it was possible to estimate the profit differences between the groups

before slaughter and the difference in revenue obtained from the carcasses. The profit from animals in the CZ group was USD 38.91 larger when compared with the GT group and USD 34.00 larger for CR group; the differences in carcass weight resulted in an increased income of USD 100.8 and 65.25 for the CZ and CR groups. The results help to validate the effect that the use of β -adrenergic agonists has on the profitability of the investment.

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DE DOIS AGONISTAS β -ADRENÉRGICOS DURANTE O FINAL DE ENGORDA DO NOVILHOS

Delia Edith Martínez Vazquez, Eduardo Sánchez López, Leonel Avendaño Reyes, Francisco Javier Meráz Murillo e Vicente Torres Rodríguez

RESUMO

Para estimar o benefício econômico de suplementar novilhos na fase de terminação com agonistas β -adrenérgicos, foram utilizados os resultados de um estudo com 54 novilhos divididos aleatoriamente em três grupos. Com a exceção dos aditivos, todos os bezerros receberam o mesmo manejo e dieta. Um grupo recebeu a dieta adicionada com cloridrato de zilpaterol (CZ), um segundo grupo recebeu a dieta suplementada com (CR) e um terceiro não recebeu aditivo. Porque havia diferen-

ças entre os grupos de produção foi possível determinar o diferencial de utilidade econômica tanto para o peso final como para a produção de carcaça. Determinou-se que, em comparação com o grupo controle, a utilidade foi maior para CZ com USD 38,91 e USD 34,00 para CR. As carcaças ZH e RP recebem maiores receitas de USD 100,8 e 65,25. Os resultados econômicos apoiam a importância do uso de aditivos avaliados para aumentar a rentabilidade.

insumos empleados (Schiller 1994), objetivo que promueve la adopción de tecnología por parte de la empresa.

Al tratarse de una actividad agropecuaria es posible aplicar el modelo económico de competencia perfecta y pensar que el ganadero buscará maximizar su utilidad en el corto plazo aumentando su producción y dado que la empresa es 'tomadora de precios', su acción maximizadora se basará en minimizar el costo promedio (Tucker, 1997). Esto promueve el uso de nuevas tecnologías, sin embargo, su adopción enfrenta al engordador a retos, como la renuencia de la industria a aceptar la tecnología, por lo que para alentar la mejora tecnológica se debe demostrar el beneficio económico de su uso (Schroeder y Tonsor, 2011).

Una de las formas para lograr hacer un uso más eficiente de los insumos aplicados en la alimentación del

ganado de engorda ha sido la utilización de promotores de crecimiento, entre los que destacan los agonistas β -adrenérgicos (AA- β), que producen una mayor cantidad de músculo con menor contenido de grasa (Avendaño *et al.*, 2006).

El clorhidrato de ractopamina (CR) y el clorhidrato de zilpaterol (CZ) son los únicos AA- β legalmente aprobados por la Norma Oficial Mexicana para su uso en la alimentación del ganado en México. Se ha reportado que el uso de CR en bovinos en etapa de finalización logra incrementos tanto en la ganancia de peso como en el rendimiento de la canal (Abney *et al.*, 2007), y estos mismos resultados han sido observados con la suplementación de CZ, con la que además se reporta una disminución en el consumo de alimento cuando se compararon con animales no suplementados (Castellanos *et al.*, 2006).

La suplementación con CR y CZ implica incrementos en los costos productivos que en el caso de estudios realizados en vaquillas han sido de CAD 1,09 y 0,29 diarios respectivamente (Van Donkersgoed *et al.*, 2011). Sin embargo, es limitada la información sobre si el aumento de los costos asociados a esta suplementación resulta en un efecto relevante sobre la utilidad.

Los resultados mencionados indican que el uso de los AA- β resulta en un incremento del ingreso del ganadero, lo que ha sido demostrado para el caso del CZ mediante un estudio realizado en los EEUU, el cual encontró que el ingreso adicional que resultaba de la suplementación con AA- β fue de USD 32,92 por animal (Schroeder y Tonsor, 2011).

Dado el extenso uso de los AA- β por la industria ganadera de Baja California y los reportes en cuanto a los buenos resultados, tanto técnicos

como económicos, que han sido obtenidos en otras regiones del mundo, se consideró relevante evaluar el efecto económico del uso de CZ y CR en las engordas que utilizan estos anabólicos.

Materiales y Métodos

Para la evaluación económica del uso de los AA- β clorhidrato de zilpaterol (CZ) y clorhidrato de ractopamina (CR) se emplearon los resultados obtenidos por Avendaño *et al.* (2006), quienes utilizaron 54 novillos cruzados de razas Charoláis (45) y Brangus (9) con peso inicial de 424 \pm 26,6kg, divididos aleatoriamente en tres grupos, cada uno a su vez dividido en seis corraletas de tres animales (18 novillos): un grupo (GT) con la dieta base sin la adición de AA- β , el segundo grupo (GCZ) estuvo alimentado con la dieta base más 60mg/día de CZ (Zimax[®], MSD), mientras que el tercero

(GCR) recibió la dieta base adicionada con 300mg/día de CR (Optaflexx®, Elanco). El experimento se desarrolló en Mexicali, Baja California, México, entre los meses de febrero y marzo con una temperatura promedio de 18,6°C y humedad relativa de 50,6%.

Los grupos fueron alimentados durante 33 días con una dieta cuyos ingredientes y costos en USD están actualizados al año 2014 (Tabla I).

El estudio se realizó en dos fases, una de corral y otra de rastro. La primera fase se llevó a cabo en el Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma de Baja California, en el municipio de Mexicali, Baja California. La segunda fase se realizó en un rastro Tipo Inspección Federal localizado a 5km del sitio de engorda.

Las variables medidas para determinar del efecto económico fueron: ganancia de peso, consumo de alimento y peso de la canal de los animales de los tres grupos. Los efectos de tratamiento se resolvieron al utilizar un modelo lineal para un diseño en bloques completamente aleatorizado. El criterio de bloqueo fue el peso inicial. El análisis se realizó aplicando el procedimiento GLM y se obtuvieron medias mínimas cuadráticas por tratamiento (SAS Institute, Cary, NC, EEUU). Al resultar significativo el efecto del tratamiento ($P < 0,05$) se probaron los contrastes GT vs GCZ y GT vs GZR.

A partir de los resultados de las variables técnicas utilizadas para medir el efecto económico y del costo por kg de la dieta que incluyó el costo del AA-β correspondiente para los grupos GCZ y GZR, se llevaron a cabo las estimaciones de las utilidades y éstas fueron comparadas con la utilidad del GT.

Para determinar la utilidad antes del sacrificio en los animales, dentro de cada tratamiento se llevaron a cabo los cálculos de utilidad por kg de peso ganado en cada uno de los grupos, de acuerdo a un precio de venta de USD 2,5 por kg y un costo por kg de alimento para GT de USD 0,33

y de USD 0,36 para GCR y para GCZ. Estos valores incluyen, en el caso del segundo y tercer grupo, USD 0,027 y USD 0,03 adicionales por kg, respectivamente, por concepto de la adición de los AA-β (Tabla III).

Utilizando los datos mencionados se obtuvieron los ingresos totales promedio que resultaban de la ganancia de peso y los costos totales promedio de los insumos relevantes para el estudio (alimento y AA-β) asociados al incremento de peso que permitiera el cálculo de utilidad mediante la resta de los ingresos a los egresos (Rejón *et al* 2005), pero adaptándola a las

condiciones del presente estudio. Adicionalmente se calculó la relación costo-beneficio para el grupo no suplementado y la resultante de la suplementación con los AA-β durante la fase de finalización del ganado dividiendo la suma de los ingresos entre la suma de los costos (Hernández *et al*. 2015).

El ingreso promedio total que resulta del incremento de peso por animal fue calculado multiplicando la ganancia de peso por animal por el precio de venta por kg de ganado en pie. Para estimar el costo promedio total asociado a la ganancia de peso por animal, se multiplicó la suma de los

gastos en alimentación y suplementación con el AA-β por la ganancia de peso promedio en cada grupo considerando precios actualizados al 2014. Con los dos cálculos previos fue posible determinar la utilidad por peso ganado para cada grupo mediante la resta del valor del costo promedio al ingreso promedio total.

En el caso de los resultados económicos después del sacrificio, con base en un precio de venta de USD 4,50 por kg de carne y pesos promedios de la canal de 291kg para GT, de 313,6kg para GCS y de 305,3kg para GCR, y la información obtenida sobre los

TABLA I
INGREDIENTES Y COSTO DE LA DIETA BASE

Ingredientes	kg/ton	USD/kg actual	USD total	USD/kg
Semilla de Algodón	120	0,375	45,00	
Trigo Rolado	590	0,35	204,00	
Frituras de maíz	50	0,29	14,58	
Sorgo Sudán molido	85	0,01	8,50	
Premix engorda (piedra caliza 1,5%, urea 0,8%, sal 0,4%, vitaminas y minerales 3%)	30	0,41	12,45	
Melaza de caña	100	0,29	29,16	
Grasa animal	25	0,73	18,23	
	1000		331,92	0,33

TABLA II
MEDIAS MÍNIMAS CUADRÁTICAS DE LAS VARIABLES PRODUCTIVAS DE LOS GRUPOS SUPLEMENTADOS

Variable productiva	GT	GCZ	GCR	Contrastes*	
				GT vs GCZ	GT vs GCR
Peso inicial, kg	426,2	427	420,2	0,958	0,723
Peso final, kg	478,2	497,7	488,8	<0,001	0,030
Ganancia de peso, kg/d	1,58	2,14	2,08	<0,001	<0,001
Consumo de materia seca, kg/d	314,8	312,4	309,36	0,374	0,031
Eficiencia alimenticia	0,185	0,253	0,248	<0,001	<0,001

GT: grupo sin suplementación, GCZ: grupo suplementado con clorhidrato de zilpaterol, GCR: grupo suplementado con clorhidrato de ractopamina.

*Valor de P.

TABLA III
GANANCIA DE PESO, COSTO, INGRESO, RELACIÓN COSTO BENEFICIO Y DIFERENCIALES POR GRUPO ANTES DEL SACRIFICIO

Concepto	Grupos		
	GT	GCZ	GCR
Costo promedio por kilogramo ganado (USD)	2,00	1,59	1,64
Ganancia promedio de peso por animal (kg)	52	70,7	68,6
Costo promedio del incremento de peso por animal (USD)	104,4	112,2	111,8
Ingreso promedio por el incremento de peso por animal (USD)	130	176,7	171,5
Utilidad promedio por el incremento de peso por animal (USD)	25,58	64,5	59,6
Diferencia de utilidad respecto al grupo no suplementado (USD)	-	38,9	34
Valor porcentual de la diferencia		52,1	32,9
Relación costo beneficio	1,24	1,57	1,53

GT: grupo sin suplementación, GCZ: grupo suplementado con clorhidrato de zilpaterol, GCR: grupo suplementado con clorhidrato de ractopamina.

costos y resultados productivos previos al sacrificio, se llevó a cabo el cálculo del ingreso que se genera por la diferencia de peso lograda en canal y no la utilidad, ya que para determinar ésta se requeriría de los costos asociados a la matanza, que no fueron considerados.

El procedimiento para determinar el diferencial de ingreso entre los grupos de canales se inició estableciendo la diferencia que existía entre los pesos promedios de las canales mediante la resta de la media del peso final a la media de peso inicial de cada uno de los grupos. Este valor multiplicado por el precio del kg de res en canal permitió obtener el ingreso promedio por diferencial de peso.

Resultados y Discusión

Dado que las variables técnicas consideradas en el estudio original presentaron diferencias entre los tres grupos que resultaron ser estadísticamente significativas (Tabla II), fue entonces posible considerar como significativas las diferencias entre los resultados económicos.

Los resultados muestran que desde el punto de vista económico, el uso del clorhidrato de zilpaterol es recomendable, pues no solo logra incrementar la utilidad al ser comparado con el grupo no suplementado, sino también sobre el grupo que recibió clorhidrato de ractopamina, siendo el diferencial entre éstos de USD 4,92 por cada animal.

Los resultados de la relación costo-beneficio que presentaron los grupos suplementados son evidencia de la rentabilidad de la inversión y, fundamentado en la actual tendencia de la industria ganadera de buscar la reducción de los costos de alimentación reduciendo el contenido de grano en estas (Peel, 2012), el uso de los AA-β aquí evaluados se convierte en un elemento económico relevante para los engordadores.

El mayor costo de producción observado en los grupos suplementados con respecto al testigo no afectó la rentabilidad, dado que se logró mayor peso tanto en pie como en canal, en

coincidencia con resultados obtenidos con estudios realizados en corderas suplementadas con clorhidrato de zilpaterol (Rebollar *et al.* 2015).

Si bien la adición de zilpaterol a la dieta no resultó en una disminución del consumo de alimento, en contradicción a los hallazgos de otras investigaciones (Montgomery *et al.*, 2009 y Hussey *et al.*, 2012) en las que se reporta una disminución del 2% en el consumo diario de alimento, la adición de ractopamina si resultó en una disminución en la ingesta de alimento, resultado relevante pues impacta positivamente la utilidad, al reducir los costos en lugar de hacerlo por el aumento del ingreso.

Los resultados productivos respaldaron la obtención de diferencias en los resultados económicos que indicaron el beneficio que representa para el productor el uso de zilpaterol y ractopamina, a pesar del costo adicional que implica la compra de estos anabólicos. Esto coincide con otros reportes donde aun cuando el uso de zilpaterol implicó un costo añadido de USD 18 después de ser utilizado por 20 días, la utilidad adicional alcanzada por los engordadores fue de USD 21 por cabeza (Schroeder y Tonsor, 2011), valor que al igual que los USD 38,9 de utilidad agregada encontrada en el presente estudio es visto como promotor del uso de los aditivos.

Se han reportado impactos importantes del uso de los AA-β aquí estudiados en la utilidad de las empresas engordadoras de ganado que se traducen en incrementos en ésta de hasta en 17,4% cuando se utiliza zilpaterol y de 21% con la ractopamina (López *et al.*, 2014). Sin embargo, estos valores contrastan con los obtenidos en el presente estudio, donde fueron mucho mayores (52 y 33% respectivamente para zilpaterol y ractopamina). Una posible explicación de tales diferencias puede ser dada por los ingredientes de las dietas y sus costos, ya que ambos varían en cada región en donde se lleva a cabo el engorde.

La duración del uso de los AA-β es un factor técnico que debe ser considerado por su impacto económico, pues se ha reportado que los efectos sobre el desempeño productivo y características de la canal no son diferentes cuando se utiliza el zilpaterol por 30 y 40 días en comparación con un periodo de 20 días (Vasconcelos *et al.*, 2008). La inexistencia de diferencias técnicas entre periodos de suplementación tiene impacto sobre el costo de producción y adquiere relevancia si se toma en cuenta el tamaño promedio de las engordas intensivas, haciendo evidente la relevancia de estudios que se enfocan a determinar el óptimo económico en cuanto al tiempo de uso de los AA-β.

Para el procesador del ganado, los resultados económicos que resultan del uso de agonistas β-adrenérgicos son aún superiores que los del engordador si se consideran los diferenciales de peso observados para la canal, pues estos resultaron en ingresos adicionales muy superiores a los que obtuvo el engordador. En el caso del ingreso promedio de cada grupo, una vez que fueron sacrificados los animales se encontró que el impacto económico de la suplementación es también importante, pues esta práctica permite obtener un significativo aumento del peso promedio con la adición de cada uno de los AA-β (Tabla IV).

Los resultados en canal son similares a otros en los que se encontró que el procesador de ganado suplementado con zilpaterol recibió USD 10,60 más que el engordador (Schroeder y Tonsor, 2011). En similitud a los resultados positivos aquí alcanzados en cuanto al

ingreso para el procesador que resulta de la venta de canales, se ha reportado que el ingreso aumenta respectivamente 10,57 y 8,23% más respecto a las canales de un grupo testigo (López *et al.*, 2014), valores éstos que son aun superiores a los encontrados en la presente investigación. No obstante este resultado, es importante tomar en cuenta que el uso de AA-β tiene efectos sobre la calidad de la carne que pueden disminuir su precio de venta, pues se han encontrado efectos negativos en la suavidad de la carne cuando se utiliza zilpaterol y dosis altas de ractopamina (Arp *et al.*, 2013). Sin embargo, hay estudios que indican efectos mínimos en la aceptación por parte del consumidor, respaldando el uso de estos suplementos como un factor relevante en el proceso de gestión de la industria ganadera (Delmore *et al.* 2010).

El tamaño del efecto económico positivo encontrado, tanto en el ganado en pie como en canal, hace pensar que son mayores los beneficios económicos de suplementar con AA-β que no hacerlo, situación que puede ser respaldada considerando que en los EEUU se ha encontrado que el retiro de la suplementación de estos agonistas reduciría tanto la sustentabilidad económica como ambiental de la industria, pues se incrementaría el consumo de alimento, tierra y agua en la actividad ganadera (Caper y Hays, 2012). Adicionalmente, el consumidor de carne de bovino se vería afectado, pues la eliminación de la suplementación reduciría la oferta de carne provocando un incremento de precio (Johnson *et al.*, 2014).

TABLA IV
PESOS PROMEDIOS DE LAS CANALES Y
DIFERENCIAL DE INGRESO ENTRE LOS GRUPOS

Grupo	Peso promedio de la canal (kg)	Diferencia de peso entre grupos (kg)	Ingreso por diferencial de peso (USD)
GT	291	-	-
GCZ	313,6	22,4	100,8
GCR	305,3	14,5	65,25

GT: grupo sin suplementación, GCZ: grupo suplementado con clorhidrato de zilpaterol, GCR: grupo suplementado con clorhidrato de ractopamina.

Conclusiones

Los resultados de este estudio respaldan la suplementación con clorhidrato de zilpaterol y clorhidrato de ractopamina de novillos en un sistema de engorda intensivo, ya que se incrementa la rentabilidad por unidad monetaria invertida. Los hallazgos del estudio deben ser considerados también desde la perspectiva del consumidor, ya que el incremento de la oferta de carne como consecuencia de la suplementación respalda una disminución del precio.

REFERENCIAS

- Abney CS, Vasconcelos JT, Meniman JP, Keyser SA, Wilson KR, Vogel GJ, Galyean ML (2007) Effects of ractopamine hydrochloride on performance, rate and variation in feed intake, and acid-base balance in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 85: 3090-3098.
- Arp TS, Howard ST, Woerner DR, Scanga JA, McKenna DR, Kolath WH, Chapman PL, Tatum JD, Belk KE (2013) Effects of ractopamine hydrochloride and zilpaterol hydrochloride supplementation on longissimus muscle shear force and sensory attributes of beef. *J. Anim. Sci.* 91: 5989-5997.
- Avendaño RL, Torres RV, Meráz MF, Pérez LC, Figueroa SF, Robinson PH (2006) Effect of two β -adrenergic agonists on finishing performance, carcass characteristics and meat quality of feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 84: 3259-3265.
- Capper JL, Hayes DJ (2012) The environmental and economic impact of removing growth-enhancing technologies from U.S. beef production. *J. Anim. Sci.* 9: 3527-3537.
- Castellanos RA, Rosado RJ, Chel GL, Bentancur AD (2006) Empleo del zilpaterol en novillos con alimentación intensiva en Yucatán, México. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 14: 56-59.
- Delgado E, Rubio MS, Iturbe FA, Méndez RD, Cassis L, Rosiles R (2005) Composition and quality of Mexican and imported retail beef in Mexico. *Meat Sci.* 69: 465-471.
- Delmore RJ, Hodgen JM, Johnson BJ (2010) Perspectives on the application of zilpaterol hydrochloride in the United States beef industry. *J. Anim. Sci.* 88: 2825-2828.
- Financiera Rural (2012) *Bovinos de Engorda*. www.financiarural.gob.mx (Cons. 28/07/2015).
- Hernández MJ, Arieta RR, Fernández FJ, Alvarado GL, Graillet JE, Rodríguez ON, González AJ, Solano DA (2015) Relación beneficio - costo utilizando zeranol en la empresa bovina. *REDVET Rev. Electrón. Vet.* 16 N° 4 - www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040415.html
- Hussey E, Erickson G, Nettelman B, Griffin W, Kloprenstein T, Vander Pol K (2012) Impact of sorting prior to feeding zilpaterol hydrochloride on feedlot steer. Nebraska Beef Cattle Report. Paper 694 <http://digitalcommons.unl.edu/animalscinber/694>
- Johnson MD, Anderson DP, Sawyer JE, Wickersham TA, Richardson JW (2014) The economic impact of beta agonist removal from beef production. *Annu. Meet. Southern Agricultural Association* (1-4/02/2014). Dallas, TX, EEUU. 15 pp.
- López-Cantú G, Hernández Barraza CA, Loredó-Osti J, Adame-Garza A, Guerrero-Gómez S (2014) Relación beneficio costo utilizando dos β -adrenérgicos en la engorda de bovinos en corral. *Rev. Mex. Agronegoc.* 18(34): 883-896.
- Montgomery JL, Krehbiel CR, Cranston JJ, Yates DA, Hutcheson JP, Nichols WT, Streeter MN, Bechtol DT, Johnson E, Terhune T, Montgomery TH (2009) Dietary zilpaterol hydrochloride. I. Feedlot performance and carcass traits of steers and heifers. *J. Anim. Sci.* 87: 1374-1383.
- Peel DS (2012) Maintaining beef industry competitiveness with today's high grain prices. Plains Nutrition Council Spring Conf. (12-13/04/2012). San Antonio, TX, EEUU. pp. 16-19.
- Rebollar RS, Rojo RR, Avendaño RL, Macías CU, Álvarez VF, Correa CA, Soto NS (2015) Análisis económico del uso de clorhidrato de zilpaterol en la alimentación de corderas. *Invest. Cienc.* 64: 5-10.
- Rejón M, Magaña M, Pech V, Santos J (2005) Evaluación económica de los sistemas de producción bovina de cría y de doble propósito en Tzucacab, Yucatán, México. *Livest. Res. Rural Devel.* 17, Art. 13. www.lrrd.org/lrrd17/1/rejo17013.htm (Cons. 20/08/2015).
- Schiller BR (1994) *The Microeconomy Today*. 6ª ed. McGraw-Hill. New York, NY, EEUU. 533 pp.
- Schroeder TC, Tonsor GT (2011) Economic impacts of Zilmax® adoption in cattle feeding. *J. Agric. Resource Econ.* 3: 521-535
- SIAP (2013) *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. SAGARPA. México. www.siap.gob.mx. (Cons. 20/02/2014).
- Streeter MN, Hutcheson JP, Nichols WT, Yates DA, Hodgen JM, Vander Pol KJ, Holland BP (2012) Review of large pen serial slaughter trials-growth, carcass characteristics. Feeding economics. Plains Nutrition Council Spring Conf. (12-13/04/2012). San Antonio, TX, EEUU. pp. 58-72.
- Tucker IB (1997) *Economics for Today*. West Publishing. Saint Paul, MN, EEUU. 194 pp.
- Van Donkersgoed J, Royan G, Berg J, Hutcheson J, Brown M (2011) Comparative effects of zilpaterol hydrochloride and ractopamine hydrochloride on growth performance, carcass characteristics, and longissimus tenderness of feedlot heifers fed barley-based diets. *Prof. Anim. Sci.* 27: 116-121.
- Vasconcelos JT, Rathmann RJ, Reuter RR, Leibovich J, McMeniman JP, Hales KE, Covey TL, Miller MF, Nichols WT, Galyean ML (2008) Effects of duration of zilpaterol hydrochloride feeding and days on the finishing diet on feedlot cattle performance and carcass traits. *J. Anim. Sci.* 86: 2005-2015.