

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

"PELIGROS QUÍMICOS EN LA CARNE Y VÍSCERAS POR EL USO DE  
HORMONAS ESTIMULANTES DEL CRECIMIENTO EN GANADO BOVINO, SU  
REPERCUSSION EN LA PRODUCCION DE CARNE Y EN LA SALUD  
PÚBLICA". REVISION BIBLIOGRAFICA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

GABRIEL ESPINO CABRERA

ASESOR: M.C. PATRICIA MORA MEDINA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2006



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

*Dedicatoria:*

*A Dios*

*Por todos los beneficios que me ha dado.*

*A mamá y papá*

*A todos mis hermanos y hermanas*

*A Paty Mora: por su muy apreciada amistad y enorme  
paciencia*

*A mi jurado*

*A todos mis profesores amigos y compañeros y a todas las  
personas que me han apoyado y han creído en mí gracias.*

# ÍNDICE

LISTA DE CUADROS	1
LISTA DE CUADROS ANEXOS	3
LISTA DE FIGURAS	4
RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVOS	15
MATERIAL Y MÉTODOS	16
CLASIFICACIÓN	17
VIA DE ADMINISTRACIÓN	17
VENTAJAS DE LAS HORMONAS ANABÓLICAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO	19

DESVENTAJAS DE LAS HORMONAS ANABÓLICAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO	20
CONTRAINDICACIONES	22
PRECAUCIONES	23
CAMBIOS EN LA CARNE Y EN LA CANAL	24
REPERCUSIÓN EN LA SALUD PÚBLICA	31
MARCO LEGAL	57
DISCUSIÓN	63
CONCLUSIONES	66
CUADROS ANEXOS	68
BIBLIOGRAFÍA	72

## LISTA DE CUADROS:

CUADRO 1. Producción de carne de bovino en México en 1990 comparado con 2004.	7
CUADRO 2. Consumo nacional aparente, importación y exportación de carne de bovino en 1990 comparado con 2004 en toneladas.	8
CUADRO 3. Disponibilidad per cápita en México de carne de distintas especies comparando 1990 con 2004.	9
CUADRO 4. Signos desfavorables que se reportan con el uso de compuestos hormonales promotores de crecimiento.	21
CUADRO 5. Características de las canales con el uso de Hormonas promotores de crecimiento.	25
CUADRO 6. Diferencias entre características del Rib eye entre animales que fueron tratados durante la engorda con estrógeno y animales que no recibieron ningún tratamiento.	26

CUADRO 7. Concentración de testosterona en nanogramos (ng) ng/g de animales tratados con 17 beta estradiol (20mg) y testosterona (200mg) implantados 77 días antes del sacrificio.	27
CUADRO 8. Tasa de mortalidad por tumores malignos en el D. F. comparado con la tasa nacional en 2000 y 2001.	48
CUADRO 9. Producción de hormonas sexuales en el humano. (Microgramos/día).	49
CUADRO 10. Producción diaria de hormonas esteroides en humanos comparado con el consumo diario (microgramos /día).	50
CUADRO 11. Cantidad de hormonas en (mcg) que se encuentran en 250g de carne.	51

## **LISTA DE CUADROS ANEXOS:**

- CUADRO 1. Principio activo, nombre comercial dosis y vía de administración de andrógenos comercializados en México para la engorda de rumiantes. 68
- CUADRO 2. Productos de actividad estrogénica, principio activo nombre comercial, dosis y vía de administración para uso en el ganado de engorda. 69
- CUADRO 3. Compuestos progestágenos utilizados para la engorda de bovinos, principio activo, nombre comercial, dosis y vía de administración. 70
- CUADRO 4. Principio activo nombre comercial y dosis de compuestos hormonales para el control natal que se usan en México. 71

## **LISTA DE FIGURAS:**

FIGURA 1. Representación esquemática del funcionamiento de una hormona dentro de la célula blanco.	33
FIGURA 2. Fórmula química de estrógeno usado en la engorda de bovinos.	33
FIGURA 3. Farmacodinamia de estrógenos.	36
FIGURA 4. Fórmula química de andrógeno usado en la engorda de bovinos.	37
Figura 5. Farmacodinamia de andrógenos.	40
FIGURA 6. Fórmula química de progestágeno usado en la engorda de bovinos.	41
FIGURA 7. Farmacodinamia de progestágenos.	43

## **RESUMEN:**

La revisión bibliográfica se realizó buscando satisfacer los objetivos establecidos en esta tesis, los cuales se mencionarán y enumerarán más adelante.

La carne que proviene de animales que fueron tratados durante la engorda con algún producto hormonal promotor de crecimiento muestra cambios de moderados a significativos, como presentación de menos grasa, un poco más roja, más dura, etc. además que afecta parámetros como la conversión alimenticia, ganancia diaria de peso e incluso el comportamiento de los animales, encontrándose éste último cambio como indeseable.

Se hizo una descripción y análisis de los productos hormonales promotores de crecimiento que actualmente se pueden administrar al ganado bovino de engorda, tanto permitidos como no permitidos.

Se realizó un análisis de la farmacocinética y la farmacodinamia, para comprender el comportamiento de estos compuestos en los bovinos y en los humanos.

Por último se hace un análisis de signos y síntomas que presentan los humanos cuando existe intoxicación por consumo de carne con compuestos hormonales promotores de crecimiento y un análisis de la legislación actual a este respecto.

## INTRODUCCIÓN:

Actualmente existe una gran demanda de alimentos proteicos de origen animal, lo cual ha obligado al estudio de nuevas técnicas y formas de explotación de los animales. En México también se realizan diversas acciones con este fin, un ejemplo de esto es lo que se expresa en el cuadro 1 donde se muestra la cantidad de carne de bovino que se produce, en el cuadro 2 se muestra las importaciones, exportaciones y el consumo per-capita, mientras que en el cuadro 3 se muestra el consumo per capita de carne de bovino y de otras especies con lo que se observa que hay una gran necesidad de producir más carne y que ésta sea de calidad (Derek 1973, Tilden 1990).

Cuadro No 1

Producción de carne de bovino en México en 1990 comparado con 2004.

Toneladas		
	1990	2004
Producción de carne de bovino	1 113 919	1 532 000

Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación. (SAGARPA) estadísticas (2004).

Cuadro No 2

Importación, exportaciones y consumo per-capita de carne  
de bovino en México en 1990 comparado con 2004 en  
toneladas

Toneladas		
	1990	2004
Importaciones	50 819	216 823
Exportaciones	134 429	146 527
Consumo per-capita	1 030 314	1 613 390

Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación. (SAGARPA) estadísticas (2004)

Se puede apreciar que ha aumentado tanto la producción de carne de bovino en México como el consumo aparente, llama la atención que las importaciones se han visto drásticamente aumentadas mientras que las exportaciones a lo largo de 14 años no muestran un desarrollo sustancial.

Cuadro No 3

Consumo per cápita en México de carne de distintas  
 especies comparando 1990 con 2004  
 (kilogramos/habitante/año)

Bovino	Porcino	Pollo	Ovino	Caprino	Pavo
1990					
12.68	11.54	9.68	0.58	0.46	0.32
2004					
15.2	15.5	23.9	0.8	0.4	1.6

Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA) estadísticas (2004)

Se aprecia que a lo largo de 11 años ha habido un incremento en el consumo per - capita de carne de estas especies, a excepción de la de caprino. En México la carne que más se consume es la carne de pollo y le sigue la de bovino, dando una mayor importancia y responsabilidad a todos los involucrados en la industria ganadera de bovinos

de carne. El consumo de carne de pollo es el que más ha experimentado aumento.

A lo largo del tiempo, en México se han usado distintas técnicas con el fin de incrementar la producción de carne de bovino en el menor tiempo posible. El uso de sustancias como los antibióticos, en el ganado bovino se ha utilizado desde hace varios años, la tetraciclina a razón de 15 a 20 mg/kg de alimento desde la década de los 50s, desparasitantes, como la fenotiacina desde la década de los 30s, coccidiostatos, principalmente la monencina, metales pesados como el Arsénico (As) en los años 50s, tiroestáticos como metiltiouracilo (MTU), tapazole, que fueron descubiertos desde 1928 en la col, sustancias hormonales como anabolizantes, todas ellas con el fin de eficientizar la producción de proteína animal.

Estos compuestos se pueden encontrar en la carne de los animales tratados, lo cual representa un peligro de tipo químico.

En la actualidad se considera peligro químico, en el alimento humano, cuando éste puede contener propiedades que pueden traer efectos adversos sobre la salud de forma directa o indirecta, afectando la habilidad del organismo para sobrevivir, reproducirse, alterar la velocidad de

desarrollarse, incrementar la susceptibilidad a enfermedades o causando mutaciones (SSP 2000).

En 1945 Lorenz descubrió el dietilestilbestrol (DES). En 1949 E. N. Andrews publicó los resultados obtenidos al implantar estilbestrol en corderos demostrando que éstos crecían con mayor rapidez que los corderos no implantados (Jon 1979).

Algunas de estas sustancias ya han sido abandonadas como el dietilestilbestrol (DES) del que se ha comprobado que produce cáncer en el humano o se encuentran en análisis principalmente por el peligro de tipo químico que representa para los consumidores por ejemplo el uso de tiroestáticos por el riesgo de provocar bocio (Jones 1982, Booth 1988).

Los anabólicos esteroides pueden ser de origen sintético o natural, han sido aplicados a la producción animal principalmente de rumiantes desde ya hace muchos años (Mendoza 1993, Sánchez 2002)

El empleo de hormonas para incrementar el aprovechamiento eficiente de nutrientes se ha convertido ahora en una ciencia con grandes avances y retos por descubrir, ya que el público consumidor ha manifestado su

preocupación por lo que come principalmente por el temor de intoxicación crónica (Sánchez 2002).

El uso de sustancias hormonales en los bovinos de engorda es una práctica muy común que tiene como objetivo el mejoramiento de la eficiencia de la conversión alimenticia y la ganancia diaria de peso (Frazer 1963).

Las hormonas gonadales son muy importantes en la zootecnia, para el crecimiento y la reproducción de los animales, por lo tanto se hace indispensable ahondar en el conocimiento del uso de estas sustancias para conocer las posibilidades con las que se puede disponer y obtener mejores ganancias con mayor seguridad desde el punto de vista económico y de salud pública (Paul 1975, Frank 1976).

En México desde hace tiempo, se han adicionado al alimento del ganado varias sustancias hormonales aunque muchas veces se ignore su repercusión en los animales de abasto, en el consumidor, las dosis adecuadas y el tiempo de retiro, aún cuando el gobierno ha dictado una serie de normas para regular la utilización de estas sustancias no siempre son debidamente observadas (Fehlhaber 1992, Mendoza 1993, Sánchez 1997).

En la década de 1970 aparecen la progesterona, testosterona y 17-beta estradiól (Jon 1979, Fergus 1985).

En 1975 aparece el Dietilestilbestrol (DES) en México, ese mismo año se prohibió en Estados Unidos (E.U.) al comprobarse que producía cáncer y teratogénesis. En México se prohibió hasta 1979.

En países como E.U. su normativa permite según la "Food and Drug Administration" (FDA) un Límite Máximo de Residuos (LMR) de sustancias promotoras de crecimiento tales como la Trembolona con un (LMR) de 2 microgramos en carne, 10 microgramos en hígado, 10 microgramos de zeranol en hígado y 2 microgramos del mismo compuesto en músculo; mientras que la Unión Europea prohíbe el uso de sustancias con acción hormonal o tiroestática o de beta-agonistas adrenérgicos con la directiva 96/22/EC y en su directiva 88/146/CEE prohíbe el envío de animales a otros estados de la CEE que hayan sido tratados con tiroestáticos, estrógenos, andrógenos o gestágenos (Allen y col 1998, CE 1995).

Se sabe que no todos los alimentos que ingerimos son totalmente inocuos, pero también se sabe que unos son más peligrosos que otros, como la ingestión de alcohol y tabaco por mencionar algunos que si bien no son alimentos

sí son consumidos en general por el público, de los cuales se sabe que tienen cierto grado de riesgo a largo y a corto plazo, estas sustancias se ingieren conscientemente; mientras que con el consumo de sustancias hormonales como promotoras de crecimiento en la carne o vísceras, el público no sabe que está ingiriendo compuestos hormonales, ni en qué cantidades (Jones 1982, Relston 1985).

El uso de sustancias hormonales en la ganadería puede provocar que ciertas cantidades a veces altas lleguen al consumo del público sin su conocimiento, ni su consentimiento (Illera 1998).

Se ignoran algunas cosas de estas sustancias principalmente la repercusión que pueda tener el consumo cotidiano y por un largo periodo de vida aún cuando sea a muy bajas dosis, por lo cual, se considera que los residuos de promotores de crecimiento en la carne constituyen un riesgo para la salud de los consumidores, debiendo evitarse este riesgo (Paul y col 1975).

## **OBJETIVOS:**

Analizar las diferencias de la carne proveniente de animales que fueron tratados con productos hormonales para la engorda con la de animales no tratados.

Analizar los efectos colaterales indeseables en el ganado bovino de engorda cuando es tratado con productos hormonales.

Analizar los riesgos causados en la salud humana por el consumo de carne proveniente de animales tratados con productos hormonales.

Analizar la frecuencia de efectos colaterales en el humano por el consumo de carne proveniente de bovinos que fueron tratados con productos hormonales durante la engorda.

## **MATERIAL Y MÉTODOS:**

- a) Tipo de estudio: De acuerdo a la clasificación hecha por Canales (1988) y Méndez (1990); este estudio fue considerado como observacional, descriptivo y retrospectivo.
- b) Ubicación del estudio: Se realizó la búsqueda de información en las Unidades de Bibliotecas de la FES Cuautitlán y de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia ambas de la U.N.A.M.
- c) Materiales empleados: El material constará de la bibliografía (folletos, libros, journals, revistas científicas, tesis, normatividad aplicable a nuestro país), que de alguna u otra forma tratan el tema relacionado con el uso de sustancias hormonales anabólicas empleadas como promotoras del crecimiento y su repercusión en la salud humana y en la producción de carne.
- d) Metodología empleada: Dentro de los métodos se efectuará la recopilación de datos, selección, análisis, clasificación y ordenamiento para desarrollar cada uno de los objetivos antes descritos.

## **CLASIFICACIÓN DE COMPUESTOS HORMONALES PROMOTORES DE**

### **CRECIMIENTO:**

Las hormonas naturales estimulantes de crecimiento que se usan en el ganado bovino de engorda químicamente son esteroides del ciclo pentanopenidrofenantreno, como la testosterona, estradiol y la progesterona.

Por su modo de acción se dividen en andrógenos, estrógenos, y progestágenos. Los andrógenos son producidos por las gónadas masculinas, los estrógenos y los progestágenos son producidos principalmente por el ovario (Guyton 1988, Arellano 2002).

### **VÍA DE ADMINISTRACIÓN:**

Para todos los compuestos hormonales usados como promotores de crecimiento la forma de administración es a través de implantes subcutáneos (SC), la mejor localización es en la base laxa de la oreja cerca del anillo cartilaginoso; otra zona posible es la base de la cola aunque no es recomendada al no impedir que llegue a consumo humano el compuesto promotor de crecimiento (Jon 1979, Rechicigl 1983).

Los residuos de los implantes que quedan en la base de la oreja después del sacrificio, se eliminan como productos residuales. Si se llegan a implantar en alguna otra zona que no sea ésta traería como consecuencia castigo en el precio de la canal, ya que se considera una contaminación de la carne. Aun que en México en general en los rastros gubernamentales no se aplica. (Brandly 1975, Margaret 1992, Sánchez 2002).

Se pueden administrar compuestos hormonales por medio de inyección intramuscular (IM) pero tampoco se recomienda porque puede traer las mismas consecuencias negativas para la canal (Forrest y col 1979).

## VENTAJAS DE LAS HORMONAS ANABÓLICAS PROMOTORAS DE

### CRECIMIENTO:

El uso de compuestos hormonales promotores de crecimiento durante la engorda de ganado bovino proporciona múltiples ventajas en lo económico y nutricional, así como en algunas características de la canal, entre las que destacan:

- Ganancia de peso 10 a 15%
- Conversión alimenticia 7 a 10%
- Ganancia de peso diario 8 a 28% (Jöchle 1962)
- Aumento en la retención de nitrógeno hasta 60g/día (Williams y col 1987, Church 1987).
  
- Aumento en proporción de proteína corporal (Guyton 1988, Lemieux 1987).
  
- Porcentaje de grasa corporal disminuido (38% Brannang 1976) (25% Jones 1986-1987 lo mismo reportan Mader 1984, Preston y col 1995 Eng 1996).
  
- Aumento en la proporción de carne magra (8% Brannang 1976) (60% Jones 1986-1987 lo mismo reportan Mader 1984, Preston y col 1995 Eng 1996).

- Disminución en la proporción de hueso (Kim y col 1986).
- Disminución en la proporción de grasa intra e intermuscular (Berg y Butterfird 1976, Jones 1987).
- Aumento en el rendimiento de la canal.

## **DESVENTAJAS DE LAS HORMONAS ANABÓLICAS PROMOTORAS DE**

### **CRECIMIENTO:**

El uso de estos compuestos en la engorda de ganado bovino trae ciertas desventajas en los animales algunas de las cuales se expresan en el cuadro 4.

Cuadro No. 4

Signos desfavorables que se reportan con el uso de compuestos hormonales promotores de crecimiento.

<p>Comportamiento sexual aumentado en los primeros días después de la implantación</p> <p>Aumento en el número de montas</p> <p>Mugido</p> <p>Levantamiento de la cola</p>	<p>Folley y Maleress 1943</p>
<p>Hipertrofia mamaria y desarrollo de pezones en machos</p> <p>Aborto</p>	<p>Folley y Maleress 1943, Dinusson, Andrew y Beeson 1954.</p>
<p>Relajación de ligamentos pélvicos</p>	<p>Kirkwood RN. y col</p>
<p>Prolapso uterino</p> <p>Prolapso rectal</p> <p>Prolapso vaginal</p> <p>Fractura de pelvis</p> <p>Disminuye cantidad de grasa en la canal</p>	<p>Folley y Maleress 1943</p> <p>Cowie 1944</p>
<p>Desarrollo de la parte anterior de la canal con menor valor económico</p>	<p>Folley y Maleress 1943</p> <p>Cowie 1944</p>

Este comportamiento parece ser más intenso en determinadas épocas del año principalmente en verano y otoño atribuido a la presencia y por lo tanto consumo de plantas con cierto contenido de estrógenos (trébol). Se presenta el comportamiento sexual más en machos que en hembras, aparentemente porque los machos tienen mayor número de receptores y mayor capacidad de metabolización de anabólicos esteroides (Alexander 1976, Jon 1979, Rechicigl 1983).

#### **CONTRAINDICACIONES.**

El uso de estos compuestos al ser sustancias químicas como cualquier otro medicamento también están sujetos a ciertas contraindicaciones.

- Están contraindicados en ganado reproductor ya que se podrían ver alterados sus parámetros reproductivos.

## **PRECAUCIONES**

Como cualquier compuesto, se deben tomar en cuenta ciertas precauciones, con el fin de no causar daño en la salud de los animales ni de los humanos por ejemplo:

### a. Respetar periodo de retiro

Éste va de acuerdo al tiempo que dura el implante en ser absorbido por completo, puede ser de 60 días como con el Synovex y Synovex-H a 400 días como el Compudoce. (Nollet 2000).

### b. Tiempo de vida suficiente para que se eliminen de las masas musculares estos compuestos.

Por ejemplo si un implante es calculado para que dure 400 días, éstos son los mismos que deben transcurrir desde el momento de implantación hasta el momento que puede ser consumido (Nollet 2000).

### c. Manipular los pellets con guantes

Ya que se absorben vía cutánea aunque sea a muy baja dosis, no tiene caso el estar expuesto sobretodo si es de manera constante (Booth 1988).

d. Implantar en zonas no comestibles de la canal

Esto es vía subcutánea en la base laxa de la oreja y así evitar riesgos a la salud de los consumidores (Fraser 1963, Rechicigl 1983).

#### **CAMBIOS EN LA CARNE Y EN LA CANAL:**

Se pueden encontrar modificaciones en la carne y en las canales de animales tratados con respecto a las mismas de animales no tratados, con ligeras diferencias entre los distintos compuestos utilizados durante la engorda, los cambios más comunes y generales debido a éstos compuestos son los siguientes:

Cuadro No. 5

Características de las canales y de la carne con el uso de compuestos promotores de crecimiento de actividad sexual.

Canales más magras.	Cohon y col. 1987, Garber y col. 1990
Menor cantidad de grasa ínter e intramuscular hasta un 38%.	Brannang 1976
Menor marmoleo.	Cohon y col. 1987, Garber y col. 1990
Carne más roja debido a una mayor retención de agua.  Carne más dura.	Jeremiah y col. 1987
Menos sabor al cocinar la carne debido a que baja la actividad de enzimas proteolíticas post mortem y al aumento en la retención de agua.	Jones y col. 1986, Jeremiah y col. 1987
Canales 5% más pesadas, lo que da una disminución porcentual en el peso de vísceras con respecto a las canales de animales no tratados.	Kim y col. 1989 Moser 1985

Se pueden encontrar residuos de anabólicos en las canales, en mayor concentración si estos productos no son

retirados a tiempo, principalmente en hígado y en riñones, por ser éstos órganos de metabolización y por tener mayor número de receptores para éstos compuestos (Rechicigl 1983, Estrada 1997, Warriss 2000).

Existen distintos estudios que determinan la forma en la que se ve afectada la carne cuando se usan sustancias hormonales promotoras de crecimiento durante la engorda, el cuadro 6 muestra las diferencias entre características del Rib-eye, entre animales que fueron tratados durante la engorda con estradiol y animales que no recibieron ningún tratamiento.

Cuadro No. 6

Diferencias entre características del Rib-eye, entre animales que fueron tratados durante la engorda con estradiol y animales que no recibieron ningún tratamiento.

cm <sup>2</sup>
-----------------

Rib-eye	Grasa	Marmoleo
---------	-------	----------

Implantados	93.1	6.7	1.3
No implantado	85.5	9.2	2.6

Fuente: King y col. Tomado de: Canadian Journal of Animal Science. Vol: 72 No: 4. 1992.

Se puede destacar un mayor tamaño real en el área del rib-eye que además es una zona de mayor valor económico, aún que se aprecia una menor deposición de grasa y por lo tanto menor marmoleo (King y col 1992).

No sólo se detectan cambios anatómicos en las canales de animales tratados con hormonas anabolizantes promotoras de crecimiento, además se pueden detectar modificaciones en cuanto a la concentración de dichas hormonas en sus carnes, como se puede apreciar en el cuadro 7.

Cuadro No. 7

Concentración de testosterona en nanogramos (ng), ng/g de animales tratados con 17 beta estradiol (20mg) y testosterona (200mg), (Synovex) implantados 77 días antes del sacrificio.

Tejido Muestreado	Grupo Control (ng/g)	Grupo Experimental (ng/g)
Músculo	0.016	0.070
Hígado	0.039	0.043
Riñón	0.256	0.685
Grasa	0.178	0.340

Fuente: Rechicigl JrM. Hand book of naturally occurring food toxicants (1983).

No existe legislación en México que obligue a la detección de testosterona ni que establezca un LMR. Se puede notar que en este estudio se observó el tiempo de retiro.

Con el uso de trembolona se reportan los siguientes cambios.

- Aumenta peso al sacrificio
  
- Disminuye grasa de cobertura sobre las costillas (dorsal)
  
- Aumenta pH de la canal a nivel muscular
  
- Aumenta ácidos grasos insaturados que es un factor negativo al hacer que disminuya la firmeza de la grasa (Martínez y col 1992)

La carne es más oscura debido a una reducción uniforme del glucógeno muscular y a un aumento en el pH final de la canal. (Newman y col 1990, Illera 1998).

Lo cual muestra un aumento en la cantidad de proteína muscular y en hígado, una disminución en la cantidad de

grasa en músculos acompañado de una mayor retención de agua también a nivel muscular.

Estos cambios corresponden a aumento de compuestos nitrogenados (aminoácidos) tal vez como resultado de la retención de nitrógeno corporal y a una menor degradación de la proteína (Caine y Mathison. 1992).

Otro parámetro que se reporta es: Nitrógeno (N) en orina disminuye su concentración. (Caine y Mathison 1992)

Con el uso de compuestos hormonales promotores de crecimiento en ganado bovino de engorda se obtienen rendimientos mayores en la canal y algunas ganancias en cortes determinados.

Por la forma en la que actúan estos compuestos afectan también a otros órganos:

- Con el uso de clenbuterol en combinación con, 17-beta estradiol, testosterona, progesterona, dexametazona, se encontró en traquea:
- Marcada dilatación de luz, sin cresta traqueal, musculatura relajada.

- En pulmones:
  
- Enfisema alveolar, lumen aumentado, pared alveolar adelgazada y con ruptura.
  
- En timo:
  
- Atrofiado y sustituido por grasa

## **REPERCUSIÓN EN LA SALUD PÚBLICA:**

Los residuos de productos hormonales estimulantes de crecimiento que se usan durante la engorda del ganado y que pueden encontrarse presentes en las carnes después del sacrificio y éstos llegar así al consumo de la población humana representan poco riesgo de intoxicación aguda, existe riesgo de intoxicación a largo plazo (crónica) con los compuestos hormonales de actividad sexual, de hecho se correlaciona al consumo prolongado y a bajas dosis de compuestos de actividad sexual con problemas de cáncer en niños y en ancianos, no como la principal causa pero si contribuyendo con otras.

Para entender el comportamiento de estos compuestos una vez que ingresan al organismo tanto de los animales como de los humanos se hizo una descripción de su farmacocinética como de su farmacodinamia

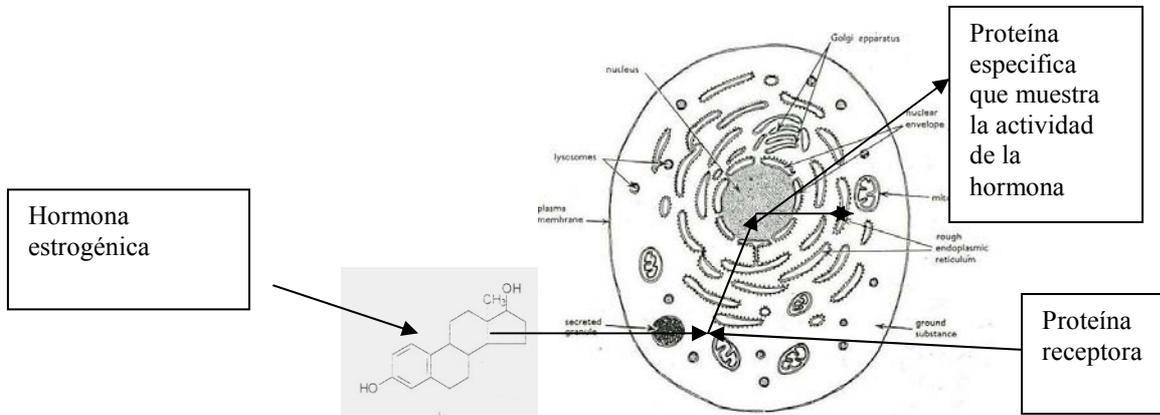
## **FARMACOCINÉTICA Y FARMACODINAMIA:**

Las hormonas gonadales están formadas por un grupo de esteroides que producen una serie de efectos en el organismo como por ejemplo sobre la función de los órganos sexuales accesorios, en los caracteres sexuales secundarios, en el comportamiento sexual y en la

reproducción. La forma en la que actúan en el animal productivo es como anabolizantes positivos y como catabolizantes negativos, estimulando a las células efectoras por su acción intracelular sobre el control de la síntesis de proteínas específicas. Sólo determinadas células tienen proteínas receptoras específicas, una vez formado el complejo hormona-receptor éste se desplaza por el citoplasma al núcleo donde hay un receptor cromosómico, en este punto el gene responde de manera programada y forma un mensajero específico que es un ácido ribonucleico (ARN), entonces éste abandona el núcleo y actúa sobre el retículo endoplásmico para que produzca una proteína particular específica, como por ejemplo para crecimiento de algún órgano blanco o sobre las células musculares necesaria para que se manifieste la actividad de la hormona esteroide, ver figura 1 (Booth 1988, Fuentes 1987, Guyton 1988).

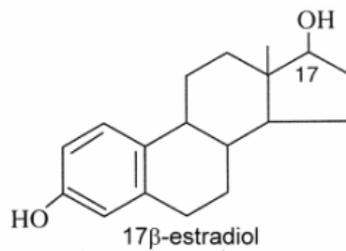
FIGURA No. 1

Representación esquemática del funcionamiento de una hormona dentro de la célula blanco:



**ESTRÓGENOS :**

Fórmula química de estrógeno usado en la engorda de bovinos:



## **FARMACOCINÉTICA DE ESTRÓGENOS:**

- Principal hormona en la actividad sexual de la hembra.
- Provoca aumento en la secreción de hormona de crecimiento (Illera 1998, Allen y col 1998).
- Aumenta la actividad tiroidea aumentando el metabolismo (Aude 1927, Illera 1998).
- Aumenta el apetito por lo tanto el consumo de alimento.
- Un aumento en la actividad osteoblástica.
- Soldadura de epífisis con diáfisis de huesos largos al aumentar la fijación de calcio en huesos por lo tanto detiene el crecimiento (Guyton 1988, Booth 1988).
- Aumenta el anabolismo protéico en consecuencia el desarrollo muscular, haciendo que se dé una mayor retención en relación a la degradación de proteína.
- Retención de sodio (Na).
- Retención de agua corporal como consecuencia al aumentar la retención de Na.

- Retención de nitrógeno urinario y proteína corporal, esto obedece al anabolismo protéico (Caine y Mathison 1992).

- Aumenta la cantidad y proporción de carne magra al aumentar la cantidad de masas musculares aunado a la reducción de los depósitos de grasa corporal.

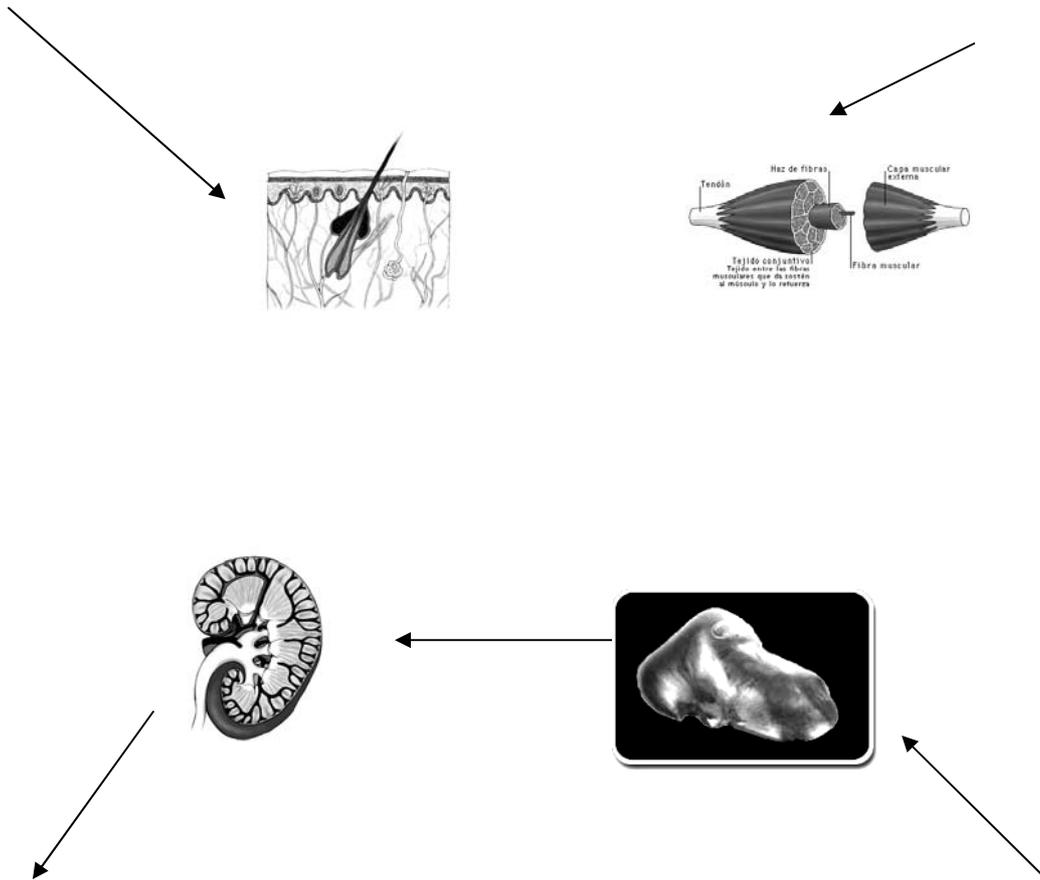
- Aumenta el aporte de oxígeno muscular tal vez por el incremento en el hematócrito y aunado al aumento en el metabolismo.

- Eficientiza la actividad cardiaca, cerebral y renal.

Dado por el aumento en el metabolismo, en el valor hematócrito y por el mayor aporte de oxígeno (Frank 1976, Fuentes 1987, Vernam 1998).

**FARMACODINAMIA DE ESTRÓGENOS:**

Administración SC	Globulina transportadora de estrógenos	Células blanco
-------------------	--	----------------

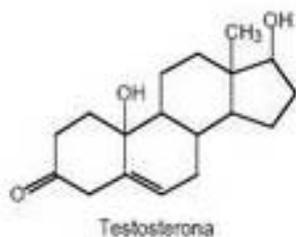


Eliminación en forma de conjugados	Vía renal	Formación en moléculas de menor potencia	Biotransformación en Hígado
------------------------------------	-----------	--	-----------------------------

(Frank 1976, Booth 1988).

## ANDRÓGENOS :

Fórmula química de andrógeno usado en la engorda de bovinos.



## FARMACOCINÉTICA DE ANDRÓGENOS:

- Desarrollo de caracteres propios del sexo.
- Desarrollo de órganos sexuales.
- Espermatogénesis.
- Libido.
- Se conoce que estos compuestos tienen ligera actividad a nivel de túbulos distales del riñón, muy reducida en comparación con la hormona aldosterona (Guyton 1988, Booth 1988).

- Disminución en la utilización de proteína como fuente de energía, dado por un mecanismo de anabolismo protéico (Guyton 1988, Booth 1988, Sumano y Ocampo 1997).
  
- Efecto renotrópico por un aumento en el metabolismo general y también como consecuencia al aumento en la presión arterial, como respuesta al aumento en la retención de agua provocado por la retención de minerales como el sodio Na, nitrógeno (N), potasio (K), fosfatos (Guyton 1988, Booth 1988, Newman y col 1990).
  
- Mineralización ósea por aumento en la actividad de osteoclastos por un anabolismo protéico, aumenta o facilita la retención de Ca en los huesos dando como resultado cierre epifisiario (Guyton 1988).
  
- Aumenta el valor del hematócrito por tener acción directa sobre la formación de elementos blásticos a nivel de médula ósea, dando como resultado un aumento en trombocitopenia (Shahidi 1973, Murad y Gilman 1975).
  
- Aumenta la síntesis protéica al tener anabolismo a la proteína (Lemieux 1987, Guyton 1988, Booth 1988).

- Aumenta el desarrollo y tono muscular como consecuencia a lo anterior (Frank 1976, Rechicigl 1983, Guyton 1988, Booth 1988).

- Disminuye la deposición de grasa al aumentar el metabolismo de ésta en todo el organismo (Jones 1985, Moser 1986).

- Aumenta la eficiencia alimenticia como consecuencia al aumento general en todo el metabolismo (Church 1987).

- Aporte de oxígeno al metabolismo como consecuencia al aumento del metabolismo y al aumento en el valor hematócrito (Guyton 1988, Booth 1988).

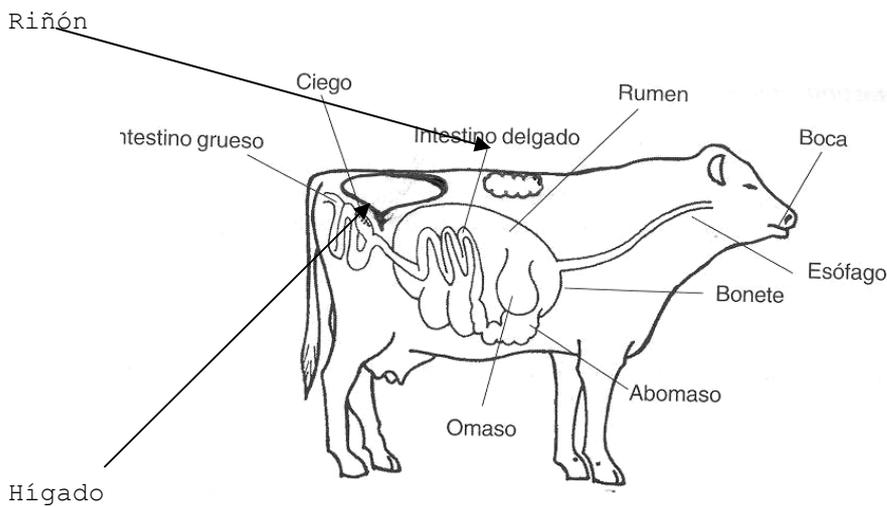
- Aumenta eficiencia muscular, cardíaca, cerebral, renal, como consecuencia a aumento en el metabolismo general (Frank 1976, Booth 1988).

- Los andrógenos exógenos deprimen la actividad testicular como respuesta del organismo, ya que se rige por un sistema de retroalimentación negativa (Davidson y Sawyer 1961).

- En general parecen ser los mismos efectos que los estrógenos pero en forma más intensa (Frank 1976, Booth 1988).

**FARMACODINAMIA DE ANDRÓGENOS:**

Admón SC	Vía sanguínea a órganos blanco	Formación de ácido glucorónico	Vía riñón	Vía hepática
----------	--------------------------------	--------------------------------	-----------	--------------

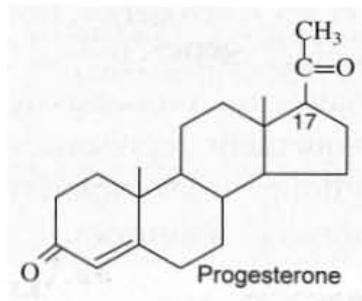


Eliminación como esteroides libres de menor potencia	Bilis	Orina	Intestino delgado
--	-------	-------	-------------------

(Frank 1976, Booth 1988).

## PROGESTÁGENOS :

Fórmula química de progestágeno usado en la engorda de bovinos:



## FARMACOCINÉTICA DE PROGESTÁGENOS :

- Mantiene la gestación.
- Ligera actividad androgénica. No se reporta exactamente la causa, se sabe que tiene acción similar por el parecido de la estructura de ambas hormonas (Booth 1988).
- Cierta actividad adrenocortical, ya que se cree que compite con las proteínas receptoras de la aldosterona, pero la progesterona es cientos de veces menos potente que ésta (Guyton 1988).
- Aumenta la eficiencia en la utilización de nutrientes, al aumentar al igual que los anteriores compuestos

anabólicos de actividad sexual el metabolismo general (Guyton 1988, Booth 1988).

- Como consecuencia a lo anterior incrementa el apetito del ganado (Guyton 1988, Booth 1988).

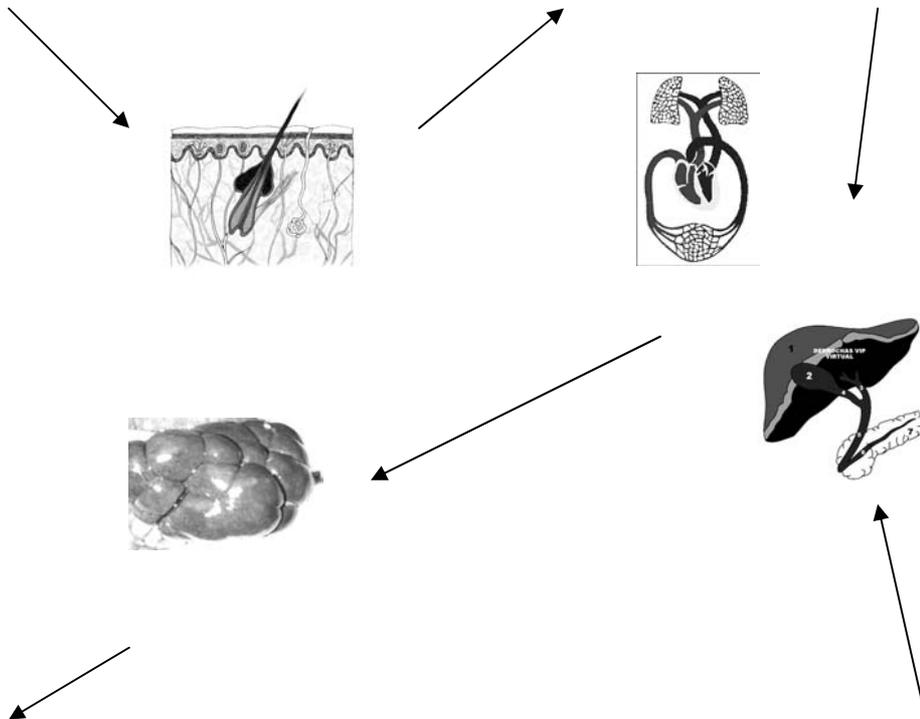
- Aumento de peso corporal como consecuencia del aumento en el consumo de alimento, a la mayor eficiencia alimenticia, al aumento en la retención de proteína y al aumento en la retención de agua por un incremento en la retención de minerales como el Na (Booth 1988, Church 1987).

- Disminuye la actividad física. No se reporta con exactitud la causa pero se sugiere que es una respuesta para permitir la gestación más segura (Booth 1988).

- A nivel de túbulos distales del riñón aumenta la retención de Sodio (Na) y Potasio (K) (Guyton 1988).

**FARMACODINAMIA DE PROGESTÁGENOS:**

Administración SC	Transporte en sangre por proteínas plasmáticas	Distribución a órganos blanco
-------------------	--	-------------------------------



Eliminación vía heces u orina	Riñón	Biotransformación en Hígado
-------------------------------	-------	-----------------------------

(Frank 1976, Booth 1988)

La mayoría de la población cuando consume carne de bovino realmente no sabe que está consumiendo también residuos de compuestos hormonales promotores de crecimiento (Roy Hertz 1978).

Esto representa un riesgo principalmente en mujeres que toman anticonceptivos anovulatorios, aunque es considerado de bajo riesgo. (Roy Hertz 1978).

En gente con problemas renales puede verse más afectada porque provocan la retención de agua en el organismo dando una mayor carga al riñón.

Se relaciona a los compuestos hormonales de actividad sexual con problemas como:

- a) Malformaciones uterinas
- b) Quistes ováricos
- c) Monorquidia
- d) Criptorquidia
- e) Micropene.

Investigaciones en animales de laboratorio arrojan resultados de la aparición de tumores o la exacerbación de éstos al administrar dosis altas de estrógenos, andrógenos y progestágenos, en órganos donde existe mayor cantidad de receptores como.

- a) En glándula mamaria - tumor mamario (Yépes 2002)
- b) En útero - hiperplasia endometrial (JECFA 1988)
- c) En vagina - hiperqueratosis (JECFA 1988)
- d) Ovarios
- e) En próstata - metaplasia escamosa y adenocarcinoma (JECFA 1988, Yépes 2002)
- f) Testículos
- g) En Hígado - carcinoma hepático (Yépes 2002)
- h) Páncreas
- i) Lóbulo anterior de la glándula pituitaria (JECFA 1988).

En las mujeres se ha comprobado el papel decisivo que desempeñan los estrógenos en la aparición de tumores malignos en aparato genital y en la glándula mamaria. El uso prolongado de anabólicos esteroides aún a dosis muy bajas provoca hepatotoxicidad después de un largo periodo de tiempo (Booth 1988, CE 1995).

Los estrógenos provocan aumento en la secreción de hormona de crecimiento y en la actividad tiroidea, lo cual puede traer problemas consecuentes a éstas dos hormonas como desarrollo anormal y bocio respectivamente (Illera 1998).

Con compuestos estrogénicos en animales de laboratorio produjo:

- a) Atrofia de vesículas seminales y testículos.
- b) Metaplasia escamosa en próstata.
- c) Osteopetrosis.
- d) Mielofibrosis en medula ósea.
- e) Vacuolización citoplasmática de glándulas suprarrenales.
- f) Hiperqueratosis en vagina.
- g) Hiperplasia endometrial.
- h) Infertilidad.

i) Disminución de peso en feto.

j) Aumento en la incidencia de problemas en esqueleto como osteopetrosis (JECFA 1988).

k) Aumento de muerte prenatal  
(CE 1995).

Se ha incrementado la tasa de defunciones por tumores malignos en la población del Distrito Federal (D. F.) No se puede concluir que exista completa relación en cuanto al aumento en el uso de sustancias hormonales promotoras de crecimiento en el ganado bovino de engorda y el aumento en la incidencia de defunciones por tumores malignos en humanos, tal vez no sea la única causa pero sí es posible que intervengan formando parte de una serie de factores entre los que se encuentran.

a) Contaminación ambiental

b) Tabaquismo

c) Sedentarismo

d) Ingestión de alcohol

e) Consumo de drogas

Al tener la capacidad de alterar los genes que controlan el crecimiento y la diferenciación celular ((Hertz 1995, Salud. D.F. gob. Conapo. INEGI 2005, Morris y Dobson 2002)).

En el cuadro 8 se muestra el aumento de la incidencia de defunciones por tumores malignos en sólo un año 2000-2001 en el D.F.

Cuadro No. 8

Tasa de mortalidad por tumores malignos en el D. F.  
comparado con la tasa nacional en 2000 y 2001.

Causa de muerte	Tasa nacional		Tasa D.F.	
	2000	2001	2000	2001
Tumores malignos	55.2	55.2	70.4	71.8

- Tasa por 100 000 habitantes.

Fuente: Salud. D.F. gob. Conapo. INEGI. 2005

Otro problema con los promotores de crecimiento de actividad sexual es que se van sumando a los compuestos hormonales que de manera natural ya se producen en el organismo, lo cuál puede traer desajustes en el equilibrio natural preexistente. Además con esto el riesgo de padecer problemas reproductivos, y a largo tiempo de tipo neoplásico principalmente en personas con predisposición (Hertz 1995).

Cuadro No. 9

Producción de hormonas sexuales en el humano. En microgramos/día.

	Testosterona	Estrógenos	Progesterona
Hombre adulto	6480	136	416
Mujer fértil	240	418-1600	418-19,600
Mujer gestante	320	54,300	294,000
Mujer menopáusica	140	46	326
Niño prepúber	32	42	150

FUENTE: Organización Mundial de la Salud (OMS) 1982

Es muy variable la cantidad de hormonas sexuales que se van produciendo a lo largo de la vida del humano y esto corresponde a determinada etapa, en este cuadro podemos notar que puede ser tan bajo como en el caso de niños prepúberes o tan alto como hombre o mujer adultos o

gestante, pero sea cual fuere la etapa de la vida es posible que si se adicionan estos compuestos en la alimentación van a producir alguna respuesta por parte del organismo.

Cuadro No 10

Producción diaria de hormonas esteroides en humanos comparado con el consumo diario (microgramos /día).

Progesterona	Testosterona	17betaestradiol+ estrona
--------------	--------------	-----------------------------

Prod	Consumo	Prod	Consumo	Prod	Consumo
------	---------	------	---------	------	---------

Hombres	420	10.6	6480	0.07	140	0.10
Mujeres	19600	9.0	240	0.05	630	0.08
Hombre Prepuber	150	8.09	65	0.05	100	0.08
Mujer prepuber	250	8.1	32	0.04	54	0.07

Fuente: Sonja H y col. Food Chemistry. Vol 62, No 1. (1988)

Teniendo ya un equilibrio establecido en cuanto a la producción de hormonas sexuales en los individuos y además aumentando pequeñas cantidades por medio de la

alimentación estas se van sumando a las anteriores dando como resultado que la producción natural va a tender a ser menor para mantener este equilibrio esto se puede explicar por el sistema de retroalimentación negativa que el organismo mantiene para controlar este sistema endócrino dando como resultado que los órganos de producción disminuyan su producción de hormonas, y tiendan a padecer hipotrofia.

Cuadro No. 11

Cantidad de hormonas que se encuentran en 250 g de carne  
medido en microgramo (mcg)

	Testosterona	Estrógenos	Progesterona
Novillo implantado	0.0006	0.005	0.15
Becerra implantado	0.025	0.005	---

Fuente: (OMS 1982, tomado de Toxicología y seguridad de los alimentos 1987)

Esta es la cantidad de compuestos hormonales que se encuentran en 250 g de carne en ganado vacuno y que pueden ser ingeridas por una persona, sumándose a lo que ésta ya produce, además estudios indican que los compuestos hormonales promotores de crecimiento que se usan en el

ganado bovino de engorda y son de origen sintético soportan altas temperatura por lo tanto la cocción (Rechicigl 1983).

Si además se suman las cantidades de hormonas que se encuentran en otros alimentos tanto vegetales como de origen animal, además de las que consumen mujeres en periodo de control natal (anticonceptivos), se incrementan las dosis que pueden ocasionar daño en la salud.

Estudios indican que han sucedido ciertos problemas con el uso de estos compuestos como por ejemplo la medroxiprogesterona produjo teratogénesis si era administrada principalmente en la semana 41 de gestación, por lo cual fue descontinuada para el uso en humanos en 1975 en E.U. (Gal y col 1967, Janerich y col 1974)

El DES en 1979 se descontinuó porque se descubrió que produce teratogéneis y es cancerígeno a cualquier dosis que sea ingerido (Hebst y col 1971, Noller y col 1972 y 1974).

En mujeres que tomaron DES durante el embarazo se reporta que atraviesa la barrera placentaria, resultando en los hijos lo siguiente:

- a) Adenocarcinoma vaginal
- b) Adenocarcinoma en cérvix
- c) Hipotrofia testicular
- d) Induración capsular de testículo
- e) Cistitis epididimal
- f) Criptorquidismo

Cambios patológicos en semen como son:

- a) Disminución en número de espermatozoides
- b) Alta mortalidad de espermatozoides

Esto se reporta en hijos de mujeres que lo tomaron durante el embarazo lo cuál puede suceder con otros estrógenos anticonceptivos pero no se han publicado estudios concluyentes (Noller y col 1974).

A dosis de 1.5 - 150 mg/día produjo:

a) Cáncer endometrial, en mujeres, a las cuales se les administró para el tratamiento de disgenesia gonadal.

Algunos experimentos en ratones muestran que con la testosterona se presenta un aumento en la incidencia de:

a) Tumores uterinos

b) Adenocarcinoma prostático

c) Tumor de vejiga

d) Carcinoma hepático

e) Tumor mamario

f) Cáncer de próstata

g) Virilización en hembras

- En humanos se reporta

Virilización en mujeres neonatos y lactantes.

(Benedetti y Van Nie 1962, Noble 1977, Yoshida y Fukunishi 1978).

Algunos compuestos no hormonales han sido retirados para el uso como promotores de crecimiento en ganado bovino de engorda como el Arsénico (As) por el riesgo que también se le atribuye a su acción cancerígena aun que no ha sido probado; como degeneración cerebral y de nervio óptico en humanos; cáncer en hígado, pulmón y piel (Jones 1982, NOM-004-ZOO-1994).

Compuestos no hormonales como los tiroestáticos, por el riesgo de alterar la función tiroidea en humanos han sido prohibidos también para ser administrados durante la engorda de animales en muchos países como México, Estados Unidos, y la Unión Europea, en experimentos hechos en animales de laboratorio se ha comprobado que el tiouracilo presenta los siguientes efectos:

- a) Impide actividad de peroxidasa tiroidea
- b) Bloquea el paso de ion yodo a yodo molecular
- c) Tiroides carece de substrato para elaborar sus hormonas
- d) Baja el metabolismo basal
- e) Las grasas no se queman quedando infiltradas en tejido muscular

f) Infiltración hídrica

g) Hipertrofia tiroidea consecuente con la orden de aumentar el trabajo que le transmite la hormona estimulante de la tiroides (TSH) (Jones 1982, Fuentes 1987, Illera 1988, Nollet 2000).

**MARCO LEGAL:**

En México existe una legislación para regular el uso de sustancias anabolizantes promotores de crecimiento en el ganado bovino, para así asegurar la calidad y la inocuidad de la carne que va a ser distribuida y consumida por la población.

- En la Norma Oficial Mexicana NOM-004-ZOO-1994. Control de residuos tóxicos en carne, grasa e hígado y riñón de bovinos, equinos, porcinos y ovino se marcan las pautas de los métodos de muestreo y los niveles máximos permisibles para dietilestilbestrol (DES) en las especies y en los órganos que especifica esta norma.

- (DES)

(LMR), mg/kg (ppm)

	Bovino	Equino
Hígado	0.0	***
Riñón	0.0	***
Músculo	0.0	***

- ZERANOL

Hígado	0.3	***
Músculo	0.15	0.02

- Arsénico

Bovino:

Riñón 2.00

Hígado 2.00

Músculo 0.50

El método de detección de dichas sustancias es el siguiente:

Anabólicos, a partir de muestras de los siguientes órganos:

Hígado

Riñón

Músculo

Y realizar una o varias de las siguientes pruebas:

Extracción líquido líquido

Cromatografía de gases

Especrometría de masas.

Para el caso de Arsénico a partir de los siguientes  
órganos:

Hígado

Riñón

Músculo

Realizar una o ambas pruebas:

Digestión seca y generación de hidruros

Espectrofotometría de absorción atómica.

- La Modificación a la Norma Oficial Mexicana 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, señala:

(LMR) mg/kg (ppm)

(DES)	Bovino	Equino	porcino	ovino	Ave	caprino	Cérvido
Hígado	0.0	---	---	---	---	---	---
Músculo	0.0	---	---	---	---	---	---
Riñón	0.0	---	---	---	---	---	---
ZERANOL							
Hígado	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Músculo	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
ARSENICO							
Hígado	1.4	2.0	2.0	1.4	2.0	2.0	2.0
Riñón	1.4	2.0	2.0	1.4	2.0	2.0	2.0
Músculo	0.7	0.5	0.5	0.7	0.5	0.5	0.5

Los procedimientos de muestreo para DES y Zeranol son:

Extracción líquido-líquido, Cromatografía de gases acoplado con Espectrometría de masas.

Para Arsénico a partir de muestras de los siguientes órganos:

Hígado

Riñón

Músculo

Se puede realizar una o varias pruebas, Digestión seca, Generación de hidruros, Espectrofotometría de absorción atómica.

- Norma Oficial Mexicana NOM-034-ZOO-1996, Determinación de Dietilestilbestrol, Zeranól, y Taleranol en hígado y músculo de bovinos, equinos, porcinos, ovinos, aves, caprinos y cérvidos.

Por cromatografía de gases-espectrometría de masa.

Los tiroestáticos están prohibidos por el riesgo de alterar la función tiroidea de los humanos

El método de detección es por medio de extracción con solventes y derivatización según marca esta norma.

Comparando la normatividad en México con respecto a otros países se encontró lo siguiente:

En E.U están prohibidos gran cantidad de sustancias hormonales para la engorda de ganado simplemente por el riesgo que representan para el consumidor, su normativa permite según la "Food and Drug Administration" (FDA):

LMR

Trembolona

Carne: 2 microgramos

Hígado: 10 microgramos

Zeranol

Músculo: 2 microgramos

Hígado: 10 microgramos

Mientras que la Unión Europea prohíbe el uso de sustancias con acción hormonal o tiroestática o de beta-agonistas adrenérgicos con la directiva 96/22/EC y en su directiva 88/146/CEE prohíbe el envío de animales a otros estados de la CEE que hayan sido tratados con tiroestáticos, estrógenos, andrógenos o gestágenos (Nollet 2000).

## **DISCUSIÓN:**

Una vez que se ha analizado la bibliografía referente a este tema, es posible comprender la repercusión en la producción de carne y en la salud pública por el uso de compuestos hormonales como promotores de crecimiento en el ganado bovino de engorda. Quedan interrogantes por resolver pero se tiene un panorama más amplio del uso de estos compuestos.

Su repercusión en la producción de carne es positiva siempre que se usen adecuadamente; ya que se pueden obtener ganancias en la eficientización de la conversión alimenticia, en la mejora de la ganancia de peso, en la obtención de canales más magras con más músculo al retener más proteína con menor deposición de grasa, además de aumento en la retención de agua se obtienen canales que tienen un mayor rendimiento, las cuales las hace mas atractivas para quien expende la carne al público.

Pero habrá que tener en cuenta que la gente que compra dicha carne en cierta manera está comprando un producto que está constituido de una mayor cantidad de agua, lo cual al momento de cocinarlo se va a deshidratar y el sabor de la carne se verá reducido.

En el ganado al que se le administran estos compuestos, en los primeros días de la administración trae problemas conductuales en cuanto a la aparición de instintos sexuales aumentados, los cuales generalmente van desapareciendo con el tiempo, incluso puede traer problemas clínicos indeseables como es la aparición de prolapso uterino y/o rectal, hipertrofia mamaria, abortos y fracturas de pelvis, entre otros.

Estas sustancias pueden ser de origen natural o sintético, actúan de distintas maneras y afectan a distintos órganos blanco como las gónadas, músculo esquelético, huesos, riñones, hígado, y demás.

Se necesita hacer una investigación específica y profunda para concluir y demostrar si estas sustancias realmente actúan de manera directa en la aparición de cáncer en la gente que consume carne o vísceras de animales que fueron tratados con sustancias hormonales. En animales de laboratorio se ha podido comprobar que existe relación en la aparición de ciertos tipos de cáncer con dosis altas de andrógenos, estrógenos o progestágenos; lo mismo sucede con los seres humanos, existe relación directa entre la aparición de cáncer uterino y mamario y la cantidad de hormona estrogénica.

A lo largo de su vida la población de nuestro país consume poca carne de bovino pero hay sectores de la población tal vez pequeños que consumen mayores cantidades de carne de bovino al día, lo cuál los convierte en población de mayor riesgo. Además no sólo lo que consumen en la carne de bovinos sino también lo que consumen en otros alimentos como subproductos de leche o vegetales, aunado además en las mujeres que toman anobulatorios como medio de control natal, lo cuál es un factor de riesgo latente.

En muchos países del mundo incluido México existe una legislación, la cuál trata de regular y establecer las normas para el uso de estos compuestos para proteger a la población, lo cual es importante para el consumo nacional como para lo que se exporta o lo que se importa de otros países, principalmente de Estados Unidos, con el que se tiene mayor intercambio comercial de ganado.

Aún falta mucho por conocer sobre el uso de estos compuestos, pero lo que sí se sabe es que haciendo un uso adecuado sin rebasar los límites recomendados por los fabricantes, se pueden obtener mejoras importantes en la conversión alimenticia y en la ganancia de peso en el ganado, sin riesgos para este, para la población consumidora y para el productor.



## CONCLUSIONES

Los compuestos hormonales promotores de crecimiento son sustancias que favorecen el desarrollo muscular a través de la síntesis de proteínas.

Éstos compuestos en su forma sintética tienen función similar a los compuestos naturales.

Resisten temperaturas de cocción.

Se debe investigar más a fondo la posibilidad de usar algún otro tipo de sustancias como promotores de crecimiento pero que no tengan efectos de riesgo para la salud humana y de los animales.

Los compuestos hormonales de actividad sexual promotores de crecimiento que se usan en el ganado bovino de engorda, son compuestos que si se ingieren en altas cantidades son tóxicos para el ser humano y pueden provocar daños a corto y/o a largo plazo.

Se deben respetar las normas legales vigentes tanto nacionales como internacionales, con el fin de seguir exportando productos cárnicos a otros países y además

tener un control estricto con respecto a lo que se importa.

Los médicos veterinarios y demás personal involucrado en la producción y comercialización de productos cárnicos de bovino deben ser éticos en la utilización de éstos compuestos en base a mayor información y conocimiento del uso de éstos.

Las autoridades deben hacer cumplir estrictamente las disposiciones legales de los productos nacionales como de importación.

En la U. E. el uso de compuestos hormonales promotores de crecimiento de actividad sexual o beta-2 adrenérgico están prohibidos por el riesgo que representan para la salud humana.

Debe hacerse el esfuerzo por detectar en carne y vísceras compuestos hormonales de actividad sexual de origen naturales ya que no se detectan por lo difícil de esta operación pero no quiere decir que estén exentos de riesgos para la salud humana.

## CUADROS ANEXOS

Es importante identificar los nombres comerciales, principios activos, usos y dosis, para los cuales son destinados los compuestos objeto de estudio y que en la actualidad pueden ser adquiridos y/o comercializados en México.

### **ANDRÓGENOS:**

Cuadro anexo No.1

Principio activo, nombre comercial dosis y vía de administración de andrógenos comercializados en México para la engorda de rumiantes.

PRINCIPIO ACTIVO	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS	VIA DE ADMÓN
Trembolona	Implemax	140mg	Subcutánea (SC)
	Implemax-H	120mg	
	Revarol	140mg	
	Revarol-H	200mg	
	Revarol-M	200mg	
Testosterona	Implix-H	200mg	(SC)
	Synovex-H	200mg	

SC: Subcutánea

Fuente: Prontuario de especialidades veterinarias farmacéuticas, biológicas y nutricionales (1996).

**ESTRÓGENOS:**

## Cuadro anexo No. 2

Productos de actividad estrogénica, principio activo  
nombre comercial, dosis y vía de administración para uso  
en el ganado de engorda:

PRINCIPIO ACTIVO	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS	VIA DE ADMÓN
Estradiol	Compudoce	24-45mg	SC
	Ganamax Machos	---	
	Synovex-B	10mg	
	Synovex-M	20mg	
	Synovex-H	20mg	
17betaestradiol	Implemax	28mg	SC
	Implemax-H	20mg	
	Implix-H	20mg	
	Implix-M	20mg	
	Revarol	20mg	
	Revarol-H	20mg	
	Revarol-M	28mg	

SC: Subcutánea.

Fuente: Prontuario de especialidades veterinarias  
farmacéuticas, biológicas y nutricionales (1996).

**PROGESTÁGENOS :**

Cuadro anexo No. 3

Compuestos progestágenos utilizados para la engorda de bovinos, principio activo, nombre comercial, dosis y vía de administración.

PRINCIPIO ACTIVO	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS	VIA DE ADMÓN.
Progesterona	Ganamax Machos	8comp/200-500kg	SC
	Synovex M	200mg/182kg	

SC: Subcutánea.

Fuente: Prontuario de especialidades veterinarias farmacéuticas, biológicas y nutricionales (1996).

Cuadro anexo No. 4

Principio activo nombre comercial y dosis de compuestos hormonales para el control natal que se usan en México.

Principio activo	Nombre comercial	Dosis
Desogestrel etinilestradiól	Marvelon	0.15mg--0.03mg 1 tab
	Mercilon	0.15mg--0.02mg 1 tab
Levonogestrel etinilestradiól	Microgynon	0.15mg 0.03mg 1tab
	Neogynon	0.25mg 0.05mg 1tab
	Nordet	150mcg-30mcg 1tab
	Trinordiol	0.05mg-0.03mg 0.075mg-0.044 0.125mg- 0.03
Medroxiprogesterona Cipionato de estradiól	Cyclofemina	25mg-5mgm IM. C/30 días
Noretisterona- Etinilestradiól	Ortho-Novum1/35	1mcg-35mcg
	Trinovum	0.5mg-35mcg 0.75mg-35mcg 1mg-35mcg
Noretisterona-Mestranol	Norinyl-1	1mg-50mcg
	Orto-novum	0.5mg-0.1mg 1mg-0.08mg
Norgestrel- Etinilestradiól	Ovral	0.5mg-0.05mg
Noretisterona	Noristerat Syngestal	200mg 200mg

Fuente: Vademécum Académico de Medicamentos (1999)

## **BIBLIOGRAFÍA:**

1. Tilden WP. Alimentos y nutrición del ganado vacuno para carne: Ed: Acribia. Zaragoza (España). 1990. 255,373-376.
2. Derek HG. Producción y manejo del ganado vacuno para carne. Guía practica para ganaderos y estudiantes. Ed: Acribia. Zaragoza. (España). 1973. 41-44.
3. Ronald VD. Clarence E. B. Producción de carne bovina. Cía Editorial continental. S. A. de C. V. México. 218-221.
4. Jon KM. Alimentación del vacuno para carne. Ed. Acribia. Zaragoza. (España). 1979. 13,133,135-138.
5. Artur CG. Tratado de fisiología médica. Séptima Edición. Ed. Interamericana McGraw-Hill. 1988. 963-965
6. Mendoza MGD. Ricalde VR. Alimentación de ganado bovino con dietas altas en granos. UAM. Unidad Xichimilco. Colección libros de texto. 1993. México D. F. 61,62.
7. Prontuario de Especialidades Veterinarias Farmacéuticas, Biológicas y Nutricionales Decimosexta edición: 1996. Ediciones PLM. S. A. de C. V. 373,440,458,559,586.
8. Cannell RQ. Producción y comercialización del ganado vacuno. Ed. Acribia. Zaragoza. (España). 32-34.
9. Fraser A. Cría y explotación del ganado bovino. Compañía editorial continental. S. A. México 1963.

10. Memoria de la reunión de investigación pecuaria en México 1984. México D. F. 84-89.
11. Sánchez MJM. Contaminación y residuos tóxicos en la carne de bovinos en México.
12. Frank A. Introducción a la farmacología veterinaria. Ed: Acribia. Zaragoza. (España). 1976. 255-265.
13. James AL. Higiene de la carne. Ed. Campaña editorial continental. S. A. de México 1981. 483-486.
14. Cole DSA. BSC. and Lawrie RA. Meat proceedings of the twentyfirts easter school in agricultura science. University of Nottingham. 1974. 85-97.
15. Paul JB. George M. Kenneth ET. Higiene de la carne. Compañía editorial continental. 1975. 350,351.
16. Friend DW. Trenholm LH. Thomson BK. Hartin KE. and Tsang BK. The reproductive efficiency of gilts fed very low levels of zeralenone. Canadian journal of animal science. No 2. 635-644.
17. Margaret McW. Food fundamentals. Fifth edition. Ed: Plycon Press. 1992. Ph: 253, 254
18. Lawrie RA. Ciencia de la carne. Ed: Acribia. Zaragoza. (España). 1977. 55-56, 122-125, 163-179.
19. Boucqué ChV. Firms LO. Moermans RJ. Cotton BG. and Somer M. Effect of cimaterol on growth carcass characteristics and meat qualiti in double-muscled Belgian white-blue bulls. Canadian journal of animal

- science. Vol: 74. No 4. Ed. Policy Board. 1994. 707,708.
20. Rutter LM and Day PA. Effects of growth implant and age of dam on growth and fertility in heifer calves. Canadian journal of animal science. Vol. 74. No 1. Ed. Policy Board. 1994. 203-207.
21. Fergus MC. and. Frederick JF. Food nutrition and health. AVI. Publishing company. Inc. 1985. 164-173.
22. King BD. Bo GA. Kirkwood RN. Guenther CL. Cohen RDH. and Mapletoft RH. Canadian journal of animal science. Vol 74. No 1. Ed. Policy Board. 1994. 73,74,75.
23. Relston L. Developments in meat science-3. Ed Elsevierscience publishing. Inc. 1985. 199,200,201.
24. Cruz SA. Revisión bibliográfica de los problemas tóxicos más comunes relacionados con la alimentación en el pollo de engorda. (tesis de licenciatura) México.(Edo Mex) UNAM. Cuautitlan Izcalli. 1996. 29 y 30.
25. Jones LM. Farmacología y terapéutica veterinarias. Ed. Unión tipográfica editorial hispanoamericana. S. A. de C. V. 1982. 822-827.
26. Fuentes HVO. Farmacología y terapéutica veterinarias. Ed. Interamericana. 1987. 420-427,440-447.
27. Varnam HA. Shuterland PJ. Carne y productos cárnicos, tecnología, química y microbiología. Ed. Acribia. S. A. Zaragoza (España) 1998. 4,5.

28. Carl KW. James NS. Carole FN. Chemicals in the human food chain. Ed. Van Nostrand Reinhold. 1990. 56-63, 230-233.
29. Forrest CJ. Aberle DE. Hedrick BH. Judge DM. Merkel AR. Fundamentos de ciencia de la carne. Ed. Acribia. Zaragoza (España). 1979. 99-102, 135-137.
30. Martínez M. López-Bote C. Sancho G. and Ventanas J. Effects of trenbolone acetate on swine carcass characteristics and backfat composition. Canadian journal of animal science. Vol 72. No 4. 1992. 969-972.
31. King BD. Bergen RD. McKinnon J. Jchoen RDH. and Kirkwood RN. Effect of zeranol on fat deposition and carcass traits in beef heifers. Canadian journal of animal science. Vol 72. No 4. 1992. 965-967.
32. Jochel W. Beavers J. Aguilera M. González JA. The potential role of anabolic hormones in the improvement of beef production in the tropics. Memorias del X congreso anual de buiatria. 1985. 749-757.
33. Kirkwood RN. Choen RDH. King BD. and Tacker PA. The influence of zeranol implatation on growth and reproduction of beef heifers. Canadian journal of animal science. Vol 71. No 4. 1991. Ed. Policy Board. 1253-1256.
34. Schaefer AL. Jones SDM. Tong AKW. DePassille AMB. Rushen J. And Merill JK. The effect of feeding the beta-adrenergic agonist rectopamine on the behaviour of

- market-weight pigs. Canadian journal of animal science. Vol 72. No 1. 1992. 15-20.
35. Makarechian M. Arthur PF. and Price MA. Effect of postweaning implantation of zeranol and dietary energy level on growth and reproductive performance of replacement beef heifers. Canadian journal of animal science. Vol 71. No 2. 1991. Ed. Policy Board.
36. Diario Oficial. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-ZOO-1994. Grasa, hígado, músculo y riñón de aves, bovinos, caprinos, cérvidos, equinos, ovinos, y porcinos. Residuos tóxicos. Límites máximos permisibles y procedimientos de muestreo. Miércoles 25 de Abril de 2001. (primera sección). 9-14.
37. Caine WR. And Mathison GW. Influence of the beta-adrenergic agonist cimaterol on energetic efficiency and oxygen consumption in liver tissue of growing lambs. Canadian journal of animal science. Vol 72. No 3. 1992. 555-566.
38. Caine WR and Mathison GW. Influence of beta-adrenergic agonist cimaterol on body composition and whole body synthesis and degradation of protein in growing lambs. Canadian journal of animal science. Vol 72. No 3. 1992. 569-585.
39. Illera M. Anabolizantes y finalizantes en el engorde del ganado vacuno. Memorias del XV Congreso mundial de Buiatria. Palma de Mallorca España. Tomo II. 364-368.

40. Humphreys DJ. Toxicología veterinaria. Tercera edición. Ed. McGraw-Hill. Interamericana de España. 1990. 123,124.
41. Conclusiones del grupo de trabajo sobre la evaluación de los riesgos para la salud en la conferencia científica de las Comunidades Europeas. (CE) 1995.
42. García TE. Cárdenas TO. Mercado AJ. Utilización de tres implantes comerciales en toros en engorda intensiva en el rancho "El molino" municipio de Temazula, Jalisco. Memorias del XXI congreso nacional de buiatría. Colima. Col. Julio 9-12 1997. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos (AMMVEB). A. C. 181-184.
43. Estrada AA. y Silva CR. Grados de calidad y grados de rendimiento de la canal de vaquillas reimplantadas con cinco anabólicos sesenta días antes del sacrificio. Memorias del XXI congreso nacional de buiatría. Colima. Col. Julio 9-12 1997. AMMVEB. A. C. 185-187.
44. Sumano LHS. Ocampo CL. Farmacología veterinaria. Segunda edición. Ed. Mc Graw-Hill Interamericana. 1997. 215-218 y 224.
45. Rechicigl JrM. Hand book of naturally occurring food toxicants. Ed. CRC. Pres, Inc. 1983. 287-291.
46. National Academy Press. Nutrient Requeriments of beef cattl. Sixth revised edition. 1984. National academy press. Washington D. C. 36 y 37.

47. Gilbert J. Analysis of food contaminants. Ed. Elsevier applied science publisher. 1984. 73-111.
48. Schaefer AL. Jones SDM. Kennedy AD. Tong AKW and Onischuk LA. The effect of the alpha adrenergic agonist colonidine on the growth, carcass yield, meat quality and physiological endocrinological response in steers. Canadian journal of animal science. September 1990. Vol 70. No 3. Ed The agricultural institute of Canada. 857-864.
49. Newman JA. Tennessen T. Tong AKW. Coulter GH. Mears GJ and Doornenbal H. Effects of zeranol implantation on growth, feed conversion, testicular development and behavioral traits of young bulls fed for slaughter. Canadian journal of animal science. September 1990. Vol 70. No 4. Ed The agricultural institute of Canada. 1005- 1014.
50. Newmann AL. Snapp RR. Beef cattlesixth edition. Ed. John Wiley and Sons, Inc. 285-287, 550-563.
51. Warriss PD. Meat science and introductory text. Ed. CABI Publishing. 2000. 28-33.
52. Booth HN. Donald EL. Farmacología y terapéutica veterinaria. Vol. I. Acribia Zaragoza (España). 1988. 92-95, 99, 103-129, 475, 476, 524-533, 578-584, 603-619.

53. Fehlhaber K. Janetschke P. Higiene veterinaria de los alimentos. Ed. Acribia S. A. Zaragoza (España). 1992. 83-107.
54. Nollet MLL. Food analysis by HPLC. Second edition. Ed. Board. 2000. 965-978.
55. Allen GD. Pringle KJ. Smith AD. Hand book of veterinary drugs. 2<sup>a</sup> Edition. Ed Lippincott-Raven. 1998. 256, 257, 350-353, 358,359, 378, 408, 417, 461-463, 484,485, 488, 507-509, 578-580, 596.
56. Norma Oficial Mexicana NOM-004-ZOO-1994, Control de residuos tóxicos en carne, grasa, hígado y riñón de bovinos, equinos, porcinos y ovinos.
57. Yépes GP. Uso de zilpaterol en la alimentación del ganado de engorda. Memorias del 3er ciclo de conferencias. La cátedra "ciencia y tecnología de la carne". Universidad Nacional Autónoma de México. UMAM. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan.
58. Carranza RR. Vademecum académico de medicamentos. 3<sup>a</sup> edición Ed Mc Graw-Hill interamericana. 521 y 522.
59. Wood JD and Fisher AV. Reducing fat in meat animals. Ed. Elsevier Applied science 1990. 107,116,117, 121-125, 172-175, 181, 187-190.
60. Barragry BT. Veterinary drugs therapy. Ed. LEA and Fabiger. 1994. 617-629, 638-644.

61. Batker HF and Miller EM. Beef cattle science hand book. Vol 20. Ed. International stock men's school hand books. 1984. 687, 693, 694.
62. Morris BA and Clifford MN. Immunoassays in food analysis. Ed. Elsevier Applied science publishers. 1985. 169-171.
63. Ekpe AD. Moibi JA. And Christopherson RJ. Beta-adrenergic receptors in skeletal muscle of ruminants. Effects of temperature and feed intake. Canadian journal of animal science. Vol 80. No 1. March 2000. Ed. M. A. Price. 79-85.
64. Li YZ. Christopherson RJ. Li BT. and Moibi JA. Effects of a beta-adrenergic agonist on performance and carcass traits of growing lambs in cold environment. Canadian journal of animal science. Vol 80. No 3. March 2000. 459-464.
65. Li YZ. Christopherson RJ. and Field CJ. Effects of beta-adrenergic receptor agonist and low environmental temperature on the immune system of growing lambs. Canadian journal of animal science. Vol 80. No 4. August 2000. Ed M. A. Price. 605-612.
66. Yavas Y. De Avila DM. And Reeves JJ. Effectiveness of norgestoment implants in suppressing ovulation and heifers varies with stage of estrous cycle when implanted. Canadian journal of animal science. Vol 80. No 4. September 2000. Ed. M. A. Price. 729-732.

67. Norma Oficial Mexicana NOM-034-ZOO-1996.  
Determinación de Dietilestilbestrol, zeranol, y taleranol en hígado y músculo de bovinos, equinos, porcinos, ovinos aves, caprinos y cérvidos, por cromatografía de gases-espectrometría de masas.
68. Norma oficial mexicana NOM-061-ZOO-1999.  
Especificaciones zoosanitarias de los productos alimenticios para consumo animal.
69. Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-015-ZOO-2002. Especificaciones técnicas para el control del uso de BETA-AGONISTAS en los animales.