



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLÁN**

**EVALUACIÓN DE GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO Y  
CANTIDAD DE GRASA SUBCUTÁNEA EN CANAL EN BOVINOS EN LA  
ETAPA DE FINALIZACIÓN SUMINISTRADOS CON CLORHIDRATO DE  
RACTOPAMINA Y CLORHIDRATO DE ZILPATEROL.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**PRESENTA:  
SERGIO CERVERA OCAMPO**

**ASESOR: MVZ HUBERTO GUSTAVO ARELLANO SÁNCHEZ**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestra querida institución **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO** en donde tuve la oportunidad de poder realizar la carrera que siempre me gustó y de conocer a muchas personas.

A todos aquellos profesores que a lo largo de mi formación profesional (desde el primer día y hasta la fecha) me tendieron la mano cuando yo los necesite, cuando con su paciencia y ejemplo despejaron mis dudas y me transmitieron sus conocimientos lo mismo que sus experiencias. No menciono nombres porque me pudiera hacer falta alguno de ellos que a lo largo de esta formación compartieron su tiempo conmigo, a excepción del profesor M V Z Humberto Gustavo Arellano Sánchez quien fue mi asesor de tesis, por su amistad principalmente, lo mismo que por transmitirme sus conocimientos y ayuda para poder elaborar este trabajo.

Profesores a todos ustedes.....UN MILLÓN DE GRACIAS.

## **DEDICATORIAS**

A mi madre la señora Ondina Ocampo Leal por su confianza apoyo, comprensión y la fe que deposito en mi.

A mi hijo Rafael Martín Cervera Álvarez por darme la fuerza, la determinación y el coraje para poder terminar mi carrera.

A mi esposa Blanca Elizabeth Cervantes Rosales por apoyarme en el transcurso de mi carrera y después de ella.

A mis hermanas Patricia y Laura ambas Cervera Ocampo por apoyarme y saber que cuento con ustedes en todo el tiempo.

A mis amigos Adriana, Pepe, Juan, Raúl, y algunos más que ahora sus nombres se me olvidan.

A todos..... mil gracias.

## **INDICE**

1 Resumen.....	1
2 Introducción.....	2
3 Objetivos.....	13
4 Material y métodos.....	14
5 Resultados.....	15
6 Discusión.....	17
7 Conclusión.....	19
8 Anexos.....	20
9 Bibliografía.....	28

## 1 RESUMEN

Se realizó una engorda de 183 bovinos en un rancho ubicado en la carretera Chichimequillas-San Luís Potosí, Municipio el Marqués, Santiago de Querétaro. Los toretes fueron homogéneos en peso, sexo, edad, tipo racial, y manejo. Se formaron tres grupos: el primero con 62 animales grupo testigo (GT), el segundo de 60 se le adicionó clorhidrato de ractopamina (GR) y el tercero con 61 ejemplares se le administró clorhidrato de zilpaterol (GZ).

A los tres grupos se les dió el mismo alimento: Trigo rolado 56.7%, semilla de algodón 4.8%, subproductos de frituras 11%, melaza 8%, sebo 4%, forraje 7%, alfalfa 7% y minerales 1.5%

Los tratamientos fueron suministrados los últimos 30 días de la engorda y con un tiempo de retiro de 3 días. Los animales se manejaron de forma similar en cuanto a desparasitación, vacunación, y se implantaron con acetato de trenbolona.

Todos los ejemplares se aretaron, se pesaron al inicio y al final del trabajo. Una vez sacrificados los bovinos en el rastro se les midió el espesor de la grasa a nivel subcutáneo en el dorso del costillar entre la 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costilla con un calibrador tipo vernier o también conocido como pie de rey.

Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes: (GT) inició con un peso de 423.1 y un peso final de 459.1 Kg., (GR) tuvo un peso inicial de 424.5 y un peso final de 468.6 Kg., y (GZ) su peso inicial fue 427.3 y su peso final fue 466.9 Kg. Encontrando que el incremento de peso durante el tiempo del experimento fue de 36 kg. para (GT), para (GR) fue 44.1 Kg. y para (GZ) fue de 39.6 kg.en promedio. En cuanto al consumo de alimento (GT) consumió 11.02, (GR) 11.05 y (GZ) 11.17 Kg. de materia seca en promedio por día. Mientras que el espesor de la grasa subcutánea promedio en (GT) midió 1.13 cm., (GR) fue de 1.06 cm. y (GZ) de 1.08 cm.

La ganancia de peso, el consumo de alimento y el espesor de la grasa subcutánea de los tratamientos de los tres grupos fueron analizados por la prueba de Análisis de Varianza (ANDEVA) bajo un arreglo totalmente aleatorizado y las diferencias entre medias

fueron determinadas por una prueba de Tukey DVS. El único dato donde se encontró que si hay una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) es en el que corresponde a ganancia de peso, mientras que para los resultados de consumo de alimento y espesor de la grasa subcutánea no hay diferencia significativa ( $P > 0.05$ ).

Se concluye que con la utilización de clorhidrato de ractopamina y clorhidrato de zilpaterol los ejemplares tratados presentan una diferencia significativa a favor de los aditivos utilizados con respecto al grupo testigo únicamente en ganancia de peso.

## 2 INTRODUCCIÓN

Las actividades pecuarias son de gran importancia en el contexto socioeconómico del país y al igual que el resto del sector primario, han servido de base al desarrollo de la industria nacional, ya que proporcionan alimentos y materias primas, divisas, empleo, distribuyen ingresos en el sector rural y utilizan recursos naturales que no tienen algún otro uso adecuado en la agricultura u otra actividad productiva.

La ganadería productora de carne, es la actividad pecuaria más diseminada en el campo de nuestro país, pues se realiza en todas las regiones ecológicas de la república mexicana aún en condiciones adversas de clima, que no permiten la práctica de alguna otra actividad productiva. Se estima que en total la superficie aprovechada por la ganadería es del orden de 110 millones de hectáreas, que es aproximadamente el 60% de nuestro territorio nacional, en donde 107.8 millones de hectáreas corresponden a pastizales y más de 2 millones a superficies agrícolas destinadas a la producción de granos, forrajes y forrajes de corte **(1)**.

Hasta la década de los años 90s, la producción cárnica se basó en su crecimiento lento en el caso de los rumiantes específicamente. La sobre-explotación de los recursos naturales implicó un deterioro en nuestra ecología, situación que mediante la incorporación de tecnología ha podido ser paliada, promoviéndose la explotación racional de los recursos **(1)**.

Un importante fenómeno registrado en la década de los 90s, fue la incorporación de nueva tecnología en casi todas las actividades ganaderas, lo que da como resultado una elevación de la productividad y en la disminución de los altos costos de la producción, principalmente en los casos de los grandes productores los cuales cuentan con mayor disponibilidad de capital gracias a lo cual se han podido financiar las inversiones sobre tecnificación. Este esquema de economías de escala, han dado origen a la conformación de grandes grupos de productores y la consolidación de empresas ganaderas de gran nivel, que han logrado reducir el intermediarismo oneroso **(1,2)** abatiendo así las ganancias de dichos intermediarios.

El crecimiento en la producción ganadera ha ido en aumento en los últimos 10 años, (1996 a 2005) pasando de 1,329,947 toneladas a 1,557,707 **(3)** constituyéndose la producción de ganado de carne, como el grupo de productores, que tiene el segundo lugar en crecimiento, únicamente superado por el huevo para plato que para el año de 1999 fue de 1,634,793 toneladas cuya tasa de crecimiento anual fue de 5.5% de 1990-1999 **(4)**. Tal incremento es superior a la tasa de expansión demográfica, esto da como resultado una mayor disponibilidad de carnes per cápita en nuestro país.

Recientemente la producción de ganado de carne ha enfrentado factores adversos que han condicionado por un lado los niveles de producción y por otro lado han influido en la composición de la oferta nacional, dentro de los que ubicamos a las variaciones en el clima, que sobre todo en la primera mitad de la década de los 90s afectó muy severamente tanto a las ganaderías extensivas del centro, como a las del norte del país, refiriéndose estos fenómenos a los largos periodos de estiaje y a la sequía **(5)**.

La menor disponibilidad de forrajes no solo afectó en una menor capacidad de engorda del ganado, sino también a lo que es el pie de cría disminuyendo su fertilidad, motivo por el cual disminuyeron los niveles de gestaciones y nacimientos principalmente en ganado bovino, ovino y caprino. Lo anterior junto con los precios tan elevados del ganado bovino para engorda en los Estados Unidos de América (EUA), motivó que en ese lapso existieran elevadas exportaciones de becerros hacia el país del norte, dando como resultado una reducción en la disponibilidad de becerros para los procesos de engorda en México **(5)**.

La experiencia obtenida en dicho período trajo como resultado que los ganaderos introdujeran métodos de conservación de forrajes y que se realizaran engordas intensivas para el ganado de carne, trayendo como resultado una mayor utilización de granos en la alimentación para el ganado **(1)**.

Otro factor que resultó de gran importancia ha sido las variantes en la economía nacional, las cuales tuvieron un aumento en lo que respecta a las tasas de interés, motivo por el cual el acceso al crédito fue muy limitado y esto dió como resultado el crecimiento de la cartera vencida del sector. Por lo que se tuvo que poner en marcha el programa Alianza para el Campo. Este programa fue presentado el 8 de febrero de 1996

en la ciudad de Campeche **(6)**, el programa tenía como principales objetivos promover la inversión productiva, capitalizar a los productores y elevar sus ingresos, entre otros. En éste programa, se cuenta con apoyos para el mejoramiento de las praderas y pastizales; la construcción, remodelación, equipamiento de infraestructura productiva, la adquisición de pie de cría y material genético de calidad así como para acciones de sanidad animal **(1)**, con lo cual se cubre en forma mayoritaria las áreas fundamentales para elevar la productividad ganadera.

## LA PRODUCCIÓN DE CARNES EN MÉXICO

La producción de las diferentes carnes en México se divide de la siguiente manera: la bovina, la porcina y la avicultura, que en conjunto aportan el 98% de la producción doméstica de cárnicos.

De 1990 a 2001, la producción total de carnes pasó de 2.7 millones de toneladas a 4.6, lo que implicó un crecimiento relativo de punta a punta de 70% y uno absoluto de 1.9 millones de toneladas, asegurándose con ello un abasto mayoritario del mercado interno y la posibilidad de incursionar en el mercado externo con productos de calidad **(1)**.

A principios de los 90s, la composición de la producción de carnes en México daba el 41% a la carne de bovino, el 28% a la de porcino y el 28% a la de pollo **(2)**. Para el 2001 la conformación se transforma radicalmente para alcanzar el 42% la carne de pollo, el 31% la de bovino y el 25% de porcino, manteniéndose a lo largo de esos 11 años una participación marginal del resto de las carnes en el orden del 2 y 3%.

Este cambio en cuanto a la composición de la producción de carnes es un reflejo de las tendencias mundiales, ante un proceso de globalización, ya que en la actualidad los requerimientos de los mercados internacionales son de carne con menor contenido de grasa, esto sin importar sobre-manera de que tipo de animal se trate siempre y cuando sea con menor cantidad de grasa. Entre los países con dichos requerimientos encontramos a los Estados Unidos, Japón, Australia así como a la Unión Europea.

Para el año 2003 la producción alcanzó 1 496 451 toneladas, lo que representa un crecimiento de 2.0% con relación a la producción del año 2002, conservando con ello una participación de 31% desde 2001, en la producción total de carnes en México **(7)**.

En forma independiente la carne de bovino mantuvo una tasa de crecimiento media anual del orden de 2.3% de (1990-2001).

El incremento de la producción del ganado para carne es el resultado de dos factores fundamentales: el crecimiento de la productividad que es el resultado de las mejoras tecnológicas en la ganadería intensiva del norte y del centro del país, así como en la extensiva del sur de México, y al crecimiento de corrales para engorda **(1)**.

En cuanto a la regionalización de la producción en 2005, vemos que en 5 estados se obtuvo el 41% del total de la producción nacional y son: Veracruz, Jalisco, Chiapas, Sonora y Chihuahua. Es importante destacar que estas entidades son de diferentes zonas climáticas. Esto nos muestra que hay un proceso de concentración hacia menos estados, el cual obedece principalmente a la consolidación de grupos de productores y empresas **(8)**.

En la producción de carne de ganado bovino en corral, la alimentación juega un papel fundamental en los costos de producción, ya que representa de un 60.0% a un 75.0% de estos. Este tipo de alimentación conlleva al uso de granos forrajeros, concentrados, sales minerales, complementos y forrajes **(8)**.

## CONSUMO DE CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS.

Las carnes y los productos cárnicos, se dividen en dos grandes grupos: el primero que es el consumo directo de carnes frescas sin ningún proceso, y el segundo, representado por los productos industrializados. Dentro del primero encontramos a la carne como tal y a las vísceras, que desempeñan parte importante del consumo de alimentos de alta calidad en la dieta del mexicano, mientras que en el segundo grupo encontramos a las carnes industrializadas las cuales son los embutidos y las carnes frías **(9)**, que han mostrado un crecimiento prácticamente constate en la presente década, con una tasa media de

crecimiento anual del orden de los 6.6%, para ubicarse en 2001 en más de 500,000 toneladas.

El consumo directo de carnes se puede categorizar en tres grupos de consumidores, diferenciados por el mercado que atienden, el rural, el de pequeños centros de población y el de las grandes ciudades, caracterizados cada uno de ellos por el uso de la carne y el aprovechamiento parcial o integral por parte del consumidor directo y por el medio de comercialización o puntos de venta **(1)**.

#### DISTRIBUCIÓN DE LOS BOVINOS DE CARNE SEGÚN EL TAMAÑO DEL HATO

Cabezas / hato	% del inventario	% acumulado
< 5	7.8	7.8
6-10	7.9	15.7
11-20	9.1	24.8
21-50	13.6	38.4
51-100	11.1	49.5
101-500	29.6	79.1
501-1000	11.0	90.1
>1000	9.9	100.0

Fuente: **(10)** calculado del censo agropecuario 1991. INEGI

La demanda para producir carne de bovino con menor porcentaje de grasa ha sido una exigencia en muchos de los mercados del mundo. Esta situación ha propiciado la generación de distintos compuestos que ofrecen alternativas para producir animales con mayor capacidad para depositar proteína en sus tejidos y consecuentemente la reducción de depósitos de grasa.

Las aminas simpaticomiméticas también llamadas  $\beta$ -agonistas se han utilizado en Medicina Humana y Veterinaria desde hace más de 50 años principalmente para el tratamiento de problemas respiratorios **(11)**.

Estos compuestos han tenido especial interés en la aplicación práctica, por su efecto demostrable por la existencia de receptores celulares adrenérgicos, llamados alfa, beta y

gama de acuerdo a la respuesta que tienen sobre los estímulos hacia dichos receptores. Los receptores beta se subdividen en  $\beta$ -1,  $\beta$ -2 y  $\beta$ -3 **(11)**. Reciben el nombre de  $\beta$ -agonistas adrenérgicos porque su composición es similar a la de la adrenalina, y actúan específicamente sobre los  $\beta$ -receptores de la membrana celular incrementando la actividad de la adenilciclasa **(12)**.

## $\beta$ -AGONISTAS

Es el grupo más reciente para la producción animal, estos compuestos actúan sobre los receptores celulares (receptores adrenérgicos) llevando mayor cantidad de nutrientes hacia la síntesis proteica y muscular **(13)**.

Los  $\beta$ -agonistas son sustancias usadas como promotores de crecimiento en animales para el abasto, son sustancias naturales que están presentes en todos los mamíferos y que interactúan con los receptores  $\beta$  de varios tejidos principalmente muscular. Los ejemplares tratados con estas sustancias presentan mayor porcentaje de tejido magro **(14)**.

## CARACTERISTICAS DE LOS $\beta$ -AGONISTAS

Estas sustancias tienen la ventaja de administrarse por vía oral ya que son mezclados con el alimento, por otra parte algunos de estos compuestos presentan un riesgo para la salud pública ya que dejan residuos en algunos órganos comestibles y sus efectos pueden ser tóxicos para el ser humano **(14)**. En México en un periodo de 5 años (2002-2006) se han registrado un total de 192 brotes de intoxicación por clenbuterol con un total de 1300 casos sin presentar hasta el momento defunciones **(15)**.

Las sustancias incluidas en este grupo tienen efecto sobre las proteínas y sobre los lípidos, causando cambios en la ganancia diaria de peso, consumo alimenticio y cantidad de grasa **(16)**.

Los  $\beta$ -agonistas se clasifican en naturales (adrenalina y noradrenalina) por ser sintetizados en el organismo, y sintéticos también llamados  $\beta$ -agonistas ya que se unen a los receptores  $\beta$  (17).

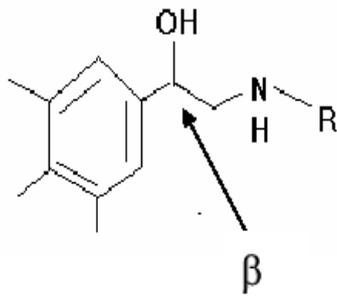
Los  $\beta$ -agonistas son modificadores metabólicos y sus efectos son mediados por la unión con los receptores  $\beta$ -1,  $\beta$ -2 y  $\beta$ -3 en el músculo y sus efectos son: aumento en el músculo, disminución de grasa y mejor conversión alimenticia.

#### MECANISMO DE ACCIÓN.

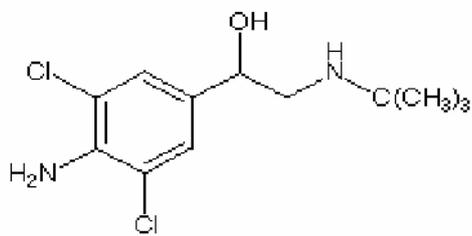
Los agonistas  $\beta$ -adrenérgicos ( $\beta$ -AR) son moléculas orgánicas que se unen a sus receptores, dando lugar al complejo agonistas-receptor, que a su vez activa a la proteína Gs. La subunidad *alfa* de la proteína Gs activa a la adenilato-ciclasa, enzima que produce el monofosfato de adenosin cíclico (AMPc), que es una de las principales moléculas de señalización intracelular. Esta molécula produce sus efectos al unirse a la subunidad reguladora de la cinasa proteínica A, para liberar la subunidad catalítica que fosforila a un buen número de proteínas intracelulares. Estas proteínas tienen papeles funcionales vitales para una variada gama de funciones que van desde permitir la entrada de  $\text{Ca}^{++}$  a la célula, hasta mediar la síntesis de proteínas clave para el funcionamiento celular (18).

Las respuestas fisiológicas se producen cuando estos agonistas  $\beta$ -AR se unen a los receptores y para el caso que nos ocupa, al receptor *beta*-adrenérgico. La administración oral de algunos agonistas  $\beta$ -AR sintéticos, modifica el crecimiento por aumento de masa muscular y disminución de la acumulación de grasa (19). Los receptores  $\beta$ -AR están presentes en la mayoría de las células de los mamíferos, aunque la distribución de los subtipos (*beta 1*, *beta 2*, *beta 3*) y la proporción de cada uno, varía entre tejidos en una especie dada (19). Por lo general, los beta 1 predominan en el corazón estimulando su inotropismo (fuerza de contracción) y en el músculo liso intestinal induciendo relajación (19), mientras que los beta 2 se les localiza en los bronquios y músculo uterino, induciendo relajación en ambos casos (20). Evidentemente, la magnitud de la actividad fisio-farmacológica de un agonista o agonista-parcial  $\beta$ -AR, dependerá de su denominada actividad intrínseca en el receptor y distribución en los tejidos blanco (18).

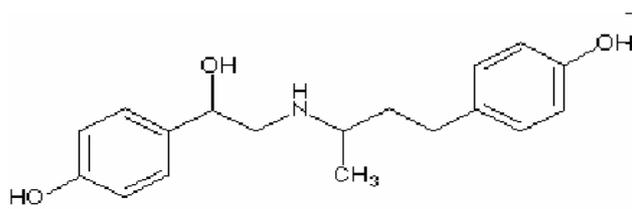
## ESTRUCTURA Y ACTIVIDAD DE LOS AGONISTAS $\beta$ ADRENÉRGICOS ( $\beta$ -AR)



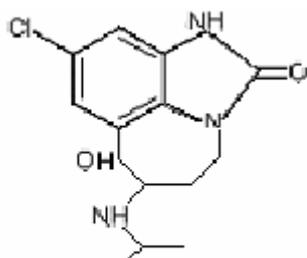
Estructura general de las fenetanolaminas



**Clenbuterol**



**Ractopamina**



**Zilbaterol**

Los compuestos  $\beta$ -AR presentan una cadena lateral (señalada como  $\beta$ ) **(19)**. Ésta puede ser levógira o dextrógira. Los compuestos comerciales presentan ambos estéreos isómeros; por tanto, tendrán actividad variable. Para algunos compuestos como clenbuterol, ractopamina y zilpaterol entre otros la parte activa es la levorrotada **(18)**.

## EFFECTOS DE AGONISTAS $\beta$ -AR

Cuando se suministra algún fármaco a dosis superiores, se tiene el riesgo de producir daño al organismo al cual se le ha suministrado, esto también aplica para los animales cuando se les han suministrado fármacos, los cuales sirven para mejorar sus características productivas a dosis promotoras de la producción o superiores. El problema del uso ilegal del clenbuterol se enfoca en los riesgos que presenta para el consumidor la ingesta de productos de origen animal contaminados con este fármaco **(18)**. Este problema no existe para los otros  $\beta$ -agonistas que tienen autorizada su venta (ractopamina, zilpaterol) **(20)** debido a que su acción broncodilatadora, vaso o cardioactiva es mucho menor que la del clenbuterol. Ya que el clenbuterol tiene un efecto cardioestimulador de aproximadamente 2 000 veces mayor que el zilpaterol **(20,21)**. Tanto la ractopamina como el zilpaterol son seguros de suministrar en animales, ya que como son de uso veterinario exclusivamente, los animales lo biotransforman rápidamente (de 12 a 24 horas), y es imposible considerar que induzcan efectos cardioestimuladores adversos o de otra índole, aún consumiendo productos de origen animal provenientes de bovinos en los que no se guardó periodo de retiro **(18)**.

No se han documentado efectos tóxicos de la ractopamina ni del zilpaterol en bovinos sobre dosificados **(20)** y, evidentemente, menos en el ser humano, tampoco se ha sospechado de un efecto tóxico por la ingesta de productos cárnicos derivados del uso de estos agentes.

En este sentido, vale la pena señalar que la concentración de residuos máxima (MRL= maximal residue limit, por sus siglas en inglés) en tejidos o en leche de un medicamento y sus metabolitos se calcula a partir de la ingesta diaria admisible (ADI = admisible daily intake, por sus siglas en inglés), utilizando como factor de alimento diario ingerido

un total de 300 g de carne, 300 g de grasa, 300 g de vísceras, dos huevos y un litro de leche **(18)**.

El clenbuterol logra un efecto ligeramente cardioestimulador y broncodilatador a una dosis de solo 20mcg en el ser humano, para obtener ese mismo efecto con zilpaterol necesitaríamos una dosis de 40 mg; esto es, 2000 veces más en virtud de que el zilpaterol es mucho menos potente que el clenbuterol. Es importante señalar, sin embargo, que organismos como el *Codex Alimentarius* de la FAO, aún no han aprobado cuál es el MRL **(22)** para el clenbuterol. El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios **(23)** recomendó los siguientes MRL de clenbuterol para los bovinos: 0.2 mcg/Kg. en el músculo y la grasa, 0.6 mcg/Kg. en el hígado y los riñones y 0.05 mcg/litro de leche. A partir de estos valores de MRL, la ingesta máxima diaria sería de 0.235mcg, sobre una base de consumo diario de alimento de 300g de músculo, 100 g de hígado, 50 g de riñón y grasa y 1.5 l de leche.

Para el caso de clenbuterol, el zilpaterol y la ractopamina, el fármaco original es el residuo marcador constituyendo el único residuo de importancia sanitaria, por lo que se considera a lo encontrado como el 100% de los residuos totales en el músculo, la grasa y la leche algo similar sucede en otras especies, como el pavo **(18)**. En lo referente a residuos de ractopamina en hígado con un tiempo de retiro, denominado “cero” (que en realidad es de 12 horas), se ha informado que es igual o inferior a 0.013ppm. Este valor es inferior al MRL, que es de 0.015ppm **(19)**.

De acuerdo con diferentes autores los efectos de los agonistas  $\beta$ -AR son mucho menores en aves, en cerdos son intermedios y en ovinos y bovinos son mucho mayores, la explicación probable de estas diferencias puede ser que algunas especies se han seleccionado de manera tan intensiva en su velocidad de crecimiento, que tendrán menor potencial para aumentar el crecimiento debido, a que ya están muy próximas al máximo potencial de crecimiento biológico. O tal vez sea por la afinidad que tienen los agonistas hacia los receptores  $\beta$ , o a la unión del complejo agonista-receptor, al sistema transductor de señales, o ha factores que influyen el transporte del fármaco a los sitios del receptor y, finalmente es posible que determinada especie tenga un número limitado de receptores  $\beta$ -AR en tejidos blanco, reduciendo la respuesta al agonista **(18)**.

El efecto más evidente de la administración oral de los agonistas  $\beta$ -AR en el ganado, cerdos y ovinos, es el aumento en la masa muscular. En condiciones fisiológicas el crecimiento postnatal de músculo esquelético es resultado primario de una hipertrofia y se reconoce que un aumento de la síntesis proteínica muscular y una disminución en la degradación de proteína muscular o una combinación de ambos producen aumento de la masa muscular **(18)**. Los agonistas  $\beta$ -AR pueden incrementar el flujo sanguíneo a ciertas regiones del cuerpo. Este aumento permite el proceso de hipertrofia en el músculo esquelético al transportar mayores cantidades de nutrientes y fuentes de energía para la síntesis de proteína.

Otra de las principales acciones de los agonistas  $\beta$ -AR orales es la disminución en la cantidad de grasa en la canal. Se ha demostrado *in Vitro* la degradación de triacilgliceroles en adipocitos y la inhibición de la síntesis de ácidos grasos y de triacilglicerol. En algunos casos, aunque no en todos, después de la administración prolongada (de 28 a 42 días) de un agonista, el tejido adiposo de los animales presenta una actividad lipolítica aumentada, una actividad lipogénica disminuida, o ambas **(18)**.

#### PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS DE AGONISTAS $\beta$ -ADRENÉRGICOS EN PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL.

Al administrar clenbuterol se recomienda un tiempo de retiro de cuatro semanas a una dosis convencional para mejorar el rendimiento en canal, pero esto no sucede con ractopamina ni con zilpaterol, ya que para ambos, su eliminación es mucho más rápida, por la ausencia de cloro en el grupo cíclico, que facilita su biotransformación y excreción **(18)**.

Se calcula que para ractopamina las concentraciones del fármaco se reducen en tan sólo 24-48 horas y los metabolitos disminuyen a niveles inferiores a la ADI, siendo la conjugación glucurónida la principal forma de biotransformación. Sin embargo, durante la administración de ractopamina se encuentran en la orina concentraciones de 44-473ng/ml y esta se sigue detectando hasta las dos semanas posteriores al final de su administración. A pesar de esto último la FDA le ha concedido un tiempo de retiro de

cero días en virtud del nivel de no efecto (NOEL= No Effect Level, por sus siglas en inglés) tan alto que se ha derivado de estudios de toxicidad **(18)**.

Para el caso del zilpaterol, el tiempo de retiro autorizado es de 2 a 3 días dependiendo del país donde este se emplee **(18)**. Pero, goza de la misma seguridad que la ractopamina, con un NOEL muy elevado. No cabe duda que es un error comparar clenbuterol con ractopamina o zilpaterol dado el potencial de toxicidad tan distinto que hay entre uno y otro. Es entonces evidente que el clenbuterol debe de tener un tiempo de retiro de un mes aproximadamente mientras que la ractopamina y el zilpaterol su tiempo de retiro es de cero días.

En estos últimos años, la ciencia y la tecnología han avanzado en forma sorprendente y preocupados por el bienestar y la salud humana, han puesto especial interés en la elaboración de nuevos productos para dichos fines, dando como resultado entre otros; el clorhidrato de ractopamina y el clorhidrato de zilpaterol los cuales han sido aprobados y autorizados para su venta tanto en los Estados Unidos (FDA) como en México (SAGARPA).

Clorhidrato de Ractopamina.

El clorhidrato de ractopamina (Optaflexx 100<sup>R</sup> Elanco) tiene el número de registro en México. SAGARPA. No. Q-1807-043, el laboratorio nos hace referencia que es un ingrediente alimenticio para ganado bovino que se proporciona en los últimos 28 a 42 días de la etapa de finalización, este es adicionado por vía oral, incrementa la ganancia diaria de peso, mejora la conversión alimenticia, incrementa el rendimiento de carne manteniendo el sabor natural, la suavidad y la jugosidad de la misma sin afectar la calidad y el marmoleo de la carne y puede ser utilizado tanto en hembras como en machos de engorda destinados a la producción de carne .

Según el laboratorio ofrece las siguientes ventajas:

- No afecta consumo de materia seca.
- No afecta el marmoleo.
- Apoyado por 233 estudios de investigación.

- Aprobado en EUA por FDA-Primero en su clase.
- Seguro en todas las fases de la cadena alimenticia.
- No afecta la calidad de la carne.
- Mejor conversión al final del periodo de engorda.

La producción de carne reportada de unos años atrás a la fecha mantiene un ritmo creciente y en la actualidad se están sacrificando a nivel nacional mas de 3.5 millones de cabezas de ganado.

Día a día la industria se va haciendo mucho más competitiva y se necesita la implementación de nuevas tecnologías y estrategias que permitan ser más eficiente en la industria de la carne bovina proporcionando productos que añadan valor así como estrategias de manejo necesarias para que los productores incrementen su rentabilidad.

La industria del ganado bovino tiene un producto nuevo que puede mejorar los rasgos de la canal (el sabor natural, la terneza y la jugosidad de la carne), también aumenta la cantidad de peso vivo, la conversión alimenticia y la producción de carne, es un beta adrenérgico (no es un antibiótico, ni esteroide u hormona) gana del 3 a 5% más en su peso sin aumentar su ingesta. Lo que es interesante sobre el producto es que si se suministra este aditivo en un plazo mayor al establecido (de 28 a 42 días) ya no es eficaz, “al principio hay una enorme respuesta, le sigue una meseta y posteriormente hay un retraso”. La grasa subcutánea a la altura de la doceava costilla no es afectada por el tratamiento y no cambia el marmoleo de la canal, ni la madurez esquelética.

#### Clorhidrato de Zilpaterol

El clorhidrato de zilpaterol tiene el registro No. Q-0273-205 ante SAGARPA. (Zilmax<sup>R</sup> Intervet) **(24)**. Este producto es altamente hidrosoluble **(25)**, tiene buena absorción en el cuerpo del animal y se elimina rápidamente en la orina. Su biodisponibilidad es del 50%. Los órganos blanco son el hígado y el riñón principalmente, con un máximo de residuos de 50%, y tiene muy bajas concentraciones en músculo y tejido adiposo. Las

investigaciones en animales de laboratorio (ratas, cuyos y perros) indicaron que el compuesto no tiene efectos teratogénicos.

Durante la década de los 80s y principios de los 90s se iniciaron en Francia, y Sudáfrica las primeras evaluaciones del efecto de este compuesto sobre la respuesta productiva (consumo de materia seca, ganancia diaria de peso, y conversión alimenticia) de bovinos productores de carne. En estos estudios se demostró que el producto mejoró la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia sin modificar el consumo de materia seca en los animales que recibieron el tratamiento. De la misma forma, fue evidente que el compuesto tiene una actividad beta adrenérgica marcada al mejorar el depósito de masas musculares en los animales tratados.

Al evaluar el efecto de la administración de zilpaterol en novillos y vaquillas en etapa de finalización a nivel comercial se observaron mejores ganancias de peso de 12.2 a 14.8% y no hubo cambio en el consumo de alimento **(26)**.

Se reportan incrementos en el peso de la canal caliente y en frío, rendimiento de la canal y área del ojo de la chuleta al incluir clorhidrato de zilpaterol en novillos comerciales. En cuanto a nivel de grasa no se observó diferencia significativa. A nivel comercial se reportó que vaquillas tratadas con clorhidrato de zilpaterol mejoraron el rendimiento de la canal en 1.38 y 2.11%, en el ojo de la costilla se mejoró 8.38%; en cuanto a la adición con zilpaterol en novillos. El mismo autor reportó que el rendimiento en canal caliente y en frío se mejoró 1.75 y 1.77%, el área del ojo de la costilla en 15.31% mientras que el grosor de la grasa disminuyó **(26)**.

Se evaluó el efecto de la adición de clorhidrato de zilpaterol en dietas para finalización de novillos de Cebú x Charolais x Angus, y se observó un incremento de 26.8% en ganancia de peso, sin efecto sobre el consumo de alimento **(26)**.

Se encontró que los novillos tratados con zilpaterol tuvieron un incremento relativo en la ganancia de peso de un 3.1%, así como canales más pesadas y magras en comparación con el grupo testigo y concluyeron que el empleo del zilpaterol en el alimento en bovinos cebuinos propició un incremento en la ganancia de peso de los animales y en su rendimiento en canal, produciendo canales mas magras **(27)**.

Barajas (1998) evaluó la adición de clorhidrato de zilpaterol por tonelada de alimento durante los últimos 30 días de la engorda, y no se observó efecto alguno en el consumo de alimento, aunque el peso final de los animales se incrementó en 5.5% además de mejorarse en un 25% la ganancia diaria de peso y así mismo la conversión alimenticia con respecto al testigo **(28)**.

La necesidad que se tiene en la actualidad por producir carne en un menor tiempo y con menor cantidad de grasa, ha propiciado que la investigación haya lanzado nuevos productos para satisfacer dichas exigencias, estos productos son los beta-adrenérgicos.

### **3 OBJETIVOS**

Evaluar los cambios obtenidos por el suministro de clorhidrato de ractopamina y clorhidrato de zilpaterol sobre las características productivas de los animales producto de este estudio.

- Evaluar la ganancia de peso utilizando dos beta-adrenérgicos.
  
- Medir el consumo de alimento utilizando dos beta-adrenérgicos.
  
- Medir la cantidad de grasa subcutánea utilizando dos beta-adrenérgicos.

## **4 MATERIAL Y MÉTODOS.**

Metodología.

Este trabajo se realizó en un rancho ubicado en el Municipio el Marqués, Santiago de Querétaro, con una altitud de 2 350 a 2 980 Msnm, la temperatura promedio anual es de 17.2°C y la precipitación pluvial media anual es de 540.4 mm. **(29)**.

### **Animales Utilizados**

Se tomaron 183 animales en etapa de finalización con características similares en cuanto a edad, tipo racial, condición y peso, sexo (macho) y manejo (desparasitación, vacunación y se implantaron. con acetato de trenbolona, y 17β estradiol.

### **Diseño experimental**

Se formaron tres grupo: Grupo testigo con 62 animales (GT), el grupo suministrado con 20 ppm de clorhidrato de ractopamina con 60 animales (GR) y el grupo suministrado con 6 ppm de clorhidrato de zilpaterol con 61 animales (GZ). Los tratamientos fueron suministrados en el alimento los últimos 30 días de la engorda con un tiempo de retiro de 3 días, las inclusiones se hicieron en una premezcla con 15 Kg. de sorgo, sustituyendo los 15 Kg. de la cantidad correspondiente al trigo rolado. La ración fue la misma para los tres grupos que consistió en: Trigo rolado 56.7%, semilla de algodón 4.8%, subproductos de frituras 11%, melaza 8%, sebo 4%, forraje 7%, alfalfa 7% y minerales 1.5%.

Como el clorhidrato de ractopamina y el clorhidrato de zilpaterol son sales, se adicionaron en el alimento, por lo tanto la vía de administración de estos aditivos es oral.

El alimento que se dió a cada grupo fue pesado antes de servirlo. Los animales fueron aretados y pesados individualmente tanto inicio como al final del trabajo para obtener el peso promedio de cada grupo.

Sacrificados todos los animales en estudio, se les midió el espesor de la grasa a nivel subcutáneo en el dorso del costillar entre la 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costilla con un calibrador tipo vernier.

### **Estadística**

La ganancia de peso, el consumo de alimento y el espesor de la grasa subcutánea de los tratamientos de los tres grupos fueron analizados por la prueba de Análisis de Varianza (ANDEVA) bajo un arreglo totalmente aleatorizado y las diferencias entre medias fueron determinadas por una prueba de Tukey DVS. **(30)**.

## 5 RESULTADOS

El cuadro 1 presenta los resultados con relación a la ganancia de peso y se obtuvieron: (GT) aumentó 36 kg.± 7.2, (GR) 44.1kg. ± 5.2 y (GZ) 39.6 kg.± 5.6 teniendo una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ).

**Cuadro 1.**

Ganancia total de peso de los animales en etapa de finalización motivo de este trabajo.

	GT	GR	GZ
Número de animales	62	60	61
Peso inicial, Kg.	423.1	424.5	427.3
Peso final, Kg.	459.1	468.6	466.9
Ganancia total de peso Kg.	36.0 <sub>a</sub>	44.1 <sub>b</sub>	39.6 <sub>c</sub>
Ganancia diaria de peso kg.	1.20 <sub>a</sub>	1.47 <sub>b</sub>	1.32 <sub>c</sub>

Literales diferentes hay diferencia significativa ( $P < 0.05$ ).

GT= Grupo testigo; GR= Grupo clorhidrato de ractopamina;

GZ= Grupo clorhidrato de zilpaterol

El cuadro 2 presenta los resultados que en consumo de alimento se obtuvieron: (GT) consumo 11.02 kg, (GR) 11.05 kg .y (GZ) 11.17kg de materia seca, en los tres grupos se observa que no hay diferencia significativa ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 2.**

Consumo de alimento de los animales en etapa de finalización motivo de este trabajo.

	GT	GR	GZ
Número de animales	62	60	61
Consumo M.S., Kg.	11.02 <sub>a</sub>	11.05 <sub>a</sub>	11.17 <sub>a</sub>

Literales iguales no hay diferencia significativa ( $P > 0.05$ ).

GT= Grupo testigo; GR= Grupo clorhidrato de ractopamina;

GZ= Grupo clorhidrato de zilpaterol

El cuadro 3 presenta los resultados que en cantidad de grasa subcutánea se obtuvieron: (GT) 1.13cm.  $\pm 0.1$  (GR) 1.06cm.  $\pm 0.1$  y (GZ) 1.08cm.  $\pm 0.1$  de espesor de grasa en los tres grupos se observa que no hay diferencia significativa ( $P > 0.05$ ).

### Cuadro 3.

Cantidad de grasa subcutánea de los animales en etapa de finalización motivo de este trabajo.

	GT	GR	GZ
Número de animales	62	60	61
Cantidad de grasa.	1.13 <sub>a</sub>	1.06 <sub>a</sub>	1.08 <sub>a</sub>

Literales iguales no hay diferencia significativa ( $P > 0.05$ ).

GT= Grupo testigo; GR= Grupo clorhidrato de ractopamina;

GZ= Grupo clorhidrato de zilpaterol

El único dato donde se encontró que si hay una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) es en el que corresponde a ganancia de peso mientras que para los resultados de consumo de alimento y espesor de la grasa subcutánea no hay diferencia significativa ( $P > 0.05$ ).

## ***6 DISCUSIÓN***

Día a día la industria de la carne bovina se va haciendo mucho más competitiva y se necesita la implementación de nuevas tecnologías y estrategias que permitan ser más eficientes.

Bajo el siguiente contexto y teniendo en cuenta lo que se ha expuesto en este trabajo, es justo señalar que todos estos productos aun perteneciendo a la misma familia, la de los beta adrenérgicos son tan distintos entre ellos que no se puede tratar de igual manera.

El clenbuterol no es tan malo como se le ha satanizado puesto que se le usa en medicina tanto humana como veterinaria desde hace más de 50 años y se emplea en seres humanos con éxito, lo mismo en adultos como en niños como broncodilatador, también se usa en mujeres embarazadas como tocolítico para combatir amenazas de aborto, todo esto con excelentes resultados.

Para la ractopamina y el zilpaterol el tiempo de retiro es de cero días y a dosis recomendadas por los fabricantes es casi imposible que haya riesgo alguno para los consumidores, aún existiendo sobredosificación en los animales.

En cuanto a Ractopamina específicamente, se proporciona en los últimos 28 a 42 días de la etapa de finalización, en estudios recientes se reporta que incrementa la ganancia diaria de peso, mejora la conversión alimenticia, incrementa el rendimiento de carne, no afecta consumo de materia seca, la grasa subcutánea a la altura de la doceava costilla no es afectada por el tratamiento y es seguro en todas las fases de la cadena alimenticia

Mientras que los resultados con zilpaterol obtenidos en Francia, y Sudáfrica acerca del efecto de este compuesto sobre la respuesta productiva demostraron que el producto mejoró la ganancia diaria de peso desde 3.1 hasta 26.8%, así como la conversión alimenticia, sin modificar el consumo de materia seca, además se reporta que no se observó diferencia significativa y hasta disminuyó la cantidad de grasa subcutánea produciéndose canales más magras y pesadas y también favorece el aumento de masas musculares en los animales tratados.

Los resultados que se obtuvieron fueron: (GR) 44.1 Kg. Vs. (GT) 36 Kg. en lo que respecta a ganancia de peso en 30 días que es un 22.5% sobre el testigo. Elanco reporta que aumenta de un 3 a un 5 % de peso. El mismo autor reporta que la grasa a nivel subcutáneo no es afectada, mientras que en el presente trabajo se obtuvo 0.07 cm. menos que el testigo, y en cuanto a consumo de alimento se coincide con este autor que no hay resultados representativos, también informa que aumenta la ganancia diaria de peso sin especificar cuanto, y en lo que respecta a la grasa subcutánea y consumo de alimento no reporta dato alguno.

Por lo que concierne a (GZ) su incremento de peso fue de 39.6 Kg. Vs. (GT) 36 Kg. en el mismo plazo, mostrando un incremento porcentual de 10% con respecto al grupo T, la literatura arroja varios resultados Torres y Verdiguél dicen que dando zilpaterol tuvieron como resultado en novillos y vaquillas un incremento de peso de 12.2 a 14.8% y que no tuvo cambio en el consumo de alimento. En otro estudio, también de Torres y Verdiguél **(26)** arrojó que novillos de Cebú x Charolais x Angus incrementaron su peso en un 26.8% en lo que respecta a ganancia de peso y no hubo efecto alguno en el consumo de alimento. En un estudio hecho en Yucatán **(27)** se vió que el aumento de peso fué tan solo del 3.1% y en cuanto al consumo y grasa subcutánea no hay reporte. Y en el último reporte Barajas y Virgilio **(28)** refieren que los animales tuvieron un incremento de peso de 5.5% y no hubo cambio en el consumo de alimento.

## **7 CONCLUSIÓN**

En relación a ganancia diaria de peso, espesor de grasa subcutánea y consumo de alimento, podemos concluir que con la utilización de clorhidrato de ractopamina y clorhidrato de zilpaterol los animales presentan una diferencia significativa con respecto al grupo testigo únicamente en ganancia de peso.

En lo que concierne a la ganancia de peso los animales tratados con clorhidrato de ractopamina obtuvieron 8.1 Kg más, mientras que los ejemplares tratados con clorhidrato de zilpaterol ganaron 3.6 Kg. ambos con respecto al testigo en el periodo de 30 días que duro la prueba, dichos resultados muestran que si hay diferencia significativa con respecto al testigo, por lo tanto se pueden utilizar tanto clorhidrato de zilpaterol, como el clorhidrato de ractopamina, siendo este último mejor.

En cuanto a la grasa subcutánea y consumo de alimento no se encontró diferencia significativa, para ninguno de los tratamientos.

## 8 ANEXOS

**Tabla 1.**  
Ganancia de peso de los animales del GRUPO T.

ANIM.NU	P. INICIAL	PESO FINAL	diferencia	ANIM.NUM	P.INICIAL	PESO FINAL	Diferencia Kg
1	428	456	28	32	401	437	36
2	414	457	43	33	423	466	43
3	403	445	42	34	442	482	40
4	423	467	44	35	442	483	41
5	422	459	37	36	425	475	50
6	421	447	26	37	446	477	31
7	420	459	39	38	424	467	43
8	423	478	55	39	437	476	39
9	420	457	37	40	430	468	38
10	428	462	34	41	438	463	25
11	419	456	37	42	426	455	29
12	418	452	34	43	442	479	37
13	420	446	26	44	426	461	35
14	417	449	32	45	424	452	28
15	416	438	22	46	444	486	42
16	422	466	44	47	427	455	28
17	415	447	32	48	433	468	35
18	415	451	36	49	427	452	25
19	414	443	29	50	433	470	37
20	414	449	35	51	438	478	40
21	413	451	38	52	432	475	43
22	411	444	33	53	425	479	54
23	409	446	37	54	427	475	48
24	409	448	39	55	438	469	31
25	407	433	26	56	423	454	31
26	424	466	42	57	435	461	26
27	415	453	38	58	428	453	25
28	408	432	24	59	435	469	34
29	405	439	34	60	436	473	37
30	407	446	39	61	420	456	36
31	400	440	40	62	428	469	41
					PROM 423.1	PROM 459.1	PROM 36.0

Fuente: Sergio Cervera Ocampo (SCO)

**Tabla 2.**  
Ganancia de peso de los animales del GRUPO R.

ANIM.NUM.	P. INICIAL	PESO FINAL	diferencia	ANIM.NUM.	P. INICIAL	PESO FINAL	Diferencia Kg
1	424	468	44	31	416	463	47
2	429	469	40	32	427	468	41
3	423	470	47	33	429	469	40
4	421	461	40	34	408	469	61
5	435	471	36	35	427	472	45
6	407	451	44	36	420	463	43
7	407	457	50	37	440	475	35
8	440	486	46	38	438	481	43
9	409	449	40	39	437	480	43
10	426	468	42	40	430	477	47
11	424	469	45	41	400	451	51
12	436	472	36	42	415	462	47
13	409	453	44	43	416	464	48
14	405	444	39	44	423	469	46
15	424	464	40	45	422	472	50
16	427	472	45	46	433	476	43
17	435	478	43	47	432	472	40
18	438	479	41	48	427	472	45
19	426	466	40	49	436	474	38
20	431	468	37	50	432	473	41
21	409	444	35	51	429	471	42
22	412	461	49	52	439	486	47
23	417	468	51	53	443	489	46
24	418	459	41	54	432	480	48
25	437	487	50	55	420	473	53
26	440	483	43	56	414	459	45
27	438	482	44	57	417	466	49
28	436	470	34	58	410	461	51
29	409	455	46	59	418	473	55
30	412	459	47	60	436	474	38
					PROM 424.5	PROM.468.6	PROM 44.1

Fuente: (SCO)

**Tabla 3.**

Ganancia de peso de los animales del GRUPO Z.

ANIM.NUM.	P. INICIAL	PESO FINAL	diferencia	ANIM.NUM.	P.INICIAL	PESO FINAL	Diferencia Kg
1	427	467	40	32	437	478	41
2	436	477	41	33	438	478	40
3	427	462	35	34	425	466	41
4	423	459	36	35	422	470	48
5	429	467	38	36	410	452	42
6	446	485	39	37	428	469	41
7	459	498	39	38	410	461	51
8	419	462	43	39	433	459	26
9	415	456	41	40	446	491	45
10	421	463	42	41	412	466	54
11	409	447	38	42	423	442	19
12	428	462	34	43	443	488	45
13	431	470	39	44	402	444	42
14	428	466	38	45	431	473	42
15	426	462	36	46	420	461	41
16	436	472	36	47	419	458	39
17	442	482	40	48	424	466	42
18	422	459	37	49	403	449	46
19	418	453	35	50	437	481	44
20	409	449	40	51	453	486	33
21	433	476	43	52	427	459	32
22	448	484	36	53	429	472	43
23	441	483	42	54	435	466	31
24	453	497	44	55	419	454	35
25	408	451	43	56	426	453	27
26	426	472	46	57	439	482	43
27	429	470	41	58	425	467	42
28	436	479	43	59	436	477	41
29	439	481	42	60	409	448	39
30	417	456	39	61	412	452	40
31	412	446	34				
					PROM. 427.3	PROM.466.9	PROM 39.6

Fuente: (SCO)

**Tabla 4.**  
Consumo de alimento.

Día número	Grupo T (Kg.)	Grupo R (Kg.)	Grupo Z (Kg.)
1 al 7	660	640	660
8 al 14	675	655	670
15 al 21	685	665	680
22 al 28	700	675	700
29 al 33	700	680	705
Total	22540	21870	22495

Fuente: (SCO)

**Tabla 5.**

Cantidad de grasa subcutánea de los animales del GRUPO T.

ANIM. NUM.	Grasa en cm.	ANIM. NUM.	Grasa en cm.
1	1.2	32	1.1
2	1.1	33	1.1
3	1.0	34	1.2
4	1.1	35	1.2
5	1.1	36	1.1
6	1.1	37	1.2
7	1.1	38	1.1
8	1.1	39	1.2
9	1.1	40	1.2
10	1.1	41	1.2
11	1.1	42	1.1
12	1.1	43	1.2
13	1.1	44	1.1
14	1.1	45	1.1
15	1.1	46	1.2
16	1.1	47	1.2
17	1.1	48	1.2
18	1.1	49	1.2
19	1.1	50	1.2
20	1.1	51	1.2
21	1.1	52	1.2
22	1.1	53	1.1
23	1.1	54	1.2
24	1.1	55	1.1
25	1.1	56	1.2
26	1.1	57	1.2
27	1.1	58	1.2
28	1.1	59	1.2
29	1.1	60	1.2
30	1.1	61	1.0
31	1.1	62	1.1
			Prom 1.13

Fuente: (SCO)

**Tabla 6.**

Cantidad de grasa subcutánea de los animales del GRUPO R.

ANIM. NUM	Grasa en cm.	ANIM. NUM.	Grasa en cm.
1	1.1	31	1.0
2	1.0	32	1.1
3	1.1	33	1.0
4	1.0	34	1.0
5	1.1	35	1.1
6	1.0	36	1.0
7	1.0	37	1.1
8	1.1	38	1.1
9	1.0	39	1.1
10	1.1	40	1.1
11	1.0	41	1.1
12	1.1	42	1.0
13	1.0	43	1.0
14	1.0	44	1.1
15	1.0	45	1.1
16	1.1	46	1.1
17	1.1	47	1.1
18	1.1	48	1.1
19	1.0	49	1.1
20	1.1	50	1.1
21	1.0	51	1.1
22	1.0	52	1.1
23	1.1	53	1.1
24	1.0	54	1.1
25	1.1	55	1.1
26	1.1	56	1.0
27	1.1	57	1.0
28	1.1	58	1.0
29	1.0	59	1.1
30	1.0	60	1.1
			PROM 1.06

Fuente: (SCO)

**Tabla 7.**

Cantidad de grasa subcutánea de los animales del GRUPO Z.

ANIM. NUM.	Grasa en cm.	ANIM. NUM.	Grasa en cm.
1	1.1	31	0.9
2	1.1	32	1.1
3	1.1	33	1.1
4	1.0	34	1.1
5	1.1	35	1.1
6	1.2	36	1.0
7	1.3	37	1.1
8	1.1	38	1.1
9	1.0	39	1.1
10	1.1	40	1.2
11	1.0	41	1.1
12	1.0	42	0.9
13	1.1	43	1.1
14	1.1	44	0.9
15	1.1	45	1.1
16	1.1	46	1.1
17	1.1	47	1.0
18	1.1	48	1.1
19	0.9	49	1.0
20	0.9	50	1.1
21	1.1	51	1.2
22	1.2	52	1.0
23	1.3	53	1.2
24	1.2	54	1.2
25	0.9	55	1.0
26	1.1	56	1.0
27	1.1	57	1.2
28	1.1	58	1.1
29	1.1	59	1.2
30	0.9	60	1.0
		61	1.0
			Prom 1.08

Fuente: (SCO)

**Tabla 8.**

Resumen de los datos obtenidos.

Grupo	Testigo	Ractopamina	Zilpaterol
Número de animales	62	60	61
Días de tratamiento	0	30	30
Peso inicial, Kg.	423.1	424.5	427.3
Peso final, Kg.	459.1	468.6	466.9
Ganancia total de peso Kg.	36.0	44.1	39.6
Ganancia diaria de peso	1.20	1.47	1.32
Consumo M.S., Kg.	11.02	11.05	11.17
Conversión alimenticia	9.18	7.51	8.47
Días de retiro	0	3	3
Espesor de grasa	1.13	1.06	1.08

Fuente: (SCO)

## 9 BIBLIOGRAFIA

- 1) Gallardo NJL. 2002. Situación actual de la producción de carne de cerdo y bovino en México. En: Memorias primer Simposium Internacional sobre  $\beta$ -agonistas y su uso en Medicina Veterinaria. México D.F. Pp 6-18.
- 2) SAGARPA. 2000. Situación y Perspectiva de la Producción de Carnes en México. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/FTP/carne>. Consultada el 16 de enero de 2008.
- 3) SAGARPA. 2005. CNA CARNE RES. Estimación del Consumo Nacional Aparente. Disponible en: [www.sagarpa.gob.mx/Dgg/CNAbov.htm](http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/CNAbov.htm). Consultada el 16 de enero de 2008.
- 4) SAGARPA. 2000. Situación Actual y Perspectiva de la Producción Anual de Huevo para Plato en México. Disponible en : <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/Publicaciones/Archivos/Huevo90-00>. Consultada el 16 de enero de 2008.
- 5) SAGARPA 2006. “La producción de carnes en México y sus perspectivas 1990-2000. Disponible en: [www.sagarpa.gob.mx/Dgg/estudio/carne](http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/estudio/carne). Consultada el 20 de mayo de 2008
- 6) Presentación del Programa Alianza para el Campo de Campeche. 1996. Disponible en: [zedillo.presidencia.gob.mx/pages/disc/feb96/08feb96.html](http://zedillo.presidencia.gob.mx/pages/disc/feb96/08feb96.html). Consultada el 18 de enero de 2008.
- 7) SAGARPA. 2004. Situación Actual y Perspectiva de la Producción de Carne de Bovino. Disponible en: [www.sagarpa.gob.mx/Dgg/estudio/sitbov04.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/estudio/sitbov04.pdf) .Consultada el 30 de enero de 2008.
- 8) Luna ME, Albarrán DM. SAGARPA. 2006. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de bovino en México 2006. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg>. Consultada el 16 de mayo de 2008.

- 9) SAGARPA. 2000. Situación y Perspectivas de la Producción de Carne de Porcino en México 1990-1998. Disponible en:  
[www.sagarpa.gob.mx/Dgg/estudio/sitpor99.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/estudio/sitpor99.pdf) Consultada el 07 de marzo de 2008.
- 10) González PE. 2002. Perspectivas de los Sistemas Intensivos de Producción Pecuaria en México: Producción de Carne de Vacuno. En: Memorias Primer Simposium Internacional sobre  $\beta$ -agonistas y su uso en Medicina Veterinaria. México D F. Pp 19-38.
- 11) Cajal MC, Alvarez CAR. 2002. El Lado Positivo del uso del Clenbuterol en la Ganadería, como Broncodilatador y Tocolítico. En: Memorias Primer Simposium Internacional sobre  $\beta$ -agonistas y su uso en Medicina Veterinaria. México D. F. Pp 19-38.
- 12) Olivares PR. Peña V. 1995. Evaluación de un  $\beta$ -agonista Adrenérgico (clenbuterol) en el Periodo de Engorda de Conejos. Tesis profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México 60p.
- 13) Timmerman H. 1987.  $\beta$  –adrenergics: Physiology, Pharmacology, Applications, Structures and Structure-Activity Relation Ships. In: J. P. Hanrahan (ed.). Beta-agonists and their Effects on Animal Growth and Carcass Quality. Elsevier Applied Science. London.
- 14) Cartanetif. 2006.  $\beta$ -Agonistas Adrenérgicos, Calidad de la Carne y Salud Pública. Publicación Oficial de la CARTANETIF. Asociación Nacional de Establecimientos Tipo Inspección Federal, A.C. Año 5, Numero 20, Mayo Junio. 12p.
- 15) Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Número 18 Volumen 24 Semana 18 de 29 de abril al 5 de mayo. Disponible en:  
[www.dgepi.salud.gob.mx/boletin/2007/sem18/pdf/edit1807.pdf](http://www.dgepi.salud.gob.mx/boletin/2007/sem18/pdf/edit1807.pdf) Consultada el 03 de Junio de 2008.

- 16) Bohorov VO. 1995. Promotores de Crecimiento Animal. Los  $\beta$ -agonistas Adrenérgicos y su Efecto Sobre el Crecimiento de Corderos y las Características de la Canal. Tópicos Actuales sobre Nutrición y Alimentación de Ovinos en Engorda. Congreso AMENA. Universidad Autónoma Chapingo. Pp 135-141.
- 17) Jiménez HJA. 2004. Efecto de un  $\beta$ -agonista (Clorhidrato de Ractopamina), en la Producción y Consumo de Carne de Bovino. Tesis Profesional Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo.
- 18) Sumano LH; Ocampo CL; Gutiérrez OL. 2002. Clenbuterol y otros  $\beta$ -agonistas, ¿una opción para la actividad pecuaria o un riesgo para la salud pública? Veterinaria México. Abr/Jun Volumen 33 (2).
- 19) Artículos de Revisión. 2004. Disponible en:  
[www.fmvz.unam.mx/fmvz/revvetmex/a2002/rmv33n2/rvm33206](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/revvetmex/a2002/rmv33n2/rvm33206). Consultada el 28 de febrero de 2008
- 20) Artículos de Revisión. 2002. Disponible en:  
[www.cucba.udg.mx/new/publicaciones/salud\\_publica/boletin23](http://www.cucba.udg.mx/new/publicaciones/salud_publica/boletin23). Consultada el 28 de febrero de 2008
- 21) Sumano LH; Ocampo CL; Gutiérrez OL. 2002. Clenbuterol y otros  $\beta$ -agonistas, ¿una opción para la actividad pecuaria o un riesgo para la salud pública? Veterinaria México. Abr/Jun Volumen 33 (2). Disponible en:  
[www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-2002/vm022f.pdf](http://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-2002/vm022f.pdf) Consultada el 28 de febrero de 2008.
- 22) Comision del Codex Alimentarius. 1999. Disponible en:  
[www.codexalimentarius.net/web/standard\\_list.do?lang=es](http://www.codexalimentarius.net/web/standard_list.do?lang=es) Consultada el 15 de enero de 2008.

- 23) Alimentación Nutrición y Agricultura. 1991. Disponible en:  
<http://www.fao.org/docrep/U5900t/u5900t0b.htm> Consultada el 24 de octubre de 2007.
- 24) Senado de la Republica –Gaceta Parlamentaria. 2004. Disponible en:  
[www.senado.gob.mx/gace2.php?sesion=2004/06/09/1&documento=8](http://www.senado.gob.mx/gace2.php?sesion=2004/06/09/1&documento=8) Consultada el 10 de marzo de 2008.
- 25) BOLETIN VETERINARIO DE INTERVET, 2005.
- 26) Torres GSL, Verdiguél MP. Efecto de implantar y/o Suplementar con BETA-agonistas en la Finalización de Ganado Bovino. Tesis de Licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México
- 27) Castellanos RAF, Rosado RLA, Chel GLAJ, y Betancur ADA. 2006. Empleo del Zilpaterol en Novillos con Alimentación Intensiva en Yucatán, México. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. Volumen 14, número 2. Pp56-59.
- 28) Barajas CR, Virgilio AR, Contreras OG, Moneares POR. 1998. Efecto del Clorhidrato de Zilpaterol (zilmax) sobre la Respuesta Productiva de Toretos Cebú Finalizados en Trópico Escoñe: XXXVI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Querétaro. 293p.
- 29) García, E. 1973. Modificaciones Al Sistema De Clasificación Climático De KOPPEN. Instituto De Geografía, Universidad Nacional Autónoma De México. México. Pp 33.
- 30) Daniel WW. 2002. Bioestadística base para el análisis de las ciencias de la salud. Editorial Limusa S.A. de C.V.. Pp 295-394.