

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
Efecto del clorhidrato de zilpaterol (Zilmax®) como promotor de crecimiento
en toros de engorde estabulados

Estudiantes

Leonel Roberto Saucedo Estrada

Favio Orlando Rosales Barahona

Asesores

Isidro Antonio Matamoros, Ph.D.

Yordan Martínez Aguilar, D.Sc.

Honduras, junio 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros	4
Resumen	5
Abstract	6
Introducción.....	7
Materiales y Métodos.....	9
Tratamientos	9
VARIABLES	11
Ganancia Diaria de Peso (GDP)	11
Consumo Diario de Alimento (CDA).....	11
Índice de conversión Alimenticia (ICA).....	11
Peso Final.....	11
Rendimiento en Canal Caliente y Frio	11
Costo por Kilogramo Producido	12
Análisis Económico	12
Diseño Experimental y Análisis Estadístico	12
Resultados y Discusión.....	13
Parámetros Económicos	15
Conclusiones.....	17
Recomendaciones.....	18
Referencias	19

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Distribución de los animales en corrales para cada tratamiento	10
Cuadro 2 Dosis, vía de aplicación y número de aplicaciones del desparasitante, vitamina, promotor de crecimiento e implante.....	10
Cuadro 3 Formulación de las dietas control y tratamiento	11
Cuadro 4 Efecto del clorhidrato de zilpaterol sobre el peso en canal caliente, canal frío y rendimiento	14
Cuadro 5 Ganancia diaria de peso en kilogramos e índice de conversión alimenticia para ambos tratamientos	14
Cuadro 6 Efecto del clorhidrato de zilpaterol sobre la ganancia diaria de peso en gramos por periodos	15
Cuadro 7 Costo por kilogramo de peso vivo ganado en dieta con adición de Zilmax® (\$/kg)	16
Cuadro 8 Utilidad Generada por animal para tratamiento control y Zilmax®	16

Resumen

La alta demanda de proteína de origen animal a nivel mundial impulsa a que los ganaderos implementen técnicas eficientes en los sistemas de producción. El uso de aditivos nutricionales como los beta-agonistas adrenérgicos ayudan a mejorar la eficiencia productiva, porque mejoran índices de producción en ganaderías de engorde, en confinamiento y reducen el tiempo de engorda. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del clorhidrato de zilpaterol (Zilmax®) en el desempeño productivo de toros estabulados durante su fase final de engorde. Los tratamientos dietéticos consistieron en una dieta control y la adición de 150 g/t de Zilmax® por tonelada de alimento en el primer mes, y para los otros meses 35 g, hasta una dosis de 220 g por tonelada de alimento al final de la engorda, se utilizaron 20 unidades experimentales, 10 animales por corral. Se evaluó ganancia diaria de peso, índice de conversión alimenticia, consumo diario de alimento, peso final, rendimiento canal caliente y frío; se analizó parámetros económicos, costo por kilogramo producido y utilidad total. El periodo 3 tuvo el mejor costo/kg producido con Zilmax® el cual fue de US\$ 1.96 y con control US\$ 2.28, se obtuvo una utilidad por animal con Zilmax® de US\$ 296.7 y US\$ 282.00 con control, teniendo una diferencia de US\$ 14.7 por toro en los tratamientos, el producto comercial Zilmax no produjo diferencias para las variables analizadas a excepción de peso final.

Palabras clave: Beta-agonista adrenérgico, consumo, sistema intensivo.

Abstract

The high demand for protein of animal origin worldwide encourages farmers to implement efficient techniques in production systems. The use of nutritional additives such as beta-adrenergic agonists help improve production efficiency, because they improve production rates in fattening herds, in confinement, and reduce fattening time. The objective of this study was to evaluate the effect of zilpaterol hydrochloride (Zilmax®) on the productive performance of feedlot bulls in their finishing phase. The dietary treatments consisted of a control diet and the addition of 150 g/t of Zilmax® per ton of feed in the first month, and for the other two months 35 g, up to a dose of 220 g per ton of feed at the end of the season. fattening, 20 experimental units were used, 10 animals per pen. Daily weight gain, feed conversion ratio, daily feed intake, final weight, hot and cold carcass yield were evaluated; economic parameters, cost per kilogram produced and total utility were analyzed. Period 3 had the best cost/kg produced with Zilmax® which was US\$1.96 and with control US\$2.28, a profit per animal was obtained with Zilmax® of US\$296.7 and US\$282.00 with control, having a difference of US\$ 14.7 per bull in the treatments, the commercial product Zilmax did not produce differences for the variables analyzed except for final weight.

Keywords: Beta-adrenergic agonist, consumption, intensive system.

Introducción

El crecimiento poblacional y el aumento en la demanda de alimentos ha impulsado a que los decisores en los sistemas de producción implementen nuevas y más eficientes técnicas de producción, comercialización y distribución de los alimentos para lograr satisfacer las necesidades básicas. Desde 2008 hasta ahora esta situación se hizo más compleja por el aumento en el precio de granos, ya que son los productos más consumidos y utilizados como materia prima para la producción de alimentos balanceados para animales (Román 2012).

Información comercial de la revista (CentralAmericaData 2022) muestra que en los últimos dos años el consumo de carne bovina en la región ha aumentado. El informe precisó que, en 2018, el 79% de la carne vacuna consumida en los países centroamericanos fue de producción nacional, mientras que el 21% restante fue importado. En los últimos cinco años, el consumo de carne de res en Centroamérica ha aumentado un 4% de 335.000 mil toneladas en 2014 a unas 347 mil toneladas en 2019, crecimiento impulsado por los mercados de El Salvador y Honduras.

En Honduras, la ganadería representa alrededor del 13% del PIB agrícola, y reúne a unos 95 mil pequeños y medianos productores que producen 65 mil toneladas métricas de carne, así mismo estos deben enfrentar desafíos asociados con los controles de calidad del producto, la alta concentración de hatos de ganado en pocas fincas y la baja asociatividad de la industria (FAO 2021)

El proceso de engorde en corral se basa en aplicar un sistema intensivo y así obtener los pesos deseados para la venta del ganado en el menor tiempo (máximo 100 días). Las ventajas en este proceso es reducir el tiempo necesario para que los animales alcancen el peso adecuado de comercialización, la carne producida es de mejor calidad, no se requiere de grandes extensiones de terrenos, los animales están sometidos a un régimen sanitario y de manejo controlado (Poma Huayta y Tola Chuquimia 2019).

El manejo nutricional en corrales de engorde tiene que estar enfocados en aspectos como ser las dietas en la recepción, prevención de acidosis, uso de aditivos alimenticios, agentes anabólicos y

programa de engorde. Una de las alternativas más eficaces para obtener mayor eficiencia alimenticia y reducir los costos es el uso de aditivos nutricionales. Los beneficios en el uso de estos aditivos pueden estar expresados en la reducción de acidosis y coccidiosis, la reducción de problemas de salud animal y abscesos hepáticos (Ricalde et al. 1998).

Los productores de carne deben presentar un plan en el que den las garantías ofrecidas en cuanto a la vigilancia de las sustancias administradas a los animales, trazabilidad, manejo de alimentos y medicamentos. Se debe asegurar que en todas las etapas de producción se implementen buenas prácticas de manejo, lo cual, no solo beneficiará el comercio, si no que contribuirá a hacer más rentable la producción, lo que evita la introducción de contaminantes a la finca y mejora la salud y bienestar tanto humana como animal (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agrícola 2016).

Zilmax[®] es un aditivo que se adiciona al alimento y que contiene clorhidrato de zilpaterol-compuesto β 2-agonista que mejora la ganancia de peso corporal, la eficiencia alimenticia y las características de la canal en el ganado bovino destinado para la producción de carne. Su fórmula contiene 48 g de clorhidrato de zilpaterol por kilogramo de producto comercial. El HCl de Zilpaterol es un β 2-agonista adrenérgico que actúan sobre las células adiposas de los animales aumentando la lipólisis (lisis de lípidos) y reduciendo la lipogénesis (síntesis de grasa) y sobre los tejidos musculares estimulando la síntesis de proteína, al mismo tiempo que se disminuye la lisis de proteína (MSD 2022).

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del clorhidrato de zilpaterol (Zilmax[®]) en el desempeño productivo de toros estabulados durante su fase final de engorde, Ganancia Diaria de Peso (GDP), Ganancia Total de Peso (GTP), Consumo Diario de Alimento (CDA), Índice de Conversión Alimenticia (ICA), peso en canal caliente y canal frío y utilidad total por toro.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó de febrero a mayo 2022, en la Finca Catalina ubicada en el municipio de San Esteban, departamento de Olancho, Honduras. La finca está constituida como un sistema ganadero doble propósito, propiedad del señor Orlando Rosales, localizado a una altitud de 500 msnm y con temperaturas y precipitaciones medias anuales de 24°C y 1000 mm respectivamente.

Los criterios de inclusión de los animales en el experimento fueron el rango de peso inicial entre 400-420 kg, también se tomó en cuenta animales en buen estado de salud, composición racial con base Brahmán que permita mejor adaptación a condiciones locales.

Se utilizaron 20 toros encastados (Brahman x Holstein, Brahmán x Pardo Suizo y Brahman x Gyr) en la etapa de engorde con edades entre 24-28 meses. Los animales fueron distribuidos aleatoriamente en dos corrales, ubicando 10 animales en cada corral (cuadro 1). Cada corral tiene dimensiones (28 metros de largo y 22 metros de ancho), entre los corrales se tuvieron abrevaderos de cemento (pilas) permitiendo el libre acceso a agua fresca y limpia para ambos lotes; además se contó con comederos de concreto techados y áreas de sombra.

Tratamientos

Control: Los 10 animales estuvieron alimentados con heno, suplemento y agua *ad-libitum*, sin agregar Zilmax®.

Zilmax®: La alimentación de los 10 animales fue similar al control, con la diferencia que se agregó 150 g de aditivo Zilmax® por cada tonelada de suplemento (cada 30 días se aumentó 35 g de Zilmax®, teniendo al final un total de 230 g de Zilmax por tonelada de suplemento, dosis recomendada por distribuidor).

Cuadro 1*Distribución de los animales en corrales para cada tratamiento*

Tratamiento	Dieta	No. De Toros	Encaste*	Peso Inicial (Kg)
Zilmax®	Heno + suplemento + Zilmax®	10	H, PS/Gyr	412
Control	Heno + suplemento	10	H, PS/Gyr	421
Total		20		

Nota. Encastes: Brahman x Holstein, Brahman x Pardo Suizo y Brahman x Gyr

El sistema de engorde estabulado se realizó en ciclos de tres meses, se suministro heno y agua *ad libitum* en cada uno de los corrales. El suplemento fue pesado en basculas eléctricas y se ofrecía tres veces al día, los estimados de consumo se calcularon pesando el rechazo del comedero previo a la alimentación del día siguiente. El primer día, cada lote fue desparasitado, vitaminado y se les suministró Revalor H (acetato de trembolona) aplicada vía subcutánea en la oreja mediante pistola, así mismo, se le suministro esteroide anabólico inyectado (Implant alfa platinum) cada 30 días desde el ingreso de los animales y como principal aditivo alimenticio se utilizó 150 g de Zilmax®/t, en el lote del tratamiento. (cuadro 2).

Cuadro 2*Dosis, vía de aplicación y número de aplicaciones del desparasitante, vitamina, promotor de crecimiento e implante.*

Producto	Dosis	Vía de aplicación	Numero de aplicación
Iverm amino 3,15%	1cc/50kg	Subcutánea	1
Implant ADE plus	5cc/animal	Intramuscular	1
Implant alfa platinum	5cc/animal	Intramuscular	3
Revalor® H	1 implante/animal	Subcutánea	1

Nota. Iverm amino 3,15; suspensión inyectable. Fabricado por laboratorios GALMEDIC De Paraguay.

Implant ADE plus; concentrado vitamínico adicionado con fosforo inyectable. Fabricado por advanced technology implant labs de México.

Implant alfa platinum; esteroide anabólico inyectable. Fabricado por advanced technology implant labs de México.

Revalor®H; acetato de trembolona 140mg/estradiol 14mg. Fabricado por MSD animal health de Estados Unidos.

La alimentación fue la misma para ambos corrales la ración diaria fue dividida en tres partes y se les suministraba a las 5:00 AM, 12:00 PM, y a las 5:00 PM todos los días, la dieta estuvo conforme a los requerimientos del animal, para ayudar a la deposición de músculo.

Cuadro 3

Formulación de las dietas control y tratamiento

Ingredientes	Control (%)	Zilmax® (%)
Maíz Molido	45	45
Coquito	26	26
Gallinaza	10	10
Melaza	10	10
DDG	5	5
Núcleo (Minerales)	1	1
Sebo	1	1
Sal	1	1
Urea	1	1
Heno	5	5
Zilmax®	0	0.150/0.185/0.220

Nota. Zilmax® 150 g/t de alimento primer mes, 185 g/t de alimento segundo mes, 220 g/t de alimento tercer mes (Dosis recomendada por distribuidor).

Variables

Ganancia Diaria de Peso (GDP)

Los animales fueron pesados al inicio y al final del ciclo.

Consumo Diario de Alimento (CDA)

El alimento fue administrado conforme la formulación de dietas, se pesó el alimento ofrecido diario y el rechazo, durante el ciclo.

Índice de conversión Alimenticia (ICA)

Este índice lo obtuvimos de la división de consumo diario de alimento entre ganancia diaria de peso.

Peso Final

Al finalizar los 90 días se evaluó el peso alcanzado por los toros (Kg).

Rendimiento en Canal Caliente y Frio

Costo por Kilogramo Producido

En ambos tratamientos, esto se obtuvo mediante la división de costo total del sistema de manejo entre kilogramo producido.

Análisis Económico

Sumando todos los costos del ciclo de engorde se analizó el Retorno Sobre la Inversión (ROI) sacando las ganancias y dividiéndola entre la inversión que se hizo durante los 90 días.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño completamente al Azar (DCA) con medidas repetidas en el tiempo, bloque completamente al azar (BCA) con dos tratamientos para un total de 20 unidades experimentales; 10 animales en el tratamiento control y 10 animales en el tratamiento con Zilmax[®], Cada toro se consideró como unidad experimental y estuvieron siendo evaluados diariamente para poder tener los datos más precisos de las variables analizadas.

Resultados y Discusión

No se encontraron diferencias entre tratamientos ($P \geq 0.05$) para las variables de peso inicial, canal caliente, canal frío y porcentaje de rendimiento (Cuadro 4). Sin embargo, para la variable peso final si se encontró diferencia ($P \leq 0.05$). Para tratamiento control se obtuvo un peso final de 585 kg y 623 kg con Zilmax[®]. Estos resultados son superiores a los obtenidos por Montgomery JL et al. (2009) quienes presentaron un peso final de 580 kg. Sin embargo, en el estudio realizado por Hilscher Jr. et al. (2015) obtuvieron un peso final de 677 kg en un estudio de 154 días en novillos F1. Por lo tanto, se atribuye que el producto Zilmax[®] funciona mejor en razas cárnicas ya que estos por genética tienden a ser más musculosos y su deposición de grasa es menor Castellanos-Ruelas et al. (2006). Se obtuvieron pesos de 295.6 kg en canal caliente para el control y de 315.2 kg con Zilmax[®]. En canal fría para el control se obtuvieron pesos de 290.5 kg y para Zilmax[®] se obtuvieron 310.2 kg. Estos resultados fueron similares a los presentados por Vargas y Longo (2017) quienes utilizando Zilmax[®] en toretes obtuvieron pesos en canal caliente de 310.90 kg y en canal frío de 309.83 kg. Sin embargo, estos datos son superiores a los obtenidos por Costa et al. (2019) quienes utilizando el mismo aditivo con una concentración de 7.5 mg/kg de alimento en toros raza Nellore para canal caliente obtuvieron pesos de 295.0 kg. Van Hoof et al. (2005), nos indica que los β -agonista adrenérgico aumentan el metabolismo degradativo de los lípidos en el adipocito por lo cual reducen e impiden la deposición de grasa en los animales, proporcionando mayor eficiencia en el uso del alimento, con el objetivo de obtener una carne más magra, esto concuerda con los datos presentados por Avendaño et al. (2016), donde obtuvieron pesos en canal caliente de 322.93 kg utilizando Zilmax[®] a una concentración de 0.15 mg/kg del peso de los animales, el estudio lo realizaron con toros raza Cebú estabulados con un peso inicial de 448.7 kg. En nuestro lote control se obtuvieron rendimiento en canal de 55% y en el lote de Zilmax[®] de 56%. El rendimiento reportado por Vargas y Longo (2017) es similar al obtenido en este estudio siendo de un 56.91%, al igual que el 56.60% reportado por Costa et al. (2019). Sin embargo, Avendaño et al. (2016) presentaron un rendimiento en canal superior siendo de 60.94%.

Cuadro 4

Efecto del clorhidrato de zilpaterol sobre el peso en canal caliente, canal frío y rendimiento

Tratamiento	Peso inicial, (Kg)	Peso Final, (Kg)	Canal Caliente, (Kg)	Canal Frío, (Kg)	Rendimiento (%)
Control	412	585	295.6	290.5	55
Zilmax®	421	623	315.2	310.2	56
C.V	4.47	6.63	8.37	8.53	3.70
Probabilidad	0.30	0.046	0.10	0.10	0.29

Nota. C.V: Coeficiente de variación, Zilmax®: Producto comercial con clorhidrato de zilpaterol

No hubo diferencias significativas entre ambos tratamientos ($P \geq 0.05$). Se requiere un consumo de 7.54 kg de MS para producir un kilogramo de peso vivo en el control y 6.54 kg de MS en el tratamiento con Zilmax®. Estos resultados fueron mayores que los presentados por Avendaño-Reyes et al. (2006) quienes obtuvieron un ICA de 4.67 kg de MS por kilogramo de peso vivo para Zilmax® en toretes Angus. Castellanos-Ruelas et al. (2006) obtuvieron resultados similares con un ICA de 6.15 kg de MS por kilogramo de peso vivo usando clorhidrato de zilpaterol, el cual no mostró diferencia con el grupo testigo que tuvo un ICA de 6.14kg de MS por kilogramo de peso vivo, también reportaron que los animales pasaron un periodo de estrés debido a un alza en la temperatura durante el periodo de engorde.

Cuadro 5

Ganancia diaria de peso en kilogramos e índice de conversión alimenticia para ambos tratamientos

Tratamientos	Consumo	ICA (KG)
Control	13.97 ± 2.02	7.54 ± 1.10
Zilmax	13.92 ± 1.49	6.54 ± 0.26
C.V.	11.39	12.93
Probabilidad	0.48	0.33

Nota. Consumo (kg) de ambos lotes promediado, ICA= índice de Conversión alimenticia

No se encontraron diferencias significativas en cuanto al control y al uso del clorhidrato de zilpaterol para la ganancia de peso diario ($P \geq 0.05$). La ganancia diaria de peso para control oscilo de 1370 g a 2190 g y para Zilmax® entre 1890 g y 2400g (cuadro 6). Estos resultados difieren con los encontrados por Avendaño et al. (2016) donde obtuvieron una ganancia diaria de peso de 2430 g

utilizando Zilmax® en una dieta a base de 56% de trigo, 16% de semilla de algodón y 9% de rastrojo de trigo. Los datos encontrados en este estudio son superiores a los presentados por Montgomery et al. (Montgomery JL et al. 2009) quienes obtuvieron ganancia de peso diario de 1540 g utilizando toretes de encastes Bos Taurus-Ingles y Bos Taurus- continental, ellos usaron 8.3 mg de Zilmax® por kg de alimento. Este estudio constó de 3 periodos cada periodo equivale a un mes, del día 1-30 se les suministró una concentración de Zilmax® de 150 g/t de alimento, del día 30-60 se les suministró 185 g/t y de los 60-90 días se les suministró 220 g/t. Hilscher Jr. et al. (2015) realizaron un estudio en novillos usando cruces británico y británico × continental en el cual usaron una concentración de Zilmax® de 8.33 mg/kg de alimento con el cual a los 154 días obtuvieron una ganancia diaria de peso de 1970 g.

Cuadro 6

Efecto del clorhidrato de zilpaterol sobre la ganancia diaria de peso en gramos por periodos

Tratamiento	GDP Periodo 1	GDP Periodo 2	GDP Periodo 3
Control	1370±609.28	2130±365.30	2020±722.34
Zilmax®	1890±703.08	2190±546.60	2400±963.78
C.V	42.55	20.99	38.53
Probabilidad	0.07	0.83	0.19

Nota. GDP: Ganancia diaria de peso, C.V: Coeficiente de variación, Zilmax®: Producto comercial con clorhidrato de zilpaterol

Parámetros Económicos

Los dos lotes presentaron costos diferentes, siendo US\$ 2.78 por kilogramo producido para tratamiento control en el periodo I y para Zilmax® US\$ 2.02 por kilogramo producido, siendo Zilmax® quien reportó costos más bajos con una diferencia de US\$ 0.76. El periodo II presentó costos similares entre ambas dietas con una diferencia de US\$ 0.02. En el periodo III se presentó una diferencia de US\$ 0.32 entre ambas dietas. Martínez Vazquez et al. (2016), reportaron un costo de US\$ 1.59 por kilogramo producido utilizando clorhidrato de zilpaterol.

Cuadro 7

Costo por kilogramo de peso vivo ganado en dieta con adición de Zilmax® (\$/kg)

Tratamiento	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3
Control	2.78	2.13	2.28
Zilmax®	2.02	2.11	1.96

Para las utilidades que se generaron se analizó y tomo en cuenta los costos totales y los ingresos netos para cada lote. Con todos los datos de gastos pudimos obtener la utilidad generada por cada lote. Zilmax presento una utilidad neta de US\$ 296.7 por animal y tratamiento control US\$ 282.00 por animal, obteniendo una diferencia entre tratamientos de US\$ 14.7 por animal. Las ganancias generadas fueron superiores a las presentadas por Martínez Vazquez et al. (2016) utilizando clorhidrato de zilpaterol, la cual fue de US\$ 64.50 por animal. Al igual que los US\$ 74.93 que reportaron Vargas y Longo (2017).

Cuadro 8

Utilidad Generada por animal para tratamiento control y Zilmax®

	Control	Zilmax®
Peso Vivo Inicial (kg)	411	420
Peso Vivo Final (kg)	585	623
Costo Alimentación (US\$)	2390.00	2390.00
US\$/kg Peso en canal	4.46	4.46
Zilmax®		300.00
Costo Compra de Animales (US\$)	8,131.00	8,306.00
Costo Total (US\$)	10,521.00	10,996.00
Ingresos Netos (US\$)	13,341.00	13,963.00
Utilidad Total	2,820.00	2,967.00
Utilidad/animal	282.00	296.70

Conclusiones

El uso del producto comercial Zilmax[®], no produjo diferencias para las variables analizadas a excepción de peso final.

Se obtuvo una utilidad por toro de US\$ 14.70, siendo Zilmax[®] con mejores ganancias.

Recomendaciones

Realizar nuevamente el estudio utilizando Clorhidrato de zilpaterol de diferentes casas comerciales para identificar el mejor desempeño en los toros.

Repetir el experimento eliminando fuentes de variación estadística tales como razas no destinadas a la producción de carne, rango de pesos para obtener mayor precisión de resultados.

Probar el producto zilmax® en periodos más cortos.

Referencias

Avendaño L, Meraz FJ, Pérez C, Figueroa F, Hilscher Jr FH, Hussey EM, Nuttelman BL. 2016. Evaluation of the efficacy of Grofactor, a beta-adrenergic agonist based on zilpaterol hydrochloride, using feedlot finishing bulls. *Journal of Animal Science*. 94(7):2954–2961. doi:10.2527/jas.2015-9878.

Avendaño-Reyes L, Torres-Rodríguez V, Meraz-Murillo FJ, Pérez-Linares C, Figueroa-Saavedra F, Robinson PH. 2006. Effects of two β -adrenergic agonists on finishing performance, carcass characteristics, and meat quality of feedlot steers. *Journal of Animal Science*. 84(12):3259–3265. doi:10.2527/jas.2006-173.

Castellanos-Ruelas A, Rosado-Rubio J, Chel-Guerrero L, Betancur-Ancona D. 2006. Empleo del zilpaterol en novillos con alimentación intensiva en Yucatán, México. *Latin American Archives of Animal Production*; [consultado el 27 de jun. de 2022]. 14(2):56–59. https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs_files/article/view/361/323.

CentralAmericaData. 2022. Carne de res: Mercado regional crece 4%: En el último quinquenio el consumo de carne de res en Centroamérica aumentó 4%, al pasar de 335 mil toneladas en 2014 a cerca de 347 mil toneladas en 2019, crecimiento que estuvo potenciado por el mercado salvadoreño y hondureño. México: [sin editorial]; [consultado el 31 de may. de 2022]. https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Carne_de_res_Mercado_regional_crece_4.

Costa CF, Brichi ALC, Millen DD, Goulart RS, Pereira IC, Estevam DD, Perdigao A, Martins CL, Arrigoni MDB. 2019. Feedlot performance, carcass characteristics and meat quality of Nellore bulls and steers fed Zilpaterol hydrochloride. *Livestock Science*. 227:166–174. doi:10.1016/j.livsci.2019.07.017.

[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2021. La FAO y SAG realizaron la integración oficial de la Plataforma Nacional de Ganadería Sostenible: FAO en Honduras. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 31 de may. de 2022]. <https://www.fao.org/honduras/noticias/detail-events/en/c/1415775/>.

Hilscher Jr. FH, Hussey EM, Nuttelman BL. 2015. Impact of sorting before feeding zilpaterol hydrochloride on feedlot performance and carcass characteristics of yearling steers. *Journal of Animal Science*. 93(5):2285–2296. doi:10.2527/jas.2014-8579.

Martínez Vazquez DE, Sánchez López E, Avendaño Reyes L, Meráz Murillo FJ, Torres Rodríguez V. 2016. Evaluación económica del uso de dos agonistas β -adrenérgicos durante la finalización de novillos en engorda. *Interciencia*; [consultado el 27 de jun. de 2022]. 41(2):98–102. https://www.researchgate.net/publication/298819956_ECONOMIC_EVALUATION_OF_THE_USE_OF_TWO_beta-ADRENERGIC_AGONISTS_ON_FINISHING_FEEDLOT_STEERS.

Montgomery JL, Krehbiel CR, Cranston JJ, Yates DA, Hutcheson JP, Nichols WT, Streeter MN, Bechtol DT, Johnson E, TerHune T, et al. 2009. Dietary zilpaterol hydrochloride. I. Feedlot performance and carcass traits of steers and heifers. *Journal of Animal Science*. 87(4):1374–1383. doi:10.2527/jas.2008-1162.

MSD. 2022. ZILMAX®. USA: [sin editorial]; [actualizado 2022]. <https://www.msd-salud-animal.mx/productos/zilmax/>.

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agrícola. 2016. Manual de buenas practicas para establecer el Sistema de Finca Segregada en el sector primario: corral de engorde con fines de exportación de carne y sus derivados I Union Europea. San Salvador, El Salvador: Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. https://www.oirsa.org/contenido/biblioteca/OIRSA_MANUAL_CORRAL_DE_ENGORDE.pdf.

Poma Huayta I, Tola Chuquimia C. 2019. Plan de negocio engorde intensivo y comercialización de ganado bovino exento de hormonas [Tesis]. Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés; [consultado el 16 de jun. de 2022]. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/26277/PG-2876.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Ricalde R, Mendoza G, Crosby M, Sandoval E. 1998. Manejo nutricional en corrales de engorda. [sin lugar]; [consultado 10 de noviembre 2021]. <https://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-1998/vm983l.pdf>.

Román H. 2012. Produccion y comercialización de ganado y carne de bovino en el estado de Veracruz. Veracruz. https://www.academia.edu/16785832/Produccion_y_Comercializacion_de_Ganado_y_Carne_de_Bovino_en_el_estado_de_Veracruz.

Van Hoof N, Schilt R, van der Vlis E, Boshuis P, Van Baak M, Draaijer A, De Wasch K, Van de Wiele M, Van Hende J, Courtheyn D, et al. 2005. Detection of zilpaterol (Zilmax®) in calf urine and faeces with liquid chromatography–tandem mass spectrometry. Belgium: Ghent University. <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.jaca.2004.08.072>.

Vargas C, Longo P. 2017. Evaluación de dos presentaciones comerciales de clorhidrato de zilpaterol (Zilmax®) y (GroFactor®) como aditivos en la dieta para finalización de toretes confinados, Finca Santa Fe, Petén, Guatemala. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. [file:///D:/OneDrive%20-%20Zamorano/Downloads/CPA-2017-061%20\(1\)%20\(1\).pdf](file:///D:/OneDrive%20-%20Zamorano/Downloads/CPA-2017-061%20(1)%20(1).pdf).