

EFFECTO DEL B-AGONISTA (Clorhidrato de Zilpaterol)
SOBRE LA CALIDAD Y EL RENDIMIENTO EN CANAL
DE VAQUILLAS SOMETIDAS A UNA
ENGORDA INTENSIVA

EDUARDO PRECIADO GONZALEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS
EN PRODUCCION ANIMAL



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

SEPTIEMBRE DE 1998

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCION DE POSTGRADO

EFFECTO DEL B-AGONISTA (CLORHIDRATO DE ZILPATEROL) SOBRE LA
CALIDAD Y EL RENDIMIENTO EN CANAL DE VAQUILLAS SOMETIDAS A
UNA ENGORDA INTENSIVA

TESIS

POR

EDUARDO PRECIADO GONZALEZ

Elaborada bajo la Supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada
como requisito parcial para optar al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN PRODUCCION ANIMAL

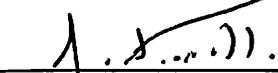
COMITE PARTICULAR

Asesor Principal:

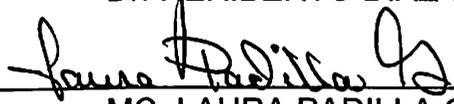


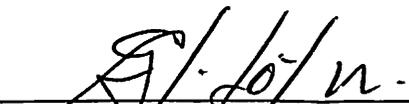
MS. RICARDO SILVA GERON

Asesor:


Dr. HERIBERTO DIAZ SOLIS

Asesor:


MC. LAURA PADILLA GONZALEZ


Dr. GUADALUPE LOPEZ NIETO

Encargado del Despacho de la Subdirección de Posgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Septiembre de 1998.

AGRADECIMIENTOS

Al MS. Ricardo Silva Cerrón, gracias por aceptar ser mi asesor principal.

Al Dr. Heriberto Díaz Solís, gracias por su asesoría en el área estadística.

Al MC. Laura Padilla González, gracias por brindarme todo su apoyo en la redacción y revisión de este trabajo.

A mis maestros de esta Universidad por haberme transmitido su conocimiento en cada una de sus áreas.

Al Ing. Oscar Lozano Chávez, gracias por su apoyo que sin él no hubiera sido posible la realización de este trabajo.

Al Sr. Ignacio Olivares, gracias por su apoyo y todas sus atenciones en los Corrales de Engorda "El Cortijo".

A la Señorita Ana Patricia Castillo Santana, secretaria de los Corrales de Engorda "El Cortijo", gracias por todo el apoyo que me brindó durante mi estancia en la engorda.

A todos los trabajadores de los Corrales de Engorda "El Cortijo", Pascual García, Guadalupe Juárez, Esteban Esquivel, Hilario García, Santos Gerardo, Luciano Esquivel, Ebaristo Sena, Alfredo Hernández, Jesús Olivares, Juan Juárez, Oscar Olivares, Jesús Morales y Joel Delgado; gracias por todo su apoyo.

A las secretarías de Producción Animal, Anita, Coco y Lupita, por todas sus finas atenciones.

A todos los alumnos de Zootecnia que participaron en el desarrollo de este trabajo, gracias.

A mis familiares que de alguna manera contribuyeron para la realización de mi maestría.

DEDICATORIA

A mi esposa Patricia Zamora

A mis hijos Héctor Eduardo y Alberto Preciado.

Les agradezco infinitamente todo el apoyo, comprensión y el tiempo que sacrificaron en toda la maestría.

COMPENDIO

EFFECTO DE UN β AGONISTA (CLORHIDRATO DE ZILPATEROL) SOBRE
LA CALIDAD Y EL RENDIMIENTO EN CANAL DE VAQUILLAS SOMETIDAS A
UNA ENGORDA INTENSIVA

POR

EDUARDO PRECIADO GONZALEZ

MAESTRIA

EN PRODUCCION ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. SEPTIEMBRE DE 1998

Ing. MS. Ricardo Silva Cerrón - Asesor -

Palabras claves: Beta Agonistas, Canales y Engorda.

El presente trabajo se llevó a cabo con el objeto de evaluar el efecto de un B-Agonista sobre los grados de calidad y rendimiento de la canal de vaquillas sometidas a una engorda intensiva.

Se utilizaron 120 vaquillas, distribuidas en 4 tratamientos bajo un diseño completamente al azar con el mismo número de repeticiones. Los tratamientos fueron: Grupo 1 y 2 testigos, el Grupo 3 y 4 se les adicionó en la dieta de engorda 44 y 33 días del Clorhidrato de Zilpaterol respectivamente.

Las variables evaluadas fueron Rendimiento de Peso Vivo a Peso en Canal, Marmoleo, Area del Ojo de la Costilla (AOC), Grasa de Cobertura (GC), Grasa de Riñón, Pelvis y Corazón (RPC), Peso de la Canal Caliente y el Rendimiento de la Canal (REND).

Para la variable de Rendimiento de Peso Vivo a Peso en Canal, el tratamiento 1 (60.13), 2 (58.76), 3 (60.10) y el 4 (60.08 por ciento), no hubo diferencias significativas entre tratamientos $P(>.05)$. Para el caso del Grado de Marmoleo el tratamiento 1 (.39), 2 (.32), 3 (.29) y 4 (.23), se manifestó una diferencia significativa ($P<.05$) del tratamiento 1 contra el 3 y 4, y el tratamiento 2 contra 4; no habiendo diferencia significativa ($P>.05$) entre los tratamientos controles 1 y 2, así mismo entre los experimentales 3 y 4. Para el Area del Ojo de la Costilla los promedios de los tratamientos fueron 1 (9.72), 2 (10.09), 3 (11.49) y 4 (10.16) décimos de pulgada cuadrada, existiendo una diferencia significativa ($P<.05$) del tratamiento 3 contra el 1,2 y 4. Las medias de la Grasa de Cobertura fueron para el tratamiento 1 (.24), 2 (.22), 3 (.22) y 4 (.18) décimos de pulgada, donde se presentó una diferencia significativa ($P<.05$) del tratamiento 4 contra el 1 y 3, no existiendo diferencia significativa ($P>.05$) contra el tratamiento 2 así mismo entre los tratamientos 1,2 y 3. Los Pesos en Canal Caliente tuvieron promedios de: Tratamiento 1 (226.68), 2 (218.03), 3 (254.61) y 4 (230.68 kg) manifestándose una diferencia significativa el tratamiento 3 ($P<.05$). Para la variable Grasa de Riñón, Pelvis y Corazón 1 (2.57), 2 (2.13), 3 (2.18) y 4 (2.13 por ciento), siendo el tratamiento 1 diferente estadísticamente ($P<.05$). El Grado de Rendimiento de la Canal los promedios fueron: 1(2.38), 2 (2.0), 3 (1.89) y 4 (2.04 por ciento), obteniendo una diferencia significativa $P(<.05)$ el tratamiento 1 contra 2,3 y 4. Estos resultados muestran que los animales tratados con B-agonistas reducen el marmoleo, la grasa de cobertura e incrementa el área del ojo de la costilla y mejora el grado de rendimiento.

ABSTRACT

B agonist effect on yield and quality of Heifers carcasses under feedlot commercial conditions

BY

EDUARDO PRECIADO GONZÁLEZ

MASTER OF SCIENCE

ANIMAL PRODUCTION

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. SEPTEMBER 1998

Ing. MS. Ricardo Silva Cerrón - Adviser -

Key words: B-agonist, carcass, feedlot.

This study was conducted to evaluate the effects of a *B* agonist (Clorhidrato de Zilpaterol) on the carcass yield and quality grades of heifers under feedlot commercial conditions. One hundred and twenty heifers were

usid distributed under two control treatment groups (1 y 2) and two treatment groups (3 and 4) with the same *B*agonist. The difference in treatment groups was days in feedlot 44 and 33 respectively. The statistical design was completely random with the same number of units.

Variables analysed were Hot carcass yield and weights, marbling, rib eye area, fat tickness, kidney, pelvic and heart fat and yield grade.

For carcass yield mean weight were 1 (60.13), 2 (58.76), 3 (60.10) and 4 (60.08 percent) with no significant difference ($P>.05$). For marbling 1 (.39), 2 (.29), 3 (.29) and 4 (.23) these was effect in treatment 1 ($P<.05$). Rib eye area was 1 (9.72), 2 (10.09), 3 (11.49) and 4 (10.16) were treatment 3 was different ($P<.05$); fat tickness were 1 (.24), 2 (.22), 3 (.22) and 4 (.18) with significant difference for treatment 4 ($P<.05$). Hot carcass yield was 1 (226.28), 2 (218.03), 3 (254.61) and 4 (230.68 kg) and treatment 3 was significantly different ($P<.05$). For kidney, pelvic an heart fat 1 (2.57), 2 (2.13), 3 (2.18) and 4 (2.13), treatment 1 was effected ($P<.05$). Yield grade was different ($P<.05$) in treatment 1 2.38 compared to 2 (2.0), 3 (1.89) and 4 (2.04). This results suggest that the *B*agonis (Clorhidrato of Zilpaterol) affected marbling reduced fat tickness, increased ribeye area and yilded grade.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xii
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA	4
- ANTECEDENTES	4
- TIPOS DE <i>B</i> AGONISTAS	5
- CARACTERÍSTICAS DE LOS B-AGONISTAS.....	6
- DESCRIPCION DEL CLORHIDRATO DE ZILPATEROL.....	8
- MECANISMOS DE ACCION.....	9
- EFECTOS DE LOS <i>B</i> AGONISTAS.....	16
- EFECTOS EN EL METABOLISMO DE LA GRASA.....	16
- EFECTOS EN EL TEJIDO MUSCULAR.....	17
- EFECTOS TOXICOLOGICOS.....	18
MATERIALES Y METODOS	23
- DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	23
- MATERIALES	23
- MATERIAL BIOLÓGICO.....	23
- METODOS	24

	Página
- ANALISIS ESTADISTICO	29
RESULTADOS Y DISCUSION.....	30
- RENDIMIENTO DE PESO VIVO A PESO CANAL.....	30
- GRADOS DE CALIDAD	32
- AREA DEL OJO DE LA COSTILLA	34
- GRASA DE COBERTURA.....	35
- GRASA DE RIÑON, PELVIS Y CORAZON.....	36
- PESO DE LA CANAL CALIENTE.....	37
- RENDIMIENTO DE LA CANAL.....	38
CONCLUSIONES	40
RESUMEN	41
LITERATURA CITADA	44
APENDICE.....	47

INDICE DE CUADROS

Cuadros		Página
1.1	TIPOS DE B-AGONISTAS.....	5
1.2	NIVELES DE RESIDUOS EN MUSCULO, HIGADO, RIÑON, GRASA Y CEREBRO DE NOVILLOS.....	21
2.1	DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS, NO. DE ANIMALES EN CADA CORRAL, NO. DE ANIMALES EVALUADOS, DIAS DE TRATAMIENTO Y DIAS DE ENGORDA TOTALES.....	24
2.2	ANALISIS BROMATOLOGICO DE LA DIETA DE FINALIZACION.....	25
2.3	CALIDAD, VALOR ASIGNADO Y TRANSFORMACION LOGARITMICA.....	27
3.1	PROMEDIOS DE LOS PESOS EN PIE, PESO EN CANAL Y SU RENDIMIENTO.....	30
3.2	PROMEDIOS DE LAS CALIDADES.....	33
3.3	AREAS DEL OJO DE LA COSTILLA DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.....	34
3.4	PROMEDIOS DE LAS GRASAS DE COBERTURA DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.....	36
3.5	PROMEDIOS DE LAS GRASAS DE RIÑON, PELVIS Y CORAZON.....	36
3.6	PESOS PROMEDIOS DE LAS CANALES.....	37
3.7	PROMEDIOS DE LOS GRADOS DE RENDIMIENTO DE LA CANAL.....	39
3.8	ANALISIS ECONOMICO DE VAQUILLAS TRATADAS CON ZILPATEROL 33 Y 44 DIAS, CON DOS GRUPOS TESTIGOS.....	39

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.1	MECANISMO DE ACCION DE LOS <i>β</i> AGONISTAS:	10
1.2	MODO DE ACCION DE LOS <i>β</i> AGONISTAS EN LA ALTERACION DEL MUSCULO Y LA DEPOSICION DE GRASA.....	12
3.1	PORCENTAJES DE LOS GRADOS DE CALIDAD DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.....	33

INTRODUCCION

La contribución de la ciencia en el desarrollo de tecnología para aumentar la producción pecuaria en el mundo ha sido mayor en los últimos 50 años que durante el resto de la existencia de la humanidad. La síntesis y evaluación en animales de modificadores digestivos y metabólicos ha permitido aprovechar el potencial genético de los bovinos en los corrales de engorda. Mejores ganancias de peso y conversiones alimenticias se han obtenido al usar en la ración estos compuestos no-nutritivos que modifican la digestión o el metabolismo (Kawas, 1998).

El desarrollo y la finalización del ganado alimentado en corral es el resultado de la interacción de diversos factores como: el tipo de animal, la raza, el sexo, el medio ambiente, el manejo y la alimentación. Durante mucho tiempo, el uso de compuestos que promueven la respuesta productiva del animal, ha permitido manipular la tasa de crecimiento, la eficiencia de utilización del alimento, y mejorar las características y composición de la canal en bovinos engordados en corral (Garza, 1998).

Desde principio de los años ochenta, algunos análogos sintéticos de la epinefrina y norepinefrina han sido investigados debido a su habilidad para

promover el crecimiento del músculo esquelético y reducir el contenido de grasa en las canales de animales productores de carne. Estos compuestos oralmente activos, en contraste con la somatotropina y la mayoría de los esteroides anabólicos, son conocidos como *β*agonistas (Kawas, 1998).

Recientemente en México ha sido aprobado el uso de un compuesto con actividad *β*adrenérgica como aditivo en dietas de finalización. El Clorhidrato de Zilpaterol es un compuesto que incluido en pequeñas cantidades en el alimento, es capaz de modificar el crecimiento del animal, incrementando la tasa de crecimiento, mejorando la eficiencia alimenticia y alterando la composición y características de la canal (Garza, 1998).

Este grupo de compuestos modifica el metabolismo y afecta la forma de utilización de los nutrimentos absorbidos por el animal, dirigiéndolos al tejido que mayor exigencia tenga para su producción. La inclusión de Zilpaterol incrementa el rendimiento muscular tanto en hembras como en machos enteros y castrados, lo que implica un mayor rendimiento de cortes magros y carne con un alto valor de la canal (Garza, 1998).

Trabajos de investigación realizados en bovinos en corral de engorda, demuestran que los *β*agonistas, incrementan las masas musculares y reducen la deposición de grasa subcutánea e interna del animal (Ricks *et al.*, 1984).

Dada la importancia de lo mencionado anteriormente, los objetivos específicos son:

a. Evaluar el efecto del *Zagonista* sobre los grados de calidad y rendimiento de las canales de vaquillas engordadas intensivamente.

b. Determinar la influencia del *Zagonista* en el Rendimiento de peso vivo a peso en canal caliente.

REVISION DE LITERATURA

Antecedentes

El uso de los *B*agonistas se empezaron a utilizar en 1963 y en la actualidad estudios han demostrado que estos incrementan significativamente las masas musculares y reducen también el contenido de grasa en la composición de las canales, eficientando el rendimiento del ganado (Ricks et al. 1984; Baker et al. 1984). Así mismo en 1987 se llevó a cabo un simposium de *B*Agonistas y sus efectos sobre la calidad de la canal y de la carne, en donde se habló de la farmacología, los efectos fisiológicos y la eficacia de los compuestos de este grupo los cuales estaban disponibles en esa época (Casey, 1998).

Un *B*agonista se define como un agente repartidor. Un agente repartidor es un compuesto que actúa directamente sobre el metabolismo del músculo y de las células adiposas para modificar la utilización normal de nutrientes (Lab. Hoechst Roussel Vet, 1998).

Tipos de β -Agonistas

En la actualidad la clasificación se realiza en cinco categorías de sustancias con efectos adrenérgicos (Cuadro 1.1)

Cuadro 1.1 Tipos de β -agonistas.

Categoría B-Agonistas	Sustancia Química
	Cimaterol
	Clenbuterol
	Ractopamina
	Salbutamol
	Clorhidrato de Zilpaterol

(Kawas, 1998).

Otros autores describen una clasificación farmacológica de los β agonistas siendo un grupo de compuestos que están relacionados en forma estructural y funcional a la norepinefrina (Suryawan *et al.*, 1988; Malucelli *et al.*, 1994).

Anteriormente este tipo de sustancias no había sido autorizadas para el uso comercial. Sin embargo en la actualidad solamente el Clorhidrato de Zilpaterol está aprobado en Sudáfrica desde hace dos años y México desde hace seis meses (Lab. Hoechst Roussel, 1998).

Características de los β -Agonistas

Los compuestos que presentan mimetismo con β adrenérgicos tienen propiedades tanto de neurotransmisores como de hormonas. Como neurotransmisores, los β miméticos están íntimamente relacionados con la Noradrenalina, que es una catecolamina producida a partir de la Tirosina. También están relacionados, a los efectos fisiológicos que estimulan la glucogenólisis y la lipólisis y son análogos de estas hormonas; a partir de la clasificación de los β receptores en β_1 y β_2 (Casey,1998). Gracias al conocimiento que el estímulo de los receptores β_2 que se encuentran en el tejido bronquial puede aliviar las condiciones asmáticas, la investigación ha conducido a la proliferación de compuestos que son agonistas de los receptores β_2 . Las diversas eficacias de los β Agonistas fueron determinadas por la relación existente entre su estructura química, la cantidad estimada de receptores necesarios que deben ser estimulados para lograr un efecto y el resultado fisiológico de estimular los receptores β_2 , un compuesto con alta eficacia lograría una respuesta elevada a partir de una cantidad relativamente pequeña de receptores. Así mismo se presentaron reglas cualitativas para las relaciones entre la estructura y la actividad, a saber. La fracción catecol puede ser sustituida por otro compuesto aromático, la cadena lateral puede ser un

grupo aminoetanol o una oxiaminopropanol, los substitutos N deben ser isopropilos o de mayor tamaño dado que si fuesen más pequeños también podrían causar efectos sobre los receptores Alfa. La parte aromática contribuye a la lipofilia y, según se ha publicado, la lipofilia de la estructura aromática es casi igual para los receptores β_1 y β_2 . La selectividad a los receptores β_1 o β_2 se incrementa debido a los voluminoso que sean relativamente los grupos laterales ubicados en la posiciones 3 y 1. Parece que la selectividad no es absoluta y existe una influencia marginal sobre una y otra. Esta situación se complica si en un mismo órgano están presentes tanto receptores β_1 como β_2 , en cuyo caso también ambos pueden ser mediadores de un efecto farmacológico. Las células adiposas tienen los dos tipos de receptores (β_1 y β_2) y la afinidad hacia ellos puede estar determinada por la estructura de la molécula (Timmerman, 1987).

Aun cuando los β Agonistas son lipofílicos, no llegan fácil al sistema nervioso central. El Clenbuterol penetra a dicho sistema debido a su alta lipofilia. No sufren una transformación metabólica y se excretan por los riñones. Una característica única del Zilpaterol es que no es lipofílico (Casey, 1998).

La desregulación y la desensibilización pueden surgir y la tasa de desregulación se ve determinada por la actividad intrínseca del tipo particular de β Agonistas (Harden,1983).

Los β Agonistas ejercen una influencia significativa sobre el crecimiento al reducir el contenido de grasa en la canal mejorando así el contenido de carne magra y teniendo un efecto positivo sobre la tasa de crecimiento sin modificar el consumo de alimento (Casey,1998).

Descripción del Clorhidrato de Zilpaterol.

La molécula del Clorhidrato de Zilpaterol es un agonista de los β -adrenoreceptores, con alta actividad fisiológica, que actúa mediante una acción preferencial sobre los receptores B-2 en el músculo liso, músculo esquelético y el tejido adiposo. Está diseñado para ser utilizado en bovinos productores de carne como agente de repartición. La estructura molecular del Zilpaterol es la siguiente: Clohidrato de (+) trans-4,5,6,7-tetrahidro-7hidroxi-6-(isopropil amino)imidazo (4,5,1-jk) -(uno) benzazepin - 2 (1H)-uno. Su fórmula es: $C_{14}H_{19}N_3O_2HCL$, y tiene un peso molecular de 297.8.

El Zilpaterol es un polvo blanco amarillento altamente soluble en agua (150 g/l), soluble en Metanol pero no en Cloroformo, Etanol, Acetona ni Tolueno. El producto es estable durante el almacenamiento, pero debido a que

es ligeramente higroscópico, en su forma pura se debe mantener en un recipiente cerrado protegido de la luz y a una temperatura entre 0 y 40°C por seis meses en humedades del 75 por ciento (Casey, 1998).

Mecanismos de Acción

Los beta-agonistas pertenecen al grupo químico de los análogos de las catecolaminas. Las catecolaminas naturales actúan mediante la interacción con alfa y beta receptores que se encuentran en la membrana celular. Estos se unen específicamente a los beta receptores, estimulándolos positivamente (agonísticamente) o negativamente (antagonísticamente).

La activación de los receptores beta-adrenérgicos inicia la acción del sistema adenil-ciclase AMP cíclico, el cual consiste en la estimulación del sitio receptor por un agonista. Esta activación es mediada por una proteína reguladora Gs (estimuladora), que a su vez es activada únicamente después de haberse unido al trifosfato de guanosina (GTP) en su subunidad - alfa.

La quinasa adenilciclase activada transforma el ATP en AMP cíclico el cual, bajo influencia de una proteína, fosforila las proteínas de la membrana (incluyendo el beta receptor en el sitio de unión). Esto modifica la permeabilidad iónica, produciendo una determinada respuesta celular (Figura 1.1).

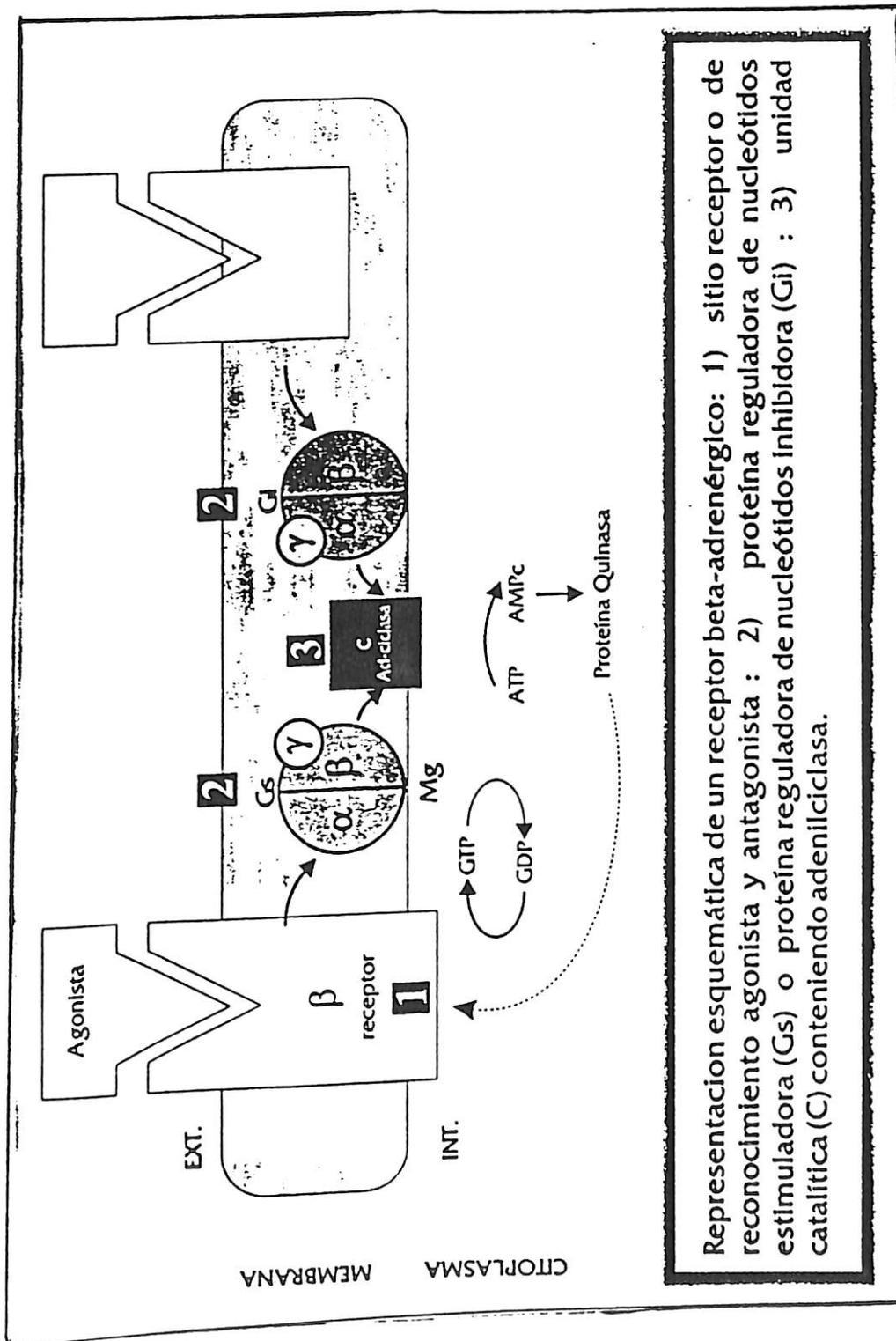


Figura 1.1 Mecanismos de Acción de los β Agonistas

Representación esquemática de un receptor beta-adrenérgico: 1) sitio receptor o de reconocimiento agonista y antagonista ; 2) proteína reguladora de nucleótidos estimuladora (Gs) o proteína reguladora de nucleótidos Inhibidora (Gi) ; 3) unidad catalítica (C) conteniendo adenilciclasa.

Lo cual ocasiona que las células adiposas aumentan la lipólisis, en las fibras musculares estriadas, aumento de la glucogenólisis y la proteosíntesis; y en las fibras musculares lisas, relajación, vasodilatación y broncodilatación (Lab. Hoechst Rossel Vet, 1998).

Por otro lado, el Zilpaterol es un β Agonista del tipo dos que se fija a los receptores de los tejidos adiposo y muscular, modificando el metabolismo celular, en el tejido adiposo el Zilpaterol disminuye la lipogénesis e incrementa la lipólisis, aumentando al mismo tiempo la termogénesis. Conociendo la gran cantidad de energía que se necesita para depositar grasa, es posible comprender por qué se mejora la eficiencia alimenticia cuando se utiliza el Zilpaterol (Macar, 1998).

En el tejido muscular el Zilpaterol incrementa la síntesis de proteína y disminuye la degradación de la misma, haciendo más lento el catabolismo protéico a nivel del músculo (Figura 1.2) (Ricks, 1984).

En el mismo sentido y considerando que aproximadamente el 20 por ciento de la energía total del metabolismo basal se dedica al catabolismo de proteínas en el músculo, esto también genera ahorros de energía y un dramático incremento en el tejido muscular (Macar, 1998).

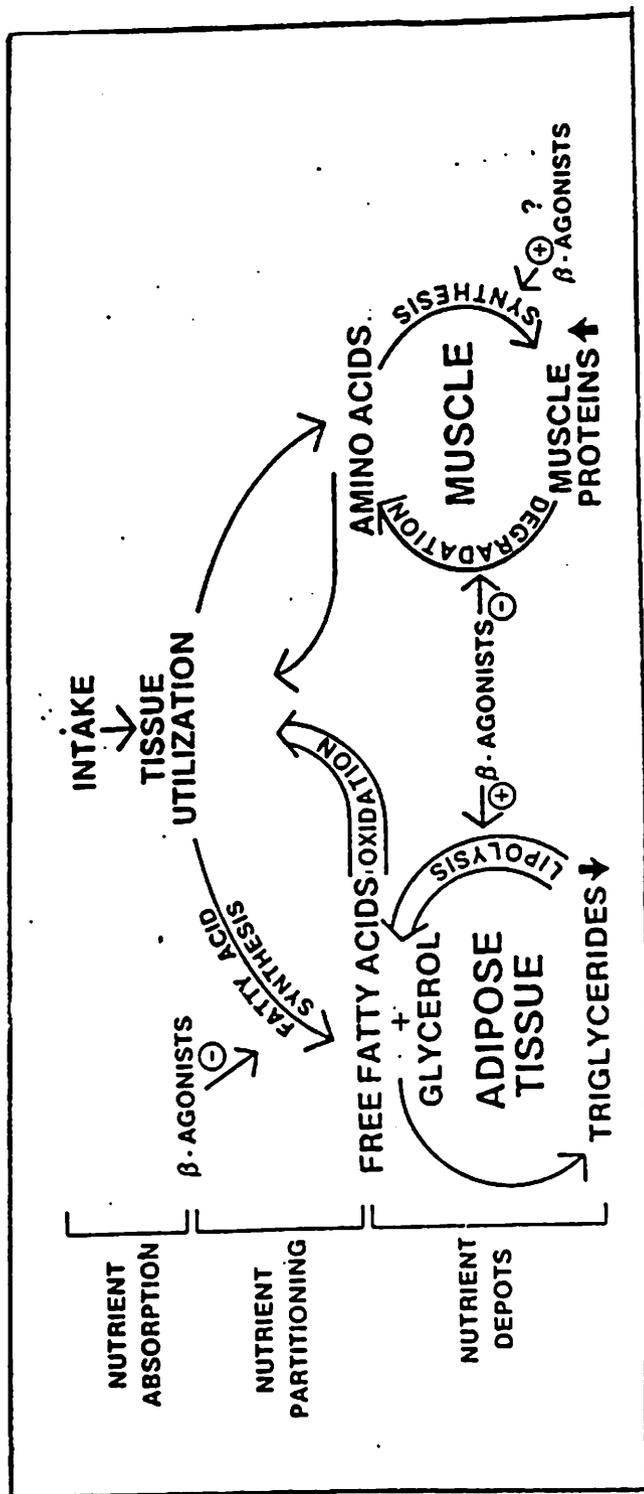


Figura 1.2. Modo de acción de los β Agonistas en la Alteración del Músculo y la Deposición de Grasa (Ricks et al, 1984).

Para comprender el efecto de este fármaco, es necesario conocer los receptores que existen para la epinefrina (E) y norepinefrina (EN). A la fecha, la clasificación de los receptores adrenérgicos más conocida es la de receptores Alfa y Beta. Estos receptores se encuentran en los órganos efectores del Sistema Nervioso Simpático (SNS). Esta clasificación de receptores nos permite entender las acciones simpaticomiméticas y simpaticolíticas de las drogas que afectan a esta parte del Sistema Nervioso Autónomo (SNA). Los receptores Alfa provocan excitación, constricción y elevación de actividades básicas. Los fármacos que estimulan a los receptores Alfa (Agonistas) son: Epinefrina, Norepinefrina, Felilefrina, Metoxamina y Metaramidol (Sumano y Ocampo, 1990).

Mientras que los receptores Beta pueden ser del tipo Beta 1 y Beta 2. Los primeros se encuentran en el corazón e intestino delgado, mientras que los segundos se encuentran en músculo bronquial, en la cama vascular y en el útero. Los efectos que producen los receptores Beta son: inhibición, relajación y depresión de las actividades. Sin embargo, hay excepciones, como la estimulación del miocardio y la "lipólisis" por estimulación de receptores Beta.

A pesar de que la epinefrina tiene más afinidad por los receptores Beta que por los Alfa, la estimulación simultánea que produce causa un efecto predominante Alfa (Sumano y Ocampo, 1998).

Un agonista Beta 1, específico sería la Norepinefrina, pero de efecto exclusivo sobre el corazón (Sumano y Ocampo, 1990). Sin embargo Cunningham *et al.*, (1963) realizaron un trabajo en donde suministraron Epinefrina y Norepinefrina para reducir la deposición de grasa en cerdos. Los agonistas Beta 2 específicos incluyen al Salbutamol, Terbutalina y Metaproterenol.

Los efectos de la epinefrina tienen como función estimular los receptores adrenérgicos Alfa y Beta, y por tal motivo produce un aumento muy elevado de la presión sanguínea. Esto se debe a que la adrenalina estimula directamente al miocardio, de tal manera que aumenta su frecuencia cardiaca y fuerza de contracción (Receptores B 1). Esta respuesta inicial del corazón puede ser seguida por una bradicardia de origen vagal refleja. La adrenalina produce vasoconstricción en la piel, mucosas y riñones (Receptores Alfa); no posee efecto alguno sobre la circulación del cerebro porque la presión de los vasos sanguíneos del cerebro depende de la presión sanguínea sistemática y de sistemas de autorregulación propios. Los efectos de la adrenalina sobre el corazón son muy importantes puesto que actúan directamente en los receptores del músculo cardiaco (Beta 1) y en el sistema de conducción intrínseca, lo que provoca aumento en la frecuencia y alteraciones del ritmo.

La musculatura gastrointestinal se relaja (β_1) en presencia de la adrenalina, y disminuye la amplitud y la frecuencia de las contracciones

intestinales automáticas, a la vez que los esfínteres pilórico e ilececal se contraen, otras funciones metabólicas generales de la adrenalina, son provocar hiperglucemia y lactacidemia; "moviliza el glicógeno hepático y muscular; promueve la formación de elementos de alta energía, además de elevar el nivel sanguíneo de ácidos grasos", los cuales pasan al hígado donde el fenómeno de neoglucogénesis los transforma en elementos energéticos". El consumo de oxígeno se eleva (acción calorífica), probablemente por aumentar el metabolismo de las grasas (Sumano y Ocampo, 1990).

La Norepinefrina produce una estimulación selectiva de las terminaciones adrenérgicas Alfa y una ligera estimulación de los receptores Beta 1 del corazón y de los músculos esqueléticos. La Noradrenalina se sintetiza a partir de la tirosina por medio de varios pasos metabólicos en el interior de la terminación nerviosa adrenérgico-ejectora o en la médula adrenal, por estimulación hipotalámica o como respuesta refleja. Actúa igual que la adrenalina, pero por tener un efecto selectivo sobre receptores alfa es capaz de producir un efecto presor hasta cuatro veces mayor que la adrenalina (Sumano y Ocampo, 1990).

Efectos de los β -Agonistas

Efectos en el Metabolismo de la Grasa

El clorhidrato de Zilpaterol está involucrado en varios mecanismos:

- Aumento de la circulación sanguínea a través de la acción vasodilatadora de los beta-agonistas en los receptores vasculares.

- En las células adiposas hay un aumento de la lipólisis y una reducción de la lipogénesis: La estimulación de los receptores causa un aumento en la concentración intracelular de AMPC. Este aumento activa a la hormona sensible a la lipasa, que transforma los triglicéridos almacenados en ácidos grasos libres.

- Los beta-agonistas interactúan con la insulina reduciendo el paso de la glucosa a través de la membrana celular, reduciendo así la lipogénesis.

- Los β -agonistas ejercen una influencia significativa sobre el contenido de grasa en la canal, mejorando así el contenido de carne magra y teniendo un efecto positivo sobre la tasa de crecimiento, sin modificar el consumo de alimento (Casey, 1998).

En bovinos, el Zilpaterol (a dosis de 0.2 mg/kg) y un implante anabólico (24 mg de estradiol + 120 mg de acetato de trembolona) fueron agonistas, mejorando la eficiencia de la producción pero sin afectar las propiedades

reductoras de la grasa que tiene el Zilpaterol (Casey et al., 1997). La combinación de Zilpaterol y estradiol con acetato de trembolona interactuó para modificar los perfiles de ácidos grasos tanto de la grasa subcutánea como de la intramuscular en novillos (Webb y Casey, 1995).

Un nivel de 0.15 mg/kg/día de Zilpaterol ha logrado reducir la grasa de la canal, incrementar el rendimiento en carne magra, mejorar la tasa de crecimiento y el rendimiento en canal, con los beneficios resultantes para las empresas productoras de carne de res. El efecto sobre la calidad de la carne es variado y no se ha informado de influencia alguna sobre la suavidad de la misma en la carne de res estimulada eléctricamente o no estimulada a un efecto marginal ligado al nivel de la dosis, a músculos específicos, al grado de madurez y posiblemente al genotipo (Casey, 1998).

Efectos en el tejido Muscular

Está involucrado en la circulación sanguínea, esto es debido a los receptores de los vasos sanguíneos, estimulación de síntesis proteica, ha sido demostrada a través de un aumento en la incorporación de aminoácidos marcados en proteína muscular, también sobre la reducción en la proteólisis, esta reducción en el catabolismo proteico podría ser la causa de la hipertrofia muscular, ya que la síntesis proteica permanece constante.

Los beta-agonistas estimulan la unión de la insulina con los receptores insulínicos del músculo, incrementando de esta manera sus efectos a nivel muscular (Glucogenólisis). Las diferencias en la estructura de los receptores insulínicos de las fibras musculares, explican la variedad de respuesta a los *β*Agonistas observadas en los diferentes grupos musculares (Lab. Hoechst Roussel Vet, 1998).

Plascencia *et al.* (1998) mencionan que adicionando Clorhidrato de Zilpaterol, se incrementó la proporción total de cortes primarios como porcentaje de la canal (73.2 Vs 74.44 por ciento; $P < .05$) y cantidad en kilogramos (202.46 vs 206.52; $P < .05$).

Garcés y Rebolledo *et al.* (1998), concluye que la inclusión de Clorhidrato de Zilpaterol en suplementos concentrados, proporcionado durante los últimos 40 días del período de engorda a toretes en pastoreo, incrementa el rendimiento de la canal en comparación con toretes a los que no se les adicionó Zilpaterol.

Efectos Toxicológicos.

Mucho se ha dicho sobre los residuos en los alimentos y la ocurrencia de incidentes desafortunados ha acentuado la necesidad de revisar este aspecto con profundidad y establecer los niveles máximos de residuos. "El cálculo de los niveles de seguridad de residuos y no la exigencia de carne libre de

cualquier residuo está a la orden del día". El cálculo del riesgo para el consumidor se basa en el supuesto de consumo diario de alimento, de acuerdo a lo establecido por el Comité Conjunto de Expertos en Aditivos para los Animales (JECFA) de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Los consumos diarios estándar calculados de carne y órganos son 300 g de músculo, y 100 g de hígado, 50 g de tejido graso y 50 g de riñón. La presencia de residuos y sus niveles en los productos de origen animal dependen de la dosis, (Nivel por unidad de peso corporal y tasa de consumo o liberación por intervalo de tiempo), la tasa a la cual la sustancia se metaboliza para generar metabolitos atóxicos y el período de retiro JECFA (Casey, 1998).

Los novillos tratados con .2 mg/kg en el alimento durante 54 días seguido de un período de retiro de cinco días, presentaron residuos de menos .25 ng/g en el músculo triceps braquial, 1.9 ng/g en el hígado, 1.4 ng/g en el riñón menos de .234 ng/g en la grasa perirenal. Los novillos tratados con .15 mg/kg de Zilpaterol en el alimento durante 50 días, seguido de un período de retiro de siete días, o de un periodo de tratamiento adicional de siete días con un nivel reducido de .05 mg/kg con 24 hrs de retiro antes del sacrificio, o un período de tratamiento de 21 días con .05 mg/kg con 24 horas de retiro antes del sacrificio presentaron niveles promedio de residuos de .18 ng/g, (DS .023) .39 ng/g (DS .155) y .42 ng/g (DS .291), respectivamente, en muestras del músculo Longissimus Dorsi Toracis (Casey y Toerien, 1995). El nivel más alto de residuos fue inferior a 5 ng/g de músculo. Una persona que consuma 300 g de

carne cruda podría ingerir .015 mg y si esta persona pesara 50 kg, el consumo sería de .0003 mg/kg, lo cual equivale a 33 veces menos el consumo diario promedio de .01 mg/kg. En base a esta información la primera recomendación en para propósitos de registro en Sudáfrica fue de un período de retiro de ocho días mismo que fue aceptado por las autoridades responsables (Casey, 1998).

Una prueba subsecuente realizada para determinar el periodo de retiro arrojó resultados que mostraron que éste se puede reducir considerablemente sin que los residuos presente un peligro potencial alguno para los consumidores. Los novillos fueron tratados con .15 mg/kg durante 49 días, seguido de períodos de retiro de 0,7, y 14 cuando la dosis había sido de 0 ó 0.5 mg/kg de Zilpaterol. En la práctica, un período de retiro de 0 días es en realidad de 24 hrs antes del sacrificio de los animales. Los residuos fueron de .21 ng/g después de un retiro de 24 hrs y .2 ng/g después de siete días. El tratamiento prolongado pero reducido (.5 mg/kg) y el testigo no presentaron diferencias significativas (Casey *et al.*, 1997). Esto significa que el tiempo de retiro (interrupción de la administración del producto antes del sacrificio) se puede reducir a un día pero se fijó en dos días. De hecho, esto acumula tres días de retiro, puesto que es obligatorio que los animales descansen por la noche en los corrales del rastro antes de que sean sacrificados. La reglamentación oficial se modificó acordeamente (Casey, 1998).

Como se indica anteriormente Catton et al. (1995) también mencionan que la tasa a la cual disminuyeron los residuos se determinó cuando se utilizaron grupos de novillos de genotipos mixtos, que habían recibido .1 mg/kg o .15 mg/kg de Zilpaterol durante 50 días y sacrificados después de 0,8,12,24 horas de retiro. Los niveles de residuo en músculo, hígado, riñón, grasa y tejido cerebral se muestran en el (Cuadro 1.2).

Cuadro 1.2 Niveles de residuos en músculo, hígado, riñón, grasa y cerebro de novillos.

Tratamiento	Músculo	Hígado	Riñón	Grasa	Cerebro
1 mg; 0 hrs	3.55	31.5	27.45	59	2.67
1 mg; 8 hrs	4.02	28.08	32.68	5	
1mg;12 hrs	2.8	25.24	24.52	44	
1 mg;24hrs	1.35	7.66	7.81	18	
15 mg; 0 hrs	7.95	65.5	65.27	156	4.6
15 mg; 8 hrs	4.28	35.82	32.09	22	
15 mg; 12 hrs	5.0	45.62	68.18	35	
15 mg; 24 hrs	1.6	8.58	9.5	53	

(Catton et al., 1995)

El riesgo potencial para el humano recae no solamente en los residuos presentes en los tejidos animales, sino también en los residuos suspendidos en el aire durante los procesos de manufactura y mezclado. Como medida preventiva, los trabajadores de la Universidad de Pretoria, responsables del mezclado del Zilpaterol con el alimento de los bovinos, estaban equipados con guantes de hule y máscaras antipolvo. Se monitoreó su estado de salud,

asignándolos a un médico de la facultad de medicina. Un trabajador después de dos semanas de exposición potencial al Zilpaterol, se quejó de incomodidad y presentó taquicardia leve, diagnosticándose que ésta había sido causada por otros factores y no por el Zilpaterol. En un estudio en el que se simularon las condiciones de una planta de alimento para bovinos, una operación de mezclado utilizando 10 veces la dosis se determinó la presencia de Zilpaterol suspendido en el aire pero esta fue inferior al límite de exposición ocupacional de .56 microgramos de Zilpaterol como promedio ponderado en el tiempo, a lo largo de una jornada de ocho horas. Se concluyó que la mezcla de dosis normales presenta un riesgo muy bajo para los trabajadores (North et al., 1997).

El Zilpaterol muestra la característica de un β Agonista, siendo específico para determinados receptores. Es una sustancia farmacológica potencialmente tóxica y debe ser manejada con cuidado y de acuerdo a la manera prescrita; el efecto deseado en el ganado se logra a la dosis recomendada de .15 mg/kg/día, que deja trazas de residuos en la carne, las cuales se representan en peligro real para los consumidores (Casey, 1998).

MATERIALES Y METODOS

Descripción del Area de Estudio

El presente trabajo se realizó en los corrales de engorda "El Cortijo", ubicados en el Km 15.5 de la carretera Saltillo-Monclova del municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, cuyas coordenadas geográficas son: 101° 0' 34" longitud oeste, y 25° 32' 22" latitud norte, con una altura sobre el nivel del mar de 1440 metros (INEGI, 1985), y una temperatura media anual de 16°C (INEGI, 1997).

Así mismo se trabajó en los cuartos fríos del Rastro Municipal de Saltillo, ubicados en la Carretera Saltillo-Zacatecas km 5, donde se llevó a cabo la clasificación de canales.

Materiales

Material Biológico

El material biológico utilizado en el presente trabajo, fueron 120 vaquillas de un total de 358 con una edad de sobreaño, de cruza de razas productoras de carne con un peso promedio de 390 kg.

Se utilizó Clorhidrato de Zilpaterol al 4.8 por ciento de ingrediente activo a razón de 125 mg de premezcla por tonelada.

Métodos

De 358 vaquillas que se encontraban en cuatro corrales, se submuestrearon 30 de cada corral, evaluándose un total de 120, seleccionándolas al azar, las cuales fueron asignadas a cuatro tratamientos; el grupo 1 y 2 fueron los testigos, y el grupo 3 y 4 se les adicionó en la dieta de finalización Clorhidrato de Zilpaterol, 44 días para el grupo 3 y 33 días para el grupo 4 respectivamente (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1 Distribución de tratamientos, número de animales en cada corral, número de animales evaluados, días de tratamiento y días de engorda totales.

Tratamiento	No. Corral	No. total de cabezas	No. De Animales Evaluados	Días de Engorda antes del tratamiento	Días en Tratamiento	Días Totales de engorda
1	2	62	30	98	32	132
2	8	98	30	81	33	114
3	17	93	30	73	44	117
4	30	105	30	76	33	109

La metodología que se empleó para la adición del β Agonista fue a través de la elaboración de una premezcla, en donde se adicionaba 1.5 kg de Clorhidrato de Zilpaterol en 186.5 kg de Sorgo, 37 kg de Bicarbonato, 8.4 kg de

Sal, 3.4 kg de MGA y 3.2 kg de Monencina para hacer un total de 240 kg, esta premezcla se adicionaba para la preparación de 16 toneladas de la Dieta de finalización, la cual se ofreció en dos servicios AM-PM a Libre Acceso a los grupos 3 y 4. Esta premezcla se retiró dos días antes de que los animales fueran al sacrificio.

La dieta que se suministraba contenía 2 por ciento de Paja de Sorgo, 20 por ciento de Ensilado de Maíz, 20 por ciento de Cama de Pollo, 2 por ciento de Desperdicio de Sabritas, 42.53 por ciento de Sorgo Molido, 8 por ciento de Tamo de Maíz, 3 por ciento de Melaza, 1 por ciento de Cebo de Res y 1.5 por ciento premezcla.

El análisis de la dieta anterior se muestra en el (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2. Análisis bromatológico de la dieta de finalización.

Determinación	Resultado
Proteína Cruda %	14.18
Enm (Mcal/Kg)	1.92
ENg (Mcal/kg)	1.28
Grasa Cruda %	0.73
Fibra Cruda %	6.54
Cenizas %	6.54
T.N.D. estimado %	79.47
Calcio %	.6
Fósforo %	.43

Las variables consideradas fueron las siguientes:

- ◆ Rendimiento de Peso Vivo a Peso en Canal
- ◆ Grado de Calidad
- ◆ Area del Ojo de la Costilla
- ◆ Grasa de Cobertura
- ◆ Grasa de Riñón, Pelvis y Corazón
- ◆ Peso de la Canal
- ◆ Grado de Rendimiento de la Canal

La obtención del Peso Final fue individual por la tarde, el cual se tomó en una báscula con capacidad de 5 toneladas, cuando los animales eran enviados al sacrificio.

Para los datos de la canal, se tomó a cada animal como una repetición, y fueron sacrificados conforme a las necesidades del mercado local de Saltillo, Coahuila; evaluando un total de 120 canales de 358 animales, en un período de 15 días.

El peso de la canal caliente fue tomado inmediatamente posterior al sacrificio en una báscula de riel con capacidad de una tonelada. Para las determinaciones de los grados de calidad y rendimiento se realizó un corte transversal entre la doceava y treceava costilla utilizando una segueta y un cuchillo de acero inoxidable. El grado de marmoleo y grado de calidad se

determinaron en base al régimen de clasificación de canales de res del estado de Coahuila, basado en las normas oficiales de clasificación de la USDA (Garza *et al.*, 1992), apoyado con las fotos de oficiales del marmoleo de la National Live Stock and Meat Board, (1988); siendo registrado el grado de marmoleo en: trazas bajo, trazas promedio, trazas alto, ligero bajo, ligero promedio, ligero alto, pequeño bajo, pequeño promedio, pequeño alto, modesto bajo, modesto promedio, modesto alto, moderado bajo, moderado promedio, moderado alto, ligeramente abundante bajo, ligeramente abundante promedio y ligeramente abundante alto.

Los grados de marmoleo y grados de calidad son características cualitativas, por lo que se procedió a asignarles valores de acuerdo a la siguiente forma que se presenta en el (Cuadro 2.3). (Modificado de Paschal *et al.*, 1994)

Cuadro 2.3 Calidad, valor asignado y transformación logarítmica.

Grado de Calidad	Valor asignado	Transformación Logarítmica
Comercial	1	0
Estándar	2	3
Buena	3	47
Selecta	4	60
Suprema	5	69

El área del ojo de la costilla (AOC) se midió con una cuadrícula dividida en décimos de pulgada cuadrada, siendo la misma que utilizan los

clasificadores del Servicio de Clasificación del Estado de Coahuila (Garza y Preciado 1992).

La grasa de cobertura (GC) se midió a tres cuartos del ojo de la costilla, utilizando una regla metálica graduada en décimos de pulgada, la cual es utilizada por los clasificadores del Servicio de Clasificación del estado de Coahuila (Garza y Preciado 1992).

La grasa en riñón, pelvis y corazón (RPC), fue estimada subjetivamente del peso de la canal caliente y se tomó por apreciación del Clasificador oficial del estado de Coahuila (Garza y Preciado 1992).

El grado de rendimiento de la canal se obtuvo tomando en cuenta las variables siguientes: peso de la canal caliente (expresado en libras), área del ojo de la costilla (décimos de pulgadas cuadradas), grasa de cobertura (décimos de pulgada), y de grasa en riñón, pelvis y corazón (porcentaje del peso de la canal caliente). Los datos de las variables anteriormente mencionadas se incluyeron para cada animal en una ecuación de regresión para la determinación del grado de rendimiento de la canal (GR), de la siguiente manera (USDA, 1988)

$$\begin{aligned}
 GR &= 2.5 + (2.5 \times \text{grasa de cobertura}) \\
 &+ (.0038 \times \text{peso de la canal caliente}) \\
 &+ (.20 \times \text{porcentaje de la grasa de riñón, pelvis y corazón}) \\
 &- (.32 \times \text{área del ojo de la costilla})
 \end{aligned}$$

Análisis estadístico

Para analizar el efecto de los tratamientos, se utilizó un diseño completamente al azar con un mismo número de repeticiones (30). Se realizó un análisis de varianza para cada una de las variables medidas, con sus correspondientes pruebas de medias (Rodríguez, 1991).

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, 4 \text{ (tratamientos)}$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, r \text{ (repeticiones)}$$

donde Y_{ij} = Variable aleatoria observable del i -ésimo tratamiento y la j -ésimo repetición.

$$\mu = \text{Media general}$$

$$T_i = \text{Efecto del } i\text{-ésimo tratamiento}$$

$$E_{ij} = \text{Error experimental}$$

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico "STATGRAPHICS" (Gutiérrez et al., 1996).

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento de Peso Vivo a Peso en Canal.

En los resultados del Rendimiento de Peso Vivo a Peso en Canal (Cuadro 3.1), no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P > .05$) entre tratamientos, 1 (60.13), 2 (58.76), 3 (60.10) y 4 (60.08 por ciento), lo cual indica que el rendimiento de peso vivo a peso en canal no necesariamente define el peso de la canal, estos resultados no concuerdan con los citados por Montgomery (1998), en donde en tres pruebas con vaquillas encontraron diferencias significativas como son: en la prueba 1 (61.36 vs 60.14 por ciento) ($P < .05$); en la prueba 2 (64.06 vs 62.33 por ciento) ($P < .001$); y en la prueba 3 (62.36 vs 60.21) ($P < .001$), en todos fue mejor el grupo experimental que el testigo.

Cuadro 3.1 Promedios de peso en pie, peso en canal y su rendimiento

No. Tratamiento	Observaciones	Días en Tratamiento	Media Peso pie	Media Peso canal	Media %
Testigo 1	30	32	379.76	226.28	60.13 a
Testigo2	30	33	371.03	218.03	58.76 a
Tratamiento 3	30	44	423.50	254.61	60.10 a
Tratamiento 4	30	33	387.43	230.68	60.08 a

Así mismo Plascencia et al., (1998), mencionan en un trabajo realizado con novillos que el peso de la canal así como su rendimiento aumentó en 4.3 y 3.4 por ciento respectivamente en animales que fueron tratados con Zilpaterol sobre los testigos. También (Garza, 1998 a.) realizó otro estudio de la adición de Zilpaterol en diferentes concentraciones (0.10, 0.15 y 0.20 mg/kg peso vivo/día) y un control encontrando diferencia significativas ($P < .001$) en relación al rendimiento de la canal de los animales tratados contra el testigo.

En otro trabajo realizado por Garcés, (1998) concluye que la adición de Clorhidrato de Zilpaterol en suplementos concentrados, proporcionados durante los últimos 40 días del período de engorda a toretes en pastoreo, incrementan las ganancias de peso y el rendimiento de la canal en comparación con toretes a los que no se les adicionó Clorhidrato de Zilpaterol en el suplemento.

Es importante mencionar que a pesar que no se encontraron diferencias estadísticas ni numéricas con relación a los grupos 1, 3 y 4 con un rendimiento de 60 por ciento y el grupo 2 con 58.76 por ciento, se asume que el testigo del grupo 1 no manifestó diferencia debido a que tuvo mayor número de días en engorda que los 3 grupos restantes; sin embargo se observó que los dos grupos tratados con Zilpaterol fueron numéricamente mayores que el testigo del grupo 2 el cual tuvo un número de días de engorda similar a los grupos en tratamiento.

Grados de Calidad

En la Figura 3.1 se muestran los porcentajes de los grados de calidad de los diferentes tratamientos. Observándose que el tratamiento 1, tuvo mayor calidad que los tratamientos 3 y 4 a los cuales se les adicionó el β Agonista, no así contra el tratamiento 2. Se observó una tendencia a la disminución del grado de marmoleo de las vaquillas tratadas con Zilpaterol (3 y 4) respecto al grupo 1 (testigo), así mismo se encontró que no hubo diferencias significativas ($P < .05$) entre los dos tratamientos experimentales (Cuadro 3.2) a diferencia con el testigo. Estos resultados difieren con los realizados por Montgomery, (1998) en donde no encontraron diferencias significativas ($P > .01$) entre tratamientos utilizando el Zilpaterol.

Es conveniente recordar que la última grasa que gana un animal es la grasa que se deposita dentro del músculo (marmoleo) y es la primera que se pierde, como los β agonistas causan lipólisis, la primera grasa en metabolizar es la intramuscular por lo tanto hay una reducción del marmoleo en los animales tratados. Por último cabe mencionar que a pesar que se encontraron diferencias significativas en este trabajo relacionado a la calidad, las canales tuvieron buena aceptación en el mercado regional, debido a su conformación en general, su coloración, textura, firmeza y brillo de la carne, así como su contenido de grasa dorsal.

Cuadro 3.2. Promedios de las calidades.

No. Tratamiento	Observaciones	Días en Tratamiento	Media Trans.Log
Testigo 1	30	32	.39 a
Testigo2	30	33	.32 ab
Tratamiento 3	30	44	.29 bc
Tratamiento 4	30	33	.23 c

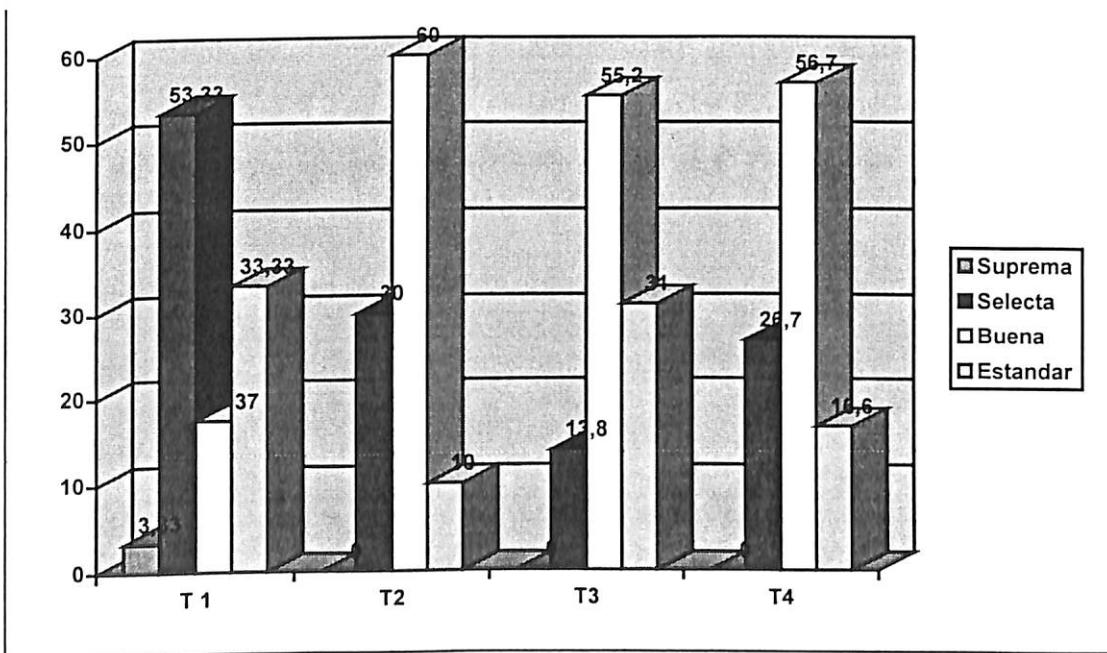


Figura 3.1 Porcentaje de los grados de Calidad de los diferentes tratamientos.

Area del Ojo de la Costilla

Para la variable Area del Ojo de la Costilla (AOC), se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($P < .05$) del tratamiento 3 contra los tratamientos 1,2,4 y entre estos no se manifestó diferencias ($P > .05$); esto indica que los animales que fueron tratados 44 días con Clorhidrato de Zilpaterol tuvieron (Area del Ojo de la Costilla) más grandes que los dos tratamientos testigos e inclusive sobre el tratamiento 4, el cual tuvo un tratamiento de 11 días menos con *β*Agonistas (Cuadro 3.1). Esto explica que a mayor número de días en tratamiento mayor puede ser su crecimiento muscular, debido a la hipertrofia muscular causada por los *β*Agonistas.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Montgomery, (1998) en donde manifiesta que el área del ojo de la chuleta de vaquillas tratadas con Zilpaterol mejoró considerablemente con incrementos promedios de 7.33 a 10.99 por ciento.

Cuadro 3.3 Areas del Ojo de la Costilla de los diferentes tratamientos.

No. Tratamiento	Observaciones	Días en Tratamiento	Media Dec.pulgada ²
Testigo 1	30	32	9.73 b
Testigo2	30	33	10.09 b
Tratamiento 3	30	44	11.49 a
Tratamiento 4	30	33	10.16 b

Grasa de Cobertura

En el (Cuadro 3.4), se puede observar que para el caso de la Grasa de Cobertura (GC) se presentó una diferencia estadísticamente significativa ($P < .05$) del tratamiento 4 contra los tratamientos 1 y 3, no existiendo diferencia significativa ($P > .05$) contra el tratamiento 2 así mismo entre los tratamientos 1,2 y 3; esto indica que el tratamiento 4 presenta menor cantidad de Grasa de Cobertura que un testigo y que el tratamiento con 44 días de Clorhidrato de Zilpaterol. Por lo tanto el grupo tratado por 33 días tuvo una grasa de cobertura de .18 décimos de pulgada no llegando a .22 como el otro tratamiento y los testigos; estos resultados concuerdan con lo realizado en la por Montgomery (1998), en donde el grupo experimental tuvo una grasa de cobertura de .25 vs .33 del testigo; mientras que en los trabajos realizados en otras pruebas 1 y 3 no tuvieron diferencias significativa entre tratamientos (Montgomery, 1998). Se asume que la acción lipolítica de los *β*agonistas en este caso no fue tan manifiesta sobre esta variable, pero si sobre la grasa intramuscular.

Un nivel de 0.15 mg/kg/día de Zilpaterol ha logrado reducir la grasa de la canal, incrementando el rendimiento en carne magra, mejorando la tasa de crecimiento y el rendimiento en canal, con los beneficios resultantes para las empresas productoras de carne de res. El efecto sobre la calidad de la carne es variado y no se ha informado de la influencia alguna sobre la suavidad de la misma en la carne de res (Casey, 1998).

Cuadro 3.4. Promedios de las Grasas de Cobertura de los diferentes tratamientos.

No. Tratamiento	Observaciones	Días en Tratamiento	Media Dec.pulgada
Testigo 1	30	32	.24 a
Testigo2	30	33	.22 ab
Tratamiento 3	30	44	.22 a
Tratamiento 4	30	33	.18 b

Grasa de Riñón, Pélvis y Corazón

Comparando los porcentajes de grasa en riñón, pelvis y corazón (RPC) el grupo 1 manifestó diferencias significativas ($P < .05$) contra los grupos de animales tratados y el grupo 2 que también fue testigo, y no presentando diferencia significativa ($P > .05$) entre estos últimos (2,3,4) (Cuadro 3.5). Esto coincide con los reportado por Montgomery (1998) en dos pruebas realizadas en vaquillas.

Esto nos indica que el Zilpaterol no tiene mucho efecto lipolítico sobre la grasa interna (RPC) ya que es la primer grasa que se depone y la última que requiere el organismo para satisfacer en caso necesario sus requerimientos de energía.

Cuadro 3.5. Promedios de las grasas de riñón, pelvis y corazón.

No. Tratamiento	Observaciones	Días en Tratamiento	Media %
Testigo 1	30	32	2.57 ^a
Testigo2	30	33	2.13 b
Tratamiento 3	30	44	2.18 b
Tratamiento 4	30	33	2.13 b

Peso de la Canal Caliente

En el Cuadro 3.6, se muestran los pesos promedios de las canales de vaquillas de los cuatro tratamientos, y se puede observar que nuevamente el tratamiento 3 tuvo diferencia significativa ($P < .05$), con un Coeficiente de Variación de 11.12 por ciento, en relación a los dos testigos y al tratado con 33 días de Clorhidrato de Zilpaterol. Estos resultados coinciden con los citados por Montgomery (1998), realizados en vaquillas en donde el peso de la canal caliente del grupo experimental tuvo diferencia significativa ($P < .001$) con un peso de 271.11 kg vs 253.68 kg del grupo testigo, en otras pruebas también se manifestó el mismo comportamiento en donde los animales tratados con Zilpaterol fueron superiores en peso en canal caliente.

Se asume que los animales con mayor número de días en tratamiento, manifiestan una mejor respuesta, ya que este aditivo actúa directamente sobre las fibras musculares causándoles una hipertrofia, por lo tanto sus masas musculares en las piernas y en el lomo eran más voluminosos que los testigos.

Cuadro 3.6 Pesos promedios de las canales.

No. Tratamiento	Observaciones	Días en Tratamiento	Media kg
Testigo 1	30	32	226.28 b
Testigo2	30	33	218.03 b
Tratamiento 3	30	44	254.61 a
Tratamiento 4	30	33	230.68 b

Rendimiento de la Canal

En los resultados del grado de rendimiento de la canal (Cuadro 3.7), se observa que hay una diferencia estadísticamente significativa ($P < .05$) del tratamiento 1 contra los tratamientos 2,3 y 4, pero no manifestándose diferencia significativa ($P > .05$) entre estos últimos, a pesar que el tratamiento 3 tuvo un grado de rendimiento promedio de 1.89 siendo el mejor de todos. Estos resultados concuerdan con lo presentado por Montgomery (1998), quien también encontró diferencias significativas ($P < .01$) en el rendimiento de la canal en vaquillas. Sin embargo Plascencia *et al.* (1998), manifestaron que no hay diferencias significativas sobre el grado de rendimiento de la canal en novillos.

Cabe mencionar que esta diferencia del grupo 1 (testigo) contra los grupos 2,3 y 4, se debe al número de días de engorda el cual fue mayor. Por otra parte es importante comentar que el rendimiento de la canal depende de cuatro factores (AOC, GC, RPC y PC), aunque uno de éstos fuese mejorado, su influencia es mínima como sucedió en este trabajo; sin embargo estos rendimientos fueron muy aceptados por las empacadoras y tablajeros ya que tuvieron menos mermas.

Cuadro 3.7 Promedios de los Grados de Rendimiento de la Canal.

No. Tratamiento	Observaciones	Días en Tratamiento	Media Grado de Rend
Testigo 1	30	32	2.38 a
Testigo2	30	33	2.00 b
Tratamiento 3	30	44	1.89 b
Tratamiento 4	30	33	2.04 b

Análisis Económico

El aspecto económico en el uso del Clorhidrato de Zilpaterol en vaquillas en el período de finalización, se realizó de los grupos tratados a 33 y 44 días respectivamente, así como los dos grupos testigos. Como se puede observar en el siguiente cuadro, los dos grupos testigos tuvieron mayor utilidad que el grupo tratado con 33 días, no así para el grupo tratado con 44 días siendo el más redituable de todos, en base a la producción obtenida.

Cuadro 3.8 Análisis Económico de Vaquillas tratadas con Zilpaterol 33 y 44 días, con dos grupos testigos.

Tratamiento	\$/Dieta/kg	Con/A/día	\$ Alim/día	Gan/\$/Día	U/día \$	Días en Trat.	Utilidad Bruta/A
A	B	C	D	E	F	G	H
Testigo 1	.95	9.35	8.88	11.73	2.85	32	94.05
Testigo 2	.95	9.52	9.04	10.81	1.77	33	58.41
Trat.44d 3	1.27	10.30	13.08	15.98	2.9	(33)	(95.7)
						44	127.6
Trat.33d 4	1.27	10.78	13.69	15.29	1.6	33	52.8

A Tratamientos
 B Costo de la dieta por kilogramo
 C Consumo por animal por día
 D Costo de alimentación por día por animal
 E Ganancia por día por animal
 F Utilidad por día por animal
 G Días en tratamiento
 H Utilidad Bruta por animal

CONCLUSIONES

✓ - Los animales tratados con Clorhidrato de Zilpaterol tendieron a mejorar los pesos de las canales, pero no mejoraron el rendimiento de peso vivo a peso en canal.

- El grado de marmoleo y calidad de las canales no se ven mermadas substancialmente, de tal manera, que no afecta económicamente la reducción observada.

- La grasa de cobertura tuvo una tendencia a ser disminuida de los animales tratados contra los testigos.

- La grasa interna (RPC), no sufrió ninguna reducción de los animales tratados en comparación con los testigos.

✓ - El área del ojo de la costilla presentó incrementos significativos en animales tratados 44 días, en comparación con los testigos.

✓ - El grado de rendimiento de la canal se vio incrementado significativamente, contra un grupo testigo únicamente.

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo con el objeto de evaluar el efecto de un *B*Agonista sobre los grados de calidad y rendimiento de la canal de vaquillas sometidas a una engorda intensiva.

Se utilizaron 120 vaquillas de un total de 358 con una edad de sobreaño, de razas productoras de carne y con un peso promedio de 390 kg, distribuidas en 4 tratamientos bajo un diseño completamente al azar con el mismo número de repeticiones. Los tratamientos fueron: Grupo 1 y 2 con 160 animales siendo los grupos testigos; el Grupo 3 y 4 se les adicionó en la dieta de engorda 44 y 33 - días del Clorhidrato de Zilpaterol, a 198 animales respectivamente.

Se evalúa el Peso de la Canal Caliente reflejándose una diferencia significativa ($P < .05$) en esta variable para el caso del Tratamiento 3; con relación al Rendimiento de Peso Vivo a Peso en Canal (RPVPC), no hubo diferencia significativa entre tratamientos ($P > .05$).

Para las características de Grados de Calidad y Rendimiento se evaluó a cada animal como una repetición, siendo el Marmoleo, Grado de Calidad, Area del Ojo de la Costilla (AOC), Grasa de Cobertura (GC), Grasa de Riñón, Pelvis y Corazón (RPC) y el Rendimiento de la Canal (REND).

Para el Grado de Marmoleo y Calidad se manifestó una diferencia significativa ($P < .05$) del tratamiento 1 contra 3 y 4, y el tratamiento 2 contra 4; no habiendo diferencia significativa ($P > .05$) entre los tratamientos controles 1 y 2, así mismo entre los experimentales 3 y 4, observándose que estos dos últimos tendieron a disminuir el marmoleo por lo tanto la calidad de la canal.

Para el Area del Ojo de la Costilla (AOC) si existió una diferencia significativa ($P < .05$) del Tratamiento 3 contra 1,2,3 y no manifestándose una diferencia significativa ($P > .05$) entre estos últimos.

Para el caso de la Grasa de Cobertura (GC) se presentó una diferencia significativa ($P < .05$) del Tratamiento 4 contra 1 y 3, no existiendo diferencia significativa ($P > .05$) contra el Tratamiento 2 así mismo entre los Tratamientos 1,2 y 3.

La Grasa de Riñón, Pelvis y Corazón, el Tratamiento 1 tuvo diferencia significativa ($P < .05$) contra los Tratamientos 2, 3 y 4 únicamente.

En el Grado de Rendimiento de la Canal también se observó una diferencia significativa ($P < 0.05$) del Tratamiento 1 contra 2,3 y 4 como en la variable anterior.

Dentro de las observaciones en la Clasificación de Canal, se vio que los animales que se les suministró *β*Agonistas (Clorhidrato de Zilpaterol), reflejaron en la canal con menor Grasa de Cobertura (GC) y una mayor Área del Ojo de la Costilla (AOC), por ende un mejor Rendimiento a la Cortabilidad de la Canal y una buena aceptación al mercado regional.

De los resultados obtenidos del presente trabajo se concluye, que el efecto de los *β*Agonistas en Vaquillas con 44 días de tratamiento antes del sacrificio, si influye en forma significativa para el caso del Peso Final en Pie, Peso Canal Caliente y Área del Ojo de la Costilla (AOC), principalmente, no así para el caso del tratamiento de los 33 días, sin embargo, los *β*Agonistas por tener una acción lipolítica si disminuyen el Marmoleo, la Grasa de Cobertura y la Grasa del Riñón Pelvis y Corazón significativamente.

Cabe mencionar que no hubo diferencias significativas en el rendimiento de Peso vivo a Peso en Canal entre Tratamientos.

LITERATURA CITADA

- Agriculture Department of United States (USDA). 1988. Oficial United States Standars for Grades of Carcass Beef. Agricultural Marketing Services. USDA. USA.
- Baker, K. P, Dalrymple, R.H, Ingle, D. L, and Ricks, A. C., 1984. Use of A B-Adrenergic Agonist To Alter Muscle And Fat deposition In Lambs. J. Anim. Sci. Vol. 59, No. 5, 1984. U.S.A.
- Casey, N.H. and Torerien, C. 1995. Zilpaterol feedlot withdrawal trials. Departament of Animal ICOMST, pp 262-263. U.S.A.
- Casey, N. H. Webb, E.C. and Maritz, J.L., 1997. Effects of zilpaterol and its withdrawal on carcass and meat quality of young steers. Proceedings, 43rd ICOMST, pp 264-265. U.S.A.
- Casey, N.H. 1998. Efectos Fisiológicos y Toxicológicos del Clorhidrato de Zilpaterol. Centre For Nutrition. Department of Animal and Wildlife Sciences, University of Pretoria. Pretoria 0002, South Africa.
- Catton, D.G., Van Schalkwyk, I., De Vissei, L.M., Van Schalkwyk, P.C. and Ciller, H., 1995. Zilpaterol residue withdrawal determinations after 0.8, 12 and hour. trial No. 95/03. RSA.
- Cunningham, H. M., Friend, D.W. and J.W.G. 1963. Effect of epinephine on nitrogen and fat deposition of pigs. J. Anim. Sci. 22:632. U.S.A.
- Garcés, Y. P. y Rebolledo, A.M. 1998. XXII Congreso Nacional de Buiatría. Efecto del Clorhidrato de Zilpaterol sobre la Ganancia de Peso y el Rendimiento en Canal de Toretos Finalizados en Pastoreo. Acapulco, Guerrero México.
- Garza, F. J de D. 1998 a. Dietas para Ganado de Engorda. Acontecer Bovino. Vol. IV. No. 16. Abril-Mayo. pp: 25-31.
- _____ 1998 b. Comportamiento Productivo de Bovinos Productores de Carne en Finalización, Suplementados con Zilpaterol. Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal. Hoechst Roussel Vet. 1998.

- Garza, C. H.M. y Preciado, G.E., 1992. Servicio de Clasificación de Carnes. Secretaría de Desarrollo Rural. Gobierno del Estado de Coahuila.
- Gutiérrez P.H., Gutiérrez G.P. y Camacho, C.O., 1996. Análisis Estadístico por Computadora, STATGRAPHICS. De. Aleph. Guadalajara, México.
- Harden, T. K.,1983. Agonist induced Desensibization of the beta- adrenergie recpetor-linked adenylate cyclase. Pharmacol. Rev., 35:5.32 U.S.A.
- INEGI, 1985. Nomenclátor del Estado de Coahuila. México, D.F.
- INEGI, 1997. Anuario Estadístico del Estado de Coahuila. Saltillo, Coah.
- Kawas, R. J. 1998. Modificadores Digestivos y Metabólicos en Raciones para Ganado en Engorda en Corral. Memorias IV Curso de Actualización sobre Producción de Ganado Bovino en Corral. UANL, Monterrey N.L.
- Lab. Hoechst Roussel Vet, 1998. Guía Técnica del Zilpaterol. México, D.F.
- Macar, C. ,1998. Zilpaterol en la Industria de los Bovinos Productores de Carne. Hoechs-Roussel Vet-Francia. Resumen de Conferencias presentadas en el Lanzamiento del Zilpaterol en México. Monterrey, N.L .
- Malucelli, A., Ellendorff, F., and Meyer, H.H.D. 1994. Tissues Distribution and Residues of Clenbuterol, Salbutamol and Terbutalina in Tissues Distribution and Residues of Clenbuterol, Salbutamol and Terbutalina in Tissues of Treated Broiler Chickens. J. Anim. Sci. 72:1555-1560. USA.
- Montgomery, H.T., 1998. Efecto del Clorhidrato de Zilpaterol sobre las Características de la canal de Novillos, Vaquillas y Toretes. Resumen de conferencias presentadas en el lanzamiento del Zilpaterol en México.Monterrey, N.L. México.
- Moseley, W.M., Paulissen, J.B., and Goodwin, M.C. 1992. Recombinant Bovine Somatotropin improves Growth Performance in Finishing Beef Steers. J. Anim. Sci. 70:412-425 USA.
- National Live Stock and Meat Board, 1988. Meat Evaluation Handbook. USA.
- North, H., Ston, Brown, J., 1997. Airborne concentrations of zilpaterol hydrochloride during mixing and blending of zilpaterol hydrochloride in cattle feed at Wade Jones Company, Lowell, AR, USA.

- Paschal, J.C. Sanders, J.O., Kerr, J.L., Lunt, D.K., and Herring, A.D. 1994. Postweaning and Feedlot Growth and Carcass Characteristics of Angus, Gray Brahman, Gir, Indubrazil, Nellore, and Red Brahman Sired F1 Calves. *J. Anim. Sci.* 73:373-380 .USA.
- Plascencia, A., Torrentera, N. y Zinn, A. R.,1998. Influencia de la adición del Zilpaterol en Dietas de Finalización para Novillos: Comportamiento productivo y Características de la Canal. IV Curso de Actualización sobre Producción de Ganado Bovino en Corral. UANL, Monterrey, N.L. México.
- Ricks, A.C., Dalrymple, H.R., Baker, K.P., and Ingle, L.D.,1984, Use of *β* Agonist to Alter Fat and Muscle Deposition in Steers. *J Anim. Sci*, Vol.59,No.5.1247-1255. U.S.A.
- Rodríguez , del A. J.M, 1991. Métodos de Investigación Pecuaria, Editorial Trillas. pp. 38-40. México, D.F.
- Sumano, L. H., y Ocampo, C.L., 1990, Farmacología Veterinaria. Fármacos Simpaticomiméticos. Primera Edición, Editorial,McGraw-Hill. pp: 329-336. México, D.F.
- Suryawan, A., Hu, Y.C., Forsberg, E.N., Dailymple, H.R., and Ricks, A.C. 1988. Effect of Cimaterol on Sheep Adipose Tissue Lipid Metabolism. *J.Anim.Sci.* vol:66:1393-1400. USA.
- Timmerman, H. ,1987. Beta-adrenergics: Physiology, Pharmacology, applications, structures an structure-activity relationships. Chapter 2 In "Beta-agonists and their effects on animal growth and carcass quality". Proceedings of a seminar sponsored by the Commission of the European Communities. De. J.P. Hanrahan. Elsevier Applied Science, London, pp 13-28.
- Webb, E.C., and Casey, N.H., 1995. Fatty acids in carcass fat of steers treated with a *β*agonist feed additive and a trenbolone acetate + oestradio-17 *β*implant. *Meat Science* 41:61-76. U.S.A.

APENDICE

A.1 Análisis de varianza sobre Peso en Canal Caliente

FV	GL	SC	CM	F	Ft .05
TRATAMIENTOS	3	22206.00	7402.00	11.08	2.68 *
ERROR	116	77437.00	667.56		
TOTAL	119	99643.00			

* Diferencia Significativa
C.V. 11.12%

A.2 Análisis de varianza sobre Rendimiento de Peso Vivo a Peso en Canal.

FV	GL	SC	CM	F	Ft .05
TRATAMIENTOS	3	14.43	4.81	1.79	2.68 NS
ERROR	116	310.40	2.67		
TOTAL	119	324.84			

NS= Diferencia no Significativa
C.V 3.23%

A.3 Análisis de varianza sobre Grado de Calidad

FV	GL	SC	CM	F	Ft .05
TRATAMIENTOS	3	0.35	.11	5.70	2.68 *
ERROR	116	2.43	.02		
TOTAL	119	2.79			

* Diferencia Significativa
C.V 46.52%

A.4 Análisis de varianza sobre el Area del Ojo de la Costilla.

FV	GL	SC	CM	F	Ft .05
TRATAMIENTOS	3	53.40	17.80	9.07	2.68 *
ERROR	116	227.62	1.96		
TOTAL	119	281.03			

* Diferencia Significativa
C.V. 13.51%

A.5 Análisis de varianza sobre la Grasa de Cobertura.

FV	GL	SC	CM	F	Ft .05
TRATAMIENTOS	3	.06	.020	3.90	2.68 *
ERROR	116	.62	.005		
TOTAL	119	.68			

*Diferencia Significativa
C.V. 33.44%

A.6 Análisis de varianza sobre la Grasa de Riñón, Pelvil y Corazón.

FV	GL	SC	CM	F	Ft .05
TRATAMIENTOS	3	.15	.050	3.30	2.68 *
ERROR	116	1.75	.015		
TOTAL	119	1.90			

*Diferencia Significativa
C.V. 34.50%

A.7 Análisis de Varianza sobre el Rendimiento de la Canal.

FV	GL	SC	CM	F	Ft .05
TRATAMIENTOS	3	0.16	.053	5.47	2.68 *
ERROR	116	1.13	.009		
TOTAL	119	1.29			

* Diferencia Significativa
C.V. 31.19%