

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Zootecnia

**EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE CORDEROS CON LA ADICIÓN DE
CLORHIDRATO DE ZILPATEROL EN LA DIETA A DIFERENTES DOSIS
Y PERÍODOS DE RETIRO**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE**

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

PRESENTA

DENISSE VERGARA AVILA



Junio 2006

Chapingo, Estado de México

EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE CORDEROS CON LA ADICIÓN DE CLORHIDRATO DE ZILPATEROL EN LA DIETA A DIFERENTES DOSIS Y PERÍODOS DE RETIRO

Tesis realizada por Denisse Vergara Avila, bajo la dirección del Comité Asesor
indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el
grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

DIRECTOR: _____

M.C. Carlos Sánchez del Real

ASESOR: _____

Dr. José Artemio Cadena Meneses

ASESOR: _____

Ph.D. Amílcar Renán Mejenes Quijano

ASESOR: _____

Ph.D. Gilberto Aranda Osorio

A-T 0362

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Chapingo**, al **Departamento de Zootecnia** y al **Posgrado en Producción Animal**, por darme el privilegio de enaltecer al campo mexicano.

Al M.C. Carlos Sánchez del Real, por su valioso apoyo como director en el desarrollo y elaboración de esta investigación, especialmente por sus consejos y confianza brindados durante mis estudios de maestría.

A los Ph.D. Amilcar Renán Mejenes Quijano, Gilberto Aranda, Rafael Núñez Domínguez y al Dr. José Artemio Cadena Meneses por su tiempo, dedicación y acertadas sugerencias para la culminación de la presente investigación.

Un profundo agradecimiento a todos los profesores del Posgrado en Producción Animal, por mi formación académica, pero sobretodo por su amistad.

Al Ing. Melitón Córdoba Álvarez, a los M.C. José M. Monzón, Mario Díaz, Germán Cruz y Noe Galindo; al Ing. Fabián Magaña, al personal de los módulos de Producción Ovina y de Producción de Leche Orgánica en Pastoreo de la Granja Experimental de la UACH; así como al personal de la granja ovina “Ovinoreal”, M.C. Edgardo Ocaña y Janet Valera por su apoyo brindado y amistad.

Al personal administrativo del Departamento de Zootecnia y del Posgrado en Producción Animal; al Técnico Indalecio Flores Santamaría del Laboratorio de Nutrición de Rumiantes por paciencia, apoyo y buenas pláticas.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (**CONACYT**) por las facilidades otorgadas y el apoyo económico brindado durante los estudios de maestría.

DEDICATORIA

A **Dios**, él nunca se alejó, estuvo ahí cuando triunfé y cuando caí...**GRACIAS** por darme vida y permitir llegar a una meta más

A mis padres **Juan Vergara Velásquez** y **Delia Avila Flores**, su ejemplo me ha guiado hasta este día, me faltarían palabras para agradecer su ánimo, buenos consejos, paciencia, comprensión y desvelos. Con profundo respeto, orgullo y amor, por enseñarme el valor del trabajo y por ser parte del motor de mi vida
¡GRACIAS!

A mi hermana **Rosa Hita** y a su esposo **Jorge**, por los momentos que hemos estado juntos y por compartir conmigo el tesoro más valioso que tienen: su hijo **Yael** (bebé: eres el rayito de luz que ilumina nuestras vidas)

Al **Taller de Danza Folklórica Centeotl** de la UACH, por todos estos años llenos de experiencias, a mi querida maestra y amiga **Lic. Trinidad Nava** a quien le agradezco mi formación integral. “La enseñanza es su don, la fortaleza y tenacidad su virtud”. A cada uno de los integrantes del Taller, gracias por su amistad y por ser día a día *“Fuerza creadora que da vida a la tierra”*.

A mis compañeros del Posgrado en Producción Animal, por esos buenos momentos, en especial a Alejandra, Dolores y Constantino por su confianza y amistad incondicional

Y a todos lo que no creyeron que lo lograría...

Con cariño: *Denisse* 😊

DATOS BIOGRÁFICOS

DATOS PERSONALES

Nombre: **Denisse Vergara Avila**

Fecha de Nacimiento: **19 de agosto de 1978**

Lugar de nacimiento: **San Cristóbal Ecatepec, México**

Profesión: **Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia**

Cédula Profesional: **3990411**

FORMACIÓN ACADÉMICA

1990-1993 **Escuela Secundaria Oficial No. 130 “Netzahualcoyotl”,
Texcoco, México**

1993-1996 **Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo**

1996-2000 **Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo**

2004-2005 **Posgrado en Producción Animal, Departamento de Zootecnia,
Universidad Autónoma Chapingo**

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	2
CAPÍTULO II.....	5
REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
Antecedentes.....	6
Importancia de los promotores de crecimiento en la producción animal.....	8
Agentes moduladores de la repartición de nutrimentos a músculo y grasa.....	8
Los β -agonistas adrenérgicos.....	9
Receptores adrenérgicos.....	10
Receptores β -adrenérgicos.....	11
Receptores β -adrenérgicos en la alimentación y saciedad.....	13
Receptores β -adrenérgicos en bronquios.....	13
Receptores β -adrenérgicos en el control de flujo sanguíneo.....	14
Farmacocinética de los β -agonistas.....	14
Mecanismos de acción.....	16
Implicaciones de otras hormonas y factores de crecimiento.....	20
Insulina.....	20
Hormonas tiroideas.....	21
Hormonas del crecimiento.....	21
Utilización de β -agonistas en la producción animal.....	22
Efecto de los β -agonistas sobre calidad de la canal.....	23

Efecto de los β -agonistas sobre crecimiento de corderos y características de la canal	24
Medida del punto GR en canales de ovinos	25
Descripción del clorhidrato de zilpaterol	27
Descripción del producto y modo de acción	28
Metabolismo, excreción y residuos	29
Cinética del clorhidrato de zilpaterol	29
Administración del clorhidrato de zilpaterol en dietas de finalización.....	30
Respuesta animal al uso de clorhidrato de zilpaterol.....	31
Calidad de la canal con la adición de clorhidrato de zilpaterol	33
Período de retiro, efectos fisiológicos y toxicológicos del clorhidrato de zilpaterol	35
Residuos de clorhidrato de zilpaterol en productos alimenticios de origen animal	36
Seguridad para el consumidor	37
Problemática de los residuos de β -agonistas en productos de origen animal	40
Métodos de detección y cuantificación	42
CAPÍTULO III.....	44
LITERATURA CITADA	45
CAPÍTULO IV	51
EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE CORDEROS CON LA ADICIÓN DE CLORHIDRATO DE ZILPATEROL EN LA DIETA A DIFERENTES DOSIS Y PERÍODOS DE RETIRO	52
RESUMEN.....	52
ABSTRACT.....	54
INTRODUCCIÓN	56
MATERIALES Y MÉTODOS.....	57

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
CONCLUSIÓN	72
IMPLICACIONES	72
LITERATURA CITADA	73
CAPÍTULO V	75
ANEXOS.....	76

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Efectos de β -agonistas en varias especies como promotores de crecimiento y características de la canal.....	23
2	Influencia de la suplementación de clorhidrato de zilpaterol en cambios de peso y características de la canal de toretes.....	32
3	Ingredientes y composición nutritiva de la dieta base experimental.....	58
4	Comportamiento productivo de corderos con la adición de diferente dosis de clorhidrato de zilpaterol.....	62
5	Probabilidades de los coeficientes que conforman la ecuación de predicción de consumo de alimento.....	65
6	Efecto de diferente dosis de clorhidrato de zilpaterol en las características de la canal de corderos.....	67
7	Efecto del período de retiro en las características de la canal de corderos (promedio de 0.10, 0.15 y 0.20 mg de clorhidrato de zilpaterol kg^{-1} PV día ⁻¹).....	68
8	Efecto de diferente dosis de clorhidrato de zilpaterol en los componentes de la canal de corderos.....	70
9	Efecto del período de retiro en los componentes de la canal de corderos (promedio de 0.10, 0.15 y 0.20 mg de clorhidrato de zilpaterol kg^{-1} PV día ⁻¹).....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Vista transversal de la canal en la doceava costilla.....	26
2	Estructura química del clorhidrato de zilpaterol.....	27
3	Consumo de alimento por día de corderos con diferente dosis de clorhidrato de zilpaterol.....	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	NORMA Oficial Mexicana NOM-061-ZOO-1999: Especificaciones zoosanitarias de los productos alimenticios para consumo animal.....	77
2	Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-015-ZOO-2002: Especificaciones Técnicas para el Control del Uso de Beta-Agonistas en los Animales.....	86
3	Norma Mexicana PROY-NMX-F-000-SCFI-2005: Productos Pecuarios-Carne de Ovino en Canal–Clasificación.....	95

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN GENERAL

La engorda de ovino constituye una actividad importante para algunas regiones del país. Un punto de interés para la producción cárnica ovina, es la preferencia del consumidor en cuanto a tipo y calidad de la canal; en años anteriores, eran producidas canales gordas y pesadas, sin embargo con los nuevos descubrimientos médicos sobre problemas de salud ocasionados por la grasa de origen animal y los malos hábitos alimenticios, la población adulta busca, actualmente, carne con bajo contenido de grasa. Esto lleva a buscar nuevas prácticas de manejo y alimentación en la finalización de corderos.

Algunas herramientas, que se pueden utilizar lo constituyen los aditivos y promotores de crecimiento en la nutrición de corderos, como alternativa para hacer eficiente la producción y potencializar la respuesta productiva de esta especie en la etapa de finalización, debido a las ventajas técnicas y económicas que representan. Siendo los más utilizados los anabólicos implantados y actualmente los dosificados en la dieta, como los β -agonistas.

Los β -agonistas adrenérgicos, son compuestos sintéticos, análogos de la adrenalina y noradrenalina. El clenbuterol, ractopamina y zilpaterol son los β -agonistas más utilizados como promotores de crecimiento (Bocca *et al.*, 2003); entre sus ventajas están la reducción del consumo, mejora de la conversión alimenticia, aumento de la ganancia de peso y la composición de la canal, reduciendo la deposición del tejido graso y aumentando la masa muscular (Ricks *et al.*, 1984).

Sin embargo, cuando los β -agonistas adrenérgicos son usados en altas dosis y períodos prolongados, la acumulación de residuos en tejidos comestibles como músculo, hígado y riñón se eleva, convirtiéndose en una fuente de intoxicación de gran riesgo para la salud humana. Los casos de intoxicación que se presentaron en 1991 en España y Estados Unidos han sido por el consumo de carne contaminada con clenbuterol (Mitchell y Dunnovan, 1998), que es también un poderoso vasodilatador y broncodilatador. Ante estos hechos, en Europa (Kuiper *et al.*, 1998) y en los Estados Unidos (Mitchell y Dunnovan, 1998) se prohibió el uso de cualquier β -agonista como promotor de crecimiento en la producción animal.

En México, desde el año 2000 se estableció la prohibición del uso de β -agonistas en alimentos balanceados para animales de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-061-ZOO-1999 y en marzo de 2002 la SAGARPA emitió la Norma Mexicana de Emergencia, NOM-EM-015-ZOO-2002, de carácter obligatorio, en las cuales explícitamente se prohíbe (con excepción de aquellos productos que cuenten con registro) la producción, manufactura, suministro, fabricación, elaboración, preparación, transportación, tráfico, comercialización, importación y suministro de productos β -agonistas en la formulación de productos alimenticios destinados para consumo y uso en animales (SAGARPA, 2002). El clorhidrato de zilpaterol (Reg. SAGAR Q-0273-205) y la ractopamina (Reg. SAGAR Q-1807-036), son β -agonistas que cuentan con permiso de uso por las autoridades sanitarias mexicanas.

El uso de β -agonistas en la nutrición de animales domésticos ha causado mucha controversia; por ello, es necesario hacer conciencia de que, si bien los β -agonistas son una herramienta importante para la producción, su utilización se debe realizar dentro de los márgenes legales y buscando sobre todo inocuidad en los productos animales destinados al consumo humano. De esta manera, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la inclusión del clorhidrato de zilpaterol en el comportamiento productivo y características de la canal a diferente dosis y período de retiro antes del sacrificio, en corderos en finalización.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

ANTECEDENTES

A través del tiempo, se han suministrado diversas clases de aditivos y promotores de crecimiento a los animales domésticos, pero muchos de ellos no han satisfecho la prueba del tiempo y la experimentación cuidadosa, que permita su utilización práctica; por ello, muchos han desaparecido como consecuencia del costo, residuos tisulares, la toxicidad o, lo que es más común, respuesta con poco beneficio para el animal (Church y Pond, 2002).

A principios del siglo veinte surgió el interés por aumentar la productividad individual de los animales mediante la manipulación del sistema endocrino; la necesidad de promover el crecimiento de los animales estimuló la búsqueda de nuevos productos naturales o artificiales (Sánchez y Huerta, 1995).

En la década de 1950 se iniciaron una serie de estudios con ovinos para determinar el efecto de los agentes anabólicos sobre el comportamiento productivo en corral y bajo condiciones de libre pastoreo; desde entonces se sabe que la respuesta anabólica es similar a la obtenida en bovinos. Actualmente hay una amplia gama de promotores de crecimiento (anabólicos) a base de estrógenos, andrógenos, progestágenos, como implantes (Sánchez y Huerta, 1995) y sustancias no esteroideas como los β -agonistas adrenérgicos, que son agentes anabólicos activos oralmente.

Los β -agonistas adrenérgicos representan sustancias con actividad hormonal. Los primeros resultados del efecto benéfico de éstos, como aditivos nutricionales, fueron en 1965 cuando se presentaron datos que indicaban la posibilidad de modificar el crecimiento de los mamíferos al suministrar estos β -agonistas. Se sugirió que directa o indirectamente podrían lograr el incremento en peso corporal al cambiar la concentración intracelular del AMPc (Adenosin Monofosfato cíclico) (Mersmann, 1998).

En los inicios de la década de 1980, investigadores de los Laboratorios Cyanamid publicaron algunos datos sobre la modulación del crecimiento en animales utilizando el clenbuterol (Ricks *et al.*, 1984). Asimismo, demostraron que la administración oral de este β -agonista a bovinos, aves, cerdos y ovejas aumentaba la masa muscular y disminuía la cantidad de grasa corporal. En México, se obtuvieron resultados similares con el clenbuterol, suministrado en el alimento tanto a cerdos como en aves. Sin embargo, en aves se requirió hasta cinco veces la dosis usada en otras especies, para obtener resultados tangibles (Sumano *et al.*, 2002).

A estos hallazgos siguieron, algunos años después, réplicas con otros β -agonistas como el cimaterol, ractopamina, zilpaterol y salbutamol, aplicados a diferentes especies, obteniéndose resultados variados, pero la gran mayoría con informes de promoción del rendimiento, mejor conversión alimenticia, aumento en la ganancia de peso, mejor rendimiento de la canal, el incremento en el contenido de la proteína muscular, y la reducción de la grasa subcutánea y abdominal, teniendo un efecto significativo sobre el metabolismo de la

proteína, de los lípidos y de los carbohidratos (Vanguelov, 1995; Sumano *et al.*, 2002).

Importancia de los promotores de crecimiento en la producción animal

La demanda de carne de ovino cada vez cobra mayor importancia, por lo que se deben buscar nuevas formas de hacer eficiente el proceso de producción de carne. Con este fin se han desarrollado sustancias que ayudan a tratar de conseguir este objetivo, dentro de las cuales se encuentran los promotores de crecimiento. Algunas de estas sustancias tienen efecto anabólico, contribuyendo a mejorar el comportamiento animal (Oteiza y Madero, 1989; citado por Acosta, 1998). Los anabólicos pueden clasificarse, de acuerdo con su actividad biológica, en compuestos estrogénicos, androgénicos y progestagénicos o bien, de acuerdo con su estructura química, se clasifican en esteroides endógenos, esteroides exógenos y compuestos no esteroideos (Castillo, 1998). Está comprobado que, en general, el uso de agentes anabólicos promueven el aumento en la velocidad de crecimiento, aumento en la masa muscular, mejoramiento en la conversión alimenticia, cambios en la distribución de grasa y el mejoramiento del apetito.

Agentes moduladores de la repartición de nutrimentos a músculo y grasa

Un problema serio que enfrenta el ganadero es la producción de canales conteniendo excesos de grasa. Por lo tanto, en años recientes se han buscado

los medios para alterar la repartición de nutrientes, desviándolos de la síntesis de grasa a síntesis de proteína (músculo). Está bien definido que se requiere una mayor cantidad de energía para producir un kilogramo de grasa que un kilogramo de carne magra, por lo tanto, la repartición de nutrimentos podría ser una alternativa para mejorar la eficiencia del ganado de engorda. Algunos agentes que apoyan este nuevo equilibrio fisiológico son compuestos químicos y hormonales, o bien una combinación entre ellos (Sánchez, 1990), como los β -agonistas adrenérgicos que se consideran dentro de los promotores de crecimiento y de los cuales se encuentran clenbuterol, cimaterol, zilpaterol, salbutamol, terbutalina, mabuterol, isoproterenol, bamuterol, ractopamina, dobutamina, ritrodina, fenoterol, L-644,969 y salmeterol (Smith, 1998).

Los β -agonistas adrenérgicos

La adrenalina (epinefrina), noradrenalina (norepinefrina) y dopamina son las principales catecolaminas presentes en el organismo de los mamíferos. Se denominan catecolaminas porque las estructuras químicas están constituidas por un grupo catecol (anillo bencénico con dos hidroxilos sustituyentes) y una cadena lateral con un grupo amino. Estos compuestos realizan funciones parácrinas (como neurotransmisores) y endócrinas (hormonales) (Nelson y Cox, 2000).

La adrenalina y la noradrenalina controlan varias actividades fisiológicas en el organismo animal, como son las funciones cardiovasculares (frecuencia

cardiaca y el tono de los vasos sanguíneos) las del aparato respiratorio (pulmón, músculo bronquial), las del sistema muscular esquelético y los sistemas metabólicos (lipólisis y glicogenólisis), podría decirse que éstas son activas en situaciones de alta actividad física y estrés (Ganong, 2001).

El Manual Merck de Veterinaria (1993) menciona que los fármacos que son capaces de reaccionar con receptores específicos y luego producir una respuesta definida, y que poseen afinidad y actividad intrínseca se les llaman agonistas. Reporta también que la afinidad de un ligante (fármaco o sustancia endógena) en relación con un receptor es una medida de su capacidad de unirse a un receptor y puede variar mucho entre agonistas, que su eficacia máxima refleja el límite superior de la relación dosis-respuesta sin efectos tóxicos evidentes, diferenciándose en este sentido los agonistas entre sí y que su potencia se refiere a la gama de concentraciones dentro de las cuales un agonista produce efectos crecientes.

Receptores adrenérgicos

Los receptores adrenérgicos son estructuras macromoleculares localizadas en la membrana celular, cuya función es reconocer e interactuar con los mediadores adrenérgicos fisiológicos naturales (adrenalina y noradrenalina); esta interacción desencadena una serie de eventos complejos intracelulares que producen cambios característicos en la actividad de la célula efectora (Ganong, 2001). Para determinados ligandos hay muchos tipos de receptores, éstos tienden a agruparse en grandes familias con base en su estructura y

función; los receptores α y β adrenérgicos se caracterizan por tener forma de serpiente ligados a proteínas G (Sumano *et al.*, 2002), las cuales son proteínas reguladoras de nucleótidos que traducen una señal en un efecto biológico intracelular. Los receptores β -adrenérgicos pueden dividirse en grupos.

Receptores β - adrenérgicos

Hay muchas proteínas incluidas en la membrana celular; la cantidad de proteínas varía con la función de la membrana, pero en promedio constituyen 50% de la masa de la membrana. Un grupo de proteínas funciona como receptores, a los que se unen neurotransmisores y hormonas, lo cual inicia cambios fisiológicos al interior de la célula. La clonación y las técnicas de biología molecular relacionadas, permitieron espectaculares progresos en el conocimiento acerca de la estructura y la función de los receptores para neurotransmisores y para otros mensajeros químicos (Ganong, 2001).

El receptor β es más sensible al isoproterenol que a la noradrenalina y es bloqueado selectivamente por el propranolol. El receptor β -adrenérgico regula la enzima adenilato ciclasa fijada en la membrana, responsable de la producción de Adenosin Monofosfato cíclico (AMPc) (Eckert *et al.*, 1990). Los receptores β -adrenérgicos tienen actividad sobre el sistema nervioso autónomo, cuando se administran como fármacos o toxinas pueden aumentar o disminuir la actividad del sistema nervioso.

Los β_1 distribuidos en el corazón (miocardio) al ser activados por la noradrenalina actúan sobre la frecuencia cardiaca, contractibilidad del corazón y vasodilatación (Drennan, 1994), además de ser responsables de la secreción de renina y relajación del músculo liso del tracto gastrointestinal (Ganong, 2001); los β_2 (sistema nervioso central y bronquios) ejercen una acción relajadora en el músculo liso de los bronquiolos, vasos sanguíneos y en útero. Además, controlan la síntesis y degradación del glucógeno en las células hepáticas y musculares; y los β_3 que controlan la lipólisis en el tejido adiposo blanco y la termogénesis en el tejido adiposo pardo o café (Mersmann, 1998; Ganong, 2001). El tejido adiposo blanco contiene una sola gota de grasa (tejido adiposo unilocular); el tejido pardo tiene riego sanguíneo muy abundante, junto con la presencia de abundantes citocromos en las mitocondrias de sus células le da su color, las células de grasas son más pequeñas que las células del tejido adiposo blanco y su citoplasma contienen muchas gotitas de grasa de tamaño variable que no se fusionan (tejido adiposo multilocular) (Ganong, 2001). Los receptores β incrementan el AMPc, pues regulan la enzima adenilatociclasa fijada en la membrana, responsable de su producción (Eckert *et al.*, 1990).

El control que ejercen los β -agonistas en el metabolismo de lípidos parece ser principalmente mediante un estímulo lipolítico a través de β receptores. El rápido aumento en retención de nitrógeno se realiza casi exclusivamente en el músculo esquelético, los receptores β_2 predominan en el tejido muscular y en las células grasas (Timmerman, 1987).

Receptores β - adrenérgicos en la alimentación y la saciedad

El peso corporal se determina por el balance entre la ingestión calórica y el gasto de energía. Son muchos los factores que participan en la regulación del apetito, sin embargo el hipotálamo es el que tiene mayor participación; la regulación del apetito depende principalmente de la interacción entre dos áreas: un “centro de alimentación” y un “centro de saciedad”. Los transmisores en los circuitos neurales que controlan el apetito parecen incluir catecolaminas y al neuropéptido I. En la porción medial del hipotálamo la activación de receptores adrenérgicos α aumentan el apetito, mientras que en el hipotálamo lateral la activación de receptores adrenérgicos β y dopaminérgicos lo disminuyen (Ganong, 2001).

Receptores β -adrenérgicos en bronquios

La traquea y bronquios tienen poco músculo liso, sus paredes están inervadas por el sistema nervioso autónomo. Existen abundantes receptores muscarínicos y la descarga colinérgica causa broncoconstricción. Hay abundantes receptores β_2 adrenérgicos en el epitelio y músculo liso bronquiales, muchas de estas estructuras anatómicas no están inervadas. En algunos de ellos pueden localizarse terminaciones colinérgicas, que inhiben la liberación de acetilcolina. Los receptores β_2 intervienen en la activación de la broncodilatación e incrementan la secreción bronquial, mientras que los

receptores α_1 la inhiben (Ganong, 2001). Por ello, algunos β -agonistas fueron originalmente desarrollados para tratamientos de enfermedades bronquiales ya que en el tracto respiratorio predominan los receptores β_2 (Malucelli *et al.*, 1994).

Receptores β -adrenérgicos en el control del flujo sanguíneo

Un efecto generalizado de la disminución simpática es causar vaso constricción periférica y una elevación en la presión arterial. Esta respuesta se relaciona con la liberación de noradrenalina en las terminaciones nerviosas, ya que ésta reacciona con los receptores α del músculo liso. Sin embargo, la estimulación de un receptor β tiene como resultado vaso dilatación; estos receptores raramente están inervados y responden normalmente a los cambios en los niveles de catecolaminas circulantes. Los receptores en el sistema circulatorio son β_2 , en su mayoría, y en la circulación coronaria β_1 (Eckert *et al.*, 1990).

Farmacocinética de los β -agonistas

Las catecolaminas naturales del organismo (epinefrina y norepinefrina) y los β -agonistas son muy similares, sin embargo muestran importantes diferencias en las actividades intrínsecas, ello se debe a las características de los grupos sustituyentes. Asimismo, las diferentes sustituciones propician distintas características farmacocinéticas; las diferentes capacidades de

distribución y permanencia en el organismo determinan la magnitud del efecto del β -agonista y la persistencia de residuos en los tejidos animales (Sumano *et al.*, 2002).

La mayoría de los β -agonistas muestran una rápida y extensiva absorción tanto en ganado como en humanos y animales de laboratorio, como es el caso del clenbuterol que alcanza una absorción del 76% en bovinos. Los sitios de absorción de los β -agonistas no son bien conocidos ni demostrados, sin embargo se ha planteado que se absorben a nivel de intestino dependiendo de la especie (Smith, 1998).

Aparentemente el pH del tracto gastrointestinal determina el sitio de absorción, ya que el bajo pH del estómago de los no rumiantes o abomaso en los rumiantes, limita su absorción en estos sitios por la formación de cationes con el nitrógeno fenetanolamino, mientras que por la mayor neutralidad de las secreciones intestinales se reduce esta ionización incrementándose la absorción pasiva de estos compuestos (Smith, 1998).

Para los β -agonistas, las sustituciones en el anillo aromático son importantes para obtener una actividad biológica definida. Por ejemplo, el salbutamol se inactiva por reacción con el ácido glucurónico (glucuronidación hepática) en el radical OH⁻ del anillo. Asimismo, algunos compuestos se biotransforman e inactivan rápidamente por las catecol-O-metil-transferasas (COMT) tisulares que metilan los hidroxilos en el anillo aromático, tal es el caso del isoproterenol y la dobutamina (Peters, 1989). En contraparte, la ractopamina, el salmeterol y el salbutamol no son sustratos para la COMT y

sólo son biotransformados por glucuronidación hepática (Smith, 1998). Cuando los OH- son sustituidos por un halógeno como en el caso del clenbuterol (cloro), se evita la biotransformación por las enzimas COMT a nivel tisular y se hace lenta la biotransformación hepática (Courtheyn *et al.*, 1996).

Al mismo tiempo, la presencia del cloro hace más liposolubles a los β -agonistas y, por ende, tienden a difundirse más profundamente en los tejidos y en la grasa animal (Martín *et al.*, 1992). Sin embargo, es necesario aclarar que todos los derivados β -agonistas mencionados serían más liposolubles de no ser porque la amina que todos tienen se encuentra protonada a pH fisiológico (7.4) o menor (ácido, como el del estómago). Esta amina les confiere valores de pKa de por lo menos 8.5 y generalmente superiores a 10 (Mersmann y McNeel, 1992). Con estas características no son solubles en solventes orgánicos a pH fisiológico y la mayoría son solubles en agua o metanol. La extracción de β -adrenérgicos de muestras biológicas se logra con mayor eficiencia en pH 10 en una matriz de éter, etilacetato o cloruro de metileno (Smith, 1998; Sumano *et al.*, 2002).

Mecanismos de acción

Los β -agonistas adrenérgicos son análogos estructurales de las catecolaminas, adrenalina (epinefrina) y noradrenalina (norepinefrina), hormonas secretadas por la médula de las glándulas adrenales, que estimulan la glucogenólisis y lipólisis (Vanguelov, 1995; Casey, 1998). Este grupo de

sustancias tiene un efecto profundo sobre el metabolismo de la proteína, de los lípidos y los carbohidratos. Uno de los principales efectos de estos promotores es aumentar la masa muscular (Bohorov *et al.*, 1987; citados por Vangelov, 1995).

Como efectos secundarios incluyen consecuencias notables a corto plazo en el sistema cardiovascular, incluso un incremento en la frecuencia cardíaca varios días después del tratamiento (Merck, 1993). Esta reorientación del metabolismo de la energía celular a favor de la síntesis de proteína, ha suscitado referirse a los β -agonistas como agentes de repartición (Reeds y Mersmann, 1991).

Los β -agonistas son moléculas orgánicas que se unen a sus receptores dando lugar al complejo agonista-receptor, que a su vez activa a la proteína Gs. La subunidad α de la proteína Gs activa a la adenilatociclase, enzima que produce el monofosfato de adenosina cíclico (AMPc), una de las principales moléculas de señalización intracelular. Esta molécula produce sus efectos al unirse a la subunidad reguladora de la proteincinasa A, para liberar la subunidad catalítica que fosforila a un gran número de proteínas intracelulares. Estas proteínas tienen papeles funcionales vitales para una variada gama de funciones que van desde permitir la entrada de Ca^{++} a la célula, hasta mediar la síntesis de proteínas clave para el funcionamiento celular (Peters, 1989).

El efecto anabólico de los β -agonistas en el músculo incluye hipertrofia de las fibras musculares, cambio en el tipo de fibra muscular y cambios en la

proporción de ARN de transcripción para proteínas musculares como miosina de cadena ligera y actina (Mersmann, 1998).

Con respecto al metabolismo de la proteína todavía no está claro si el efecto de los β -agonistas es directo o indirecto y qué proceso se está afectando (síntesis o degradación de la proteína). Se han planteado tres posibles vías de acción: la primera, incremento en la síntesis proteínica (aumento de RNAm para proteínas musculares); la segunda, incremento en la acumulación de proteína debido a una reducción en la degradación proteínica; y la tercera una combinación de ambas (Mersmann, 1998).

Predomina la opinión de un efecto metabólico directo efectuado a través de los β receptores localizados en la membrana celular y la activación de una cadena de enzimas relacionadas con este metabolismo (Vangelov, 1995). Los β -agonistas incrementan el flujo sanguíneo, y esto permite el proceso de hipertrofia en el músculo esquelético al transportar mayores cantidades de sustrato y fuentes de energía para la síntesis de proteína (Yang y McElligot, 1989). Es posible que los β -agonistas actúen directamente en músculo, pero la presencia de otras hormonas o factores de crecimiento son necesarias para obtener un efecto significativo (Peter y Dawson, 1987).

La redistribución de los nutrientes absorbidos hacia los músculos, que es el principal efecto metabólico de los β -agonistas, se puede evaluar también tomando en cuenta los cambios drásticos en el metabolismo de los lípidos. Los experimentos *in vitro* e *in vivo* demuestran un efecto directo a nivel de

adipocitos con un aumento en la actividad de las enzimas lipolíticas y una reducción en la actividad de las enzimas lipogénicas (Vangelov, 1995).

Durante el crecimiento y en el animal adulto la cantidad de lípidos presentes está regulada por la lipogénesis y lipólisis. La lipogénesis tiende a ser regulada por la insulina y la lipólisis es estimulada por la acción de las catecolaminas (Peter y Dawson, 1987).

La activación de la proteincinasa A por el AMPc no sólo incrementa la degradación del glucógeno sino que también inhibe su síntesis. La sintetasa de glucógeno es activa en su forma desfosforilada e inactiva cuando se fosforila y se fosforila con la fosforilasa cinasa cuando se activa la proteincinasa A. La lipasa intracelular sensible a hormonas del tejido adiposo cataliza la degradación de los triglicéridos almacenados en glicerol y ácidos grasos, los cuales posteriormente entran al torrente sanguíneo. La lipasa sensible a hormonas se convierte de su forma inactiva a activa por el AMPc a través de la proteincinasa A. La adrenalina y la noradrenalina activa la adenilatociclase en los adipositos por los receptores adrenérgicos β_3 (Ganong, 2001).

La activación directa del receptor β en los adipositos promueve la lipólisis y disminuye la síntesis de ácidos grasos y triglicéridos, ocasionando así menos acumulación de grasa en el organismo (Smith, 1998). La elevación de la concentración plasmática de los ácidos grasos no esterificados (NEFA) después de la administración de un β -agonista (clenbuterol), confirma la actividad lipolítica en los adipositos (Miller *et al.*, 1988).

Ricks *et al.* (1984) explican que el efecto de los β -agonistas en la repartición de energía se da cuando los ácidos grasos libres liberados por medio de la estimulación β adrenérgica en los adipositos son usados como fuente de energía alterna a los aminoácidos, ocasionando en el músculo una disminución en la degradación proteica y un aumento en la síntesis de proteína muscular.

Implicaciones de otras hormonas y factores de crecimiento

Insulina

Los efectos fisiológicos de la insulina son amplios y complejos, presenta una acción intermedia (en minutos) sobre la estimulación de la síntesis de proteína, inhibición de la degradación de proteínas y activación de las enzimas glucolíticas y de la sintetasa de glucógeno; y una acción tardía (horas) para el incremento en el RNAm para enzimas lipógenas (Ganong, 2001).

El efecto neto de la hormona es almacenar carbohidratos, proteínas y grasa. En tejido adiposo incrementa la entrada de glucosa, la síntesis de ácidos grasos y fosfatos de glicerol, y el depósito de triglicéridos; en músculo incrementa la entrada de glucosa, la síntesis de glucógeno, la captación de aminoácidos, la síntesis proteínica en los ribosomas y reduce el catabolismo proteínico. En general, actúa en el crecimiento celular y el efecto anabólico de la insulina se apoya en la acción ahorradora de proteínas del suministro adecuado de glucosa intracelular; sin embargo, el crecimiento máximo inducido

por insulina se logra cuando la acción ahorradora se apoya con una alimentación rica en carbohidratos (Ganong, 2001).

Algunos β -agonistas no específicos, como el isoproteranol, pueden incrementar la secreción de insulina *in vivo*, mientras que otros la pueden reducir en plasma, así mismo los receptores β -adrenérgicos pueden ser regulados por la insulina (Peter y Dawson, 1987).

Hormonas tiroideas

La mayor parte de los diversos efectos de las hormonas tiroideas en el organismo estimulan la síntesis proteica y reducen la excreción del nitrógeno (Merck, 1993); también ayudan a regular el metabolismo de los lípidos y aumentan la absorción de carbohidratos en el intestino. En el corazón la hormona tiroidea aumenta el número y afinidad de los receptores adrenérgicos β , en consecuencia aumentan su sensibilidad a los efectos inotrópicos y cronotrópicos de las catecolaminas, simulando la estimulación β -adrenérgica (Ganong, 2001). Peter y Dawson (1987) reportan aumento de la hormona T4 al utilizar β -agonistas en corderos.

Hormona del crecimiento

La hormona del crecimiento acelera el crecimiento corporal y moviliza ácidos grasos libres del tejido adiposo. La hormona del crecimiento es proteína anabólica y origina un balance positivo de nitrógeno y fósforo; la administración de derivados obtenidos por métodos recombinantes produce un incremento en

el tejido corporal magro (reducción en la grasa corporal) junto con aumento en el metabolismo y disminución en el colesterol plasmático (Ganong, 2001). En tratamientos hechos con clenbuterol, se ha observado un incremento en la concentración de hormona de crecimiento en plasma de ovinos (Ricks *et al.*, 1984).

Utilización de β -agonistas en la producción animal

Los β -agonistas como promotores de crecimiento animal, tienen la capacidad biológica para mejorar la eficiencia alimenticia, el crecimiento animal y la calidad de la carne, incrementando la proteína muscular y reduciendo grasa subcutánea y abdominal (Vanguelov, 1995; Casey, 1998; Garza, 1998), mejorando la producción y la calidad de la canal en bovinos, ovinos, cerdos y aves (Smith, 1998). Los β -agonistas sintéticos, a diferencia de la mayoría de los agentes anabólicos naturales, son activos oralmente, los principales usados en la producción pecuaria son el clorhidrato de zilpaterol, la ractopamina, que cuentan con registro de uso y el clenbuterol que se utiliza de manera ilegal.

Numerosas investigaciones se han realizado con diferentes β -agonistas y diversos niveles de uso, en general, se obtienen mejores resultados cuando se utilizan los β -agonistas en las últimas semanas de finalización, independientemente de la especie; la respuesta óptima es obtenida cuando son administrados correctamente hacia el tiempo de venta, sin olvidar el tiempo de

retiro. Los resultados se resumen en el Cuadro 1, utilizando diferentes β -agonistas (Muir, 1988).

Cuadro 1. Efectos de β -agonistas en varias especies como promotores de crecimiento y características de la canal.

Característica	Aves	Rumiantes	Cerdos
Nivel de uso en la dieta (mg kg ⁻¹)	0.2-2	1-10 ^a	0.2-4
Rango de crecimiento (aumento, %)	4	0-20 ^b	0-6
Conversión alimenticia (mejora, %)	5	0-20 ^b	0-6
Proteína de la canal (aumento, %)	6	10 ^a	4-8
Área del ojo de la chuleta (aumento, %)	-	15-20 ^a	9-15
Grasa en canal (decremento, %)	4-8	20-30 ^a	10-16
Grasa dorsal (decremento, %)	-	20-50 ^a	10-17
Grasa abdominal (decremento, %)	2-8	20-45 ^a	-

^a Datos de bovinos y ovinos

^b Datos sólo de ovinos

Fuente: Muir, 1998.

Efecto de los β -agonistas sobre la calidad de la canal

Uno de los principales efectos de estos promotores de crecimiento es aumentar la masa muscular y el contenido de la proteína en los músculos. El crecimiento muscular como resultado de la hipertrófia miofibrilar, se demuestra con la mayor área del *Longissimus dorsi* (ojo de la costilla) y con el mayor peso de los músculos. La mayoría de experimentos con rumiantes indican que la velocidad de la síntesis de proteína se mantiene igual cuando se aplica un β -agonista, pero se reduce su catabolismo. La redistribución de los nutrientes absorbidos hacia los músculos, que es el principal efecto de los β -agonistas, se puede evaluar también tomando en cuenta los cambios en el metabolismo de los lípidos (Vanguelov, 1995).

Efecto de los β -agonistas sobre crecimiento de corderos y las características de la canal

En diversos países se han realizado experimentos para evaluar la acción de β -agonistas sobre el crecimiento y desarrollo de los corderos, así como en su calidad en carne. Como punto común en todos los experimentos se observó un cambio positivo en la ganancia de peso, eficiencia alimenticia y el rendimiento en canal, sin cambiar significativamente el consumo de materia seca, la grasa subcutánea se redujo y la calidad de la canal en determinados músculos se mejoro (Peter y Dawson, 1987; Vanguelov, 1995; Nourozi *et al.*, 2005).

Los resultados de los experimentos con β -agonistas demuestran que estas sustancias en cantidades muy pequeñas, usualmente 6 mg kg^{-1} MS y no más de 10 mg kg^{-1} MS, poseen una amplia actividad metabólica y son eficientes promotores de crecimiento cambiando el metabolismo de las proteínas y lípidos, así como aumentando el valor biológico de la dieta (Vanguelov, 1995). Sin embargo, suplementar con β -agonistas a corderos puede tener como resultado una significativa reducción en la suavidad de la carne, al reducir la degradación de la proteína *posmortem* (Kretchmar *et al.*, 1990; Koohmaraie y Shackelford, 1991) por alterar el complejo calpaína-calpastatina que actúa sobre la proteólisis (Pringle *et al.*, 1993)

Cabe señalar que los resultados obtenidos varían de acuerdo con el β -agonista utilizado, dosis, tiempo de administración, especie animal, sexo y edad.

Al utilizar el β -agonista L-644,969 en corderos, Pringle *et al.* (1993) reportaron efectos en comportamiento productivo, crecimiento muscular, actividad de proteínas musculares endógenas y la disminución de suavidad en la carne, en diferente tiempo de administración durante la finalización. Li *et al.* (2000a) demostraron que al utilizarlo en climas fríos, la respuesta es similar. En otro experimento, Li *et al.* (2000b) examinaron el efecto del mismo β -agonista en el sistema inmune de los corderos en crecimiento, no encontrando efecto alguno.

Medida del punto GR en canales de ovinos

En la década de 1970 el grado de engrasamiento de las canales se realizaba de manera subjetiva, pues existía poco interés en ello; posteriormente se introdujo la medida del punto GR para separar de manera objetiva las canales consideradas excesivamente grasosas. La medida GR corresponde al espesor de la grasa y planos musculares que se encuentran situados entre la superficie de la canal y el hueso de la costilla, en un punto que dista lateralmente 11 cm de la columna vertebral a nivel de la décimo segunda costilla; la medición se realiza con una regla metálica graduada y permite

predecir el grado de adiposidad de las canales con razonable precisión (Colomer, 1983).

El primero de febrero del 2006, la SAGARPA publicó el proyecto de la Norma Mexicana PROY-NMX-F-000-SCFI-2005 para Productos Pecuarios en lo que se refiere a la carne de ovino en canal y su clasificación (SAGARPA, 2006); en ella afirma que la medición del espesor de la grasa de cobertura se realiza mediante el uso de una regla de acero inoxidable especialmente diseñada para este fin. La determinación de la grasa se realiza insertando perpendicularmente la regla sobre la décimo segunda costilla a 11cm de la línea media de la canal, en cualquiera de los lados, derecho o izquierdo, de la canal (Figura 1).

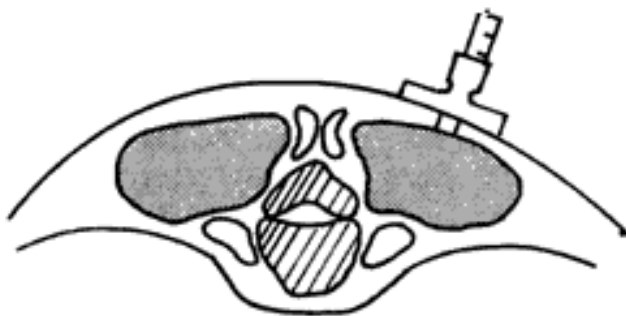


Figura 1. Vista transversal de la canal en la décimo segunda costilla.
Fuente: SAGARPA, 2006.

Antes de la determinación de la grasa, la canal deberá permanecer en refrigeración entre 1.5 y 2 horas aproximadamente, para permitir que la grasa se solidifique y evitar errores en la determinación.

Kirton y Johnson (1979) y Davies (1989) indican una correlación del 74% de la medida GR con el porcentaje de grasa química contenida en la canal y del

25 al 50% en el contenido de músculo. En promedio, la reducción por cada milímetro en la medida GR equivale a una unidad porcentual menos en el grado de engrasamiento de la canal, un incremento del 0.5% en músculo y en hueso (Kirton *et al.*, 1985).

Descripción del clorhidrato de zilpaterol

El clorhidrato de zilpaterol es un agonista de los β -adrenoreceptores con alta actividad fisiológica que actúa preferencialmente en los receptores β_2 del músculo liso, esquelético y tejido adiposo; se utiliza como agente de repartición en ganado de carne. La estructura molecular es clorhidrato de (+) trans-4,5,6,7 tetrahidro-7 hidroxí-6- (isopropil amino) imidazol (4,5,1-jk)-(uno) benzazepin-2 (1H)-1. Su fórmula es $C_{14}H_{19}N_3O_2 \cdot HCl$, y tiene un peso molecular de 297.8 (Casey, 1998) (Figura 2).

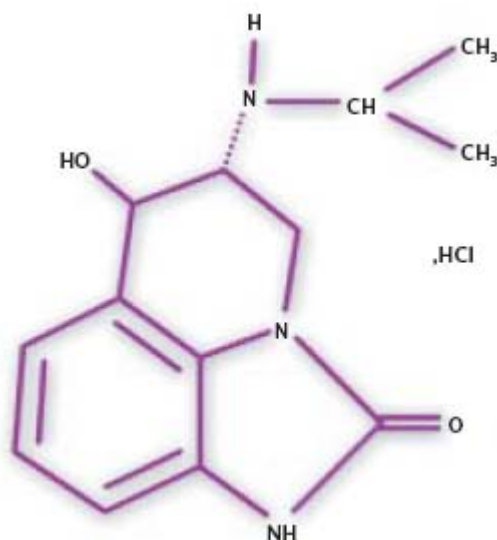


Figura 2. Estructura química del clorhidrato de zilpaterol.
Fuente: Intervet, 2005.

El clorhidrato zilpaterol es un polvo blanco amarillento con granulometría controlada altamente soluble en agua (150 g L^{-1}) sin importar su pH, poco soluble en metanol y prácticamente insoluble en otros solventes orgánicos (cloroformo, etanol, acetona ni tolueno). El producto es estable durante el almacenamiento, pero debido a su ligera higroscopía en su forma pura se debe mantener en un recipiente cerrado, protegido de la luz y a temperatura de 0°C a 40°C por seis meses, con humedad de 75%. Una característica única del zilpaterol es que no es lipofílico (Casey, 1998).

Descripción del producto y modo de acción

El clorhidrato de zilpaterol se comercializa con el nombre de ZILMAX® (Reg. SAGAR Q-0273-205), su presentación es en forma de premezcla que contiene 4.8% de clorhidrato de zilpaterol, está sujeto a un proceso de protección bimodal para suprimir el polvo y garantizar la seguridad del usuario. Este proceso consiste en pegar las partículas pequeñas del ingrediente activo a partículas más grandes de olote de maíz que debido a su tamaño no pueden estar suspendidas en el aire, evitando así la inhalación (Macar, 1998).

El clorhidrato de zilpaterol se fija a los receptores de tejido adiposo y muscular modificando el metabolismo celular. En el tejido adiposo disminuye la lipogénesis y aumenta la lipólisis (con ahorro de energía y mejora la eficiencia alimenticia). En el tejido muscular incrementa la síntesis de proteína y disminuye la degradación de la misma, haciendo más lento el catabolismo

proteico en el músculo, generando ahorro de energía e incrementando el tejido muscular (Macar, 1998).

Metabolismo, excreción y residuos

En bovinos, el clorhidrato de zilpaterol se absorbe rápidamente por vía oral, aproximadamente 12 horas después del consumo. Su eliminación se presenta de modo bifásico con una primera fase de disminución rápida (12.5 horas de vida media), seguida por una remanencia todavía medible al octavo día. El clorhidrato de zilpaterol se excreta rápidamente, 60% de la dosis administrada en 24 h y el 90% en 48 h. La orina es la vía principal de excreción, ya que a través de ella se elimina el 86% del compuesto y por las heces se excreta el resto (Intervet, 2005).

Los estudios realizados con clorhidrato de zilpaterol radiactivo (10 mg por vía oral), en animales que consumieron 0.20 mg kg⁻¹ peso vivo indicaron que la desaparición se efectuó rápidamente, tanto para ractopamina como para clorhidrato de zilpaterol su eliminación es rápida, debido a la ausencia del cloro en el grupo cíclico, lo que facilita su biotransformación y excreción (Sumano *et al.*, 2002).

Cinética del clorhidrato de zilpaterol

En el plasma y los tejidos de bovinos que consumieron 6 ppm de clorhidrato de zilpaterol en el alimento y que fueron sacrificados de uno a cinco

días después de terminado el tratamiento, se observó que los niveles plasmáticos del clorhidrato de zilpaterol alcanzaron un nivel máximo entre los días 10 y 30 del tratamiento. A pesar de que el período de tratamiento excedió los 30 días recomendados, no hubo acumulación del mismo en músculo, hígado, riñón o grasa (Intervet, 2005).

Después de 24 horas de suspender el tratamiento, se observó una rápida caída en los niveles de clorhidrato de zilpaterol en todos los tejidos; por ejemplo, en el músculo más del 80% de los residuos se eliminaron en un período de 24 h (Sumano *et al.*, 2002). En relación con la cinética del clorhidrato de zilpaterol puede concluirse que se absorbe rápidamente y los niveles más elevados de residuos se localizan en el hígado y los riñones (114 ppb), pero a las 48 h más del 80% del compuesto ha sido eliminado de estos tejidos; por otra parte, los niveles de clorhidrato de zilpaterol encontrados en el músculo son muy bajos (16 ppb) y en la grasa son casi inexistentes (4.5 ppb). Después de su retiro en el alimento los residuos se eliminan rápidamente (Intervet, 2005).

Administración del clorhidrato de zilpaterol en dietas de finalización

Según el Prontuario de Especialidades Veterinarias (Rosentein, 2001) la dosis debe ser de 0.15 mg de clorhidrato de zilpaterol kg^{-1} de peso vivo día^{-1} durante los últimos 30 días de engorda. Dicha dosis corresponde a una concentración de 6 mg kg^{-1} de alimento para bovinos con un peso promedio de 400 kg que ingiere aproximadamente 10 kg de alimento terminado con 90% de

materia seca. Con el fin de obtener una mezcla adecuada del producto en el alimento del ganado, se recomienda adicionarlo a la premezcla mineral.

Hasenmaier (1998) recomienda que para el éxito en la utilización de clorhidrato de zilpaterol se debe tener mucho cuidado en el manejo de la engorda, en la productividad básica, en la calidad del mezclado y la planeación desde las compras hasta la comercialización.

La duración óptima de la aplicación de clorhidrato de zilpaterol puede variar de una explotación a otra, dependiendo de los indicadores productivos, mismas que son definidas en cada caso; sin embargo debe respetarse las recomendaciones de manejo y uso propias del producto (Garza 1998). Macar, (1998) sugiere suministrarlo diariamente sobre el alimento y mezclarlo directamente.

Respuesta animal al uso de clorhidrato de zilpaterol

Los resultados de uso han sido variables debido a la dosificación, tipo de explotación y animales utilizados (Barajas *et al.*, 1998; Zorrilla *et al.*, 1998). En bovinos, los resultados han sido positivos como lo reportan Plascencia *et al.* (1999), donde concluyen que el uso de clorhidrato de zilpaterol ($6 \text{ mg kg}^{-1} \text{ MS}$) en bovinos de engorda tiene efectos benéficos sobre la ganancia de peso y el rendimiento de la canal. Es importante señalar que los bovinos fueron implantados con Revalor® (Hoehst Roussel Vet) por lo que el efecto pudo ser aditivo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Influencia de la suplementación de clorhidrato de zilpaterol en cambios de peso y características de la canal de toretes.

Variable	Control	Clorhidrato de zilpaterol ^a	EEM
Días de prueba	42	42	
Peso vivo inicial, kg	375	371	1.60
Peso vivo final, kg ^b	435	455	2.60
Ganancia de peso, kg d ^{-1b}	1.42	1.94	0.04
Consumo de alimento, kg d ⁻¹	8.55	8.45	0.18
Conversión alimenticia ^b	6.08	4.37	0.20
Peso de la canal, kg ^b	273	286	1.60
Rendimiento, % ^b	61.7	63.9	0.20

^a 6 mg kg MS⁻¹

^b Tratamientos diferentes, P<0.01

EEM = Error estándar de la media

Fuente: Plascencia *et al.* (1999).

Garcés *et al.* (1998) reportaron que la inclusión de clorhidrato de zilpaterol en el concentrado para toretes en pastoreo durante los últimos 40 días de engorda, incrementó la ganancia de peso, mejoró el peso de la canal y aumentó el porcentaje de carne deshuesada, en comparación con animales que no fueron suplementados.

Se han realizado experimentos utilizando el clorhidrato de zilpaterol en ovinos Pelibuey como lo reportan López *et al.* (2003), los cuales encontraron mejoras en el comportamiento productivo y características de la canal al probar 6 mg de clorhidrato de zilpaterol kg MS⁻¹, en comparación con la dieta base y otros tratamientos en los que se incluía ionóforos (Monensina Sódica) y Cinc.

Salinas-Chavira *et al.* (2004) y Felix *et al.* (2005), al utilizar las dosis de 4.35 y 6.0 mg de clorhidrato de zilpaterol kg MS⁻¹ y 4.5 y 6.7 mg de clorhidrato de zilpaterol kg MS⁻¹, respectivamente, encontraron resultados similares entre tratamientos (dosis) y el testigo para peso vivo final, ganancia de peso, conversión alimenticia y características de la canal.

Calidad de la canal con la inclusión de clorhidrato de zilpalterol

El uso de promotores de crecimiento y particularmente de β -agonistas puede conducir a modificaciones de la canal (peso, rendimiento y nivel de engrasamiento) y de las características de la carne (suavidad) (Pringle *et al.*, 1993), como son agentes de repartición dedican energía de la ración a un mayor depósito de músculo (tejido magro) que de grasa. Dependiendo del sistema de clasificación de canales que se utiliza, esto puede modificar la clasificación de la canal. Se han reportado mejoras en los pesos de distintos músculos (filete, pulpa negra y blanca, chuleta y lomo) variando desde 2 a 13% (Macar, 1998).

En cuanto a la calidad de la carne, hay referencias acerca de la influencia negativa de los β -agonistas sobre la suavidad de la misma. Se sabe que la calidad de la carne es el resultado de la resistencia de las miofibrillas de un músculo y su nivel de colágeno y que esta resistencia disminuye con el tiempo de madurez mediante un proceso enzimático dependiente del calcio. La proteasa neutra activada por el calcio actúa y degrada la banda Z de las miofibrillas, lo que la relaciona con el ablandamiento *postmortem* (Price y Schweigert, 1994). Wang y Beerman (1988) y Koohmaraie y Shackelford (1991) reportan que al usar un β -agonista se disminuye la actividad de ésta enzima.

La inclusión de zilpaterol en las dietas de finalización produce tres efectos en la canal según Macar (1998):

1. La disminución de la actividad enzimática dependiente del calcio (reducción de la maduración)
2. Disminución de aproximadamente 20% de tejido conectivo
3. Reducción de grasa intra e inter muscular, mejorando el valor dietético de la carne

Montgomery (1998) reportó que en bovinos a los que suministró 0.15 mg de clorhidrato de zilpaterol kg^{-1} de peso corporal e implantados con Revalor ® (acetato de tremblona) las características: rendimiento en canal, área del ojo de la chuleta y calificación de rendimiento de las canales (según USDA), se vieron afectadas significativamente, pero no observó diferencias en cuanto al marmoleo y el grosor de la capa de grasa.

Montgomery (1998) también menciona, que al incrementar la dosis de clorhidrato de zilpaterol de 0.10 a 0.15 y 0.20 mg kg^{-1} de peso corporal, la capa de grasa no difirió significativamente entre los tratamientos, pero tendió a ser menor a medida que se incrementaron los niveles y del mismo modo el grado de marmoleo no presentó diferencias entre tratamientos. Por lo que concluyó que la mejora en el rendimiento de la canal fue resultado del aumento de la masa muscular y que los efectos del clorhidrato de zilpaterol sobre el grosor de la capa de grasa y el marmoleado de la canal fueron inconsistentes.

Período de retiro, efectos fisiológicos y toxicológicos del clorhidrato de zilpaterol

Se recomienda un período de utilización del clorhidrato de zilpaterol de 30 días y un tiempo de retiro de 48 a 72 h, dependiendo del país; en México el período de retiro es de 72 horas antes del sacrificio, como lo establece la FAO (FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 1993, Intervet, 2005). Para la utilización rutinaria de un β -agonista en la producción pecuaria es necesario determinar su especificidad y seguridad en término de los riesgos para animales, trabajadores, consumidores y medio ambiente.

El riesgo potencial para el humano recae no sólo en los residuos presentes en los tejidos animales (consumo de $0.0002 \text{ mg kg}^{-1}$ de peso corporal del hombre, equivalente a $0.012 \text{ mg día}^{-1}$ para una persona promedio de 60 kg), sino también en los residuos suspendidos en el aire durante el proceso de manufactura y mezclado, por lo cual se debe tener todo tipo de precauciones para los trabajadores (Casey, 1998).

El problema no es alarmante en los β -agonistas que tienen autorizada su venta (ractopamina y zilpaterol) debido a que su potencia broncodilatadora, vaso o cardioactiva, es mucho menor; la actividad cardioestimuladora del clenbuterol, es aproximadamente 2000 veces superior a la del clorhidrato de zilpaterol (Sumano *et al.*, 2002).

Se han realizado diferentes estudios para determinar la seguridad en el uso del clorhidrato de zilpaterol por parte del usuario, de los animales que lo

consumen en su ración de finalización y en el público consumidor de la carne, vísceras y subproductos.

Se han realizado estudios de toxicidad aguda, subcrónica, genética, carcinogenicidad, teratogenicidad y desempeño reproductivo y no existe evidencia que indique que el clorhidrato de zilpaterol sea tóxico, que genere mutagenicidad y genotoxicidad, que tenga potencial carcinogénico y que afecte negativamente la reproducción (Sumano *et al.*, 2002; Intervet, 2005).

Residuos de clorhidrato de zilpaterol en productos alimenticios de origen animal

No se han documentado efectos tóxicos del clorhidrato zilpaterol en bovinos sobredosificados y menos en el ser humano, ya que este producto es de uso veterinario exclusivo y a la fecha no se ha sospechado de un efecto tóxico por la ingesta de productos cárnicos derivados del uso de este agente (Sumano *et al.*, 2002).

Se requieren 40 mg de clorhidrato de zilpaterol por adulto para lograr efectos broncodilatadores y ligeramente cardioestimuladores, en virtud de que el zilpaterol es mucho menos potente y presenta un nivel de no efecto (NOEL = no effect level) muy alto (5 a 10 veces más que el clenbuterol) (Smith, 1998; Sumano *et al.*, 2002).

De Wasch *et al.* (1998) señalan que la concentración máxima de residuos (MRL = maximal residue limit) en tejidos o en leche de un medicamento y sus metabolitos se calcula a partir del consumo diario admisible

(ADI = admisible daily intake). MacNeil (2005) menciona que el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimenticios ha establecido factores de consumo para estimar el residuo consumido. Estos factores se basan en consumos diarios de 300 g de carne, 100 g de hígado, 50 g de riñón, 50 g de grasa, 100 g de huevo y 1.5 L de leche.

Para establecer un ADI, el Comité considera toda la información relevante sobre los efectos, incluyendo efectos a corto y largo plazo (toxicidad aguda y crónica, carcinogenicidad, genotoxicidad, efectos hormonales, efectos reproductivos, respuesta alérgica y actividad antimicrobial). Para adoptar un ADI es necesario tener fuerte evidencia científica sobre la relevancia del efecto observado en una especie en particular y que no haya un riesgo potencial a los consumidores (MacNeil, 2005).

Seguridad para el consumidor

La concentración máxima de residuos (MRL) en los tejidos de los animales garantiza la seguridad en el consumo de cualquier compuesto. La determinación del MRL se basa en la relación entre la dosis diaria aceptable (DDA) y el consumo diario admisible (ADI); considerando un individuo que pesa 60 kg y la cantidad de residuos encontrados en los diferentes órganos comestibles (Sumano *et al.*, 2002). El *Codex Alimentarius* de la FAO, el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimenticios y la FDA determinan el MRL de medicinas veterinarias en alimentos de origen animal (Sumano *et al.*,

2002); sin embargo, cabe señalar que el clorhidrato de zilpaterol no se incluye en su información.

Intervet (2005) ofrece información práctica sobre la seguridad de uso del clorhidrato de zilpaterol. La dosis diaria aceptable es de $0.5 \mu\text{g kg}^{-1} \text{ día}^{-1}$; el ADI se estima multiplicando la DDA por el peso del consumidor. Para un individuo que pesa 60 kg, el consumo diario admisible sería de $30 \mu\text{g día}^{-1}$ ($\text{ADI} = 0.5 \mu\text{g kg día}^{-1} \times 60 \text{ kg}$). La concentración de clorhidrato de zilpaterol en diferentes órganos de bovino se determinó en animales que recibieron una dosis de 0.15 mg kg^{-1} de peso vivo durante 50 días, período que es superior al recomendado de 30 días, y con un período de retiro de 24 horas, el cual es inferior al recomendado de 72 horas. Los residuos encontrados fueron de 20 ppb en el hígado, 14 ppb en el riñón y 1 ppb en el músculo.

Para la evaluación de riesgos y la determinación del tiempo de retiro, a estos valores les faltaría que se les incluyera el 20% de la deisopropilación de residuos. Tomando en cuenta estas concentraciones y considerando que una persona consumiera diariamente 300 gramos de músculo, 100 gramos de hígado y 50 gramos de riñón, la ingestión de clorhidrato de zilpaterol sería de $3.8 \mu\text{g día}^{-1}$ ($0.4 \mu\text{g}$ a partir de músculo más $2.4 \mu\text{g}$ a partir de hígado y $1 \mu\text{g}$ a partir de riñón).

Esta exposición no toma en cuenta la existencia de residuos unidos, como los metabolitos del clorhidrato de zilpaterol que también podrían tener ingerencia sobre la actividad biológica como ha sucedido con otros β -agonistas (Smith, 1998). Diferentes estudios han establecido que la biodisponibilidad de

esos residuos es del 50%, por lo que la exposición diaria se englobaría de la siguiente manera:

$$3.8 \mu\text{g día}^{-1} + 1.9 \mu\text{g día}^{-1} (50\%) = 5.7 \mu\text{g día}^{-1} \text{ (aproximadamente } 6 \mu\text{g día}^{-1}\text{)}$$

Este valor de 6 μg por día está muy por debajo del consumo diario admisible (ADI) que se ha calculado ($30 \mu\text{g día}^{-1}$). El MRL en los tejidos de los animales tratados garantiza la seguridad del consumidor y permite establecer el período de retiro del compuesto, el cual es el tiempo antes del sacrificio durante el cual el animal no debe consumir el producto.

Intervet (2005) establece el MRL del clorhidrato de zilpaterol para los diferentes tejidos comestibles en hígado de 30 ppb, riñón y tejido adiposo de 20 ppb, y músculo de 1 ppb. Debido a que no se observaron efectos adversos en los estudios toxicológicos y a la rápida eliminación del bajo condiciones normales de uso, el período de retiro es relativamente corto y garantiza la seguridad del consumidor. Estos datos infieren que la forma comercial del clorhidrato de zilpaterol no pone en riesgo la salud de los operarios, del ganado y del consumidor al respetar la recomendación de inclusión (0.15 mg kg^{-1} de peso vivo), el período de uso en la dieta de finalización (30 días), el período de retiro (72 horas) y las medidas recomendadas de seguridad en su manejo (uso de overoles, mascarillas y guantes).

Para el caso del clenbuterol, del clorhidrato de zilpaterol y la ractopamina, la dosis utilizada del fármaco original es el residuo marcador y constituye 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 y 60% de los residuos totales en el hígado y riñón de los bovinos (Mitchell, 1998); algo similar sucede en otras especies. Es importante añadir que se cuenta con algunas formas de detectar estos productos en muestras biológicas, distinguiendo entre β -agonistas (Anonymous, 1993; Polettinni, 1995; citados por Sumano, *et al.*, 2002).

Problemática de los residuos de β -adrenérgicos en productos de origen animal

Los β -agonistas pueden mejorar aún más los rendimientos en las canales, por lo que no es raro que los productores administren al ganado bovino de cinco hasta diez veces la dosis recomendada (Peters, 1989; citado por Sumano *et al.*, 2002). El incremento en el rendimiento en canal no es lineal al incremento en la dosis, cuando se eleva la dosis se afecta el bienestar del animal y se puede afectar la salud humana, por lo que el razonamiento de esta práctica no es justificable. Con el fin de tener un mejor control sobre el uso de los β -agonistas, se han desarrollado varios métodos analíticos (inmunoensayos o cromatografía) utilizando diversas muestras de tejido como hígado, riñón, músculo, fluidos corporales como el plasma, orina y bilis (Kuiper *et al.*, 1998).

Ciertos β -agonistas como el clenbuterol tienden a concentrarse más en la coroides/retina que en el hígado y esta acumulación en retina y coroides puede ser útil para proporcionar información relevante sobre el uso de β -agonistas en

animales enviados a rastro. La acumulación de los β -agonistas está muy relacionada a los tejidos que contienen melanina como el pelo negro y los ojos pigmentados; por tal razón se sugiere que estos componentes corporales para el análisis de residuos (Howells, 1994; citado por Sumano *et al.*, 2002; Dürsch *et al.*, 1995).

La situación de los residuos es distinta para zilpaterol, pues su eliminación es mucho más rápida, por la ya mencionada ausencia del cloro en el grupo cíclico, que facilita su biotransformación y excreción.

La FDA le ha concedido al clorhidrato de zilpaterol un tiempo de retiro de cero días en virtud del NOEL tan alto que se ha derivado de estudios de toxicidad (Elliot, 1998; citado por Sumano *et al.*, 2002); sin embargo, el tiempo de retiro señalado es de 48-72 h (FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 1993). Es posible que se haya optado por este tiempo, no en función de un factor de seguridad (ADI, NOEL, MRL), sino porque los casos de toxicidad debida a clenbuterol influyeron negativamente en la decisión de optar por un retiro aún más corto o de cero días para el zilpaterol (Sumano *et al.*, 2002).

No obstante, es un error comparar clenbuterol con zilpaterol o ractopamina, dado el potencial inductor de toxicidad tan distinto entre estos fármacos. Debe destacarse que el clenbuterol no es potencialmente oncogénico ni mutagénico y es embriotóxico sólo en grandes dosis. Únicamente representa un peligro para la salud pública en términos de la estimulación cardiovascular que se deriva de la ingestión de productos cárnicos provenientes de animales

tratados con clenbuterol y en los que no se observó un retiro de cuatro semanas antes del sacrificio. En contraparte, la ractopamina y el zipalterol son tan débiles farmacológicamente en el ser humano, que se biotransforman y depuran con rapidez en los animales, tanto que es imposible considerar que induzcan efectos cardiovasculares adversos o de otra índole, aun consumiendo productos de origen animal provenientes de bovinos y cerdos en los que no se guardó ningún periodo de retiro (Sumano *et al.*, 2002).

Métodos de detección y cuantificación

Para la constatación de la presencia o ausencia de residuos de β -agonistas en animales, sus productos y subproductos, así como en productos químico-farmacéuticos y alimenticios para uso en animales y consumo por éstos, la Norma Mexicana de Emergencia (NOM-EM-015-ZOO-2002) establece que las muestras deben ser procesadas en un laboratorio oficial o designado por la SAGARPA. Los métodos analíticos oficiales para la detección de los β -agonistas, son el ensayo inmunoensimático (cualitativo), la cromatografía de gases y la cromatografía de líquidos de alta resolución (cuantitativos).

En la actualidad se pueden encontrar gran número de enzimas comerciales e inmunoensayos; gran variedad de kits son disponibles para detectar β -agonistas que pueden detectar reacciones cruzadas entre ellas (como mabuterol, cimaterol, bromobuterol). La prueba ELISA también es utilizada para la detección de β -agonistas con una sensibilidad de $0.5 \mu\text{g kg}^{-1}$.

Los resultados positivos pueden ser confirmados con un análisis de cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS). La evaluación de la actividad química a la que los consumidores pueden ser expuestos debe basarse en criterios farmacológicos y toxicológicos, con el fin de establecer los niveles de seguridad para consumo humano (Kuiper *et al.*, 1998).

En campo se pueden tomar muestras de orina, sangre, alimento en comedero, leche, estiércol, agua de bebida y preparaciones farmacéuticas. En animales sacrificados se deben de tomar muestras de hígado, bilis, músculos, riñón, pelo y retina (Kuiper *et al.*, 1998; Mitchell *et al.*, 1998). Smith y Paulson (1997) mencionaron que la mayor ruta de evacuación fue la orina que registró un 40 a 50% de la dosis suministrada en novillos.

Dürsch *et al.* (1995) reportaron que el tejido del ojo es el que presenta mayor acumulación de residuos de clenbuterol en el animal, pues demostraron que este compuesto es acumulado en tejidos con alta concentración de melanina (pelo, plumas, piel). Por ello es de gran importancia la aplicación, validación y combinación de métodos de detección y confirmatorios para evaluar innumerables tipos y cantidades de muestras de una manera rápida y de elevada seguridad en resultados (Kuiper *et al.*, 1998).

CAPÍTULO III

LITERATURA CITADA

- Acosta, C. N. 1998. Engorda de corderos en corral implantados a diferentes dosis de Zeranol. Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 51 p.
- Barajas, C. R., R. Virgilio, G. Contreras y R. Monarres. 1998. Efectos del clorhidrato de zilpaterol (ZILMAX) sobre la respuesta productiva de toretes cebú finalizados en trópico seco. *In: Memoria de la Reunión Científica de la XXXIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria.* Querétaro, Qro., México. p 144.
- Bocca, B., M. Di Mattia, C. Cartoni, M. Fiori, M. Felli, B. Neri, and G. Brambilla. 2003. Extraccion, clean-up and gas chromatography-mass spectrometry caracterizacion of zipalterol as feed additive in fattening cattle. *J. Chromatogr B.* 783: 142-149.
- Casey, H. N. 1998. Efectos fisiológicos y toxicológicos del Clorhidrato de Zipalterol. *In: Resúmenes de las Conferencias Presentadas en el Lanzamiento de Zilmax ® en México.* México. pp: 37-47.
- Castillo, V. F. 1998. Engorda intensiva de corderos expuestos a diferentes implantes. Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 66 p.
- Church, D. C., W. G. Pond y K. R. Pond. 2002. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. 3a ed. Ed. Limusa. México. 635 p.
- Colomer R., F. 1983. Producción de Canales Ovinas Frente al Mercado Común Europeo. Zaragoza, España. 111 p.
- Courtheyn, D., R. Moermans, R. Schilt, and A. Boenke. 1996. Beta-agonists in animal feed. II. Optimization of the extraction. *Food Additives Contam* 13:493-509.
- Davies, A. S. 1989. The structure and function of carcass tissues in relation to meat production. *N. Z. Soc. Anim. Prod. Occasional publication.* 11:43-59.
- De Wasch, K., H. De Brabander, and D. Cortheyn. 1998. LC-MS-MS to detect and identify four beta-agonists and quantify clenbuterol in liver. *Analyst* 123:2701-2705.
- Drennan, W. G. 1994. Clenbuterol not approved for use in cattle in Canada. *Can. Vet. J.* 35: 474.

- Dürsch, I., H. H. Meyer, and H. Karg. 1995. Accumulation of the beta-agonist clenbuterol by pigmented tissues in rat eye and hair of veal calves. *J. Anim Sci.* 73: 2050-2053.
- Eckert, R., D. Randall y G. Agustine. 1990. *Fisiología Animal, Mecanismos y Adaptaciones*. Ed. Interamericana, Mc Graw-Hill. México. 580 p.
- FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 1993. Evaluation of certain veterinary drug residues in foods. Fortieth report of the Joint World Health Organization. WHO-Technical-Report-Series. New York: WHO 832-862.
- Felix, A., A. Estrada-Angulo, F. G. Ríos, C. H. Ramos, and A. B. Perez. 2005. Effect of zilpaterol clorhidrate on growth performance and carcass traits in finishing sheep. *J. Anim. Sci.* Vol 83. Suppl. 1:63 [Abstr.].
- Ganong, W. F. 2001. *Fisiología Médica*. 18a ed. en español. Ed. Manual Moderno. México. 981 p.
- Garcés, Y. P., R. Zinn, M. Rebolledo y C. Abreu. 1998. Efectos del clorhidrato de zipalterol sobre la ganancia de peso y características de la canal de toretes finalizados en pastoreo. *In: Memorias de la Reunión Científica de la XXXIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria*. Querétaro, Qro., México. 143 p.
- Garza, F. J. D. 1998. Comportamiento productivo de bovinos productores de carne en finalización, suplementados con ZILMAX®. *In: Resúmenes de las Conferencias Presentadas en el Lanzamiento de ZILMAX® en México*. México D.F. pp: 57-61.
- Hasenmaier, J. 1998. El punto de vista de la industria farmacéutica sobre el proceso intensivo de producción de carne. *In: Memorias del Simposium de la XXXIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria*. Querétaro, Qro., México. pp: 116-118.
- Intervet. 2005. Boletín Veterinario Intervet. Disponible en: www.intervet.com.mx. Consultado el 30 de marzo de 2005.
- Kirton, A. H., and D. L. Johnson. 1979. Interrelationships between GR and other lamb carcass fatness measurement. *Proceedings of the N. Z. Soc. Anim. Prod.* 39:184 [Abstr.].
- Kirton, A. H., D. M. Duganzich, C. L. Feist, G. L. Bennett, and E. G. Woods. 1985. Prediction of lamb carcass composition from GR and carcass weight. *Proceedings of the N. Z. Soc. Anim. Prod.* 45:63 [Abstr.].

- Koohmaraie M., and S. D. Shackelford. 1991. Effect of calcium chloride infusion on the tenderness of lambs fed a β -adrenergic agonist. *J. Anim. Sci.* 69: 2463-2471.
- Kretchmar, D. H., M. R. Hathaway, R. J. Epley, and W. R. Dayton. 1990. Alterations in postmortem degradation of myofibrillar proteins in muscle of lambs fed a β -adrenergic agonist. *J. Anim. Sci.* 68: 1760-1772.
- Kuiper, H. A., M. Y. Noopdman, M. M. H. Van Dooren-Filipsen, R. Schilt, and A. H. Ross. 1998. Illegal use of β -agonists: European Community. *J. Anim. Sci.* 76: 195-207.
- Li, Y. Z., R. J. Christopherson, B. T. Li and J. A. Moibi. 2000a. Effects of beta-adrenergic agonist (L-644,969) on performance and carcass traits of growing lambs in a cold environment. *Can. J. Anim. Sci.* 80 (3):459-465 [Abstr.].
- Li, Y. Z., R. J. Christopherson, and C. J. Field. 2000b. Effects of beta-adrenergic receptor agonist and low environmental temperature on the immune system of growing lambs. *Can. J. Anim. Sci.* 80 (4): 605-613 [Abstr.].
- López, Z. R; S. O. Argudín y A. D. Anaya. 2003. Efecto de un β adrenérgico solo y combinado, sobre aumento de peso, grasa dorsal y área de Rib Eye en ovinos Tabasco. *In: Memorias XXVII Congreso Nacional de Buiatría. Tabasco. México.* pp 240-241.
- Macar, C. 1998. ZILMAX® en la industria de bovinos productores de carne. *In: Resúmenes de las Conferencias Presentadas en el Lanzamiento de ZILMAX® en México. México.* pp 1-6.
- MacNeil, J. D. 2005. The Joint Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization Expert Committee on Food Additives and its role in the evaluation of the safety of veterinary drug residues in foods. *AAPS J.* 7(2): E274-80.
- Malucelli, A., F. Elendorff and H. D. Meyer. 1994. Tissue distribution and residues of clenbuterol, salbutamol, terbutaline in tissue of treated broiler chickens. *J. Anim. Sci.* 72: 1555-1560.
- Martín, R., P. E. Hernández y B. Sanz. 1992. Revisión: residuos de tratamientos veterinarios y salud pública. *Rev. Esp. Cienc. Aliment.* 32:5.
- Merck, 1993. El Manual Merck de Veterinaria. 3a ed. Ed. Centrum. Madrid, España. 2003 p.

- Mersmann, H. J., and R. L. McNeel. 1992. Ligand binding to the porcine adipose tissue beta-adrenergic receptor. *J. Anim. Sci.* 70: 787-797.
- Mersmann, H. J. 1998. Overview of the effects of β -adrenergic receptor agonist on animal growth including mechanism of action. *J. Anim. Sci.* 76:160-172.
- Mitchell, G. A., and G. Dunnovan. 1998. Illegal use β -adrenergic agonists in the United States. *J. Anim. Sci.* 76: 208-211.
- Miller, M. F., D. K. Garcia, M. E. Coleman, P. A. Ekeren, D. K. Luna, K. A. Wagner, M. Procknor, T. H. Welsh JR, and S. B. Smith. 1998. Adipose tissue, longissimus muscle and anterior pituitary growth and function in clenbuterol-fed heifers. *J. Anim. Sci.* 66: 12-20.
- Montgomery, H. T. 1998. Efectos del Clorhidrato de Zipalterol (ZILMAX) sobre las características de la canal de novillos, vaquillas y toretes. *In: Resúmenes de las Conferencias presentadas en el Lanzamiento de ZILMAX ® En México D.F. México.* pp: 49-54.
- Muir, L. A. 1988. Effects of beta-adrenergic agonist on growth and carcass characteristics of animals. *In: Designing Foods: Animal Product Options in the Marketplace.* Committee on Technological Options to Improve the Nutritional Attributes of Animal Products Board on Agriculture National Research Council. National Academy Press. Washington. D. C.
- Nelson, D. L., and M. M. Cox. 2000. *Lehninger: Principios de Bioquímica.* 3a ed. en español. Ediciones Omega. Barcelona, España. 1085 p.
- Nourozi, M., M. Abazari, M. Mohammadi, M. Raisianzadeh, and A. ZareShahne. 2005. Effect of two beta-adrenergic agonists on performance and carcass composition of an Iranian native breed of sheep. *Pakistan Journal of Nutrition* 4(6):384-385.
- Peter, J., and M. J. Dawson. 1987. The mode of action of beta-agonists as manipulators of carcass composition. *In: Beta –Agonists and Their Effects on Animal Growth and Carcass Quality.* J. P. Hanrahan (Ed.). Elsevier Applied Science. London. pp 29-41.
- Peters, A. R. 1989. β -agonist as repartitioning agents: a review. *Vet. Rec.* 124: 417-420.

- Plascencia, J. A., N. Torrentera, and R. A. Zinn. 1999. Influence of the β -agonist, zilpaterol, on growth performance and carcass characteristics of feedlot steers. *Proc Western Section Society of Animal Science* 50: 331-334.
- Price, J. F. y B. S. Schweigert. 1994. *Ciencia de la Carne y de los Productos Cárnicos*. Ed. ACRIBIA. Zaragoza, España. 581 p.
- Pringle, D. T., C. R. Calkins, M. Koohmaraie and S. J. Jones. 1993. Effects over time of feeding a β -adrenergic agonist to wether lambs on animal performance, muscle growth, endogenous muscle proteinase activities and meat tenderness. *J. Anim. Sci.* 71:636-644.
- Ricks, C. A., R. H. Darymple, P. M. Baker, and D. L. Ingle. 1984. Use of β -agonist to alter fat and muscle deposition in steers. *J. Anim. Sci.* 59: 1247-1253.
- Reeds, P., and H. J. Mersmann. 1991. Protein and energy requirements of animals treated with β -adrenergic agonists: A discussions. *J. Anim. Sci.* 69: 1532-1550.
- Rosentein, S. E. 2001. *Prontuario de Especialidades Veterinarias*. Ed. PLM. S.A. C. V. México. 599 p.
- SAGARPA. 2002. Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-015-ZOO-2002: Especificaciones Técnicas para el Control del Uso de Beta-Agonistas en los Animales. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/NOM/015-zoo-em.pdf>. Consultado el 10 de febrero de 2006.
- SAGARPA. 2006. Norma Mexicana PROY-NMX-F-000-SCFI-2005: Productos Pecuarios - Carne de Ovino en Canal –Clasificación. Disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/nmx/ov/ante_proyovi_010206.doc. Consultado el 30 de abril del 2006.
- Salinas-Chavira, J., R. G. Ramirez, M. Dominguez-Munoz, R. Palomo-Cruz, and V. H. Lopez-Acuna. 2004. Influence of zilpaterol hydrochloride on growth and carcass characteristics of Pelibuey lambs. *Journal of Applied Animal Research* 26 (1): 13-16 [Abstr.].
- Sánchez, E. J. 1990. Alteradores del metabolismo y la salud. *In: Anabólicos y Aditivos en la Producción Pecuaria*. Avila G. E.(ed.). Ed. SECPAM A.C. México. pp: 131-164.

- Sánchez, del R. C. y M. Huerta. 1995. Promotores del crecimiento animal. Influencia de los implantes en el comportamiento de ovinos. *In: Memoria de Tópicos Actuales sobre Nutrición y Alimentación de Ovinos en Engorda*. Universidad Autónoma Chapingo. México. pp:119-123.
- Smith, D. J. 1998. The pharmacokinetics, metabolism and tissue residues of β -adrenergic agonists in livestock. *J. Anim. Sci.* 76: 173-194.
- Smith, D. J., and G. D. Paulson. 1997. Distribution, elimination, and residues of [C] clenbuterol HCL in Holstein calves. *J. Anim. Sci.* 75:454-461.
- Sumano, L. H.; C. L. Ocampo y O. L. Gutiérrez. 2002. Clenbuterol y otros β -agonistas ¿una opción para la producción pecuaria o un riesgo para la salud pública? *Vet. Mex.* 33: 137-159.
- Timmerman, H. 1987. β -adrenergics; physiology, pharmacology, applications, structures and structure-activity relationships. *In: Beta –Agonists and Their Effects on Animal Growth and Carcass Quality*. J. P. Hanrahan (Ed.). Elsevier Applied Science. London. pp: 13-27.
- Vanguelov, B. O. 1995. Promotores del crecimiento animal. Los β -agonistas adrenérgicos y su efecto sobre el crecimiento de corderos y las características de la canal. *In: Memoria de los Tópicos Actuales sobre Nutrición y Alimentación de Ovinos en Engorda*. Universidad Autónoma Chapingo. México. pp: 135-142.
- Wang, S. Y., and D. H. Beerman. 1988. Reduced calcium-dependent proteinase activity in cimaterol-induced muscle hypertrophy in lambs. *J. Anim. Sci.* 66: 2545-2550.
- Yang, Y. T., and M. A. McElligot. 1989. Multiple actions of beta-adrenergic agonist on skeletal muscle and adipose tissue. *Biochemistry Journal* 261(1): 1-10.
- Zorrilla, R. J., I. Morales, D. Liceaga y R. Hernández. 1998. Efectos del clorhidrato de zilpaterol en la cortabilidad de canales de toretes acebuzados finalizados con dietas a base de cebada forrajera. *In: Memoria de la Reunión Científica de la XXXIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria*. Querétaro, Qro., México. pp: 145-149.

Páginas electrónicas consultadas:

<http://www.fao.org/docrep/U5900t/u5900t0b.htm>

<http://www.fda.gov/cvm/efoi/section2/141172051401.html>

CAPÍTULO IV

**EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE CORDEROS CON LA ADICIÓN DE
CLORHIDRATO DE ZILPATEROL EN LA DIETA A DIFERENTE DOSIS Y
PERÍODOS DE RETIRO**

**PRODUCTIVE EVALUATION OF LAMBS TREATED WITH AN ADDITION OF
DIFFERENT DOSES OF ZILPATEROL-HYDROCHLORIDE IN THEIR DIETS
AND HAVING DIFFERENT OFF PERIODS**

**Denisse Vergara Avila¹, Carlos Sánchez del Real^{1*}, José Artemio Cadena
Meneses¹, Amilcar Renán Mejenes Quijano², Gilberto Aranda Osorio¹**

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del clorhidrato de zilpaterol en el consumo diario de alimento (kg^{-1} MS cordero⁻¹ día⁻¹), la ganancia de peso catorcenal (kg) y diaria (kg día^{-1}), la conversión alimenticia, la eficiencia alimenticia y las características de la canal en corderos en finalización. Treinta y seis corderos Criollo X Rambouillet (F1) (peso vivo promedio medio = 25.68 ± 5.75 kg) fueron asignados al azar a uno de tres tratamientos que consistieron en tres dosis 0.10, 0.15 y 0.20 mg de clorhidrato de zilpaterol kg^{-1} PV y tres períodos de retiro 3, 7 y 15 días antes del sacrificio. El consumo de alimento se analizó utilizando el procedimiento MIXED de SAS en arreglo de medidas

¹ Programa de Maestría en Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5. Carretera México-Texcoco. Chapingo, México. C.P. 56230. * Tel: 5959521684. carloss561@aol.com.

² Departamento de Agroindustrias, Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5. Carretera México-Texcoco. Chapingo, México. C.P. 56230.

repetidas; mientras que la ganancia de peso catorcenal y diaria, la conversión alimenticia, la eficiencia alimenticia y las características de la canal se analizaron utilizando los procedimientos GLM de SAS. Los corderos tuvieron semejante consumo de alimento ($P > 0.05$) independientemente de la dosis de zilpaterol. Sin embargo, al avanzar los días el consumo de alimento se observó un efecto cuadrático ($P = 0.0001$, $R^2 = 0.736$). La conversión alimenticia y la eficiencia alimenticia presentaron un efecto lineal. No se observó efectos de dosis en ganancia de peso catorcenal y diaria. Igualmente, ningún efecto de la dosis se observó en características de la canal. Sin embargo, el período de retiro del clorhidrato de zilpaterol tuvo efecto ($P < 0.05$) sobre el peso y rendimiento de la canal caliente y fría, pero no se observó efecto para el punto GR. En conclusión, la dosis de clorhidrato de zilpaterol en las dietas no influyó sobre las características productivas y características de la canal de corderos en finalización. Además, se observó que con tres días de retiro de clorhidrato de zilpaterol se lograron mejores pesos y rendimientos de la canal.

Palabras clave: β -agonista, ovinos, producción, características de la canal

ABSTRACT

The objective was to study the effect of zilpaterol-hydrochloride on dry matter intake ($\text{kg}^{-1} \text{ lamb}^{-1} \text{ d}^{-1}$), 14-days of weight gain (kg), weight gain daily (kg d^{-1}), feed efficiency, feed conversion and carcass characteristics in finishing lambs. Thirty-six Criollo X Rambouillet (F1) lambs (average BW= 25.68 ± 5.75 kg) were randomly assigned to one of three treatments, which consisted of three different doses 0.10, 0.15 and 0.20 mg of zilpaterol-hydrochloride kg^{-1} BW and three off-periods, which occurred 3, 7 and 15 d before slaughter. Dry matter intake data were analyzed using MIXED procedures for repeated measurements; whereas 14-days of weight gain, weight gain daily, feed efficiency, feed conversion, and carcass characteristics were analyzed using the GLM procedures of SAS. The lambs had similar ($P>0.05$) dry matter intake irrespective of the zilpaterol-hydrochloride concentration, but a quadratic effect occurred as days went by ($P=0.0001$, $R^2=0.736$). Feed efficiency and feed conversion lineally effect was presented. No effects from the amount of dose were observed on 14-days of weight gain y weight gain daily. Likewise, no effects from the amount of dose were observed on carcass characteristics. However, the specific day that the lambs were taken off the-zilpaterol-hydrochloride diets influenced ($P<0.05$) lamb hot carcass weight and cold carcass weight, while no effect was observed for GR point. In conclusion, the zilpaterol- hydrochloride concentration in the diets did not influence either productive performance or carcass characteristics of finishing lambs. In addition, it was observed that the period of three d off-

zilpaterol-hydrochloride diets before slaughter provided better results in carcass weight and carcass yield.

Keywords: β -agonist, lambs, production, carcass characteristics

INTRODUCCIÓN

La producción cárnica ovina está sujeta a la preferencia del consumidor en cuanto a tipo y calidad de la canal, principalmente con bajo contenido de grasa. Esto lleva a buscar nuevas prácticas de manejo y alimentación para mejorar la eficiencia de producción, lograr un mejor acabado del animal y una canal con mayor proporción de carne y menos grasa. Los aditivos y promotores de crecimiento se utilizan en la alimentación ovina como una alternativa para mejorar la eficiencia de esta especie en la etapa de finalización. Los anabólicos sintéticos dosificados en la dieta, como el clorhidrato de zilpaterol (β -agonista) tienen actividad hormonal con capacidad de mejorar la conversión alimenticia y la tasa de crecimiento, así como la calidad de la canal al incrementar la proteína muscular y reducir la grasa subcutánea y abdominal (Casey, 1998; Garza, 1998; Nourozi *et al.*, 2005); resultados dependen en gran medida del β -agonista y la dosis utilizada. Algunas sustancias (naturales o sintéticas) que se utilizan en los animales destinados al consumo humano como aditivo o promotor de crecimiento, como el clorhidrato de zilpaterol, tienen un período de retiro para asegurar que sus residuos y sus metabolitos tengan niveles aceptados internacionalmente en los productos destinados al consumo humano y no sea un peligro para la salud; sin embargo, es escasa la información sobre la influencia del período de retiro sobre la calidad de la canal.

Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión del clorhidrato de zilpaterol a diferentes dosis y períodos de retiro antes del sacrificio en el comportamiento productivo y características de la canal de corderos en finalización.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las instalaciones de la Granja Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo en Texcoco, Estado de México. La investigación consistió en evaluar tres dosis de clorhidrato de zilpaterol (0.10, 0.15 y 0.20 mg kg⁻¹ PV del cordero) y tres periodos de retiro previo al sacrificio (3, 7 y 15 días).

El ensayo de alimentación tuvo una duración de 57 días para la evaluación de la dosis, donde se utilizaron 36 corderos machos enteros (Criollo*Rambouillet) con un peso inicial promedio de 25.68 ± 5.75 kg. Al inicio, los corderos fueron identificados y pesados individualmente, desparasitados con ivermectina (0.5 ml cordero⁻¹), vacunados contra *Clostridium perfringens* tipo C y D (2.5 ml cordero⁻¹), vitaminados (vitaminas A D y E; 0.5 ml cordero⁻¹) e implantados por única vez con Zeranol (12 mg cordero⁻¹), adaptados a una dieta a base de grano formulada de acuerdo con las recomendaciones de la NRC (1985). Los corderos se asignaron al azar a cada uno de los tratamientos (dos corderos por corraleta), se pesaron al inicio del experimento y cada 14 días con un ayuno previo de 12 horas. La composición de la dieta experimental y la composición química se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Ingredientes y composición nutritiva de la dieta base experimental.

Ingrediente	Inclusión (BS,%)
Sorgo	63.50
Rastrojo de maíz	10.00
Melaza	6.00
Pasta de soya	7.00
Gluten de maíz	3.00
Cascarilla de soya	8.00
Carbonato de calcio	1.00
Urea (46% de nitrógeno)	0.50
Mezcla mineral y de vitaminas *	1.00
Composición nutritiva [¤]	
Materia Seca, %	89.00
Energía Metabolizable, Mcal kg ⁻¹ MS [¶]	2.92
Proteína Cruda, %	15.12
Fibra Cruda, %	9.07
Extracto Etéreo, %	3.12
Cenizas, %	6.21

* Ca, 27%; P, 3%; Mg, 0.75%; Na, 6.55%; Cl, 10%; K, 0.05%; S, 42 mg kg⁻¹; Mn, 2000 mg kg⁻¹; Fe, 978 mg kg⁻¹; Cinc 3000 mg kg⁻¹; I, 50 mg kg⁻¹; Se, 20 mg kg⁻¹; Co, 15 mg kg⁻¹; Vit A 3500 UI; Vit D 1500 UI y Vit E 150 UI; Lasolacida ® 2000 mg kg⁻¹

[¤] Determinado en el Laboratorio de Nutrición de Rumiantes del Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo (en base seca).

[¶] Calculado por el programa FEEDTAG, Department of Animal Science, University of California Davis, CA.

La alimentación se proporcionó a libre acceso (10% más del consumo estimado) con tres ofrecimientos diarios, a las 7:00 h el 40%, a las 14:00 h el 30% y a las 18:00 h el 30%. El consumo de alimento se registró diariamente y se obtuvo restando el alimento rechazado al alimento ofrecido.

El clorhidrato de zilpaterol utilizado se presenta en el mercado como Zilmax® (Reg. SAGAR Q-0273-205), la composición de éste es 4.8% de clorhidrato de zilpaterol y 95.2% de vehículo. Para facilitar el trabajo del producto se utilizó una mezcla que contenía 1% de concentración del producto más un vehículo; la cual, para garantizar la dosificación a partir del peso vivo se

administró en capsulas plásticas de fácil digestión según el tratamiento, diario e individualmente antes del primer ofrecimiento de alimento por 57 días.

A partir del día 57, se retiró la administración el clorhidrato de zilpaterol según el período de retiro asignado. El sacrificio de los corderos se realizó en la forma tradicional de la zona; inmediatamente después se registró el peso de la canal caliente y se realizó la medición del punto GR a 11 cm de la línea media de la columna vertebral, en la décimo segunda costilla, auxiliándose con un vernier; 12 horas más tarde, estando en reposo a temperatura ambiente, se registró el peso de la canal fría y el peso de los componentes principales de la canal (espaldillas, piernas, costillares y espinazo).

Las variables de respuesta para comportamiento productivo fueron: consumo de alimento ($\text{kg MS cordero}^{-1} \text{ día}^{-1}$); ganancia de peso catorcenal ($\text{kg } 14 \text{ días}^{-1}$); ganancia de diaria de peso ($\text{kg cordero}^{-1} \text{ día}^{-1}$); conversión alimenticia (consumo de alimento/ganancia diaria de peso) y eficiencia alimenticia (ganancia diaria de peso/consumo de alimento).

Las variables de respuesta para características de la canal fueron: peso de la canal caliente y fría, rendimiento de la canal caliente y fría, punto GR y peso de los componentes de la canal.

Para evaluar el comportamiento productivo, donde sólo se consideró la dosis, se tuvieron seis repeticiones, donde la unidad experimental fue una corraleta con dos corderos. Para características de la canal donde se consideró dosis y periodo de retiro, se tuvieron cuatro repeticiones por tratamiento y como unidad experimental se consideró cada cordero llevado al sacrificio.

Los datos generados se analizaron con el paquete estadístico SAS (SAS, 2001). Para las variables de comportamiento productivo ganancia de peso catorcenal, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y eficiencia alimenticia se utilizó un diseño completamente al azar a través del siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + D_i + \beta(X_{ij}) + E_{ij}$$

Donde Y_{ij} = variable respuesta; μ = media general; D_i = efecto de la i -ésima dosis; $\beta(X_{ij})$ = coeficiente de regresión asociado al peso vivo inicial y E_{ij} = error experimental.

Mientras que para consumo de alimento se consideró el efecto día a través del siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + D_i + \beta(X_{ij}) + T_k + E_{ijkl}$$

Donde Y_{ijkl} = variable respuesta; μ = media general; D_i = efecto de la i -ésima dosis; $\beta(X_{ijkl})$ = coeficiente de regresión asociado al peso vivo inicial; T_k = efecto día y E_{ijkl} = error experimental.

El análisis de la variable consumo de alimento se realizó con el procedimiento MIXED de SAS en medidas repetidas, mientras que para

ganancia de peso catorcenal, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y eficiencia alimenticia se siguió el procedimiento GLM de SAS. La comparación de medias fue por el procedimiento de Tukey y los efectos lineales y cuadráticos se evaluaron por contrastes ortogonales para tratamientos igualmente espaciados. Para la variable de consumo de alimento se obtuvo una ecuación de regresión, en la cual se evaluaron efectos lineales y cuadráticos.

En cuanto a las variables de características y componentes de la canal se utilizó un diseño completamente al azar en arreglo factorial (tres dosis y tres períodos de retiro) utilizando el procedimiento GLM de SAS a través del siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + P_j + DP_{ij} + \beta(X_{ijk}) + E_{ijk}$$

Donde Y_{ijk} = variable respuesta; μ = media general; D_i = efecto de la i -ésima dosis; P_j = efecto del j -ésimo período de retiro; DP_{ij} = interacción de la i -ésima dosis y el j -ésimo período de retiro; $\beta(X_{ijk})$ = coeficiente de regresión asociado al peso vivo final y E_{ijk} = error experimental.

La comparación de medias fue por Least Square Means (LSM) en el procedimiento GLM de SAS (2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo de alimento promedio durante la fase experimental fue de 1.29 kg de MS cordero⁻¹ día⁻¹ no existiendo diferencias entre dosis (P=0.36) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Comportamiento productivo de corderos con la adición de diferente dosis de clorhidrato de zilpaterol.

Variable ⁺	Unidad	Clorhidrato de zilpaterol (mg kg ⁻¹ PV día ⁻¹)			EEM ^α
		0.10	0.15	0.20	
PVi	kg	25.42a*	25.75a	25.88a	0.555
PVf	kg	43.08a	44.72a	44.31a	0.588
Consumo ^x	Kg MS cor ⁻¹ día ⁻¹	1.279a	1.298a	1.298a	0.025
GP	kg 14 días ⁻¹	4.025a	4.107a	4.053a	0.124
GDP	kg cor ⁻¹ día ⁻¹	0.318a	0.328a	0.331a	0.246
Conversión ^y	Consumo GP ⁻¹	4.34a	4.38a	4.44a	0.184
Eficiencia ^z	GP Consumo ⁻¹	0.250a	0.249a	0.245a	0.073

*Medias dentro de hileras con misma literal no son diferentes (Tukey; α=0.05)

+PVi=Peso vivo inicial; PVf=Peso vivo final; GP=Ganancia de peso;

GDP=Ganancia diaria de peso

^xEfecto cuadrático (P=0.0001, R²=0.736); ^yEfecto lineal (P=0.002, R²=0.237);

^zEfecto lineal (P=0.008, R²=0.236)

^αError estándar de la media

El consumo de alimento se considera dentro del límite reportado por la NRC (1985) que es de 1.3 kg MS cordero⁻¹ día⁻¹, estimado por las ecuaciones de predicción que consideran como principales indicadores el peso vivo promedio de los corderos y la cantidad de energía de la dieta. Domínguez *et al.* (1999) reportaron consumos de 1.44 kg MS cordero⁻¹ día⁻¹ alimentados con 52% de sorgo en la dieta en corderos de lana.

Mersmann (1998) y Galbraith *et al.* (1990) mencionaron que los β-agonistas administrados oralmente incrementaron el consumo de alimento de corderos de 2 a 4.2%; en este caso, aunque no existió diferencia en el consumo de alimento (P>0.05) se observó que los corderos que recibieron la dosis de

0.15 y 0.20 mg de clorhidrato de zipalterol kg^{-1} PV día^{-1} presentaron mayor consumo de alimento; esto se puede atribuir a que, al aumentar la dosis del β -agonista, aumentaron también el crecimiento corporal y las necesidades nutricionales; pues los corderos con mayores tasas de crecimiento consumen más alimento para satisfacer primero sus necesidades de mantenimiento y luego las de producción.

Al utilizar 6 mg de clorhidrato de zilpaterol kg MS^{-1} en bovinos durante los últimos días de finalización, Plascencia *et al.* (1999) no reportaron diferencias en consumos. Del mismo modo, Felix *et al.* (2005) no encontraron diferencias en el consumo de corderos Pelibuey utilizando en la dieta a 4.5 y 6.7 mg de clorhidrato de zilpaterol kg^{-1} MS (1.297 y 1.310 kg vs 1.307 cordero $^{-1}$ día^{-1} , respectivamente) en dieta con 51% de grano de maíz durante los últimos 29 días de finalización.

El consumo de alimento está regulado por la capacidad del tracto gastrointestinal, el cual se relaciona con el peso corporal; el consumo alcanza un punto máximo cuando éste logra cubrir las necesidades nutricionales de mantenimiento. A medida que transcurrieron los días de alimentación se presentó un efecto cuadrático en el consumo de alimento ($P=0.0001$, $R^2=0.736$), donde el máximo consumo se obtuvo en el día 50 para los corderos que recibieron 10 y 15 mg de clorhidrato de zilpaterol kg^{-1} PV día^{-1} y en el día 57 para los que recibieron 20 mg de clorhidrato de zilpaterol kg^{-1} PV día^{-1} . Con estos resultados se puede inferir que los corderos que recibieron la dosis alta elevaron sus requerimientos nutricionales, por lo que necesitaron más días para alcanzar su máximo de consumo (Figura 3).

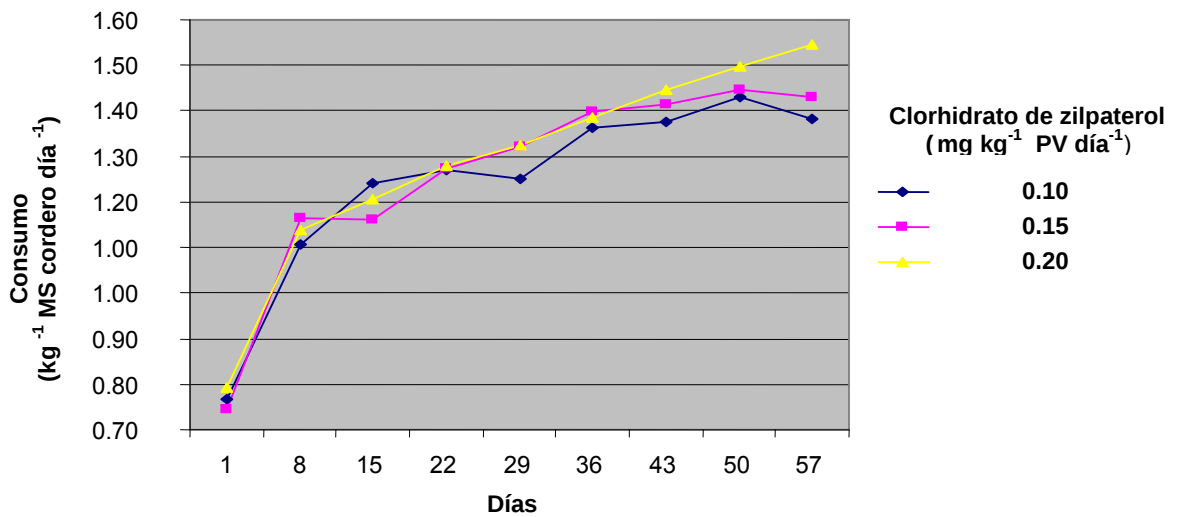


Figura 3. Consumo de alimento por día de corderos con diferente dosis de clorhidrato de zipalterol ($P=0.0001$, $R^2=0.736$).

Con la finalidad de establecer un modelo en consumo de alimento, se generó la siguiente ecuación de predicción en la que se incluyeron los efectos lineales y cuadráticos (Cuadro 5), la cual es válida para las dosis de 0.10, 0.15 y 0.20 mg kg⁻¹ PV cordero⁻¹ día⁻¹ de clorhidrato de zilpaterol y a un intervalo de 57 días de finalización.

Ecuación de predicción ($R^2=0.981$) de consumo de alimento de corderos con diferente dosis de clorhidrato de zilpaterol en la dieta.

$$\text{Consumo de alimento (kg}^{-1} \text{ cordero día}^{-1}) = -3.474033169 + 1.60647222 (\text{clorhidrato de zilpaterol}) - 0.431250000 (\text{clorhidrato de zilpaterol})^2 + 1.291332540 (\text{día})$$

Cuadro 5. Probabilidades de los coeficientes que conformaron la ecuación de predicción de consumo de alimento.

Variable	Pr>F
Intercepto	0.0844
Clorhidrato de zilpaterol	0.4713
Clorhidrato de zilpaterol * clorhidrato de zilpaterol	0.4346
Día	<0.0001

La ganancia de peso promedio de 4 catorcenos fue de 4.06 kg ($P=0.96$) y la ganancia diaria de peso de $0.326 \text{ kg cordero}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ($P=0.89$), sin observar diferencias entre las dosis evaluadas (Cuadro 4). Al administrar otros β -agonistas vía oral se han registrado aumentos en la ganancia de peso en corderos como lo reportan Koohmaraie y Shackelford (1991), Pringle *et al.* (1993) y Nourozi *et al.* (2005).

Tierrablanca y Vergara (2000) obtuvieron ganancias de $0.267 \text{ kg cordero}^{-1} \text{ día}^{-1}$ al administrar 3.98 mg de clorhidrato de zilpaterol kg^{-1} MS en una dieta con 2.8 Mcal de EM y 13.5% de PC teniendo una mejora de 6.8% en corderos de lana. En corderos Pelibuey, Felix *et al.* (2005) obtuvieron ganancias de 0.237, 0.217 y $0.237 \text{ kg cordero}^{-1} \text{ día}^{-1}$ con 0, 4.5 y 6.7 mg de clorhidrato de zilpaterol kg MS^{-1} , no encontrando diferencias entre tratamientos.

López *et al.* (2003) al utilizar 6 mg de clorhidrato de zilpaterol kg^{-1} MS en la dieta de ovinos Tabasco por 42 días, encontraron ganancias de $0.323 \text{ kg cordero}^{-1} \text{ día}^{-1}$; Salinas-Chavira *et al.* (2004), al utilizar 4.35 y 6 mg de clorhidrato de zilpaterol kg^{-1} MS en ovinos Pelibuey, encontraron ganancias de 0.365 y $0.347 \text{ kg}^{-1} \text{ cordero día}^{-1}$ respectivamente; siendo los resultados similares a los obtenidos en este estudio. De esta manera se puede inferir que la

mejora en ganancia de peso en corderos es evidente, sin que el consumo de alimento se modifique.

La conversión alimenticia no mostró diferencias por efecto de dosis utilizada, sin embargo a medida que transcurrió el período experimental se presentó un efecto lineal ($P=0.002$, $R^2= 0.237$) (Cuadro 4).

Al utilizar 10 mg de cimaterol kg MS⁻¹ por 33 días, Beerman *et al.* (1986) reportaron mejoras en la conversión alimenticia de 19.7 a 22.2% en corderos Suffolk x Dorset y Kim *et al.* (1987) de 16% en corderos castrados Suffolk x Rambouillet. En el caso de clorhidrato de zilpaterol en corderos Pelibuey, no encontraron diferencias entre conversiones al utilizar diferentes dosis; Salinas – Chavira *et al.* (2004) reportan conversiones de 4 para dosis de 4.35 y 6 mg kg MS⁻¹ y Felix *et al.* (2005) de 6.03 y 5.56 con dosis de 4.5 y 6.7 mg kg MS⁻¹, respectivamente.

No se presentaron diferencias en la eficiencia alimenticia, pero si un efecto lineal a medida que transcurrió el período experimental ($P=0.008$, $R^2=0.236$) (Cuadro 4). Cuando la dieta de los corderos cubre las necesidades energéticas de mantenimiento, el resto de energía se destina a producción, sin olvidar las pérdidas por el incremento calórico (Reeds y Mersman, 1991), por lo que es común relacionar un mayor consumo de alimento con una mayor ganancia de peso. Los corderos son eficientes cuando tienen la capacidad con de ganar una unidad de peso bajos consumos, es decir transformar el alimento a ganancia de peso; sin embargo, con el paso del tiempo esta capacidad disminuye, por lo que se necesita mas alimento para producir una unidad de peso. Galbraith *et al.* (1990) y Mersmann (1998) reportan que el uso de β -

agonistas en corderos incrementa la eficiencia alimenticia de 15 a 17%, pero no abundan más sobre el tema.

Para características de la canal no se encontraron diferencias ($P>0.05$) en relación a las dosis utilizadas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto de diferente dosis de clorhidrato de zilpaterol en las características de la canal de corderos.

Variable ⁺	Unidad	Clorhidrato de zilpaterol (mg kg ⁻¹ PV día ⁻¹)			EEM [■]
		0.10	0.15	0.20	
PCC	kg	22.196a*	21.772a	22.485a	0.375
PCF	kg	20.945a	20.582a	21.289a	0.393
RCC	%	47.755a	46.818a	48.325a	0.571
RCF	%	45.012a	44.566a	45.767a	0.658
Punto GR	mm	6.2a	6.1a	7.7a	0.042

*Medias dentro de hileras con misma literal no son diferentes ($\alpha=0.05$)

⁺PCC=Peso de canal caliente; PCF=Peso de canal fría; RCC=Rendimiento en canal caliente; RCF=Rendimiento en canal fría

[■]Error estándar de la media

Los β -agonistas como agentes de reparticiónm fomentan la producción de proteína y la reducción de grasa mejorando con ello pesos y rendimiento en las canales, puntos importantes para la industria de la carne (Mersmann, 2002). Reeds y Mersmann (1991) afirman que los ovinos son más sensitivos a los efectos de estos agentes en lo que se refiere a la promoción del crecimiento, sobre todo en músculo esquelético. Sin embargo, en los estudios donde se utilizaron diferentes dosis de clorhidrato de zilpaterol y se realizaron pesajes de canales y medición de grasa dorsal, no se reportaron diferencias en ovinos (López *et al.*, 2003; Salinas-Chavira *et al.*, 2004; Felix *et al.*, 2005) y en bovinos (Plascencia *et al.*, 1999).

La dosis promotora de crecimiento óptima recomendada para clorhidrato de zilpaterol es de 0.15 mg kg⁻¹ PV día⁻¹ (Intervet, 2005); con estos resultados se puede inferir que el incremento en el peso y en el rendimiento de la canal no es proporcional al incremento de la dosis.

El efecto del período de retiro previo al sacrificio del clorhidrato de zilpaterol en las características de la canal se muestra en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Efecto del período de retiro en las características de la canal de corderos (promedio de 0.10, 0.15 y 0.20 mg de clorhidrato de zilpaterol kg⁻¹ PV día⁻¹).

Variable ⁺	Unidad	Período de retiro (días previos al sacrificio)			EEM [¶]
		3	7	15	
PCC	kg	23.45a*	20.72c	22.27b	0.375
PCF	kg	22.59a	19.27c	20.95b	0.393
RCC	%	50.50a	44.93c	47.79b	0.571
RCF	%	48.87a	41.53c	44.93b	0.658
Punto GR	mm	7.0a	5.9a	6.7a	0.042

*abc Medias dentro de hileras con literal distinta son diferentes ($\alpha=0.05$)

⁺PCC=Peso de canal caliente; PCF=Peso de canal fría; RCC=Rendimiento en canal caliente; RCF=Rendimiento en canal fría

[¶]Error estándar de la media

El peso de canal caliente y fría promedio fue de 22.16 kg ($P=0.0002$) y 20.93 kg ($P<0.0001$), respectivamente; Tierrablanca y Vergara (2000) reportaron, en corderos Criollo*Rambouillet, pesos de canal caliente de 21.05 kg y fría de 19.94 kg (utilizando una dieta con 2.8 Mcal de EM, 13.5 % de PC y 12 h de reposo de la canal) resultados que están por debajo de los obtenidos en este trabajo. Los corderos que tuvieron tres días de retiro previo al sacrificio lograron canales más pesadas que los de 7 y 15 días; efecto que se reflejó en el rendimiento en canal. Mersmann (1998) afirma que los efectos de los β -agonistas son más pronunciados en bovinos y ovinos logrando mejoras de 25%

en la masa muscular. No se encontraron más estudios productivos sobre rendimiento de la canal de ovinos utilizando clorhidrato de zilpaterol, por lo que las comparaciones resultan insuficientes para extraer conclusiones específicas. Con estos resultados se infiere que al cesar la administración del clorhidrato de zilpaterol, el efecto de repartición en el organismo disminuye, retornando el metabolismo a su actividad normal.

Para Punto GR no se presentaron diferencias entre períodos de retiro ($P>0.328$), aunque el período de siete días tuvo menor grosor; López *et al.* (2003), realizaron mediciones de grasa dorsal con un equipo de ultrasonido (Aloka 500 V) provisto con una sonda para composición corporal para cerdos (11 cm 3.5 MHz) entre décimo segunda y décimo tercera costilla al inicio y al final del experimento, con lo que obtuvieron espesores de 3.41 mm en cordero Pelibuey alimentados con 6 mg de clorhidrato de zilpaterol kg^{-1} MS en la dieta. Por otro lado, en corderos de lana, Tierrablanca y Vergara (2000) encontraron un espesor de la grasa dorsal en 4.9 mm, sin especificar el período de retiro.

En algunos casos se ha reportado que después de la administración constante de un β -agonista el tejido adiposo presenta una actividad lipolítica aumentada, una actividad lipogénica disminuida o ambas, en varias especies (MacNeel y Mersmann, 1995).

Los datos del Punto GR reportados de este estudio y la literatura tienen cierta diferencia, lo que se le puede atribuir al peso vivo al sacrificio y al período de retiro, pues al dejar de administrar el β -agonista se reduce el efecto en la lipólisis, disminuyendo también la eficiencia para convertir alimento por músculo

y favorecer la deposición de grasa. También hay que considerar que la medición de grasa se realizó en diferentes razas y con diferentes instrumentos.

No se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) en cuanto a dosis de clorhidrato de zilpaterol para los componentes de la canal (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto de diferente dosis de clorhidrato de zilpaterol en los componentes de la canal de corderos.

Variable	Unidad	Clorhidrato de zilpaterol (mg kg ⁻¹ PV día ⁻¹)			EEM ^a
		0.10	0.15	0.20	
Espaldilla derecha	kg	2.145a*	2.165a	2.253a	0.056
Espaldilla izquierda	kg	2.177a	2.155a	2.243a	0.034
Costillar derecho	kg	1.953a	1.735a	1.906a	0.066
Costillar izquierdo	kg	1.952a	1.790a	1.890a	0.068
Pernil derecho	kg	3.323a	3.260a	3.447a	0.075
Pernil izquierdo	kg	3.543a	3.507a	3.640a	0.074
Espinazo	kg	5.755a	5.897a	5.954a	0.122

*Medias dentro de hileras con misma literal no son diferentes ($\alpha=0.05$)

^aError estándar de la media

El período de retiro tuvo efecto en los componentes de la canal (Cuadro 9). El período de tres días antes del sacrificio tuvo el mayor pesaje de los componentes de la canal que siete y quince días; la NRC (1994) indica que entre los efectos principales de los β -agonistas se encuentran incrementos en el músculo esquelético, reducción del tejido adiposo y poco o nulo efecto sobre el hueso de la canal.

El nivel de energía que se requiere para depositar tejido adiposo es más grande que el nivel que se requiere para depositar músculo; los β -agonistas actúan en el proceso de repartición de energía de grasa a músculo llevando a un mejoramiento en el crecimiento y en la eficiencia (Kim *et al.*, 1987), con lo que se puede inferir que al dejar de administrar el clorhidrato de zilpaterol, los efectos en la canal disminuyen.

Cuadro 9. Efecto del período de retiro en los componentes de la canal de corderos (promedio de 0.10, 0.15 y 0.20 mg de clorhidrato de zilpaterol kg⁻¹ PV día⁻¹).

Variable	Unidad	Período de retiro (días previos al sacrificio)			EEM ^α
		3	7	15	
Espaldilla derecha	kg	2.300a*	2.101ab	2.163b	0.056
Espaldilla izquierda	kg	2.302a	2.102ab	2.170b	0.034
Costillar derecho	kg	2.015a	1.860b	1.719b	0.066
Costillar izquierdo	kg	2.042a	1.886b	1.704b	0.068
Pernil derecho	kg	3.633a	3.049c	3.348b	0.075
Pernil izquierdo	kg	3.885a	3.207c	3.597b	0.074
Espinazo	kg	6.316a	5.122b	6.168a	0.122

*abc Medias dentro de hileras con literal distinta son diferentes ($\alpha=0.05$)

^αError estándar de la media

CONCLUSION

En la finalización de corderos, la variación en la dosis de clorhidrato de zilpaterol no mejora el comportamiento productivo y las características de la canal; sin embargo, el período de retiro es un elemento relevante para los pesos y rendimientos de canal, pero no así para el Punto GR.

IMPLICACIONES

Este experimento fue conducido para determinar el efecto de tres dosis de clorhidrato de zilpaterol y tres períodos de retiro. Los resultados indican que con variaciones pequeñas en las dosis no hay diferencias en la producción; esto sugiere que para observar resultados más evidentes es necesario trabajar con otras dosis; sin embargo se debe considerar no llegar a niveles que puedan causar toxicidad a los corderos. En cuanto al período de retiro del clorhidrato de zilpaterol antes del sacrificio, el tiempo mínimo que se sugiere es de tres días para no perder los efectos de este β -agonista en las características de la canal, pero se debe investigar si este tiempo es suficiente para lograr productos cárnicos libres de residuos o metabolitos y así evitar problemas en la salud del consumidor.

LITERATURA CITADA

- Beerman, D. H., E. D. Hogue, K. V. Fishell, H. R. Dalrymple, and A. C. Ricks. 1986. Effects of cimaterol and fishmeal on performance, carcass characteristics and skeletal muscle growth in lambs. *J. Anim. Sci.* 62: 370-380.
- Casey, H. N. 1998. Efectos fisiológicos y toxicológicos del clorhidrato de zipalterol. *In: Resúmenes de las Conferencias Presentadas en el Lanzamiento de Zilmax ® en México.* México pp: 37-47.
- Domínguez, V. I. A., F. Haro y J. Martínez. 1999. Evaluación del comportamiento productivo y características de la canal de ovinos para abasto suplementados con el complejo orgánico cromo L-metionina. *In: Memorias de X Congreso Nacional de Producción Ovina.* Veracruz, Ver. México. pp 6-10.
- Felix, A., A. Estrada-Angulo, F. G. Ríos, C. H. Ramos, and A. B. Perez. 2005. Effect of zilpaterol clorhydrate on growth performance and carcass traits in finishing sheep. *J. Anim. Sci.* Vol 83. Suppl. 1: 63 [Abstr.].
- Galbraith, H., R. Atendi, M. Alderson, and R. Scaife. 1990. The effect of cimaterol and oestradiol-17 β alone or combine on growth and body composition of wether lambs. *Anim. Prod.* 51: 311-319.
- Garza, F. J. D. 1998. Comportamiento productivo de bovinos productores de carne en finalización, suplementados con ZILMAX ®. *In: Resúmenes de las Conferencias Presentadas en el Lanzamiento de ZILMAX ® en México.* México. pp: 57-61.
- Intervet. 2005. Boletín Veterinario Intervet. Disponible en: www.intervet.com.mx. Consultado el 30 de marzo del 2005.
- Kim, Y. S., B. Y. Lee, and E. Darimble. 1987. Effect on the repartitioning agent cimaterol on growth, carcass and skeletal muscle characteristics in lambs. *J. Anim. Sci.* 65: 1392-1399.
- Koohmaraie, M., and S. D. Shackelford. 1991. Effect of calcium chloride infusion on the tenderness of lambs fed a β -adrenergic agonist. *J. Anim. Sci.* 69: 2463-2471.
- López, Z. R., S. O. Argudín y A. D. Anaya. 2003. Efecto de un β adrenérgico solo y combinado, sobre aumento de peso, grasa dorsal y área de Rib Eye en ovinos Tabasco. *In: Memorias XXVII Congreso Nacional de Buiatría.* Tabasco, México. pp: 240-241.

- MacNeel R. L., and H. J. Mersmann. 1995. β -adrenergic receptor subtype transcripts in porcine adipose tissue. *J. Anim. Sci.* 73: 1962-1971
- Mersmann, H. J. 1998. Overview of the effects of β -adrenergic receptor agonist on animal growth including mechanism of action. *J. Anim. Sci.* 76: 160-172.
- Mersmann, H. J. 2002. Beta-adrenergic receptor modulation of adipocyte metabolism and growth. *J. Anim. Sci.* 80 (E. Suppl.1): E24-E29.
- Nourozi, M., M. Abazari, M. Mohammadi, M. Raisianzadeh, and A. ZareShahne. 2005. Effect of two beta-adrenergic agonists on performance and carcass composition of an Iranian native breed of sheep. *Pakistan Journal of Nutrition* 4(6): 384-385.
- NRC. 1985. *Nutrient Requirements of Sheep* (6th Rev. Ed.). National Academy of Sciences. Washington. D.C. 99 p.
- NRC. 1994. *Metabolic modifiers. Effects on the nutrient requirements of food-producing animals.* National Academy Press. Washington. D.C. 96 p.
- Plascencia, J. A., N. Torrentera, and R. A. Zinn. 1999. Influence of the β -agonist, zilpaterol, on growth performance and carcass characteristics of feedlot steers. *Proc Western Section Society of Animal Science*. Vol 50: 331-334.
- Pringle D. T., C. R. Calkins, M. Koohmaraie, and S. J. Jones. 1993. Effects over time of feeding a β -adrenergic agonist to wether lambs on animal performance, muscle growth, endogenous muscle proteinase activities and meat tenderness. *J. Anim. Sci.* 71: 636-644.
- Reeds, P., and H. J. Mersmann. 1991. Protein and energy requirements of animals treated with β -adrenergic agonists: A discussions. *J. Anim. Sci.* 69: 1532-1550.
- Salinas-Chavira, J., R. G. Ramirez, M. Dominguez-Munoz, R. Palomo-Cruz and V. H. Lopez-Acuna. 2004. Influence of zilpaterol hydrochloride on growth and carcass characteristics of Pelibuey lambs. *Journal of Applied Animal Research* 26 (1). pp: 13-16 [Abstr.] .
- SAS. 2001. *SAS/STAT User's Guide*. Cary, NC. USA. SAS Inst. Inc.
- Tierrablanca C. F. U. y D. Vergara A. 2000. Comportamiento productivo y características de la canal de corderos en engorda con clenbuterol o zipalterol en la dieta. Tesis profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 70 p.

CAPÍTULO V

ANEXOS

DIARIO OFICIAL: 11 de octubre de 2000

**SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA,
DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACION**

NORMA Oficial Mexicana NOM-061-ZOO-1999, Especificaciones zoosanitarias de los productos alimenticios para consumo animal.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.- Dirección General Jurídica.- Oficina del C. Director General.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-061-ZOO-1999, ESPECIFICACIONES ZOOSANITARIAS DE LOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS PARA CONSUMO ANIMAL.

JORGE MORENO COLLADO, Director General Jurídico de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, con fundamento en los artículos 35 fracción IV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4o. fracción XI, 11 y 16 fracciones I y II de la Ley Federal de Sanidad Animal; 38 fracción II, 40, 41, 43 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 12 fracciones XXIX y XXX del Reglamento Interior de esta dependencia, y

CONSIDERANDO

Que es atribución de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural formular, aplicar y, en el ámbito de su competencia, expedir las disposiciones y medidas zoosanitarias necesarias para certificar, verificar e inspeccionar el cumplimiento de las mismas.

Que es función de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural prevenir la introducción y propagación de plagas y enfermedades de los animales que puedan ser diseminadas mediante el manejo y empleo de productos alimenticios terminados.

Que la contaminación de los alimentos para animales, por agentes químicos, microbiológicos o biológicos, puede representar riesgo sanitario o zoosanitario

Que mediante la promoción de las Buenas Prácticas de Manufactura en la adquisición, manipulación, almacenamiento, elaboración y distribución de alimentos para animales, se pueden disminuir los riesgos para la salud animal y humana.

Que la adopción de Buenas Prácticas de Alimentación de los animales en las explotaciones pecuarias, disminuye los riesgos zoosanitarios e incrementa la productividad de las especies destinadas al consumo humano.

Que debido a los riesgos zoosanitarios y de salud pública que representa el uso de algunos ingredientes activos como es el caso del clenbuterol en los productos alimenticios destinados para consumo en animales, es indispensable aplicar medidas de restricción de manera inmediata.

Que para alcanzar los objetivos señalados en los párrafos anteriores, con fecha 10 de agosto de 1999, se publicó en el **Diario Oficial de la Federación**, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-061-ZOO-1999, Especificaciones zoosanitarias de los productos alimenticios para consumo animal, iniciando con ello el trámite a que se refiere la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Que en virtud del resultado del procedimiento legal antes indicado, se modificaron los diversos puntos que resultaron procedentes de las observaciones que se recibieron al Proyecto de Norma, y por lo cual se expide la presente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-061-ZOO-1999, ESPECIFICACIONES ZOOSANITARIAS DE LOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS PARA CONSUMO ANIMAL

INDICE

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Especificaciones
5. Excepciones
6. Verificación
7. Sanciones
8. Concordancia con normas internacionales
9. Bibliografía
10. Disposiciones transitorias

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1. Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene por objeto establecer los requisitos y especificaciones zoosanitarias que deben cumplir los productos alimenticios terminados de consumo animal, para evitar que éstos se constituyan en un riesgo a la salud animal y humana.

1.2. Esta Norma es aplicable a todas las personas físicas y/o morales que elaboren, maquilen, importen y comercialicen productos alimenticios para consumo animal.

1.3. La vigilancia de esta Norma corresponde a la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural y a los gobiernos de las entidades federativas y del Distrito Federal, en el ámbito de sus respectivas atribuciones y circunscripciones territoriales, de conformidad con los acuerdos de coordinación respectivos.

1.4. La aplicación de las disposiciones contenidas en esta Norma compete a la Dirección General de Salud Animal, así como a las Delegaciones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, en el ámbito de sus respectivas atribuciones y circunscripciones territoriales.

2. Referencias

Para la correcta aplicación de esta Norma se deben consultar las siguientes normas oficiales mexicanas: NOM-004-ZOO-1994, Grasa, hígado, músculo y riñón en aves, bovinos, caprinos, cérvidos, equinos, ovinos y porcinos. Residuos tóxicos. Límites máximos permisibles y procedimientos de muestreo.

NOM-008-SCFI-1993, Sistema general de unidades de medida.

NOM-012-ZOO-1993, Especificaciones para la regulación de productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos.

NOM-022-ZOO-1995, Características y especificaciones zoosanitarias para las instalaciones, equipo y operación de establecimientos que comercializan productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos.

NOM-025-ZOO-1995, Características y especificaciones zoosanitarias para las instalaciones, equipo y operación de establecimientos que fabrican productos alimenticios para uso en animales o consumo por éstos.

NOM-040-ZOO-1995, Especificaciones para la comercialización de sales puras antimicrobianas para uso en animales o consumo por éstos.

NOM-044-ZOO-1995, Campaña Nacional contra la Influenza Aviar.

NOM-130-SSA1-1995, Determinación de anaerobios mesofílicos y termofílicos.

NOM-037-ZOO-1995, Campaña Nacional contra la fiebre porcina clásica.

3. Definiciones

Para efectos de esta Norma, se entiende por:

3.1. Aditivos: Cualquier material de uso específico que se incluya en el alimento que favorezca su presentación, preservación, así como la ingestión, aprovechamiento, profilaxis o pigmentación en los animales y sus productos.

3.2. Alimento balanceado: Corresponden a esta categoría aquellos alimentos que se encuentran listos para ser consumidos. Su diseño es tal que les permite ser la asignación única de alimento al día para el animal consumidor, ya que su balance cubrirá todas las necesidades de crecimiento, mantenimiento y/o reproducción.

3.3. Alimento concentrado: En esta categoría se incluyen aquellos productos alimenticios que requieren mezclarse ya sea con granos de cereal molidos y/o con suplementos proteínicos, para poder ser un alimento terminado listo para su consumo.

3.4. Alimento balanceado medicado: En esta categoría se incluyen aquellos productos alimenticios compuestos por una mezcla de alimentos y antimicrobianos, listos para su comercialización y destinados a la alimentación de animales.

3.5. Alimento para autoconsumo: Producto alimenticio balanceado y/o concentrado, producido o consumido en la misma empresa o instalación pecuaria.

3.6. Constatación: Procedimiento mediante el cual la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural verifica que el producto cumple con las especificaciones de calidad presentadas por el fabricante y/o las normas oficiales mexicanas.

3.7. Moduladores o promotores de crecimiento: Productos de diversas características químicas, distinta acción biológica, con diversos grados de inocuidad y formas de uso. Estos compuestos no reemplazan los nutrientes ni los alimentos, únicamente dirigen más eficientemente los procesos metabólicos, facilitando el anabolismo y la mejor fijación de proteínas en el organismo.

3.8. Dirección General: Dirección General de Salud Animal.

3.9. Esterilidad comercial: Grado de esterilidad que permite al alimento estar libre de formas viables de microorganismos potencialmente dañinos, tanto para la salud animal o humana, como para la conservación del producto en condiciones normales de almacenamiento y distribución.

3.10. Laboratorio aprobado: Establecimiento reconocido por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, para realizar servicios de control de calidad y/o constatación en materia zoosanitaria.

3.11. Materia prima: Ingrediente de cualquier origen utilizado en la elaboración de productos terminados.

3.12. Producto alimenticio: Sustancia o conjunto de ellas que contengan elementos nutritivos aprovechables en la alimentación de los animales, quedando incluidos en esta clasificación aquellos que de alguna forma favorezcan su ingestión, aprovechamiento y puedan constituir un riesgo zoonosológico.

3.13. Producto a granel: Producto alimenticio terminado que se comercializa sin envase, sin etiquetar y en cantidades variables.

3.14. Producto terminado: Producto alimenticio que está envasado, etiquetado, acondicionado y listo para su comercialización y/o consumo.

3.15. Producto regulado: Aquel que es susceptible de control y/o registro por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural y/o órganos administrativos desconcentrados.

3.16. Secretaría: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

3.17. Premezclas minerales: Su composición mineral los ubica como fuentes de macro y microelementos compuestos por formas minerales tanto de origen natural o resultantes de procesos químico-industriales o biosintéticos, que pueden presentarse en forma pura o combinada.

3.18. Premezclas vitamínicas: Productos diseñados para proporcionar una determinada concentración de vitaminas, están elaboradas a partir de ingredientes vitamínicos procedentes de procesos químicos sintéticos o biosintéticos, que pueden presentarse en forma pura o combinada.

3.19. Sustituto de leche: Mezcla homogénea de ingredientes fundamentalmente lácteos, que pueden adicionarse con otros de origen animal o vegetal, indispensables para cubrir en su totalidad las necesidades nutricionales diarias de mantenimiento y crecimiento de los animales durante su periodo de lactancia.

3.20. Suplemento lácteo: Producto elaborado en su mayoría con leche o sus derivados industriales, adicionados o no de otros ingredientes que completen la composición garantizada, y que son utilizados en la nutrición de los animales durante su periodo de lactancia.

3.21. Subproductos frescos de origen avícola: Consiste en las partes limpias de la carcasa de aves de rastro, tales como cabezas, patas, vísceras limpias de contenido fecal y materia extraña.

3.22. Subproductos frescos de origen porcino: Son las partes limpias no procesadas diferentes a carne derivadas de la matanza de los porcinos, incluye pero no está limitado a pulmones, vasos, riñones, cerebro, hígado, sangre, hueso, tejido graso parcialmente desengrasado a baja temperatura y estómago e intestino libre de su contenido. No incluye pelo, dientes y pezuñas.

3.23. Médico Veterinario aprobado como unidad de verificación: Profesionista autorizado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, para dictaminar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas.

3.24. Médico Veterinario Responsable aprobado: Profesionista en el ejercicio libre de su profesión, el cual ha sido aprobado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural para coadyuvar en las funciones de asistencia técnica y capacitación zoonosológica de los productores.

4. Especificaciones.

Para que los fabricantes, maquiladores, importadores y comercializadores de productos alimenticios terminados puedan garantizar y responsabilizarse de la inocuidad y calidad de los mismos, deben cumplir con las siguientes especificaciones.

4.1. Los productos alimenticios terminados que se fabriquen o importen y que pretendan ser comercializados en el país, y que por sus características sean sujetos de control zoonosológico, deben contar con el número de regulación SAGAR que otorga la Secretaría, una vez que el titular del producto

- 4.2.** Previo a la regulación de los productos alimenticios terminados, el fabricante o importador debe efectuar la constatación del análisis garantizado que se especifique en los proyectos de etiqueta, en un Laboratorio Aprobado, conforme lo señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-012-ZOO-1993.
- 4.3.** En el caso de productos enlatados y embutidos, además de lo señalado en el punto 4.2., debe efectuarse la constatación de la esterilidad comercial conforme se establece en la NOM-130-SSA1-1995.
- 4.4.** La comercialización, en el territorio nacional, de alimentos que contengan subproductos frescos de origen avícola y que sean expendidos en envase cerrado, quedan sujetos a lo establecido en los puntos 4.1. y 4.2., así como lo señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-044-ZOO-1995.
- 4.5.** La comercialización, en el territorio nacional, de alimentos que contengan subproductos frescos de origen porcino y que sean expendidos en envase cerrado, quedan sujetos a lo establecido en los puntos 4.1. y 4.2., así como lo señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-037-ZOO-1995.
- 4.6.** Todos los productos alimenticios terminados destinados para consumo por animales, que pretendan ser comercializados en el país y que presenten un contenido de humedad mayor al 12 por ciento (%), deben contar con pruebas de estabilidad de anaquel, basadas en métodos de preservación científicamente comprobables que aseguren la estabilidad comercial del producto, las cuales podrán ser verificadas por la Secretaría cuando así lo requiera.
- 4.7.** Los suplementos lácteos, incluyendo los sustitutos de leche utilizados en la alimentación animal, tanto nacionales como de importación, deben ser pigmentados con colorantes no tóxicos aprobados en el país de origen para su comercialización, de tal manera que permita identificarlos y diferenciarlos, evitando que sean sujetos de desvío de uso.
- 4.8.** La importación y comercialización de suplementos lácteos y sustitutos de leche no pigmentados estará sujeta a la presentación de una constancia expedida por la Delegación Estatal de la SAGAR en la entidad federativa correspondiente, en la que se indique que supervisará el empleo del producto en la alimentación animal, dicha constancia deberá indicar la cantidad a importar.
- 4.9.** El fabricante o importador de alimentos balanceados, debe señalar en la etiqueta los ingredientes utilizados en su formulación, los cuales deben ser enunciados genéricamente. En caso de que se utilicen materias primas de origen animal, se debe especificar la especie de procedencia.
- 4.10.** Para el caso de aditivos probióticos, elaborados con microorganismos productores de ácido láctico o similares, previo a su regulación, debe efectuarse su constatación para determinar el género y especie utilizada, así como especificar la concentración de microorganismos viables expresada en Unidades Formadoras de Colonias por mililitro (UFC/ml) o gramo de producto terminado.
- 4.10.** Los fabricantes, así como los importadores de productos alimenticios terminados deben efectuar y/o contar con los certificados de control de calidad que respalden los resultados obtenidos por la determinación de los niveles de aflatoxinas en sus materias primas y productos terminados, mismos que deben mantenerse bajo custodia de la empresa durante seis meses y que podrán ser verificados por la Secretaría cuando lo requiera.
- 4.11.** Queda prohibido el uso de los siguientes ingredientes activos y/o aditivos alimenticios en la formulación de productos alimenticios destinados para consumo por animales:
- 4.11.1.** Cloranfenicol en su modalidad de preventivo o terapéutico.
 - 4.11.2.** Cristal violeta como fungicida en materias primas y producto terminado.
 - 4.11.3.** Cumarina en saborizantes artificiales.
 - 4.11.4.** Pigmentantes sintéticos del grupo de los sudanes.
 - 4.11.5.** Clenbuterol.

Así como de todos aquellos ingredientes y/o aditivos alimenticios que comprobadamente puedan ser nocivos para la salud pública o representen riesgo zoonosario, y que no cuenten con el soporte técnico correspondiente para su empleo en la nutrición de los animales.

4.12. Los alimentos balanceados medicados, que incluyan en su formulación moduladores del crecimiento de los grupos de antimicrobianos citados en la NOM-040-ZOO-1995, deben indicar en su etiqueta el nombre genérico del ingrediente activo utilizado, así como las concentraciones utilizadas expresadas en gramos/tonelada.

4.13. Los productos alimenticios terminados, alimentos balanceados, sustitutos de leche, suplementos lácteos y todos aquellos alimentos que incluyan en su formulación antimicrobianos incluidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-040-ZOO-1995, cuya indicación sea como terapéutico o modulador del crecimiento en los animales, deben señalar en su etiqueta la leyenda "alimento medicado".

4.14. El fabricante o importador de alimentos terminados, alimentos balanceados, concentrados, sustitutos de leche, suplementos lácteos y todos aquellos que incluya en su formulación dos o más de los antimicrobianos citados en la Norma Oficial Mexicana NOM-040-ZOO-1995, debe contar con la información que respalde lo siguiente:

4.14.1. Estudios de sensibilidad "in vitro" contra microorganismos de referencia, señalando las Concentraciones Inhibitorias Mínimas (CIM) correspondientes.

4.14.2. Estudios de farmacocinética de los ingredientes activos, en cada una de las especies a las cuales se destina el producto.

4.14.3. Pruebas donde se demuestre la sinergia o compatibilidad de los ingredientes activos.

4.15. Para los productos que se incluyen en los puntos 4.12., 4.13. y 4.14. de la presente Norma, el titular de la regulación debe contar con los resultados de las pruebas, o la información técnica que respalde el tiempo de eliminación del ingrediente activo, así como los niveles de residuos o metabolitos en carne, leche, huevo y otros subproductos de origen animal destinados para consumo humano, conforme lo establece la Norma Oficial Mexicana NOM-004-ZOO-1994, y las reglamentaciones internacionales de referencia.

4.16. Los alimentos balanceados y concentrados elaborados por personas físicas o morales que sean destinados para "autoconsumo", así como las empresas integradas, constituidas por asociaciones o agrupaciones dedicadas a la producción animal, deben apegarse a lo establecido en esta Norma.

4.17. En la formulación de alimentos para rumiantes se puede utilizar pollinaza o gallinaza, siempre y cuando provenga de una empresa regulada por la Secretaría, y que estas materias primas hayan sido sometidas a un tratamiento térmico o químico, conforme se establece en la Norma Oficial Mexicana NOM-044-ZOO-1995, haciendo referencia en los empaques de los productos y/o los documentos que los avalen, que se trata de "alimento para rumiantes", elaborados con pollinaza o gallinaza y autorizados por la Dirección General.

4.18. Cuando el fabricante o importador de alimentos terminados tenga conocimiento de que en sus productos existe contaminación química, biológica, microbiológica o de otra índole, que pueda ser nociva para la salud pública o representar un riesgo zoonosario por su consumo, debe proceder a retirarlo del mercado y, en su caso, hacerlo del conocimiento del consumidor; asimismo, debe notificarlo inmediatamente a la Secretaría, la cual determinará el destino del producto.

4.19. Queda prohibido el uso de harinas de carne y hueso de origen rumiante o cualquier mezcla que la contenga en la elaboración de alimentos balanceados para rumiantes.

4.20. La Secretaría podrá efectuar la constatación de los productos alimenticios terminados en el momento que lo considere necesario.

5. Excepciones

5.1. Quedan exentas de número de registro las materias primas derivadas de la extracción de aceites a partir de oleaginosas y gramineas, las harinas de pescado y otros subproductos de la industria pesquera.

5.2. Quedan exentos de número de registro, todos aquellos alimentos balanceados y alimentos concentrados terminados, que estén formulados exclusivamente con ingredientes de origen vegetal adicionados con premezclas vitamínicas y minerales.

5.3. Quedan exentas de número de registro, todas aquellas materias primas de origen sintético utilizadas en la formulación de alimentos terminados, cuya comercialización se realice en forma pura y/o a granel, exceptuando aquellas señaladas en la Norma Oficial Mexicana NOM-040-ZOO-1995.

6. Verificación

6.1. El cumplimiento de las especificaciones y lineamientos establecidos en esta Norma, será verificado por personal oficial de la Secretaría o por las Unidades de Verificación aprobadas que ésta designe. Adicionalmente, las Unidades de Verificación aprobadas, verificarán a petición de las partes involucradas, que los establecimientos cumplen con las especificaciones zoosanitarias de los productos alimenticios terminados contenidas en esta Norma.

6.2. Establecimientos elaboradores y maquiladores de productos alimenticios terminados. Son motivo de verificación:

- El Aviso de Funcionamiento ante la Secretaría.
- Contar con la documentación que respalde el registro de los productos alimenticios terminados ante la SAGAR.
- Que los suplementos lácteos, incluyendo los sustitutos de leche estén pigmentados y, en su caso, que el elaborador, importador y/o comercializador de este tipo de productos presente la constancia de autorización que otorga la Secretaría para movilizar y emplear productos sin pigmentar.
- Que cuente con los certificados de control de calidad que respalden los análisis efectuados para determinar los niveles de aflatoxinas en los productos terminados.
- Que no utilicen ni comercialicen ninguno de los ingredientes activos y/o aditivos alimenticios prohibidos, contenidos en esta Norma en la formulación de productos alimenticios terminados.
- Que las etiquetas de los productos alimenticios terminados medicados señalen el nombre genérico y la concentración del (los) ingredientes activos empleados en su formulación.
- Que las etiquetas de los productos alimenticios terminados y suplementos lácteos medicados, incluyan la leyenda "Alimento medicado".
- Que cuenten con la información y documentos que respalden el empleo de dos o más de los ingredientes activos antimicrobianos citados en la NOM-040-ZOO-1995, y que respalden lo señalado en los puntos 4.14.1., 4.14.2. y 4.14.3.
- Que cuenten con la información y documentos que respalden los estudios efectuados por la empresa para determinar los tiempos de eliminación de residuos del producto alimenticio terminado medicado en las diferentes especies de destino.
- Verificar que la pollinaza o gallinaza empleada en la formulación de alimentos para rumiantes, provenga de establecimientos regulados por la SAGAR y que haya sido tratada conforme lo establece la NOM-044-ZOO-1995.
- Constatar que el establecimiento no utilice harinas de carne y hueso de origen rumiante en la formulación de productos alimenticios terminados destinados a la alimentación de rumiantes.

6.3. Establecimientos importadores de productos alimenticios terminados. Son motivo de verificación:

- Contar con el Aviso de Funcionamiento ante la Secretaría.
- Contar con la documentación que respalde el registro de los productos alimenticios terminados ante la SAGAR.
- Que los suplementos lácteos, incluyendo los sustitutos de leche estén pigmentados y, en su caso, que el

elaborador, importador y/o comercializador de este tipo de productos presente la constancia de autorización que otorga la Secretaría para movilizar y emplear productos sin pigmentar.

- Que cuente con los certificados de control de calidad que respalden los análisis efectuados para determinar los niveles de aflatoxinas en los productos terminados.

- Que no utilicen ni comercialicen ninguno de los ingredientes activos y/o aditivos alimenticios prohibidos, contenidos en esta Norma en la formulación de productos alimenticios terminados.

- Que las etiquetas de los productos alimenticios terminados medicados señalen el nombre genérico y la concentración del (los) ingredientes activos empleados en su formulación.

- Que las etiquetas de los productos alimenticios terminados y suplementos lácteos medicados, incluyan la leyenda "Alimento medicado".

- Que cuenten con la información y documentos que respalden el empleo de dos o más de los ingredientes activos antimicrobianos citados en la NOM-040-ZOO-1995, y que respalden lo señalado en los puntos 4.14.1., 4.14.2. y 4.14.3.

- Que cuenten con la información y documentos que respalden los estudios efectuados por la empresa para determinar los tiempos de eliminación de residuos del producto alimenticio terminado medicado en las diferentes especies de destino.

- Verificar que la pollinaza o gallinaza empleada en la formulación de alimentos para rumiantes, haya sido tratada conforme lo establece la NOM-044-ZOO-1995.

- Constatar que los productos que comercializa no contienen harinas de carne y hueso de origen rumiante, en los alimentos terminados destinados a la alimentación de rumiantes.

6.4. Establecimientos elaboradores de productos alimenticios terminados destinados para

"Autoconsumo", empresas integradas constituidas por asociaciones o agrupaciones dedicadas a la producción animal. Son motivo de verificación:

- El Aviso de Funcionamiento ante la Secretaría.

- Que los suplementos lácteos, incluyendo los sustitutos de leche estén pigmentados y, en su caso, que el elaborador, importador y/o comercializador de este tipo de productos presente la constancia de autorización que otorga la Secretaría para movilizar y emplear productos sin pigmentar.

- Que cuente con los certificados de control de calidad que respalden los análisis efectuados para determinar los niveles de aflatoxinas en los productos terminados.

- Que no utilicen ni comercialicen ninguno de los ingredientes activos y/o aditivos alimenticios prohibidos, contenidos en esta Norma en la formulación de productos alimenticios terminados.

- Que las etiquetas de los productos alimenticios terminados medicados señalen el nombre genérico y la concentración del (los) ingredientes activos empleados en su formulación.

- Que las etiquetas de los productos alimenticios terminados y suplementos lácteos medicados, incluyan la leyenda "Alimento medicado".

- Que cuenten con la información y documentos que respalden el empleo de dos o más de los ingredientes activos antimicrobianos citados en la NOM-040-ZOO-1995, y que respalden lo señalado en los puntos 4.14.1., 4.14.2. y 4.14.3.

- Que cuenten con la información y documentos que respalden los estudios efectuados por la empresa para determinar los tiempos de eliminación de residuos del producto alimenticio terminado medicado en las diferentes especies de destino.

- Verificar que la pollinaza o gallinaza empleada en la formulación de alimentos para rumiantes, provenga de establecimientos regulados por la SAGAR y que haya sido tratada conforme lo establece la NOM-044-ZOO-1995.

- Constatar que el establecimiento no utilice harinas de carne y hueso de origen rumiante en la formulación de productos alimenticios terminados destinados a la alimentación de rumiantes.

7. Sanciones

El incumplimiento a las disposiciones contenidas en esta Norma se sancionará conforme a lo establecido por la Ley Federal de Sanidad Animal y la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

8. Concordancia con normas internacionales

Hasta el momento de su elaboración, esta Norma Oficial Mexicana no es equivalente con alguna norma internacional.

9. Bibliografía

- Beauchant Larry, R., 1978. "Food and beverage mycology" avi publishing comp. Inc. Wesport. Conn. 1978. U.S.A.

- Berembaum, M.C. 1989. Wath is Sinergy? The American Society for Pharmacology and Experimental Therapeutics. Vol. 1989, No. 41. Pharmacological Reviews. U.S.A.

- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1997. Animal Feeding and Food Safety. Report of an FAO Expert Consultation. Rome, Italy, 10 to 14 march.

- Food and Drug Administration. 1997. Substances prohibited from use in animal food or feed. 21 CFR Part. 589. 1997.

- Hasseltine, C.W., et al., 1978. "Interactions of mycotoxins in animal production". The National Research Council. Michigan State University. U.S.A.

- Ley Federal de Protección al Consumidor, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 24 de diciembre de 1992.

- Official Methods of Analysis (A.O.A.C.). 1990. 15a. Edition. Arlington, U.S.A.

- Phelps, R., 1991. "Mycotoxin contamination in rumiant ration: a review", Feedstuffs. Vol. 63. No. 20.

- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. S.A.R.H. 1979. Reglamento para el control de productos Químico-Farmacéuticos, Biológicos, Alimenticios, Equipos y Servicios para Animales, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 12 de enero de 1979.

- Word Health Organization. 1997. The Medical Impact of the Use of Antimicrobials in Food Animal. Report of a WHO Meeting. Berlin, Germany. 13-17 october 1997.

10. Disposiciones transitorias

La presente Norma entrará en vigor 60 días naturales a partir de la fecha de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**, a excepción de los puntos 4.11, 4.11.1, 4.11.2, 4.11.3, 4.11.4 y 4.11.5 que entrarán

en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

Ciudad de México, D.F., a 18 de septiembre de 2000.- El Director General Jurídico de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, **Jorge Moreno Collado**.- Rúbrica.

DIARIO OFICIAL: 01 de marzo de 2002

**SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA,
DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACION**

**NORMA Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-015-ZOO-2002,
Especificaciones técnicas para el control del uso de beta-agonistas en los
animales.**

***Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados
Unidos Mexicanos.- Secretaría de Agricultura, Ganadería,
Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.***

NORMA OFICIAL MEXICANA DE EMERGENCIA NOM-EM-015-ZOO-2002, ESPECIFICACIONES TECNICAS
PARA EL CONTROL DEL USO DE BETA-AGONISTAS EN LOS ANIMALES.

LILIA ISABEL OCHOA MUÑOZ, Coordinadora General Jurídica de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, con fundamento en los artículos 35 fracción IV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4o. fracciones III y XI, 12, 13, 16, 18, 31, 35, 53 y 54 de la Ley Federal de Sanidad Animal; 40, 41, 43 y 48 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 15 fracciones XXX y XXXI del Reglamento Interior de esta dependencia, y

CONSIDERANDO

Que conforme a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, le corresponde entre otras atribuciones, fomentar y proteger la producción pecuaria mediante la aplicación de medidas zoosanitarias, tendientes a prevenir, controlar y erradicar enfermedades y plagas de los animales, con la finalidad de proteger la salud de éstos y la del hombre.

Que es necesario establecer acciones tendientes a controlar la presencia y magnitud de residuos tóxicos en los productos de origen animal, a fin de prevenir riesgos para la salud humana.

Que para asegurar la inocuidad de los alimentos de origen pecuario destinados para el consumo humano, es función de la Secretaría combatir el uso ilegal de productos químico-farmacéuticos prohibidos y/o no autorizados por ésta.

Que la contaminación por agentes químicos, microbiológicos, o biológicos de los alimentos para los animales, puede representar riesgo zoonosario y/o sanitario.

Que algunos beta-agonistas que no cuentan con la autorización de la Secretaría pueden ser utilizados indebidamente como agentes promotores de crecimiento que fomentan la hipertrofia muscular y reducen la producción de grasa en los tejidos animales.

Que la Secretaría ha identificado un uso cada vez más frecuente de beta-agonistas en la alimentación de los animales, que no cuentan con la autorización de la Secretaría, tal es el caso del clenbuterol, prohibido en su utilización como ingrediente activo y aditivo alimenticio en la formulación de productos alimenticios destinados para el consumo en animales, como lo establece la NOM-061-ZOO-1999, Especificaciones zoosanitarias de los productos alimenticios para consumo animal, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 11 de octubre de 2000, con lo cual se incrementa el riesgo hacia la salud animal y pública.

Que el uso de otros beta-agonistas no evaluados, ni registrados por la Secretaría pone en riesgo la salud animal y pública.

Que debido a los riesgos zoonos sanitarios y de salud pública que representa el uso de algunos beta-agonistas no evaluados y autorizados por la Secretaría en los productos alimenticios destinados al consumo en animales, es indispensable aplicar medidas de restricción de manera inmediata.

Que de persistir residuos de algunos beta-agonistas en los tejidos animales, éstos pueden representar un riesgo importante en la salud animal y en la salud de las personas que los consumen.

Que el uso indiscriminado, las altas concentraciones y la vida media prolongada de algunos beta-agonistas, pueden provocar consecuencias nocivas en la salud pública.

Que para evitar la producción, manufactura, fabricación, elaboración, preparación, acondicionamiento, transportación, tráfico, comercialización, venta, compra, adquisición, enajenación, importación y el suministro, aun gratuitamente de dichos compuestos, es necesario que la Secretaría fomente, coordine y vigile el cumplimiento de las presentes disposiciones, sancionando su incumplimiento.

Que para conseguir los propósitos enunciados de indudable interés público y social, he tenido a bien expedir la Norma Oficial Mexicana de Emergencia denominada NOM-EM-015-ZOO-2002, Especificaciones técnicas para el control del uso de beta-agonistas en los animales.

INDICE

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones y abreviaturas
4. Disposiciones generales
5. Laboratorios
6. Verificación y certificación
7. Sanciones
8. Concordancia con normas internacionales
9. Bibliografía
10. Disposiciones transitorias

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1. Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene por objeto establecer las especificaciones técnicas para el control del uso de beta-agonistas en los animales.

1.2. Esta Norma es aplicable a todas las personas físicas y/o morales que participen directamente o indirectamente en la actividad ganadera incluyendo los establecimientos destinados al sacrificio de animales y a todos aquellos que produzcan, manufacturen, fabriquen, maquilen, elaboren, preparen, acondicionen, transporten, trafiquen, comercialicen, importen, suministren y/o utilicen, aun gratuitamente beta-agonistas para y en los animales.

1.3. La vigilancia de esta Norma corresponde a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y a los gobiernos de las entidades federativas y del Distrito Federal en el ámbito de sus respectivas atribuciones y circunscripciones territoriales, de conformidad con los acuerdos de coordinación respectivos.

1.4. La aplicación de las disposiciones previstas en esta Norma compete al Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, a través de la Dirección General de Salud Animal y de la Dirección General de Inspección Fitozoosanitaria; la Coordinación General de Ganadería, así como a las Delegaciones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y a los Gobiernos Estatales en el ámbito de sus respectivas atribuciones y circunscripciones territoriales.

2. Referencias

Para la correcta aplicación de esta Norma deben consultarse las siguientes normas oficiales mexicanas:

NOM-061-ZOO-1999, Especificaciones zoonos sanitarias de los productos alimenticios para consumo animal.

NOM-008-SCFI-1993, Sistema General de Unidades de Medida.

3. Definiciones y abreviaturas

Para efectos de esta Norma, se entiende por:

3.1. Acta circunstanciada: Documento administrativo elaborado por personal facultado, en el que se hace constar circunstancias de tiempo, modo y lugar, relacionados con hechos que pueden tener efectos jurídicos, injerencia de esta Norma.

3.2. Actividad ganadera: Conjunto de acciones para la explotación racional de especies animales orientadas a la producción de carne y otras de interés zootécnico, así como su comercialización, con la finalidad de satisfacer necesidades vitales o del desarrollo de la actividad.

3.3. Animal sospechoso: Aquel que se considera le fue suministrado algún beta-agonista no autorizado, con base en su conformación física y a la carencia de certificado de libre de beta-agonistas.

3.4. Autorización: Acto por el cual la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación otorga a una persona física o moral la posibilidad de realizar una actividad específica, competencia de ésta.

3.5. Beta-agonista: Compuesto químico del grupo de los beta-adrenérgicos, que confiere a cualquier producto, dilución o mezcla el carácter farmacéutico específico de los mismos, con efectos de promoción de la masa muscular, reductor de la cantidad de grasa corporal y efectos sobre el aparato respiratorio.

3.6. Comercializar: Vender, comprar, adquirir o enajenar algún beta-agonista.

3.7. Constatación: Procedimiento por el cual el laboratorio oficial o designado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación analiza la presencia de beta-agonistas en las muestras obtenidas para la detección de estos compuestos.

3.8. DGSA: Dirección General de Salud Animal.

3.9. Engordador: Persona física o moral cuya actividad ganadera comprende la engorda y/o finalización de los animales destinados al abasto.

3.10. Explotación pecuaria: Unidad de producción dedicada a la engorda y/o finalización de animales destinados al abasto.

3.11. Laboratorio designado: Establecimiento reconocido por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, para realizar servicios de constatación de la presente Norma.

3.12. Laboratorio oficial: Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal.

3.13. Lote: Grupo de animales pertenecientes a una persona física o moral.

3.14. Médico Verificador: Médico Veterinario oficial de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación o autorizado por la misma, para realizar la constatación documental, física o comprobación mediante muestreo para análisis de laboratorio oficial o designado para el cumplimiento de esta Norma.

3.15. Medidas zoonositarias: Conjunto de disposiciones para asegurar que los animales, sus productos y subproductos no presentan residuos de beta-agonistas.

3.16. Rastro: Establecimiento dedicado al sacrificio y faenado de los animales para abasto. Incluye los privados y los del Servicio Público Municipal ya sea que cuenten o no con la certificación Tipo Inspección Federal.

3.17. Residuo: Es la presencia de un beta-agonista o sus metabolitos en un animal, sus productos y subproductos, determinado por los métodos analíticos oficiales.

3.18. Responsable solidario: Persona física o moral que por omisión se vuelve copartícipe en el incumplimiento de la normatividad y por lo tanto es sujeto a las mismas sanciones que se impongan por incumplimiento al infractor original.

3.19. Secretaría: La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

3.20. SENASICA: Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.

3.21. Visitado: Persona física o moral sujeta a un proceso de verificación por parte de la Secretaría para comprobar la aplicación de esta Norma.

4. Disposiciones generales

4.1. Con excepción de aquellos productos beta-agonistas que cuenten con el registro y autorización de la Secretaría para su uso o consumo por animales, queda prohibida la producción, manufactura, fabricación, elaboración, preparación, acondicionamiento, transportación, tráfico, comercialización, importación, suministro y/o utilización de los siguientes principios activos como ingredientes activos, aditivos, alimenticios y/o medicamentos en formulación de productos alimenticios destinados para consumo y uso en animales, tales como:

- Bromobuterol
- Carbuterol
- Cimaterol
- Cimbuterol
- Clenbuterol
- Fenoterol
- Isoproterenol
- Mabuterolde
- Mapenterol
- Orciprenaline
- Pirbuterol
- Ractopamina
- Salbutamol
- Terbutaline
- Zilpaterol

La lista anterior tiene una finalidad enunciativa mas no limitativa e incluye a cualquier beta-agonista conocido o de nueva creación.

4.2. La Secretaría, a petición de parte, expedirá la certificación de libre de residuos de beta-agonistas, para los animales de los engordadores que lo soliciten y cumplan con las disposiciones establecidas en esta Norma.

4.3. Para mantener la certificación debe cumplir con el programa de monitoreo establecido en esta Norma. Esta certificación quedará sin efectos cuando se modifiquen las condiciones que dieron origen a la misma.

4.4. Los engordadores que cuenten con la certificación de libre de residuos de beta-agonistas, deben presentar el original y entregar una copia de la certificación de su ganado al comprador y/o administrador del rastro.

4.5. Con el fin de vigilar y supervisar permanentemente las disposiciones previstas en esta Norma, los participantes en la actividad ganadera, deben otorgar las facilidades necesarias al Médico Verificador, para realizar debidamente sus funciones.

4.6. Las personas físicas o morales que participen en la comercialización e introducción del ganado, sus productos y subproductos serán responsables solidarios del engordador.

4.7. La Secretaría promoverá el consumo de carne y productos de origen animal, proveniente de explotaciones pecuarias que cuenten con la certificación de libre de residuos de beta-agonistas.

4.8. Las organizaciones ganaderas, Comités Estatales de Fomento y Protección Pecuaria, engordadores, y otros del subsector pecuario, deben coadyuvar con la Secretaría en la difusión de las disposiciones de esta Norma.

5. Laboratorios

5.1. Para la constatación de la presencia o ausencia de residuos de beta-agonistas en animales, sus productos y subproductos, así como en productos químico-farmacéuticos y alimenticios para uso en animales y consumo por éstos, las muestras deben ser procesadas en el laboratorio oficial y/o designados por la Secretaría para la observancia de esta Norma.

5.2. Los métodos analíticos oficiales para la detección de los beta-agonistas, son cualquiera de los siguientes:

- a) Ensayo inmuno enzimático
- b) Cromatografía de gases
- c) Cromatografía de líquidos de alta resolución

5.3. Los métodos analíticos oficiales establecidos en esta Norma para la detección de beta-agonistas, deben ser validados bajo la supervisión del laboratorio oficial.

5.4. Los resultados de los análisis que emitan los laboratorios designados, deben ser informados exclusivamente a la Secretaría, dicho incumplimiento será sancionado conforme a la Ley Federal de Sanidad Animal.

6. Verificación y certificación

6.1. Verificación.

El cumplimiento de las especificaciones y lineamientos establecidos en esta Norma, será inspeccionado por Médicos Verificadores.

6.1.1. Verificación en Rastros.

Todo establecimiento de sacrificio de animales estará sujeto a un muestreo aleatorio ante y post mortem, mediante lo siguiente:

- a) Durante el desarrollo de la visita a que se refiere el presente punto, el Médico Verificador debe recabar y hacer constar los siguientes datos: identificación de los animales, nombre y ubicación de la explotación pecuaria de origen y nombre del propietario de la explotación pecuaria de origen.
La información señalada debe asentarse en el acta circunstanciada correspondiente.
- b) Se debe llevar a cabo el muestreo por lote, considerando el número de animales sacrificados por mes en el rastro.
- c) Las muestras a tomar durante el examen ante mortem de los animales deben ser de pelo, lana o pluma.
- d) Las muestras post mortem se deben tomar de globo ocular, hígado o músculo.

Obtención de muestras:

Los procedimientos de colecta, empaque, registro de datos, documentación requerida y envío de casos al laboratorio oficial o designado, será responsabilidad directa del Médico Verificador.

Se debe evitar contaminación y cambios en la composición y características físicas de las muestras por lo que es importante llevar a cabo un adecuado manejo de las mismas de acuerdo al "Apéndice A" (Normativo).

En animales vivos y sacrificados las muestras se deben tomar por duplicado de acuerdo al siguiente cuadro:

TIPO DE ANIMAL	TIPO DE MUESTRA	CANTIDAD
Animales vivos	Pelo, lana o pluma	2 gramos aproximadamente.
Animales sacrificados		
- Bovinos, ovinos, caprinos y porcinos	Hígado Globo ocular Músculo	200 gramos aproximadamente. Uno 200 gramos aproximadamente. Una
- Aves	Ave completa	

Al visitado se le entregará un tanto de las muestras colectadas y empacadas en forma tal que no sea posible su violación sin dejar huella, similar a las muestras enviadas al laboratorio oficial o designado, de acuerdo a las indicaciones señaladas en el "Apéndice A" (Normativo).

El Médico Verificador debe contar con un registro de las muestras remitidas al laboratorio oficial o designado.

El laboratorio oficial o designado cumpliendo con las disposiciones legales establecidas debe enviar los resultados del análisis a la Delegación de donde proceda la muestra.

En los casos en los que se detecte la presencia de residuos de beta-agonistas, la Delegación debe iniciar el procedimiento administrativo correspondiente y debe aplicar las medidas zoonosanitarias en la explotación pecuaria de origen.

El Médico Verificador podrá tomar muestras de animales sospechosos, para lo cual deberá realizar el procedimiento descrito en este inciso.

6.1.2. Verificación en explotaciones pecuarias, tianguis y exposiciones de ganado, puntos de verificación e inspección zoonosanitaria y/o establecimientos que produzcan, manufacturen, fabriquen, elaboren, preparen, acondicionen, transporten, trafiquen, comercialicen, importen, suministren y/o utilicen productos alimenticios para ganado.

El muestreo se debe realizar de manera aleatoria y de la siguiente manera:

- a) Animales vivos, la toma de muestras se debe realizar de acuerdo a lo señalado en el punto 6.1 de esta Norma.
- b) Alimentos terminados, la verificación se realizará de conformidad con lo establecido en el punto 6, de la Norma Oficial Mexicana NOM-061-ZOO-1999, Especificaciones zoonosanitarias de los productos alimenticios para consumo animal, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 11 de octubre de 2000.
- c) Cualquier otro producto y subproducto de origen animal, así como los productos químico-farmacéuticos y alimenticios destinados para uso y consumo por animales, debe ser verificado de acuerdo a las disposiciones que determine la Secretaría en su momento, considerando su forma de presentación.

Al visitado se le debe entregar un tanto de las muestras colectadas y empacadas en forma tal que no sea posible su violación sin dejar huella, similar a las muestras enviadas al laboratorio oficial o designado, de acuerdo a las indicaciones señaladas en el "Apéndice A" (Normativo).

En el acta circunstanciada se deben anotar los datos que permitan correlacionar las muestras tomadas con las muestras recibidas en el laboratorio oficial o designado.

El Médico Verificador debe contar con un registro de las muestras remitidas al laboratorio oficial o designado.

El laboratorio oficial o designado cumpliendo con las disposiciones legales establecidas, debe enviar los resultados del análisis a la Delegación de donde proceda la muestra.

En los casos en los que se detecte la presencia de residuos de beta-agonistas, la Delegación debe iniciar el procedimiento administrativo correspondiente y aplicar las medidas zoonosanitarias procedentes en la explotación pecuaria o establecimiento de origen.

6.2. Certificación.

6.2.1. El engordador debe solicitar en escrito libre a la Delegación de la Secretaría en la entidad federativa correspondiente, a su costa y previo el pago de derechos, la certificación de que su explotación pecuaria, se encuentra libre de residuos de beta-agonistas.

6.2.2. La Delegación debe expedir la orden de visita de verificación al Médico Verificador, para cumplir con lo solicitado.

6.2.3. La determinación del tamaño de muestra se llevará a cabo conforme al cuadro siguiente:

RANGO DE ANIMALES	PORCENTAJE
1-100	2 (mínimo un animal)
101-1000	1
Más de 1000	0.5

6.2.4. Las muestras se deben tomar en animales vivos y por duplicado, de acuerdo al siguiente cuadro:

TIPO DE MUESTRA	CANTIDAD (aproximada)
Pelo, lana o pluma	2 gramos
Suero sanguíneo y/u orina	5 ml

Al visitado se le debe entregar un tanto de las muestras colectadas, empacadas en forma tal, que no sea posible su violación sin dejar huella, similar a las muestras enviadas al laboratorio oficial o designado, de acuerdo a las indicaciones señaladas en el "Apéndice A" (Normativo).

En el acta circunstanciada se deben anotar los datos que permitan correlacionar las muestras tomadas con las muestras recibidas en el laboratorio oficial o designado.

El Médico Verificador debe contar con un registro de las muestras remitidas al laboratorio oficial o designado.

El laboratorio oficial o designado cumpliendo con las disposiciones legales establecidas debe enviar los resultados del análisis a la Delegación de donde proceda la muestra.

En los casos en los que se detecte la presencia de residuos de beta-agonistas, la Delegación debe iniciar el procedimiento administrativo correspondiente y aplicar las medidas zoonosanitarias en la explotación pecuaria de origen.

6.2.5. Una vez obtenidos los resultados de los análisis del laboratorio oficial o designado, en los casos en que no se haya detectado la presencia de residuos de beta-agonistas, la Delegación que corresponda, debe expedir la certificación correspondiente.

6.2.6. Para continuar siendo sujeto de la certificación referida en el punto anterior, el engordador debe cumplir con el programa de monitoreo periódico, que realicen las Delegaciones de la Secretaría. Un animal será seleccionado al azar de manera mensual, procediendo de acuerdo a lo señalado en el inciso 6.2.4.

6.2.7. La Secretaría puede cancelar la certificación cuando:

- a) Durante una visita de verificación se demuestre el incumplimiento de las normas oficiales mexicanas aplicables.
- b) Se modifiquen las condiciones que dieron origen a la misma.

6.2.8. Para la certificación de lotes o explotaciones pecuarias que emplean un producto beta-agonista autorizado por la Secretaría, las muestras se tomarán dentro del periodo de retiro del producto. Tratándose de porcinos las muestras se tomarán en rastro.

6.3. Medidas Zoonosanitarias.

Para asegurar el nivel de protección adecuado, la Secretaría debe establecer las medidas zoonosanitarias, tomando en consideración las características de la zona donde se origina el problema y las de la zona a donde se destinen los animales, sus productos y/o subproductos, así como productos químico-farmacéuticos y alimenticios para animales.

6.3.1. Restricción de la movilización.- Se debe llevar a cabo en animales, sus productos y subproductos, así como en productos químico-farmacéuticos y alimenticios para animales:

- a) Animales.- Cuando se observen animales sospechosos, se debe aplicar la restricción de su movilización en el lugar donde se encuentren, quedando bajo la guarda y custodia del visitado, como medida precautoria. Lo anterior, en tanto se determine la presencia o no de beta-agonistas en los tejidos o fluidos de los animales. Una vez confirmada la presencia de residuos de beta-agonistas, la restricción de la movilización se debe llevar a cabo hasta por 60 días o bien, cuando el poseedor o propietario del ganado demuestre mediante el análisis de laboratorio oficial y/o designado la ausencia de residuos de los mismos.
- b) Productos y subproductos de origen animal, así como productos químico-farmacéuticos y alimenticios para animales. Ante la sospecha de existencia de beta-agonistas en productos no autorizados por la Secretaría se debe aplicar la restricción de su movilización en el lugar donde se encuentre, quedando bajo la guarda y custodia del visitado, como medida precautoria. Lo anterior, en tanto se confirme mediante análisis de laboratorio oficial y/o designado, la presencia de residuos de beta-agonistas. Una vez confirmada su presencia se debe ordenar su destrucción con cargo al poseedor y/o propietario.

7. Sanciones

El incumplimiento a las disposiciones contenidas en esta Norma, se sancionará conforme a lo establecido por la Ley Federal de Sanidad Animal y la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Adicionalmente, ante la presunción de un hecho ilícito, la Secretaría procederá a formular la denuncia correspondiente ante el Ministerio Público Federal.

8. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia no es equivalente con alguna norma internacional al momento de su elaboración.

9. Bibliografía

9.1. H.A. Kuiper, M.Y. Nordam, M.M.H. van Doren-Flipsen, R. Schilt, and A.H. Roos. Illegal use of B-Adrenergic Agonists: European Community. J. Anim. Sci. 1998. 76: 198-207.

9.2. Ley Federal de Sanidad Animal. **Diario Oficial de la Federación**. México, 1993.

9.3. Ley Federal sobre Metrología y Normalización. **Diario Oficial de la Federación**. México, 1999.

10. Disposiciones transitorias

UNICA.- Esta Norma entrará en vigor al día siguiente al de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación** y tendrá una vigencia de seis meses, contados a partir del día siguiente de su publicación.

En la Ciudad de México, Distrito Federal, a veintidós de febrero de dos mil dos.- La Coordinadora General Jurídica de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, **Lilia Isabel Ochoa Muñoz**.- Rúbrica.

Apéndice "A" (Normativo)

INSTRUCTIVO DE EMPAQUE, CONSERVACION Y ENVIO DE MUESTRAS DE TEJIDOS Y ALIMENTOS PARA ANIMALES PARA EL ANALISIS DE BETA-AGONISTAS

I. EMPAQUE Y CONSERVACION

1) Músculo, hígado y globo ocular (retina)

Durante la toma, empaque y envío debe cuidarse el no contaminar las muestras especialmente entre diferentes tejidos, fluidos y diferentes animales, casos o lotes.

Una vez obtenidos los tejidos, se envolverán individualmente en papel aluminio, depositándolos en una bolsa de plástico o polietileno, transparente y limpia, de la que se extraerá el aire residual y se sellará con cinta adhesiva o material análogo.

Cada bolsa deberá identificarse individualmente, con los datos indicados en el punto de "identificación de las muestras".

La bolsa identificada debe colocarse en otra bolsa con las mismas características, a la que se extraerá el aire residual y se sellará con cinta adhesiva o material análogo para su envío.

Las muestras que no sean remitidas al laboratorio oficial o designado en un lapso de 72 horas y las muestras de retención, deberá almacenarse y conservarse en congelación.

2) Suero sanguíneo

Durante la toma, empaque y envío debe cuidarse el no contaminar las muestras, especialmente entre las de diferentes animales; asimismo debe cuidarse que los contenedores no se rompan y que las muestras no se derramen.

Después de tomar las muestras de sangre debe separar el paquete globular (coágulo) del suero, y decantar el suero dentro de un tubo de ensayo estéril. El suero decantado será el que se envíe al laboratorio oficial o designado, debiendo colocarse en refrigeración inmediatamente.

Cada muestra deberá identificarse individualmente, con los datos indicados en el punto de "identificación de las muestras".

Las muestras que no sean enviadas al laboratorio oficial o designado en un lapso de 72 horas y las de retención, deberán almacenarse y conservarse en congelación.

3) Orina

Durante la toma, empaque y envío debe cuidarse el no contaminar las muestras especialmente entre las de diferentes animales, debe cuidarse que los tubos de ensayo limpios y estériles, no se rompan o que las muestras se derramen.

Las muestras deben enviarse en recipientes de vidrio o plástico limpios, libres de residuos de sustancias químicas y con tapa de cierre hermético, utilizando un recipiente por cada animal muestreado.

Cada muestra deberá identificarse individualmente, con los datos indicados en el punto de "identificación de las muestras".

Las muestras que no sean remitidas al laboratorio oficial o designado en un lapso de 72 horas y las de retención, deberán almacenarse y conservarse en congelación.

4) Pelo

Las muestras deben enviarse libres de piel, suciedad y otros desechos orgánicos.

Colocar el pelo muestreado en bolsas o sobres de papel cuidando de cerrarlas bien, para que no se abran o se rompan, identificándolas con los datos indicados en el punto de "identificación de las muestras", para posteriormente colocarlas en el interior de una caja para su envío al laboratorio oficial o designado.

Este tipo de muestras no requieren refrigeración, sin embargo deben guardarse en un lugar fresco, evitando posibles contaminaciones.

5) Alimento concentrado y sus ingredientes

Las muestras deben depositarse en bolsas o sobres de papel nuevos, cerrarlas bien, evitando su ruptura y etiquetándolas con los datos indicados en el punto de "identificación de las muestras". Colocarlas en un lugar fresco y seco para su envío.

Este tipo de muestras puede conservarse a temperatura ambiente, teniendo cuidado de evitar que se humedezcan y cuidando que no se presenten condiciones que den lugar a procesos de fermentación o contaminación por microorganismos o plagas.

II. IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS

Cada muestra deberá identificarse individualmente, con los siguientes datos:

- Nombre del solicitante o responsable del caso
- Tipo de muestra (tejido o producto)
- Número de caso
- Número de lote
- Fecha de colecta de la muestra
- Hora de la toma de la muestra
- Fecha de envío de la muestra
- Hora del envío de la muestra

Se puede utilizar un número clave para cada una, acompañando el envío con un registro que contenga los datos señalados para cada muestra.

III. EMPAQUE Y ENVIO DE MUESTRAS

Para el transporte, las muestras de tejidos y fluidos deberán colocarse en una caja refrigerador, por ejemplo de unicel o cualquier otro material inocuo, que permita conservar la muestra a temperatura de refrigeración o congelación. Las muestras deben acompañarse de refrigerantes o hielo seco que se colocará alrededor de las muestras a efecto de que se conserven en buenas condiciones durante el transporte.

En el caso de muestras de pelo, alimentos para animales o sus ingredientes, pueden conservarse a temperatura ambiente, teniendo cuidado de evitar que se humedezcan o se presenten condiciones que den lugar a procesos de fermentación o contaminación por microorganismos o plagas.

Una vez cerrado el paquete deberá sellarse de tal forma que no sea posible su violación sin dejar huella.

En la superficie de la caja o paquete, debe adherirse una etiqueta con los siguientes datos del remitente:

- Razón social
- Domicilio con código postal
- Número del teléfono y fax
- Nombre del responsable

A los lados de la caja deberán incluirse las siguientes leyendas: "Manéjese con cuidado y manténgase en refrigeración".

http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/nmx/ov/ante_proyovi_010206.doc

PROY-NMX-F-000-SCFI-2005

**PRODUCTOS PECUARIOS- CARNE DE OVINO EN CANAL -
CLASIFICACIÓN**

**LIVESTOCK PRODUCTS SHEEP CARCASS
CLASSIFICATION**

PREFACIO

En la elaboración de la presente norma, participaron las siguientes asociaciones, organismos, empresas e instituciones:

- ASOCIACIÓN MEXICANA DE CRIADORES DE OVINOS
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE TÉCNICOS ESPECIALISTAS EN OVINOCULTURA (AMTEO)
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE ESTABLECIMIENTOS TIPO INSPECCIÓN FEDERAL, A. C. (ANETIF)
- CÁMARA DE COMERCIO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
- COLEGIO DE POSTGRADUADOS
Instituto de Recursos Genéticos y Productividad
Programa Interdisciplinario en Agroindustria
- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN NACIONAL DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS, PECUARIOS Y FORESTALES (CTNNPAPAF)
Subcomité Pecuario
- CONFEDERACIÓN NACIONAL DE ORGANIZACIONES GANADERAS
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS (INIFAP)
Coordinación de Investigación, Innovación y Vinculación
- FRIGORÍFICOS DE CARNE S. A. de C. V.
- INTEGRADORA INDUSTRIAL CAIVO, S. A DE C. V.
- INSTITUTO MEXICANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN, A.C. (IMNC)

- ORGANISMO DE CERTIFICACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS TIPO INSPECCIÓN FEDERAL (OCETIF)

- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL PESCA Y ALIMENTACIÓN
Coordinación General de Ganadería
Dirección General de Fomento a la Agricultura
Servicio Nacional De Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA)

- SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO D.F.
Dirección General de Abasto, Comercio y Distribución

- SECRETARÍA DE ECONOMÍA
Dirección General de Normas

- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA Unidad Iztapalapa
Departamento de Biotecnología.

- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ)
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. (FES-CUAUTITLÁN)

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Número del capítulo

Introducción

- 1 Objetivo**
- 2 Campo de Aplicación**
- 3 Referencias**
- 4 Definiciones**
- 5 Características de las Canales**
- 6 Especificaciones**
- 7 Clasificación de las Canales**
- 8 Métodos de Prueba**
- 9 Especificaciones Sanitarias**
- 10 Sellado en Canales de Ovino**
- 11 Etiquetado en Canales de Ovino**
- 12 Bibliografía**
- 13 Concordancia con Normas Internacionales**

PRODUCTOS PECUARIOS – CARNE DE OVINO EN CANAL – CLASIFICACIÓN

LIVESTOCK PRODUCTS SHEEP CARCASS CLASSIFICATION

INTRODUCCIÓN.

Dada la necesidad manifiesta de los productores, comercializadores, industriales, prestadores de servicios, investigadores, académicos y dependencias del sector público relacionados con la cadena productiva ovinos por desarrollar las especificaciones y la clasificación de las canales de esta especie con el fin de enfocar sus esfuerzos hacia la consecución de una mejor calidad de las mismas y debido a la creciente preferencia de los consumidores de carne de ovino, por obtener seguridad en los productos mediante esquemas de clasificación que permitan al público consumidor identificar las opciones de compra con base en sus preferencias de consumo, se desarrolla la presente norma.

En el seno del Subcomité Pecuario del Comité Técnico de Normalización Nacional de Productos Agrícolas, Pecuarios y Forestales.

1 OBJETIVO.

Esta norma mexicana tiene como propósito orientar y fortalecer la cadena de producción, transformación, comercialización y consumo de carne de ovino, a través de la definición de las características de calidad que deben reunir las canales para su comercialización.

2 CAMPO DE APLICACIÓN.

La presente norma mexicana de Clasificación de Carne de Ovino en Canal, es de cobertura nacional y se aplica en las plantas de sacrificio y rastros registrados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), que operen bajo las condiciones de sanidad e higiene establecidas en la NOM-008-ZOO vigente (ver Capítulo 2 de Referencias).

3 REFERENCIAS.

Para la correcta aplicación de la presente norma mexicana, se deben consultar las siguientes normas oficiales mexicanas y normas mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

NOM-008-ZOO-1994

Especificaciones Zoosanitarias para la Construcción y Equipamiento de Establecimientos para el Sacrificio de Animales y los dedicados a la Industrialización de Productos Cárnicos. DOF: México, D. F., 16 de noviembre de 1994

NOM-009-ZOO-1994	Proceso Sanitario de la Carne. DOF: México, D. F., 16 de noviembre de 1994
NOM-024-ZOO-1995	Especificaciones y Características Zoosanitarias para el Transporte de Animales, sus Productos y Subproductos, Productos Químicos, Farmacéuticos, Biológicos y Alimenticios para uso en Animales o Consumo por éstos. DOF: México, D. F., 16 de octubre de 1995
NOM-030-ZOO-1995	Especificaciones y Procedimientos para la Verificación de Carne, Canales, Vísceras y Despojos de Importación en Puntos de Verificación Zoosanitaria. DOF: México, D. F., 17 de abril de 1996
NOM-033-ZOO-1995	Sacrificio Humanitario de los Animales Domésticos y Silvestres DOF: México, D. F., 16 de julio de 1996

4 DEFINICIONES.

Para la correcta interpretación de esta norma, se establecen las siguientes definiciones:

4.1 Cordero.

Es el animal macho o hembra con dientes temporales (dientes de leche).

4.1.1 Cordero lechal.

Es el animal macho o hembra hasta de 45 días de edad, alimentado con leche, con un peso en canal hasta de 6 kg. incluyendo la cabeza.

4.1.2 Cordero liviano.

Es el animal macho o hembra con dientes temporales y un peso en pie hasta de 38 kg. y un peso en canal no mayor a 18 kg.

4.1.3 Cordero pesado.

Es el animal macho o hembra con dientes temporales, un peso en pie mayor a 38 kg, y un peso en canal mayor a 18 kg.

4.2 Borrego primal.

Es el animal macho o hembra que ha mudado de uno a cuatro dientes incisivos (palas o pinzas y primeros medianos).

4.3 Borrego adulto.

Es el animal macho o hembra que ha mudado más de cuatro dientes incisivos hasta boca completa (ocho incisivos).

4.4 Oveja.

Hembra adulta de cuatro años en adelante, que ha tenido 2 partos o más y que ha mudado los incisivos centrales, los primeros medianos y segundos medianos, hasta presentar lo que se llama “boca hecha” cuando todos sus dientes son permanentes.

4.5 Animales de desecho.

Ovinos de cualquier edad y sexo que han sido retirados de la explotación por causas diversas que ocasionan improductividad.

4.6 Canal.

Es el cuerpo del animal desprovisto de piel, cabeza, vísceras y patas.

4.7 Media canal.

Es cada una de las partes resultantes del corte longitudinal a lo largo de la línea media dorsal (columna vertebral) de la canal.

4.8 Canal de ovino.

Cuerpo del animal sacrificado, desangrado y sin piel, abierto a lo largo de la línea media desde el xifoide hasta el pubis; separado de la cabeza a nivel de la articulación atlanto-occipital y de los miembros anteriores a nivel de la articulación carpo metacarpiana y de los miembros posteriores a nivel de la articulación tarso metatarsiana; sin vísceras, excepto los riñones y grasa perirrenal.

4.9 Canal caliente.

Es la canal inmediatamente después del proceso de sacrificio y faenado, previa al lavado final de la misma.

4.10 Canal refrigerada.

Es la canal que permanece en un sistema de conservación físico, que le permite alcanzar una temperatura, en el centro de las masas musculares entre 0 y 4° C., a las 24 horas después del sacrificio.

4.12 Peso

4.12.1 Peso en pie.

Es la cantidad expresada en kilogramos de un ovino al sacrificio.

4.12.2 Peso en canal.

4.12.2.1 Peso de la canal caliente.

Es la cantidad expresada en kilogramos de una canal después del proceso de sacrificio y faenado, previo al lavado final de la misma.

4.12.2.2 Peso de la canal fría.

Es la cantidad expresada en kilogramos de una canal lavada y escurrida y cuya temperatura en el centro térmico oscila entre 0 y 4° C en un periodo no mayor de 24 horas posteriores al sacrificio.

4.13 Carne.

Es la estructura compuesta por fibra muscular estriada, acompañada o no de tejido conjuntivo elástico, grasa, fibras nerviosas, vasos linfáticos y sanguíneos autorizada para el consumo humano.

4.14 Grasa.

Es el tejido conectivo adiposo de la canal que puede ser de cobertura, cavitaria e infiltrada.

4.14.1 Grasa de cobertura.

Es la grasa superficial presente en la canal.

4.14.2 Grasa cavitaria.

Es la grasa que se acumula alrededor de las vísceras y de las paredes de las cavidades internas del cuerpo del animal, (torácica, abdominal y pélvica). La grasa perirrenal es la que recubre a los riñones.

4.14.3 Grasa infiltrada.

Es la grasa intramuscular. Esta grasa entreverada da lugar al “marmoleo”.

4.15 Planta tipo inspección federal (Planta TIF).

Establecimiento dedicado al sacrificio de animales así como a la industrialización de productos alimenticios que cumplen con lo descrito en el Capítulo 4 de la NOM-008-ZOO-1994 (ver capítulo 2 de Referencias).

4.16 Rastro registrado.

Establecimiento dedicado al sacrificio de animales de abasto y que cumple con lo señalado en el Capítulo 4 de la NOM-008-ZOO-1994 (ver capítulo 2 de Referencias).

4.17 Clasificador.

Persona capacitada y certificada para realizar la labor de la clasificación de canales de ovino.

4.18 Calidad de la canal.

Se refiere a los atributos o características deseables de la carne para el consumo humano y cuya evaluación da lugar a los distintos grados de clasificación.

4.19 Defectos.

Presencia de alteraciones en el color, consistencia, pérdida de materia, errores en el faenado, traumatismos y patologías sobre las distintas partes de la canal, que repercuten en la calidad de la misma.

4.20 Clasificación de las canales.

Es la determinación del grado de calidad de la canal, después de haber sido sometida a un proceso de inspección directo e indirecto (con equipo de medición), con base en los indicadores o lineamientos establecidos en la presente norma.

5 CARACTERÍSTICAS DE LAS CANALES.

5.1 Conformación de la canal.

Es la forma y volumen general del cuerpo del animal ya sacrificado en su presentación como “canal caliente” o “canal refrigerada”, tomando como base el contorno de la canal. Esta se determinará visualmente de acuerdo a un patrón fotográfico. **(PENDIENTE EL DESARROLLO DEL ANEXO)**

La conformación se califica en tres tipos:

5.1.1 Excelente.

Canales con músculos gruesos y amplios en comparación con la longitud de la misma; amplio llenado de las piernas y los cuartos delanteros.

5.1.2 Buena.

Canales con músculos moderados en comparación con la longitud de la misma; piernas y cuartos delanteros moderadamente delgados.

5.1.3 Deficiente.

Canales con músculos delgados en comparación con la longitud de la misma; piernas y cuartos delanteros delgados y cóncavos.

0610 ESPECIFICACIONES.

Se establecen las siguientes especificaciones (Tabla 1), con base en las cuales se clasifican las canales de ovinos. (Tabla 2).

Tabla 1. Especificaciones para la Clasificación de Canales de Ovino					
Parámetros	Cordero			Borrego	
	Lechal	Liviano	Pesado	Primal	Adulto
Peso en Pie al Sacrificio (kg) / 863.200	hasta 12	hasta 38	más de 38	NA	NA
Peso (kg) Canal	hasta 6	hasta 18	más de 18	NA	NA
Grasa de Cobertura	Perirrenal abundante	De 1 a 3 mm	de 3 a 6 mm	de 5 a 10 mm	de 5 a 10 mm
		de 4 a 6 mm	de 7 a 10 mm	de 11 a 15 mm	de 11 a 15 mm
		de 7 a 10 mm	de 11 a 15 mm	más de 15 mm	más de 15 mm
Edad	hasta 45 días	hasta dientes temporales	hasta dientes temporales	de 1 a 4 incisivos permanentes	de 5 a 8 incisivos permanentes

Notas: 1. Para la medición de la grasa se debe utilizar el método de prueba para la determinación de grasa, descrito en el punto 8.

2. NA: No aplica.

7 CLASIFICACIÓN DE LAS CANALES.

7.1 Para los efectos de la presente norma, las canales de ganado ovino se clasifican de acuerdo a los siguientes grados de calidad:

- MEXICO-EXTRA (MEX EXT)
- MÉXICO -1-(MEX 1)
- MÉXICO-2-(MEX 2))
- FUERA DE CLASIFICACIÓN

7.1.1 México Extra (MEX EXT).

Son aquellas canales procedentes de:

- Cordero lechal.
- Corderos livianos con grasa superficial de 1 a 3 mm y conformación excelente.
- Corderos pesados con grasa superficial de 3 a 6 mm y conformación excelente.

7.1.2 México 1 (MEX 1).

Son aquellas canales procedentes de:

- Corderos livianos con grasa superficial de 1 a 3 mm y conformación buena; con grasa superficial de 4 a 6 mm y conformación excelente o buena.
- Corderos pesados con grasa superficial de 3 a 6 mm y conformación buena; con grasa superficial de 7 a 10 mm y conformación excelente o buena.
- Borrego primal con grasa superficial de 5 a 10 mm y conformación excelente.

7.1.3 México 2 (MEX 2).

Son aquellas canales procedentes de:

- Corderos livianos con grasa superficial de 1 a 3 mm y conformación deficiente; con grasa superficial de 4 a 6 mm y conformación deficiente; con grasa superficial de 7 a 10 mm y conformación excelente, buena o deficiente.
- Corderos pesados con grasa superficial de 3 a 6 mm y conformación deficiente; con grasa superficial de 7 a 10 mm y conformación deficiente; con grasa superficial de 11 a 15 mm y conformación excelente, buena o deficiente.
- Borrego primal con grasa superficial de 5 a 10 mm y conformación buena; con grasa superficial de 11 a 15 mm y conformación excelente o buena.
- Borrego adulto con grasa superficial de 5 a 15 mm y conformación excelente.

7.1.4 Fuera de Clasificación.

Son aquellas canales que quedan fuera de los grados de calidad antes mencionados.

7.1. 5 No Clasificada.

Se le asigna la denominación de No Clasificada a aquella canal cuyo propietario elija que ésta no entre al proceso de clasificación conforme a la presente norma.

Tabla 2. Clasificación de las canales de ovino con base en la relación grasa/conformación			
CORDEROS LIVIANOS			
Grasa	CONFORMACION		
	B(+) EXCELENTE	N BUENO	F(-) DEFICIENTE
1-3 mm	MEX EXT	MEX 1	MEX 2
4-6 mm	MEX 1	MEX 1	MEX 2
7-10 mm	MEX 2	MEX 2	MEX 2
Mas de 10 mm	FUERA DE CLASIFICACIÓN	FUERA DE CLASIFICACIÓN	FUERA DE CLASIFICACIÓN
CORDEROS PESADOS			
Grasa	CONFORMACION		
	B(+) EXCELENTE	N BUENO	F(-) DEFICIENTE
3-6 mm	MEX EXT	MEX 1	MEX 2
7-10 mm	MEX 1	MEX 1	MEX 2
11- 15 mm	MEX 2	MEX 2	MEX 2
Mas de 15 mm	FUERA DE CLASIFICACIÓN	FUERA DE CLASIFICACIÓN	FUERA DE CLASIFICACIÓN
BORREGO PRIMAL			
Grasa	CONFORMACION		
	B(+) EXCELENTE	N BUENO	F(-) DEFICIENTE
5-10 mm	MEX 1	MEX 2	FUERA DE CLASIFICACIÓN
11-15 mm	MEX 2	MEX 2	FUERA DE CLASIFICACIÓN
Mas de 15 mm	FUERA DE CLASIFICACIÓN	FUERA DE CLASIFICACIÓN	FUERA DE CLASIFICACIÓN
BORREGO ADULTO			
Grasa	CONFORMACION		
	B(+) EXCELENTE	N BUENO	F(-) DEFICIENTE
5-15 mm	MEX 2	FUERA DE CLASIFICACIÓN	FUERA DE CLASIFICACIÓN
Mas de 15 mm	FUERA DE CLASIFICACIÓN	FUERA DE CLASIFICACIÓN	FUERA DE CLASIFICACIÓN

7.2 La clasificación se realiza exclusivamente en aquellas canales que han sido inspeccionadas y aprobadas de acuerdo a las regulaciones aplicables.

7.3 La clasificación de las canales se realizará al final de la línea de sacrificio en un área específica.

8 METODOS DE PRUEBA

8.1. Medición de la Grasa.

8.1.1 La medición del espesor de la grasa de cobertura se realiza mediante el uso de una regla de acero inoxidable especialmente diseñada para este fin.

8.1.2 La determinación de la grasa se realiza insertando perpendicularmente la regla sobre la doceava costilla a 11cm de la línea media de la canal, en cualquiera de los lados derecho o izquierdo de la canal. (Figura 1).

Antes de la determinación de la grasa, la canal deberá permanecer en refrigeración entre 1.5 y 2 horas aproximadamente, para permitir que la grasa se solidifique y evitar errores en la determinación.

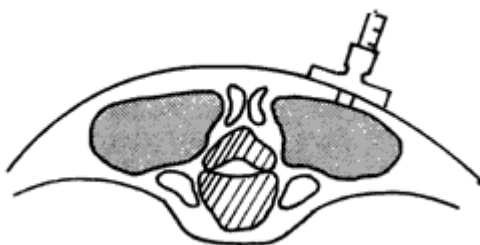


FIGURA 1
VISTA TRANSVERSAL DE LA CANAL EN LA DOCEAVA COSTILLA

9 ESPECIFICACIONES SANITARIAS.

Las canales de ovinos deben cumplir con lo establecido en la NOM-009-ZOO-1994, Proceso Sanitario de la Carne, así como con cualquier reglamentación vigente y aplicable a la carne de ovinos.

10 SELLADO EN CANALES DE OVINO.

Son los sellos oficiales establecidos por la normatividad vigente y que aplica en los establecimientos dedicados al sacrificio de animales, así como a la industrialización de productos alimenticios que cumplan con lo descrito en el capítulo 10 de la NOM-009-ZOO vigente (ver Capítulo 2 de Referencias).

11 ETIQUETADO EN CANALES DE OVINO.

11.1 Es la identificación del grado de calidad de la canal que se da mediante el uso de una etiqueta que especifica el grado de la misma, colocada en el corvejón (Figura 2).

11.2 Los colores establecidos para las etiquetas que especifican el grado de calidad de la canal se basan en la NOM-009-ZOO-1994, Proceso Sanitario de la Carne, correspondiente al párrafo de marcado de canales y productos aprobados para consumo humano de la siguiente manera:

Grado de Calidad	Color
MÉX EXT	ROJA
MÉX 1	AZUL
MÉX 2	VERDE
FUERA DE CLASIFICACIÓN	NEGRA

11.5 Las etiquetas deben contener como mínimo, la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Grado de Calidad
- Tipo de animal
- Fecha de sacrificio
- Peso de la canal
- Grasa expresada en mm
- Conformación
- Sexo del animal
- Número de establecimiento

Figura 2.

Ejemplo de etiqueta para canales de ovino

MÉXICO EXTRA	CORDERO		BORREGO		
	LECHAL	LIVIANO	PESADO	PRIMAL	ADULTO
	FECHA SACRIFICIO:		29/NOV/2005	PROPIETARIO: Sr.....	
	PESO CANAL KG:		15	MANTENGASE EN REFRIGERACIÓN	
	GRASA SUPERFICIAL mm:		1	PUEBLA, MÉXICO	
	CONFORMACIÓN:		EXCELENTE		
	SEXO:		MACHO		
				TIF 0253	

BIBLIOGRAFIA.

NOM-008-ZOO-1994	Especificaciones Zoosanitarias para la Construcción y Equipamiento de Establecimientos para el Sacrificio de Animales y los dedicados a la Industrialización de Productos Cárnicos. DOF: México, D. F., 16 de noviembre de 1994.
NOM-009-ZOO-1994	Proceso Sanitario de la Carne. DOF: México, D. F., 16 de noviembre de 1994
NOM-024-ZOO-1995	Especificaciones y Características Zoosanitarias para el Transporte de Animales, sus Productos y Subproductos, Productos Químicos, Farmacéuticos, Biológicos y Alimenticios para uso en Animales o Consumo de éstos. DOF: México, D. F., 16 de octubre de 1995
NOM-030-ZOO-1995	Especificaciones y Procedimientos para la Verificación de Carne, Canales, Visceras y Despojos en Puntos de Verificación Zoosanitaria. DOF: México, D. F., 17 de abril de 1996

NOM-033-ZOO-1995	Sacrificio Humanitario de los Animales Domésticos y Silvestres. DOF: México, D. F., 16 de julio de 1996
NOM-008-SCFI-2002	Sistema General de Unidades de Medida. DOF: México, D. F., 24 de octubre de 2002.
NMX-Z-013/1-1977	Guía para la Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Mexicanas. DOF: México, D. F., 24 de octubre de 1977.

Peláez, Valdez Héctor, Clasificación de Canales y Calidad de Carne, Curso de Clasificación de Calidad de Canales en Ovinos, del 15-17 de febrero de 2005, Puebla, Pue.

Ramírez, Bribiesca Efrén, Factores que Afectan la Calidad y Composición de la Canal y Carne Ovina, Curso de Clasificación de Calidad de Canales en Ovinos, del 15-17 de febrero de 2005, Puebla, Pue.

Ramírez, Bribiesca Efrén, Calidad de la Canal y Carne de Ovinos en México, Curso de Clasificación de Calidad de Canales en Ovinos, del 15-17 de febrero de 2005, Puebla, Pue.

Delfa, Belenguer Rafael, Clasificación de Canales Ovinas en la C.E.E., El Quinto Cuarto, Unidad de Tecnología en Producción Animal, Zaragoza, España.

Guide to lamb and mutton carcass classification, New Zealand Meat, , 1995, New Zealand.

Dennis E Burson, Ted H. Doane Yield Grades and Quality Grades for Lamb Carcasses. <http://ianrpubs.unl.edu/sheep/g675.htm>. Diciembre 2005.

Hui Y.H., Guerrero I., Rosmini M. 2006. Ciencia y Tecnología de Carnes. Editorial Limusa. México.

South Dakota 4-H Lamb Carcass Evaluation Program <http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/4H485.pdf>. Diciembre 2005.

13 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES.

Esta norma mexicana no concuerda con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

México, D.F. a 1° de febrero de 2006

DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS