



**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**EFFECTO DE CINCO CONCENTRACIONES DE
ACETATO DE TREMBOLONA Y BENZOATO
DE ESTRADIOL, SOBRE LOS PARAMETROS
PRODUCTIVOS DE CORDEROS EN UNA
ENGORDA COMERCIAL**

POR

NAZARIO VILLARREAL AREVALO

TESIS

**Presentada Como Requisito Parcial Para
Obtener El Título De:**

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Buenvista, Saltillo Coahuila.
Marzo del 2003

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

TESIS ELABORADA POR:

NAZARIO VILLARREAL AREVALO

**EFFECTO DE CINCO CONCENTRACIONES DE ACETATO DE
TREMBOLONA Y BENZOATO DE ESTRADIOL, SOBRE LOS
PARAMETROS PRODUCTIVOS DE CORDEROS EN UNA
ENGORDA COMERCIAL**

Que Somete a la Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito
Parcial para Obtener el Titulo de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA

PRESIDENTE

M. C. José Eduardo García Martínez

SINODAL

Ph. D. Ramiro López Trujillo

SINODAL

M. C. Eduardo Preciado González

Ing. José R. Peña Oranday
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenvista, Saltillo Coahuila. Marzo del 2003

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

Efecto de Cinco Concentraciones de Acetato de Trembolona y Benzoato de Estradiol, Sobre los Parámetros Productivos de Corderos en una Engorda Comercial

POR

NAZARIO VILLARREAL AREVALO

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO COAHUILA. MÉXICO. MARZO DEL 2003

M. C. José Eduardo García Martínez -Asesor-

Palabras Clave: Promotores del Crecimiento, Trembolona, Estradiol, Implantes, Corderos en Engorda, Canales de Corderos, Rumiantes.

El presente estudio se realizó en el Municipio de San Juan de Sabinas, Coahuila, México. Que se encuentra ubicado geográficamente en los 27° 56' de Latitud Norte y en los 101° 14' de Longitud Oeste. El objetivo del presente fue determinar el nivel optimo de Acetato de Trembolona en combinación con Benzoato de Estradiol en corderos en engorda, así mismo se evaluó su efecto sobre los parámetros de calidad y rendimiento de las canales. El estudio tuvo una duración de 60 días, los animales fueron implantados al inicio del trabajo, los corderos tenían 60 días de edad aproximadamente y un peso promedio de

17.78 kg. Los resultados fueron analizados en el paquete estadístico UANL (Olivares, 1994); estos nos indican que la dosis optima fue de 25 mg de Acetato de Trembolona y 3.5 mg de Benzoato de Estradiol (1/8 comprimido), estas concentraciones maximizan las ganancias de peso, encontrando 245.11, 306.77, 250.88, 273.88 y 201.11 g d⁻¹ para 0/8, 1/8, 2/8, 3/8 y 4/8 del comprimido, marcando efecto significativo ($P \leq 0.05$). No se encontraron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) para conformación de la canal, marmóleo de la falda y madurez de la canal; el marmóleo del área del ojo de la costilla fue afectado significativamente ($P \leq 0.05$) por efecto del implante. Para los parámetros de grasa de cobertura, grasa de RPC, área del ojo de la costilla, porcentaje de rendimiento de peso vivo a peso en canal y grado de rendimiento no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P \geq 0.05$), pero si se encontró para peso de la canal caliente ($P \leq 0.05$). Se concluyo que la dosis optima fue 1/8 comprimido para la engorda de corderos, ya que las ganancias de peso fueron las mejores y en general no afecta el grado de rendimiento y el grado de calidad de las canales.

3.4	Diseño Experimental.....	78
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	82
4.1	Consumo de Alimento.....	82
4.2	Ganancia Diaria de Peso.....	85
4.3	Peso Vivo Final.....	90
4.4	Conversión Alimenticia.....	92
4.5	Grado de Calidad de las Canales.....	95
4.6	Grado de Rendimiento de las Canales.....	99
5.	CONCLUSIONES.....	104
6.	LITERATURA CITADA.....	106
7.	APÉNDICE.....	117

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
2.1. Dietas recomendadas por el Consejo Nacional de Granos de Estados Unidos de América.....	16
2.2. Premezcla de vitaminas y minerales para corderos en engorda, recomendadas por el Consejo Nacional de Granos de los Estados Unidos de América.....	17
2.3. Categorías y sustancias químicas de agentes anabólicos.....	29
2.4. Administración de β -AA en ovinos y su efecto sobre las canales.....	61
2.5. Nombre comercial, componente químico y aprobación por la FDA, de los estimulantes anabólicos en Estados Unidos de América.....	67
2.6. Producción diaria de Estrógenos en humanos.....	68
2.7. Niveles de Estrógenos en diversos alimentos.....	69
2.8. Contenido de Estrógenos en músculo del ganado bovino.....	70

2.9.	Limites de anabólicos en productos carnicos permitidos por el USDA.....	71
2.10.	Niveles diarios aceptados para el consumo de promotores del crecimiento para humanos.....	72
3.1.	Dietas utilizadas en la engorda de los corderos.....	77
3.2.	Guía de lectura de comedero utilizada en la engorda de corderos.....	77
3.3.	Análisis proximal de las dietas ofrecidas a los corderos en engorda.....	78
3.4.	Concentraciones del agente anabólico utilizado en corderos en engorda.....	81
3.5.	Tratamientos y numero de repeticiones, utilizadas para analizar las variables en canal de corderos en engorda.....	81
4.1.	Parámetros de calidad de las canales de los corderos implantados, en una engorda comercial.....	96
4.2.	Parámetros de rendimiento de las canales de los corderos implantados en una engorda comercial.....	100

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
4 . 1. Consumo de alimento (BS) durante todo el periodo de engorda, de los corderos implantados en una engorda comercial.....	83
4 . 2. Ganancia diaria de peso durante varias fases y en todo el periodo de engorda, de los corderos implantados en una engorda comercial.....	86
4 . 3. Peso inicial (PI), peso a 30 días (P-30), peso final (PF) y ganancia de peso total (GPT), de los corderos implantados en una engorda comercial.....	91
4 . 4. Conversión alimenticia durante varias fases y en todo el periodo de engorda, de los corderos implantados en una engorda comercial.....	93
4 . 5. Fotoguías de clasificación de las canales de los ovinos (APENDICE).....	119

1. INTRODUCCION.

Desde la llegada de la especie ovina a nuestro país, esta actividad se ha venido transformando hasta convertirse en una industria, donde se pueden encontrar diversos sistemas de producción; actualmente la explotación de ganado ovino representa una de las actividades pecuarias mas atractivas en México, tanto desde el punto de vista biológico como económico.

Es así como en nuestro país sobresalen los sistemas de producción de animales para pie de cría, la engorda de corderos y carneros en pastoreo y la engorda intensiva de corderos, carneros y animales adultos, pasando a segundo plano la producción de lana y leche; aunque parece ser que este último presenta buenas perspectivas a mediano plazo en los sistemas de producción de ovinos en nuestro país.

Por otro lado, la producción de carne de borrego se desarrolla en mayor grado bajo condiciones de apacentamiento tanto en las zonas áridas y semiáridas como en las zonas tropicales, donde la producción de los forrajes y la calidad de los mismos no satisfacen en algunos casos los requerimientos nutricionales de los animales, por lo que representan un proceso lento y poco eficiente; sin embargo, la engorda intensiva presenta buenos resultados, con una reducción del tiempo de engorda, mejores ganancias diarias de peso y conversiones alimenticias; los costos de producción probablemente se incrementen ligeramente, pero por la eficiencia de los animales en corral, esta variable se ve poco influenciada.

Desde el punto de vista productivo, la producción de carne eficiente esta basada esencialmente en el aprovechamiento del potencial de crecimiento del animal; dicho crecimiento, es un fenómeno biológico donde interactúan factores hormonales, genéticos, nutricionales, entre otros. La eficiencia de conversión del alimento en carne, varía también con el periodo de crecimiento del animal siendo mas eficiente en los jóvenes y menor en los adultos; a edades avanzadas mas del 60% de la ganancia de peso está representada por la grasa corporal (Tatum *et al.*, 1992).

Según Berg *et al.* (1998), la búsqueda del cordero en los Estados Unidos ha sido históricamente basado en el peso vivo; pero el peso medio del sacrificio en ese país para los corderos, ha aumentado fuertemente durante

la última década tomando en cuenta el grado de finalización de los animales, situación que en nuestro país marca la misma tendencia y esta tomando cierta relevancia en los productores de ovinos.

Así mismo, la búsqueda de corderos para el abasto se ha basado en mayores aumentos de peso y por lo tanto mayores pesos al final del periodo de engorda, lo que representa un animal con mayor cantidad de grasa en la canal; este punto, es uno de los problemas mas grandes que enfrenta la industria de los ovinos, lo que representa menores cortes al menudeo, tal situación ha originado que los sistemas de producción de engorda de borregos sean mas eficientes en la búsqueda de alternativas para producir animales con mayor cantidad de carne; pero que también disminuyan la cantidad de grasa que por naturaleza los ovinos acumulan en mayor proporción que otras especies; por esta razón, muchos de los estudios actuales se enfocan para producir canales de ovinos mas magras.

1.1 Justificación.

Una alternativa para reducir la cantidad de grasa de la canal, es la utilización de ciertos promotores del crecimiento, como los implantes hormonales; el uso de estos agentes anabólicos en la producción de carne depende de varios factores como: la nutrición antes del destete, el primer periodo después del destete, edad, sexo, raza, genética, medio ambiente, precio de los alimentos, sistemas de fijación de los precios de la carne, entre otros (Kossila, 1983).

Los agentes anabólicos se usan principalmente para mejorar la producción de carne en los rumiantes, en menor escala en cerdos y en una escala muy limitada en las aves; en estas se utilizan para castración química, en tanto que en cerdos la acción principal es la de mejorar el tejido muscular magro contenido en la canal y reducir el contenido de grasa indeseable, también son promotores eficaces del crecimiento en caballos y peces. Sin embargo, en los rumiantes de interés zootécnico, aumentan la ganancia de peso vivo y la eficiencia de la conversión alimenticia (Heitzman, 1983).

Los agentes anabólicos son una herramienta que puede incrementar la producción de carne magra de los animales, pues son hormonas que influyen en las funciones metabólicas del animal, mejorando el balance de

Nitrógeno en el organismo y por consiguiente, incrementando la producción de proteína en el mismo; a su vez, el impacto ecológico es importante ya que se encuentran menores concentraciones de Nitrógeno atmosférico por efecto de las heces; las hormonas más usadas en la ganadería son: las hormonas con actividad androgénica, las hormonas con actividad estrogénica y la combinación entre estos.

(Fort Dodge Salud Animal[®], 2002), menciona que los implantes elaborados a base de Estradiol y Acetato de Trembolona han sido considerados generalmente como de alta tecnología, ya que el Estradiol tiene un efecto indirecto al influir sobre diferentes glándulas endocrinas, mientras que el Acetato de Trembolona ayuda directamente en la síntesis proteica convirtiendo eficientemente el alimento en músculo; con este tipo de implantes los animales muestran consistentemente un aumento en la ganancia diaria de peso y una mejor conversión alimenticia, además de reducir la cantidad de grasa corporal.

Numerosas pruebas en los bovinos con diferentes proporciones de Acetato de Trembolona y Benzoato de Estradiol han permitido identificar la proporción y las dosis en la que los animales desarrollan una máxima respuesta en ganancia de peso y mejora de la conversión alimenticia; las investigaciones revelan que una proporción de 1:10 (una parte de Estradiol por cada diez partes de Acetato de Trembolona) supera los estándares preestablecidos (Rubio, 2002).

Como información adicional, se reporta que la población ovina en México se estima en 5 millones 980 mil cabezas, que representan el 42.3% de la demanda actual de carne de ovino, mientras que el 57.7% restante tiene que ser cubierto por importaciones de animales en pie o en canal; la carne que se importa generalmente, proviene de animales adultos de desecho (Lastra, 2002).

Además, existe la motivación de muchos ganaderos, productores y otros que no lo son, a establecer explotaciones ovinas en el país, ya que de acuerdo con las proyecciones, el consumo nacional aparente durante el año 2000 fue de 72,527.2 toneladas y este mismo consumo prevalecerá los siguientes cinco años; es hasta el año 2010 cuando se espera un pequeño movimiento a la alza que hace la cría de borregos aun más prometedora (López, 2002).

Por todo lo anteriormente expuesto, se requiere de atención prioritaria en algunas áreas consideradas como estratégicas en la producción ovina, como son: la alimentación, la sanidad, la reproducción, el manejo de aditivos y promotores de crecimiento, el mejoramiento genético, los recursos naturales, la administración, la comercialización, la evaluación de la productividad y de otros factores que intervienen en la ovinocultura, por lo que ante los cambios globales de los mercados internacionales, se sugiere que la engorda de corderos se realice en praderas con elevada producción de forraje y de excelente calidad nutritiva o bien bajo condiciones de confinamiento, lo cual hoy en día representa una posibilidad técnicamente viable, económicamente rentable y ecológicamente sustentable.

Con base en lo anterior y ante las expectativas que representa la producción de ovinos para los productores de nuestro país; se plantearon para el presente trabajo los siguientes objetivos.

1.2 Objetivo General.

Determinar el nivel óptimo de Acetato de Trembolona en combinación con Benzoato de Estradiol, sobre los parámetros productivos de corderos en una engorda comercial.

1.3 Objetivos Específicos.

Evaluar el efecto del nivel de Acetato de Trembolona en combinación con Benzoato de Estradiol, sobre la ganancia diaria de peso y el peso vivo final de los corderos en una engorda comercial.

Evaluar el efecto del nivel de Acetato de Trembolona en combinación con Benzoato de Estradiol, sobre el grado de calidad y el grado de rendimiento de las canales de los corderos en una engorda comercial.

1.4 Hipótesis.

Con base en la revisión de literatura (capítulo 2), donde los estudios realizados, mencionan la estrecha relación que existe entre los promotores del crecimiento y sus efectos sobre algunos parámetros productivos en corderos engordados para abasto, se plantearon las siguientes hipótesis.

Se puede predecir que el incremento en la concentración de Acetato de Trembolona en combinación con Benzoato de Estradiol, mejora la ganancia diaria de peso y el peso vivo final; debido a que se incrementa la capacidad celular de retención de Nitrógeno, que está íntimamente relacionado con la formación de aminoácidos y a su vez con la formación de proteínas; en comparación con los animales no implantados.

Se puede predecir que el incremento en la concentración de Acetato de Trembolona en combinación con Benzoato de Estradiol, mejora el peso de la canal caliente y el grado de rendimiento de la canal; debido al mayor desarrollo muscular de los animales implantados, provocado por el incremento en la retención celular de Nitrógeno; sin embargo, el grado de marmóleo de la canal se verá disminuida, ya que el Acetato de Trembolona tiende a disminuir la grasa intramuscular, en comparación con los animales no implantados.

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Ganancia de Peso de los Ovinos en Engorda.

Los sistemas de producción de engorda de corderos mas utilizados, son aquellos donde se destetan precozmente a una edad de entre 45 y 60 días, con un peso de entre 15 a 20 kg o bien corderos destetados tardíamente de 90 a 120 días o más y con un peso promedio de 25 a 28 kg, estos sistemas presentan ciertas ventajas como son las siguientes:

Los corderos son alimentados según sus requerimientos nutricionales, de acuerdo a las guías establecidas; por lo que se pueden lograr excelentes comportamientos en vivo como en canal.

Se le quita a la oveja la carga de la lactancia, por lo que se promueve una mayor recuperación para entrar en celo.

Se le quita a la oveja la competencia por el forraje.

Se promueve la conservación del agostadero, ya que se puede dejar descansar el terreno manejando la carga animal.

El efecto de la alimentación materna es muy importante durante las primeras cinco semanas de edad de los corderos, momento en que la producción de leche disminuye rápidamente; a partir de ahí, la dieta sólida cobra una importancia ascendente, sobre todo en las regiones áridas y semiáridas de México, en donde el forraje disponible y la variación estacional de los mismos no permite producciones elevadas de leche; ambos aspectos obligan a someter a los corderos a una engorda intensiva a edad temprana.

El inicio de la alimentación de los corderos es crítica; el proceso da inicio gradualmente cuando los corderos son inducidos al forraje y a un bajo nivel de concentrado durante varias semanas; en algunas engordas se tienen dietas diferentes que se cambian cada dos a tres días, para permitir a los corderos adaptarse mejor a una dieta alta en concentrado dentro de un periodo de 15 a 20 días, a partir de ahí los corderos pueden pasar a la próxima dieta (de engorda).

En el agostadero, el forraje ofrecido a los animales generalmente tiene una calidad inferior a la de los requerimientos de cada individuo, por lo que el crecimiento es lento y su finalización es deficiente, llegando a tener pesos al mercado de 30 a 40 kilogramos pero con animales de entre uno y dos años de edad, con alta mortalidad y muy bajos rendimientos; la eficiencia de crecimiento después del destete que se obtiene en el sistema de apacentamiento es mínima, encontrando datos de entre 29 y 78 g d⁻¹ de ganancia de peso para regiones tropicales y de 100 a 140 g d⁻¹ para regiones templadas; este parámetro depende en parte del tipo de pasto utilizado, carga animal y manejo agronómico del pasto (Hernández *et al.*, 2000).

La reducida ganancia de peso de los ovinos manejados en el sistema de agostadero, contrasta con la mayor respuesta productiva que de ellos se obtiene cuando son manejados en estabulación y alimentados con dietas integrales; este sistema de manejo dependiendo del tipo de animal puede registrar una ganancia de peso después del destete de 108 g d⁻¹ (Cantón *et al.*, 1993), 276 g d⁻¹ (Duarte *et al.*, 1998) y de 170 a 430 g d⁻¹ (Urrutia *et al.*, 2000).

La mayor ganancia de peso de los ovinos que reciben dietas integrales puede ser explicada por un mayor consumo de energía y de materia seca, en comparación con la obtenida por los ovinos alimentados únicamente con forraje a través de un sistema de pastoreo.

Definitivamente, la alimentación en los sistemas de producción ovina es merecedora de especial atención; esta deberá planearse desde diferentes puntos de vista y dependerá de factores; tales como el tipo y los objetivos de la producción, las razas utilizadas, los costos y la disponibilidad de ingredientes para la elaboración de alimentos balanceados; es necesario tener en mente, que a medida que se intensifique el proceso de producción, es todavía más importante prestar atención a la alimentación, sobre todo cuando se trata de sistemas de alimentación estabulada.

Galley *et al.*, (1999), llevaron a cabo una prueba de comportamiento en corderos de las razas Dorper F1, Katahdin, Pelibuey, Romanov y Blackbelly, en donde se evaluaron las ganancias diarias de peso y la conversión alimenticia; la dieta ofrecida fue la propuesta por el Consejo Americano de Granos (42% sorgo rolado, 20% maíz rolado, 20% cebada rolada, 15% pasta de soya y 3% sales minerales y amortiguadores). Se

reportaron diferencias numéricas para la conversión alimenticia 3.98, 4.36, 4.48, 4.55 y 4.90 respectivamente; en cuanto a la ganancia de peso se reportaron 337, 278, 268, 253 y 241 g d⁻¹ respectivamente; la alimentación se ofreció a libre acceso.

Según Urrutia *et al.* (2000), la alimentación con grano entero usado en la engorda de los ovinos presenta diversas ventajas como son:

Reducir el uso de la pastura y esta puede ser utilizada en las ovejas de cría. Se obtienen elevadas tasas de crecimiento y excelente conversión de alimento a carne.

Aumenta el rendimiento y calidad de la canal.

Hay pocos problemas digestivos y de enfermedades.

No se requiere de molinos ni revolvedores para la preparación de la mezcla.

Sin embargo; también se presentan algunas desventajas en este sistema de producción, como la de:

Crear la dependencia necesaria de granos.

La existencia del riesgo de muerte por Enterótoxemia, por lo que es conveniente vacunar contra esta enfermedad.

Para la formulación de este tipo de dietas se utilizan granos enteros que no sean procesados, los granos que mejores resultados han dado son: el maíz, el trigo, la cebada y el sorgo; el grano de avena no se recomienda por su alto contenido de fibra, si el grano de maíz es muy grande para los corderos se recomienda quebrarlo (no molerlo), durante las dos primeras semanas después del destete.

El Consejo Nacional de Granos de los Estados Unidos de América citado por Urrutia *et al.* (2000), recomienda las siguientes dietas (Cuadro 2.1) basado en granos para la engorda de corderos, utilizando cualquier dieta en todo el ciclo de engorda.

Cuadro 2.1. Dietas recomendadas por el Consejo Nacional de Granos de Estados Unidos de América.

Ingrediente	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Grano de maíz	-	83.0	-
Grano de cebada	50.0	-	83.0

Grano de sorgo	33.0	-	-
Pasta de soya	15.0	15.0	15.0
Carbonato de calcio	1.4	1.4	1.4
Sal común	0.5	0.5	0.5
Premezcla de vitaminas y minerales	0.1	0.1	0.1

FUENTE: Urrutia *et al.* (2000).

La mezcla de vitaminas y minerales que debe ser formulada para estos tipos de dietas y que deben proporcionar los siguientes niveles por kilogramo de alimento es la siguiente (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2. Premezcla de vitaminas y minerales para corderos en engorda, recomendados por el Consejo Nacional de Granos de Estados Unidos de América.

Elemento	Concentración
ZnSO ₄	150 mg
MnSO ₄	80 mg
MgO	200 mg
CoSO ₄	5 mg
KIO ₃	1 mg
Vitamina A	5000 UI
Vitamina D	1000 UI
Vitamina E	20 UI

FUENTE: Urrutia *et al.* (2000).

Para obtener mejores resultados con este tipo de dietas, se deben seguir algunas indicaciones como son las siguientes:

Iniciar a los corderos con una alimentación concentrada (creepfeeding), a partir de los 15 días de edad.

Separar a los corderos de sus madres para ofrecer a estos el alimento.

Destetar a los corderos entre las 6 y 8 semanas de edad o con un peso mínimo promedio de 15 kilogramos.

Tratándose de corderos destetados tardíamente se pueden obtener de 200 a 230 g d⁻¹ de ganancia de peso con una conversión alimenticia de 6.0:1

obviamente este valor dependerá de otros factores relacionados con el proceso de engorda.

Khan *et al.* (1998), compararon tres tipos de dietas isoproteicas e isocalóricas a partir de harinolina, pasta de soya y pasta de canola como fuentes de proteína y su efecto sobre la GDP en corderos de 112 días de edad y un periodo de engorda de 90 días. Los resultados fueron mejores ($P < 0.05$) para la dieta a base pasta de soya y pasta de canola; los animales ganaron 244 y 233 g d⁻¹ respectivamente; dichos autores atribuyeron los resultados a las fuentes de proteína, ya que la pasta de soya y la pasta de canola tienen un mejor perfil de nutrimentos que la harinolina para el crecimiento de corderos; para el consumo de materia seca (CMS), no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P \geq 0.05$).

En corderos de la raza Ománi, se evaluaron diferentes niveles de PC (proteína cruda) y su efecto sobre la GDP (ganancia diaria de peso); observando que los animales que se alimentaron con las dietas de 10%, 12% y 14% de PC, tuvieron una menor GDP, que los animales alimentados con las dietas de 16% y 18% de PC ($P < 0.05$); no reportando los valores numéricos de los gramos de aumento de peso. Los resultados sugieren que la concentración de PC óptima es de 16% para esta raza de ovinos y que cualquier aumento sobre este nivel no producirá un aumento en la producción (Haddad *et al.*, 2001).

2.2 Efectos de Alimentación Sobre las Canales.

Fluharty (2000), realizó un estudio con carneros cruzados de las razas Columbia y Suffolk, evaluando la alfalfa peletizada como única fuente de alimento y la suplementación con combinaciones de grano de maíz entero y descascarillado sobre el comportamiento animal y algunas características de la canal; observando que el consumo de materia seca no mostró diferencias significativas entre tratamientos ($P \geq 0.05$); sin embargo, la ganancia diaria de peso, la conversión alimenticia y las características de la canal fueron mejores en la dieta suplementada, reportando los siguientes datos: 199 g d⁻¹ y 6.84 respectivamente; 37.09 kg de peso de la canal caliente, un grado de calidad Selecto promedio (S⁰), área del ojo de la costilla de 18.7 cm², una conformación de la canal Selecto promedio (S⁰), con una medida de grasa de cobertura de 7.62 mm, 3.8% de grasa en riñón, pelvis y corazón (RPC), un grado de rendimiento de 4 y un rendimiento de peso vivo a peso en canal

de 55.7% que fueron numéricamente mejores que cuando se ofreció únicamente alfalfa peletizada a los carneros.

En otro trabajo realizado por Fernández *et al.* (1998), con corderos cruzados de la raza Dorset y alimentados con forraje y grano, analizaron las características de la canal; no encontrando diferencia significativa entre tratamientos ($P \geq 0.05$), ya que el peso final, el grado de rendimiento y la GDP fueron muy similares; el grado de calidad de las canales fueron Selectos; sin embargo, los animales alimentados con grano tuvieron una mejor conformación mostrando diferencia significativa ($P \leq 0.05$) con respecto a los animales alimentados con forraje; debido a que la acumulación de grasa de cobertura fue mayor en animales con dietas altas en granos, sin afectar negativamente el grado de rendimiento.

Berthelot *et al.* (2001), evaluaron dos tipos de dietas en corderos hembras y machos durante 80 días de engorda, utilizando ensilado de pulpa de cítricos como dieta experimental, los animales se sacrificaron y se analizaron algunos parámetros de la canal encontrando datos de calidad de la canal clasificados como moderados pero sin diferencias entre tratamientos. No se observó diferencia significativa ($P \geq 0.05$) para peso vivo entre los tratamientos y los pesos de la canal eran similares para las dos dietas, pero con diferencias obvias entre los sexos. Los animales alimentados con ensilado produjeron canales con un mejor desarrollo muscular y con menor cantidad de grasa ($P < 0.05$). En este trabajo se concluyó que el ensilado de pulpa de cítricos es una buena alternativa para engordar corderos en donde se tenga acceso a este subproducto, no afectando las características de la canal y además de ser de un costo muy bajo.

Al-Shorepy *et al.* (2001), evaluaron dos tipos de dietas basándose en heno de pasto rhodes y la suplementación con algas marinas en corderos para abasto, analizando el efecto sobre la ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, consumo de materia seca y algunas características de la canal, no encontrando diferencias significativas para estas variables ($P \geq 0.01$); los animales que consumieron el heno y que fueron suplementados con las algas marinas tuvieron numéricamente mayor conversión alimenticia reportando un valor de 5.76 y una menor GDP con 131.2 g d^{-1} comparados con los animales que no recibieron la suplementación; sin embargo, los pesos de las canales con suplementación fueron numéricamente mayores, tuvieron menor cantidad de grasa de RPC y menor peso de las vísceras; se

concluyo que las algas marinas en general, no afectan las características de la canal.

Por su parte Stanton *et al.* (2001), evaluaron la ganancia diaria de peso en carneros y corderos, encontrando diferencias numéricas, en los carneros se reportaron 339 g d^{-1} y en los corderos 297 g d^{-1} ; a pesar de esto, el área del ojo de la costilla no difería en dimensión pero si en grasa de cobertura; con base en este trabajo el autor concluyo que la edad es un indicador de la cantidad de grasa que un animal puede tener, acumulándose en mayor cantidad en animales adultos; con lo anterior se puede tomar la decisión de engordar por un periodo de tiempo mas corto a los animales adultos y formular dietas de acuerdo a las necesidades de este tipo de ovinos.

Petit (2000), no encontró diferencias significativas en las características de la canal; al evaluar dietas a base de maíz y cebada entera o procesada, pero el consumo de materia seca del heno, la ganancia diaria de peso, la conversión alimenticia y el peso de la canal caliente fueron mejores ($P < 0.05$) para los corderos alimentados con maíz que aquellos alimentados con cebada. Los cereales procesados no tuvieron efecto ($P > 0.05$) en el CMS de heno, GDP y conversión alimenticia.

Mahgoub *et al.* (2000), evaluaron diferentes tipos de dietas sobre la base de energía metabolizable, tomando como una densidad energética alta 2.72 Megacalorías de energía metabolizable (Mcal EM); sobre el efecto de las características de la canal de corderos. La digestibilidad de la materia seca para las dietas fue de 73.9%, 68.7% y 66.9% para una densidad energética alta, media y baja respectivamente. El consumo de materia seca día^{-1} fue de entre 3.12 y 3.73% del peso vivo, la ganancia de peso aumentó ($P < 0.001$) al aumentar la densidad energética, reportando como un máximo de ganancia diaria de peso 154 g d^{-1} , la conversión alimenticia mejoro al aumentar la densidad energética ($P < 0.001$).

Los animales tuvieron canales mas pesadas en la dieta mas energética ($P < 0.01$), pero el peso de las vísceras fue mas bajo para estos animales ($P < 0.001$), que los corderos alimentados con dietas energéticas de densidad media y baja.

Preziuso *et al.* (1999), evaluaron tres dietas con diferentes niveles de energía en corderos y su efecto sobre las canales de los tres tratamientos, se reportaron conversiones alimenticias similares con 4.52, 4.77 y 4.61

respectivamente para el tratamiento 1, 2 y 3; las canales mas pesadas fueron para el tratamiento donde se suplementó con un concentrado mas aceite de maíz, pero tuvieron mayor grasa de cobertura, por lo que el grado de rendimiento se vio afectado numéricamente siendo mayor para este tratamiento; sin embargo, se concluyó que de acuerdo a las características de este tipo de animales, es factible sacrificarlos antes de los 105 días de edad ya que el peso de la canal fue mayor a esta edad, por lo que económicamente seria mas rentable.

De la misma forma, Morón *et al.* (1999); evaluaron tres sistemas de alimentación en ovinos, a través de pastoreo y suplementación sobre las características de la canal; encontrando que el peso vivo final y el peso de la canal fue 22% y 30% mayor ($P < 0.05$) para el tratamiento de heno de zacate buffel mas leucaena y para heno de zacate buffel mas el concentrado, con respecto al tratamiento alimentando con heno de zacate buffel como única fuente de alimento, el área del ojo de la costilla fue mayor en los tratamientos con suplementación de concentrado y leucaena en un 24% y 29%. En general la conformación no fue muy favorable para los tres tratamientos, el tratamiento con suplementación de concentrados tuvo un mayor porcentaje de grasa de RPC; se concluyo que la combinación de suplementación de concentrados y leucaena es una alternativa en la producción de canales de cordero, en zonas donde los recursos económicos para estabulación no sean suficientes, específicamente en regiones de tipo tropical.

Tatum *et al.* (1998), no encontraron diferencias significativas en las ganancias diarias de peso, al trabajar con cinco tipos de dietas; sin embargo, el peso de la canal fue mayor en animales que tuvieron en vivo mayor incremento de peso diariamente; por otro lado, encontraron que en animales donde la grasa de cobertura fue menor, el rendimiento en canal, la calidad de la canal y el área del ojo de la costilla aumentaron, cuando se evaluaron animales a un peso constante.

Neary *et al.* (1995), analizaron diferentes niveles de proteína cruda, sobre los parámetros productivos de corderos en engorda; con dietas a base de grano y pasta de soya o harina de pescado, además de la combinación entre ellas; con niveles de 13% y 16% de PC. La ganancia diaria de peso, el consumo de materia seca, la conversión alimenticia, la carne magra total de la canal, la carne magra de la pierna, el grado de rendimiento y el área del ojo de la costilla fueron utilizados para evaluar los efectos del tratamiento.

La fuente de PC dietética no tuvo efecto en cualquiera de las variables cuestionadas; el nivel de PC en el alimento no influyo en la ganancia diaria de peso ni en la conversión alimenticia. Los corderos alimentados con la dieta de 16% de PC tendieron a ser canales mas magras y a tener un mejor grado de rendimiento que los animales alimentados con 13% de PC.

El mismo autor realizó un estudio para evaluar el efecto de dietas a base de maíz dañado por calor y maíz normal, como una alternativa de utilización en la alimentación de corderos, sobre el comportamiento productivo y características de la canal; encontrando que no habían diferencias significativas para las diferentes características, reportando 330 g d^{-1} de ganancia de peso, 1.33 kilogramos de consumo de materia seca d^{-1} , conversión alimenticia de 4.24, peso de la canal caliente 30 kg, un rendimiento de peso vivo a peso en canal de 54.83%, grasa RPC de 4.61% y grasa de cobertura de 8.89 mm, encontrando que a medida que se incrementa la grasa de cobertura el grado de rendimiento de la canal disminuye.

2.3 Implantes y la Producción de Carne.

Se conocen como promotores del crecimiento (implante) a toda sustancia natural, de síntesis o de actividad farmacológica, que se administra a animales sanos, para acelerar la ganancia de peso y mejorar los índices de transformación de los alimentos; estos agentes posibilitan un crecimiento mas rápido y mayor eficiencia del animal; también ayudan a criar animales con menor cantidad de grasa, ya que el crecimiento acelerado ocurre principalmente en el tejido muscular y no en el tejido adiposo del animal; el uso de los promotores de crecimiento pueden provocar una reducción en costos por alimentación y la reducción en la etapa de engorda (Rubio, 2002).

Algunos de los promotores del crecimiento están íntimamente relacionados con el Nitrógeno, ya que es uno de los principales elementos que conforma las estructuras del cuerpo, es esencial en las etapas de crecimiento y parte inicial de la pubertad; cuando se llega a la etapa de madurez dicho elemento deja de ser primordial, lo que permite que el Nitrógeno que se ingiere sea liberado en la misma cantidad. La retención del Nitrógeno se debe a que participa en la formación de tejidos, en especial al nivel de los músculos y huesos; esto puede ser generado de manera artificial por el uso de algunos

promotores de crecimiento. De la misma manera, se menciona también que los promotores del crecimiento estimulan el efecto anabólico, inhiben el efecto catabólico y promueven mayor acumulación de tejido muscular (ILADIBA, 2002).

Sánchez (1998), menciona que la acción de los agentes anabólicos se puede dar a partir de uno o más de los siguientes efectos:

Por incremento en la producción de ACTH causando un incremento en la producción de andrógenos por las adrenales.

Por incremento de la hormona del crecimiento.

Por incremento en la hormona Tiroxina.

Se incrementa la utilización de Nitrógeno no proteico.

Se incrementa la utilización de Insulina, estimulándose la incorporación de aminoácidos para la síntesis de proteína.

Vanderwal *et al.* (1975), categorizaron algunas sustancias con efectos anabólicos (Cuadro 2.3).

Cuadro 2.3. Categorías y sustancias químicas de agentes anabólicos (Vanderwal *et al.*, 1975).

Categorías	Sustancias químicas
Estríbenos	Dietilelbestrol, Hexestrol, Dienestrol
Compuestos naturales	17 β Estradiol, Testosterona, Progesterona
Xenobioticos no estilbenos	Acetato de Melengestrol, Zeranól, Acetato de Trembolona
Hormona del crecimiento y compuestos afines	Hormona del crecimiento, descargadores de hormonas del crecimiento, Somatomedina, Somatostatina
Otros	Ractopamina, Clenbuterol, Cimaterol, L644

Químicamente se pueden clasificar en dos grupos:

Aquellos que carecen del grupo metilo en el Carbono 17 y

Los que poseen el grupo metilo y que están mas relacionados con la hormona Testosterona, teniendo modificaciones en el anillo A, de la molécula esteroide.

2.4 Receptores de los Implantes Anabólicos.

Valencia (1985), menciona que como limitante del efecto hormonal, la célula del organismo blanco requiere un reconocimiento entre las células y la hormona. El reconocimiento es logrado mediante la presencia de receptores en la membrana, o dentro de la célula, los cuales reaccionan específicamente con la propia hormona, así como una llave a un candado; si una célula no posee receptores para una hormona no responderá a dicho mensaje; el número de receptores por célula es sensible a cambios metabólicos y medio ambientales; en algunas situaciones la concentración de una hormona puede modificar el número y actividad de sus propios receptores como también los receptores de otras hormonas. Cuando una hormona ocupa otros receptores distintos a los suyos la respuesta del órgano o tejido es generalmente incompleto, parcial o nulo.

Existen a escala celular dos tipos de receptores: los primeros son receptores localizados en la membrana celular; estos receptores reaccionan con hormonas peptídicas y proteicas las cuales no pueden difundirse, o lo hacen hacia el interior de la célula. El segundo tipo de receptores es un receptor intracelular, el cual reacciona con hormonas estructuralmente más pequeñas, como esteroides y Tiroxina, las cuales pueden difundirse hacia el interior de la célula; el primer tipo de hormonas peptídicas y proteicas, son hidrosolubles, las del tipo esteroide son liposolubles. Aunado a esto, los receptores cumplen dos funciones principales; primero el receptor debe reconocer la hormona, que es la sustancia biológicamente activa, por medio de un acople o ligadura de esta y en segundo lugar esta combinación receptor-hormona inicia los eventos químicos que dan lugar a la acción biológica del sistema hormonal específico; no todas las especies o sexo, reaccionan de la misma manera a tratamientos con agentes anabólicos exógenos. La respuesta a la estimulación anabólica es dependiente del agente específico utilizado y del nivel de las hormonas endógenas en un animal dado; el ritmo de crecimiento y la composición del organismo del animal esta determinada parcialmente por factores genéticos (Guerrero, 1985).

El sexo del animal es un factor determinante de la velocidad de crecimiento, de la eficiencia de conversión alimenticia y de la composición de la canal, debido a la secreción de hormonas esteroides sexuales por parte de las gónadas, los machos enteros crecen más rápido, requieren menor cantidad

de alimentos por unidad de ganancia y tienen un porcentaje más alto de cortes comestibles, con menor cantidad de grasa en la canal que los animales castrados.

2.5 Efecto de Implantes Sobre el Animal.

Existen en el organismo animal dos procesos antagónicos, el primero es el efecto anabólico, el cual se puede explicar como la acción encargada de construir tejidos, es el caso de la cicatrización y la regeneración de diferentes estructuras; el otro efecto es el catabólico; es decir, el efecto contrario que se encarga de la destrucción de diferentes tejidos y la degradación de algunas estructuras. El organismo por ser una estructura dinámica, está sometido en forma constante a los dos procesos, los cuales pueden ser estimulados en forma independiente por medicamentos o algunas sustancias como los esteroides, que además de estimular el efecto anabólico, inhibe el efecto catabólico lo que genera acumulación de tejido en primera instancia a nivel muscular. Además, los anabólicos son compuestos que favorecen la eritropoyesis (formación de glóbulos rojos), la retención de Calcio y Fósforo, factores que contribuyen a un aumento de peso (Cardona, 1986).

Cáceres (1997), menciona que la acción de las hormonas resulta particularmente compleja; tal como sucede con el factor de crecimiento, que por un lado hace proliferar el cartílago epifisario de los huesos por cuya razón crecen y por otro, actúa reteniendo Nitrógeno mediante síntesis proteica en todo el organismo. La primera reacción se parece al efecto general de crecimiento que ejercen así todas las hormonas; sin embargo, la segunda acción, sobre la síntesis proteica no es tan directa.

Como se mencionó anteriormente, algunas sustancias muestran una influencia sobre el sistema esquelético de los animales. Field *et al.* (1990), estudiaron el efecto que el Estradiol provocó en la osificación de los huesos de corderos tratados. El Estradiol empeoró la clasificación en madurez de la canal ovina, a través de una disminución en la anchura de la placa epifisaria de crecimiento. Las placas de crecimiento metacarpiano estaban completamente osificadas a los 12 meses en animales implantados, cuando en los animales testigos la placa de crecimiento mantenía su anchura. En los corderos implantados, la osificación de la placa de crecimiento no estuvo completa hasta los 570 días de edad, incluso cuando los huesos habían

dejado de crecer a los 408 días. Por lo tanto, aún cuando el Estradiol aumente la velocidad de osificación de la placa de crecimiento metacarpiana, el crecimiento del hueso no es limitado.

Diversas investigaciones en ganado bovino han constatado que los implantes inducen una maduración precoz, particularmente observada en el esqueleto; sin embargo, ésta no ha sido asociada a una disminución en la terneza o la palatabilidad en la carne (Belk, 1991).

Por su parte Elsasser *et al.* (1998), encontraron en novillos productores de carne implantados con Progesterona mas Benzoato de Estradiol y Somatotropina Bovina Recombinante, un mayor peso del músculo *rectus femoris*, *triceps brachii*, *supraspinatus*, *psoas major* y *semitendinosus*, por efecto de implante contra animales no implantados ($P \leq 0.03$), además de encontrar mayores concentraciones de proteína por el mismo efecto ($P \leq 0.01$).

En general, los esteroides actúan en los principales sistemas del cuerpo del animal, generando cambios en su comportamiento, como agresividad y menor sensación de fatiga. Los sistemas más afectados son: el sistema reproductor y endocrinológico en donde se tiene acción sobre diferentes hormonas importantes en la función reproductora de la hembra, en los machos su comportamiento influye en los testículos, disminuyendo el tamaño (atrofia) y actividad, lo que da como resultado una alteración en la forma y número de espermatozoides, como también en la producción natural de Testosterona.

En los ovinos, la acción de los anabólicos sobre algunas glándulas del sistema endocrino y estructuras del sistema reproductivo pueden ser, independientemente del agente anabólico las siguientes: las glándulas pituitaria, tiroides y adrenales incrementan su peso por efecto del implante; el incremento de peso de la pituitaria puede evidenciar un aumento en la actividad glandular, que se refleja en un aumento en la producción de la hormona del crecimiento, el aumento de peso de las glándulas adrenales parece estar dado por un aumento en la producción de hormonas sexuales suprarrenales y glucocorticoides, mientras que el incremento de la glándula tiroides puede ser debido a un incremento en la liberación de la hormona tiroidea relacionada a mayor acumulación de coloides y deposición de grasa en la glándula tiroides (Sánchez, 1998).

Hufstedler *et al.* (1996), reportaron en ovinos un incremento de 166% de peso de la glándula pituitaria, la glucosa en plasma un 13%, hormona del crecimiento en suero un 52%, IGF1 (factor de crecimiento) un 53% por efecto del implante Zeranol, con respecto al grupo no implantado.

Los principales efectos de los anabólicos en el animal son referidos a la hormona del crecimiento, cuya acción principal es estimular la división celular y por lo tanto el crecimiento de tejidos, además de incrementar la síntesis de proteína, favorecer la captación de aminoácidos, incrementar la lipólisis y esta relacionada con la secreción de Glucagon e Insulina. Esta última se incrementa, lo cual puede sugerir un incremento en la captación de aminoácidos y por tanto en la síntesis de proteína (Bines, 1984).

Según Wiggins *et al.* (1979), los niveles de Nitrógeno uréico en sangre por efecto del implante disminuyen, lo cual puede estar relacionado con el uso mas eficiente de Nitrógeno y puede ser indicativo del incremento en el desarrollo del músculo. Por otra parte, el nivel de Glucosa se incrementa, lo cual puede estar relacionado con mayor actividad en las enzimas gluconeógenicas, las cuales son estimuladas por el Cortisol.

Johnson *et al.* (1998), encontraron altas concentraciones de IGF en ovinos implantados con Acetato de Trembolona ($P \leq 0.001$), comparado con animales no implantados durante los primeros 24 días de implantación; por otro lado el ARNm se incremento en un 150% en el hígado de animales implantados contra animales no implantados ($P \leq 0.05$); el mismo autor pero en 1996, trabajando con novillos implantados durante los primeros 40 días de prueba, encontró que en el músculo del ojo de la costilla las IGF y el ARNm se habían incrementado un 68% mas que en animales no implantados; estos resultados demuestran que las concentraciones de Insulina y de ARNm son elevadas durante los primeros días, esto puede ayudar explicar el porque el animal desarrolla un comportamiento mejor (GDP) al inicio, con respecto al periodo medio y final de la engorda y nos da una idea de cómo el músculo del animal crece durante los primeros días de implantación.

El efecto que tienen la Testosterona, la Dihidrotestosterona y el Estradiol-17 β sobre el colágeno del ganado ovino fueron estudiados por Utley *et al.* (1974); la administración de altos niveles de Testosterona y Estradiol-17 β a carneros aumentó la cantidad total de colágeno insoluble intramuscular; sin embargo, la Dihidrotestosterona no tuvo efecto en dicha variable.

Cranwell *et al.* (1996b), observaron en vacas de razas productoras de carne, que por efecto del implante, estas tenían mayores porcentajes de colágeno soluble y esto estaba relacionado con mayores cantidades de tejido conectivo en las miofibrillas ($P \leq 0.05$) con respecto a los animales no implantados.

Hutcheson *et al.* (1997), encontraron resultados importantes acerca del tamaño de las vísceras por efecto de los implantes, reportando una reducción del tracto gastrointestinal de cerca del 9% ($P \leq 0.10$) por acción de los implantes estrogenicos y androgenicos; la masa del hígado se incrementó en un 6 a 14% por efecto del implante ($P \leq 0.10$); las canales tuvieron mayor cantidad de proteína acumulada por efecto de implantes combinados de estrógenos y andrógenos que con respecto a únicamente implante estrogenico o androgenico además de los testigos; esto demostró un efecto aditivo de los implantes combinados en la deposición de proteína en el músculo; por otro lado, el autor menciona que los requerimientos de energía neta de ganancia fueron estimados y se calculo una reducción del 19% por efecto de los implantes combinados o estrogenicos.

Entre otros efectos se puede generar una hipertrofia prostática, priapismo (erección del pene con dolor), que en muchos casos requieren cirugía y en otros puede generar problemas de desvenaje y sus posteriores resultados en los parámetros reproductivos. Años de investigación y experiencia en la industria pecuaria, han demostrado que ningún tipo de manejo del ganado proporciona más beneficios como el uso de sustancias hormonales.

2.6 Zeranol en la Engorda de Ovinos.

La Lactosa del Ácido Resorcilico posee una sustancia activa llamada Zeranol, la cual fue derivada de un metabolito natural del hongo *Gibberella zeae*, originalmente encontrado en el maíz. La dirección de drogas y alimentos (FDA) de los Estados Unidos autorizó en 1969 el uso de Zeranol como promotor del crecimiento; en el mercado del país se comercializa con el nombre Ralgro[®] en implante de 36 mg de Zeranol para bovinos (3 comprimidos) y 12 mg para ovinos (1 comprimido); actualmente el Zeranol es uno de los implantes que mas se utilizan en el mundo.

El margen de seguridad para su empleo fue ampliamente estudiado por Van *et al.* (1983), quienes determinaron que en ovinos el compuesto se elimina en un 10% vía orina, 45% en heces, 10% queda como residuo en el lugar del implante y el 35% restante se aprovecha a nivel celular. Estos mismos autores mencionaron que la mayor tasa de eliminación se da de los 10 a 12 días después de la aplicación del implante. A partir de estos días la curva de eliminación decrece hasta el día 25 cuando ya no es detectable. Los mismos investigadores observaron en bovinos, que después de 125 días de la aplicación del implante, el 40% de la dosis de administración se eliminó por orina, 55% vía heces y el 1% quedó como residuo en el lugar del implante.

La actividad del Zeranól para la ganancia de peso y la conversión alimenticia se ha demostrado en gran cantidad de estudios realizados con bovinos y ovinos. En corrales de engorda Sánchez *et al.* (1995), encontraron que animales implantados con Zeranól tenían una ganancia diaria de peso de 1.340 kg contra 1.266 kg para animales que fueron implantados con Benzoato de Estradiol, los cuales fueron significativamente mayores que las obtenidas en animales no implantados (1.141 kg).

Como se mencionó anteriormente, para los ovinos únicamente ha sido aprobada para el tratamiento de los animales el Zeranól a una concentración de 12 mg por cabeza; ninguna sustancia hormonal está permitida en el tratamiento del ganado caprino. El Zeranól incrementa la ganancia diaria de peso de los corderos en un 16% y disminuye la conversión alimenticia, además de no afectar negativamente las características de la canal tales como, conformación corporal, grasa de cobertura, rendimiento, peso y conformación de la pierna. Sin embargo, el grado de calidad de la canal sí es afectada, pues la canal aparenta ser más madura, debido a que el Zeranól provoca una aceleración de la osificación de las articulaciones; además de tener efecto por 70 a 80 días después de la implantación (Hufstedler *et al.*, 1990).

(Scott *et al.*, 1995) realizaron un estudio en la Universidad de Minnesota, se demostró que después de 40 días del tiempo en que el Zeranól había terminado su función, este ocasionó un aumento de 18.4 g d⁻¹ de peso comparado contra los animales no implantados.

Oliva *et al.* (2001), evaluaron el efecto del implante Zeranól sobre la eficiencia de crecimiento de borregos Pelibuey, utilizando 14 borregos machos enteros con un peso promedio de 22.4 kg y con 159 días de edad en

promedio; el periodo de prueba fue de 112 días; los borregos se apacentaban en praderas de zacate estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) y recibieron en forma individual y controlada un concentrado que contenía 3.0 Mcal EM Kg.⁻¹ y 14.5% de PC, el cual se ofreció en función del peso vivo de los animales, de tal modo que éste aportara el 60% de los requerimientos energéticos estimados para que éstos logaran una ganancia de 200 g d⁻¹; ninguna de las variables analizadas fue afectada por el implante Zeranol (P>0.01), la ganancia diaria de peso fue de 145 g y 141 g para el grupo implantado y el testigo, el consumo de suplemento fue de 763 g d⁻¹ y el peso final fue de 37.8 Kg.; el implante Zeranol no tuvo efecto positivo sobre la eficiencia de crecimiento en ovinos de pelo, alimentados en la etapa de finalización. Mientras que en otro trabajo realizado en similares condiciones se registró una ganancia de peso de 109 g d⁻¹ en animales implantados con respecto a los 145 g d⁻¹ en el grupo control, aunque en este último trabajo se utilizaron animales con un peso de 32.2 kg y por consiguiente con una edad mas avanzada, únicamente se observan diferencias numéricas.

Resultados similares reportan Liceaga *et al.* (1986), mencionando que el uso de Zeranol en ovinos de pelo ha sido poco estudiado y en los trabajos efectuados no se ha encontrado una respuesta positiva en la ganancia de peso cuando los ovinos son alimentados con dietas integrales. Por su parte, Celorio (1982) coincide con los anteriores mencionando que en sistemas de pastoreo con o sin suplementación energética tampoco han encontrado efectos positivos sobre el comportamiento productivo de los ovinos.

Según Cruz (1991), la falta de respuesta al Zeranol puede deberse a que se han empleado animales adultos, con un peso promedio de 30 kg o mas, el cual está cercano al peso finalizado de la curva de crecimiento para este tipo de borregos, o que el suministro de dietas con baja densidad energética, limita la cantidad diaria de energía que los borregos pueden consumir, ya que en este tipo de borregos se puede obtener una ganancia de peso superior a los 200 g d⁻¹ cuando se les ofrece un concentrado energético y proteico con base al 4.9% de su peso vivo.

Por otra parte, Castellanos (1989), menciona que el nivel de energía es uno de los factores mayormente usados en la formulación de raciones de finalización de los corderos de pelo; y señala que los borregos de este tipo necesitan un mayor aporte de energía que el señalado por el NRC de 1985 (Nutrient Requirement Council) que para los borregos de lana en climas

templados, por lo que relaciona estrechamente el bajo comportamiento productivo de los ovinos al nivel de energía de la alimentación.

Sin embargo Sánchez (1990), afirma que el uso del Zeranol en los ovinos de razas con lana en proceso de engorda, permite incrementar la ganancia diaria de peso en un 15.4%, siguiendo los niveles de energía recomendada para este tipo de ovinos. Por su parte, Celorio (1982); menciona que, en general el consumo de alimento ofrecido a libre acceso o controlado a ovinos implantados es muy similar a ovinos no implantados; en un trabajo realizado por este autor reporta 645 g d^{-1} vs. 650 g d^{-1} respectivamente, no encontrando diferencia significativa.

Independientemente del consumo, el principal efecto que se espera obtener por el uso del Zeranol es disminuir la conversión alimenticia y aumentar la ganancia diaria de peso pero no incrementar el consumo de alimento.

Según Wiggins *et al.* (1979), el uso de Zeranol permite incrementar la ganancia diaria de peso hasta en un 14.29% (320 vs. 280 g d^{-1}) cuando se aplica a ovinos con un peso inicial de 30.5 kg de razas de lana durante su fase de crecimiento.

Jones *et al.* (1997), evaluaron el efecto de Zeranol y levadura de *Saccharomyces cerevisiae* sobre el comportamiento productivo y características de la canal de corderos en engorda. La dieta era 85% de maíz alto en humedad y 15% de ensilado de maíz; los animales se implantaron y se ofreció 0.0, 0.5, 1.0 o $1.5 \text{ g d}^{-1} \text{ animal}^{-1}$ de levadura; la ganancia diaria de peso, la conversión alimenticia y el consumo de alimento no tuvo diferencia significativa entre tratamientos con la levadura ($P > 0.05$); pero los animales implantados tuvieron mejor conversión alimenticia y mejor ganancia diaria de peso ($P < 0.05$) que los animales no implantados. El peso de la canal caliente fue mayor y la grasa de cobertura fue menor en animales implantados ($P < 0.05$) que en animales no implantados; en general la levadura no tuvo efecto sobre la canal de los corderos ($P < 0.05$). Estos resultados indican que los corderos implantados con Zeranol crecieron más rápido, fueron más eficientes en la utilización del alimento y tuvieron canales más pesadas además de tener menor cantidad de grasa de cobertura.

Wagner *et al.* (1990), evaluaron el efecto del implante Zeranol en el comportamiento de corderos de 25.0 kg de peso vivo inicial por un periodo de 105 días. La ganancia diaria de peso, el consumo de alimento, la

conversión alimenticia y el rendimiento de la canal reportan diferencias numéricas; en los animales no implantados fueron de 210 g., 1.22 kg, 5.72 y 51.16% y en los animales implantados de 270 g., 1.37 kg, 5.03 y 50.37%, respectivamente.

Pérez *et al.* (1995), estudiaron la influencia de 12 mg de Zeranol en la engorda de ovinos machos enteros y hembras por un periodo de 56 días. La ganancia de peso y conversión alimenticia se mejoraron ($P < 0.05$) en 10.81% y 10.75% en machos y 35.03% y 33.91% en hembras respectivamente, por efecto del implante. En referencia al efecto del Zeranol sobre el consumo de alimento, este no presentó diferencia significativa.

Padilla *et al.* (comunicación personal)¹, estudiaron el efecto del implante y reimplante con Zeranol en machos enteros en engorda. La ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, fueron de 0.186, 1.15 y 6.18 en los animales testigo; de 0.206, 1.219 y 5.92 en los animales implantados y de 0.224, 1.119 y 4.99 en animales implantados y reimplantados a los 37 días respectivamente.

Sánchez (1990) reporta que el implante Zeranol no tiene efecto sobre el rendimiento de peso vivo a peso en canal; encontrando de la revisión de siete trabajos realizados con ovinos, un 47.03% en los animales no implantados y en los implantados un 47.16%, prácticamente sin diferencia.

El mismo autor pero en 1998, por análisis de regresión obtuvo la siguiente ecuación para predecir la respuesta en ganancia de peso en ovinos por efecto del implante a base de Zeranol:

$$Y = 44.24 - 0.32 X + 1.00 Z$$

$$N = 24 \quad R^2 = 0.96$$

Donde:

Y = Ganancia diaria de peso de los animales implantados.

X = Duración del experimento.

Z = Ganancia diaria de peso de los animales testigos.

Sustituyendo los valores en la anterior ecuación se puede estimar que la respuesta al Zeranol disminuye con el tiempo, además en esta ecuación, el

¹ Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Zootecnia.

sexo o peso de los animales no influye en la respuesta al implante. Dicha respuesta en ganancia de peso en gramos es independiente del ritmo de crecimiento del animal, lo que permite suponer en términos relativos que funcionan igual bajo cualquier tipo de situación.

La acción del implante Zeranol es efectiva por un periodo de 40 días, según recomendaciones del fabricante, sin embargo la duración de los experimentos donde se ha evaluado este implante son muy variables pero normalmente mayores de 40 días.

Existe cierta controversia con relación a utilizar el Zeranol en ovinos, ya que se menciona acerca de prolapsos en corderos; sin embargo, no existen evidencias técnicas fundamentadas acerca de esta hipótesis.

2.7 Implantes Combinados en la Engorda de Ovinos.

Actualmente existen en el mercado implantes con sustancias combinadas, que dan mejores resultados de crecimiento en los animales, por mencionar agentes anabólicos con características estrogénicas y andrógenicas, dando la combinación, resultados en un ritmo de crecimiento máximo. El Estradiol y la Progesterona son muy efectivos; en novillonas y vacas de desecho los mejores resultados se han obtenido mediante el suministro de Andrógenos solos o combinados con Estrógenos (Cardona, 1986).

Hernández (1989), demostró que la combinación de dos agentes anabólicos de Acetato de Trembolona y Zeranol, produjeron mayor ganancia de peso que la utilización de un solo agente (Zeranol).

Foutz *et al.* (1997), trabajando con implantes combinados en novillos, encontró que el crecimiento y la conversión alimenticia se habían mejorado significativamente ($P \leq 0.05$), comparados con los animales testigos y los animales implantados con Progesterona y Benzoato de Estradiol y que a su vez, era mejor que la utilización Acetato de Trembolona únicamente.

Auvert *et al.* (1984), hicieron experimentos con Progesterona más Benzoato de Estradiol, implantando en época de crecimiento rápido de forrajes y en época de crecimiento lento en novillos criollos de 1 a 2 años de edad aproximadamente. La ganancia total fue de 14% en el período de abundancia y de 34% en la época de crecimiento lento; los autores no

recomiendan el uso de agentes anabólicos bajo condiciones de pastoreo cuando estas no permitan aumentos de pesos mayores de 300 g d^{-1} .

En otro estudio, utilizando novillos cruzados (Criollo x Brahmán), se evaluó el efecto de diferentes niveles proteicos y energéticos durante la época de sequía y sus efectos en los animales implantados en la época de lluvias posterior, para medir la respuesta del crecimiento compensatorio.

El ensayo durante la época seca se hizo en corral y tuvo una duración de 90 días; los resultados de este trabajo indican que la adición proteica en las raciones en la época seca es ventajosa, el efecto de agregar energía en la época seca se reduce durante la engorda subsiguiente en la época lluviosa debido al crecimiento compensatorio. Los animales reimplantados durante la engorda presentaron una menor conversión alimenticia que los animales no implantados y el efecto fue mas notable en los novillos que recibieron el mayor nivel de proteína durante la época seca; no se encontró efecto significativo en la implantación hormonal durante la sequía. Otros trabajos realizados en igualdad de condiciones sobre los efectos de implantar novillos en condiciones de pastoreo en el trópico revelan que los beneficios del implante fluctúan entre el 8 al 36%; esta variabilidad posiblemente refleje los diferentes sistemas de manejo y las diferencias en calidad nutritiva de pastos y forrajes (Rubio, 2002).

Febres *et al.* (1991), utilizaron 240 novillos cruzados de Cebú con un peso inicial promedio de 298 kg, para evaluar el efecto de varios agentes anabólicos sobre la ganancia de peso total en pastoreo durante un período de 180 días, siendo los tratamientos los siguientes: T1 Zeranol, dos implantes los días 0 y 90 del ensayo; T2 Estradiol mas Acetato de Trembolona, dos implantes los días 0 y 90 del ensayo; T3 Estradiol mas Acetato de Trembolona sólo implante el día 90 del ensayo; T4 Estradiol mas Acetato de Trembolona, un solo implante el día del ensayo; T5 Estradiol mas Progesterona dos implantes los días 0 y 90 del ensayo y T6 testigo, no implantados. Los animales fueron alimentados en pastoreo (12-13% PC) y suplemento alimenticio (13.87% PC) a razón de $2 \text{ kg animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$. Se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) y altamente significativas ($P < 0.01$) entre los animales implantados y el testigo respectivamente, las ganancias totales fueron: 97, 95, 94, 99, 86, 73 kg para los tratamientos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 respectivamente.

Cuando se hizo la comparación entre implantes, se obtuvo una diferencia entre los tratamientos 1 y 4 vs. 5 no se encontraron diferencias entre los tratamientos 1, 2, 3 y 4; el uso de cualquier tipo de implante resultó en una práctica positiva desde el punto de vista económico. La ganancia promedio total de los tratamientos 4 y 1 superaron significativamente ($P < 0.01$) a los tratamientos 5 y 6 (testigo) en un 11.4% y 34.2% respectivamente; mientras que la diferencia entre estos últimos fue de 20.5% ($P < 0.01$). Al comparar el Zeranol con el Estradiol más Progesterona, se observaron diferencias significativas del primero sobre el segundo; cuando se comparó el Estradiol más Trembolona con el Estradiol más Progesterona, se obtuvieron diferencias ($P < 0.05$) del primero sobre el segundo, cuando se comparó el Zeranol con Estradiol más Trembolona, no se observaron diferencias significativas.

La combinación de Progesterona y Estrógenos (Synovex[®]) utilizada en los ovinos, con un peso vivo promedio de 33.0 kg y un periodo de engorda de 67 días; reportan una mejoría de 39.63%, 6.66% y 26.37% para ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia respectivamente; el rendimiento de la canal se redujo en 2.28%. Así mismo, se reportan para machos enteros y hembras, una mejoría del 34.52% y 23.30% para ganancia de peso y conversión alimenticia; mientras que en machos castrados y hembras estas mismas variables se mejoraron en 58.10% y 21.81%, respectivamente (Sánchez, 1998).

Croix (1978), evaluó el implante Synovex[®] en ovinos machos castrados de 24.7 kg de peso vivo inicial durante un periodo de engorda de 87 días. Por efecto del implante la ganancia diaria de peso se incremento en 17.55% (131 vs. 154 g) y la conversión alimenticia se redujo en 13.20% (6.8 vs. 5.9), el consumo de alimento no mostró diferencias.

Heitzman (1981), evaluó el efecto de un implante con 200 mg de Progesterona y 20 mg de Benzoato de Estradiol en la engorda de ovinos con diferentes estrategias de alimentación. Por efecto del implante la ganancia de peso se incrementó en 17% (0.080 vs. 0.094 kg) y la conversión alimenticia se redujo en un 15% (18.30 vs. 15.63).

Hernández *et al.* (1986), estudiaron el efecto de los implantes de 12 mg de Zeranol y 7.5 mg de Benzoato de Estradiol + 75 mg de Progesterona en ovinos machos castrados, alimentados con dietas a partir de gallinaza o pasta de cártamo como fuente de proteína. El implante no afectó ($P > 0.05$)

las variables estudiadas; sin embargo, reportaron mejoras del 12.2% en ganancia de peso y de 9.4% en conversión alimenticia por efecto del implante Zeranol. Mientras que con el otro tratamiento la ganancia de peso y la conversión alimenticia se mejoraron en 13.3% y 3.5%, respectivamente.

Cano (1987), encontró en un estudio realizado con novillos criollos en pastoreo durante la fase crecimiento y la de finalización que la mejor dosis bajo estas condiciones para novillos, fue de 24 mg de 17 β Estradiol y para la de finalización fue de 36 mg de Zeranol.

Henricks *et al.* (1997), evaluaron el efecto de 17 β en ovinos machos castrados y hembras. Reportando diferencias numéricas, para ganancias diarias de peso, consumo de alimento y conversiones alimenticias de 0.259 kg, 1.17 kg y 5.9 kg en animales testigo y de 0.336 kg, 1.6 kg y 4.7 kg en animales implantados respectivamente.

2.8 Acetato de Trembolona en la Engorda de Ovinos.

Según Estrada (1997), el Acetato de Trembolona tiene propiedades andrógenicas y anabólicas, como en todos los compuestos, disociadas; presenta una actividad anabólica de 8 a 10 veces superior a la de la Testosterona y de 3 a 5 veces mayor que la de cualquier otro compuesto de este género; tiene una actividad casi nula por la vía oral y es rápidamente metabolizable; el modo de acción del Acetato de Trembolona esta relacionado con el músculo esquelético que esta constituido por fibras individuales que contienen proteínas contráctiles, integrantes de las miofibrillas, organizadas en filamentos gruesos formados por Miosina y en filamentos delgados formados por Actina. Dichos filamentos forman en el músculo estriado el Zarcómero; la síntesis orgánica responsable de la integración de los tejidos se encuentra subordinada a una interacción sumamente compleja y en la cual participan diversas hormonas. La hormona circulante se liga a una proteína específica llamada proteína plasmática receptora de hormonas sexuales, la cual facilita la entrada de la hormona al núcleo de la célula muscular; una vez dentro, la hormona forma un complejo con el receptor, el cual reconoce el mensaje específico de dicha hormona, transfiriéndolo a la estructura biológica efectora. La célula muscular, altamente sensible a la acción de los esteroides andrógenicos, reacciona incrementando la síntesis proteica, con el consiguiente aumento

de la masa muscular. El complejo esteroide-receptor se une a un sitio aceptor que contiene los genes ADN de la célula; en el sitio aceptor el complejo esteroide-receptor provoca la síntesis del ARNm, el cual migra al retículo endoplásmico para proceder a la síntesis de nueva proteína.

Numerosos estudios han comprobado la eficacia de los promotores del crecimiento sobre todo en la ganancia diaria de peso y conversión alimenticia. Velasco *et al.* (1994) evaluaron el Acetato de Trembolona y 17 β Estradiol en novillos F1 (Suizo x Cebú), en praderas de pasto estrella var. Santo Domingo en el trópico húmedo; los resultados indicaron que las ganancias de peso eran de 947 g d⁻¹ en animales implantados y de 686 g d⁻¹ en animales no implantados.

Kercher *et al.* (1990), evaluaron el efecto de 0, 20, 40 y 60 mg de Acetato de Trembolona vía implante en el crecimiento y composición de la canal de borregas durante 60 días, alimentadas con una dieta que contenía 2.5 Mcal de EM y 12.0% de PC. La ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia fueron 30.8%, 7.6% y 19.8% mejores en los animales implantados con 40 mg de Acetato de Trembolona en comparación a los testigos; el comportamiento de los animales implantados con 20 y 60 mg de Acetato de Trembolona fue prácticamente el mismo que los testigos.

En ovinos machos castrados implantados con 40 y 60 mg de Acetato de Trembolona se reporta un aumento en la ganancia diaria de peso de 15% a 18%; para las hembras implantadas con las mismas dosis se observaron aumentos de 6.2% y 17.3% respectivamente (Ávila *et al.*, 1990).

Jonhson *et al.* (1996), encontraron una mejoría del 25% para ganancia diaria de peso ($P \leq 0.05$) y del 23% para la conversión alimenticia ($P \leq 0.05$), encontrando diferencias significativas, en corderos implantados con 40 mg de Acetato de Trembolona y 8 mg de Estradiol evaluados por 24 días.

Como punto importante, se debe hacer referencia que los resultados obtenidos por diversos autores, han sido bajo condiciones de manejo y ambientes muy variados, además de diferentes dosis, tipo de implantes y épocas de implantación, lo cual influye en los resultados finales. Quizás la mayor variante de los trabajos sea la diversidad de formas de alimentación de los animales, así como la calidad de las dietas, entre otras cosas.

2.9 Otros Promotores del Crecimiento.

Según Mersmann (1998), los receptores de los β -adrenergicos (β -AA) están presentes en la superficie de casi todos los tipos de célula de los mamíferos. Estos receptores son estimulados fisiológicamente por los neurotransmisores, la Norepinefrina y la hormona medular suprarrenal (Epinefrina). Existen tres subtipos de β -AA, a saber, β_1 -AA, β_2 -AA, y β_3 -AA; las respuestas farmacológicas y fisiológicas de una célula individual son el resultado de la mezcla particular de los tres subtipos de β -AA que se presentan en esa célula.

La estructura especie-específica (sucesión del aminoácido) también es modificada por la función de un subtipo de β -AA; el conocer el funcionamiento de acople con su receptor (sucesión) de los diferentes subtipos de β -AA que se presentan en las células; permite un mayor entendimiento de la función fisiológica regulada por los β -AA. La administración oral de algunos β -AA, aumenta las dimensiones del músculo y disminuye la acumulación de grasa en los bovinos, cerdos, pollos y ovinos. Las funciones realizadas por los β -AA, sugieren que los cambios observados en la composición de las canales son sumamente complejos; los efectos directos son sobre el músculo del esqueleto y los adipositos β -AA. Sin embargo, muchos otros mecanismos, como la modificación del flujo sanguíneo, la descarga de hormonas o el control del sistema nervioso central sobre el consumo de alimento pueden contribuir a los efectos globales observados con un β -AA dado, en una especie dada. Además, las propiedades de la farmacodinámica de un β -agonista en particular es compleja y puede variar entre las especies y edades, o cuando se ofrecen diferentes tipos de dietas.

Un efecto del β -AA ampliamente aceptado por parte de los investigadores es sobre las características de la canal (Cuadro 2.4), reflejándose este en el endurecimiento, que posiblemente se debe a la disminución de la proteólisis *postmortem* del músculo. En los ovinos, la administración de L644,969 (β -AA cuya composición es: 6-amino-alfa-9[1-metil-3-fenilpropil-amino] metil-3-piridina metanol dicloruro), disminuye la grasa de cobertura y aumenta la masa muscular a través de la hipertrofia de las fibras musculares y la acumulación de proteínas; esta acumulación es debida a la reducción de la degradación proteica y a un posible incremento de la síntesis de proteínas (Koochmaraie, 1991).

Cuadro 2.4. Administración de β -AA en ovinos y su efecto sobre las canales (Koochmaraie, 1991).

Característica	Control	L 644,969
^a <i>Bíceps femoris</i>	1.22	1.36
Grasa de cobertura, mm	5.7	4.1
Puntuación de la pierna	10.0	11.8
^b Rendimiento	3.8	3.2
Área del ojo de la costilla (cm ²)	12.0	14.6

^a*Bíceps femoris*: Porcentaje del peso de la canal caliente; ^bRendimiento: 1=52.3% o más, 2=52.3-50%, 3=50.0-47.7%, 4=47.7-45.4%, 5=45.4% o menos.

En el Cuadro 2.4 se puede observar que el valor de la proteólisis *postmortem*, aumentó en un 42.3% en los controles y sólo un 3.3% en los animales tratados con L644,969; además, se purificaron las miofibrillas y se analizaron por cromatografía en gel (SDS-PAGE), los resultados observados fueron la desaparición de un polipéptido de alto peso molecular que se relaciona con una sustancia llamada Titina, la desaparición de un polipéptido de 55-kDa probablemente Desmina, la desaparición de Troponina-T y aparición de un grupo de polipéptidos con pesos moleculares de 28 y 32 kDa. Estos resultados son similares a los que encontraron otros autores (Goll *et al.*, 1983; Koochmaraie, 1988, 1991). Es importante señalar que todos estos cambios fueron observados sólo hasta el séptimo día, pero no después.

Koochmaraie *et al.* (1988), analizaron los componentes del sistema proteolítico y encontraron que había un fuerte aumento de los inhibidores de las Calpeínas. Estos resultados indican que la habilidad del músculo para sobrellevar la proteólisis *postmortem* es reducida con la administración de los β -adrenérgicos; se cree que los sistemas de proteólisis en la degradación de proteínas miofibrilares *antemorten* y *postmortem* son similares; por lo tanto, la acumulación de proteína en el músculo mediada por los β -AA parece que probablemente es debida a una reducción en la degradación de proteínas.

Otro posible efecto de los β -AA en la calidad de la canal viene dado en la influencia sobre la textura; se ha demostrado que la carne de bovinos tratados con estas sustancias es mas áspera y mas firme, lo que podría ser

provocado por un incremento en el diámetro de las miofibrillas (Kim *et al.*, 1987; Crouse *et al.*, 1991).

Coleman *et al.* (1988) estudiaron el efecto del Clembuterol en el tejido adiposo subcutáneo de ovinos. Este estudio demostró que los animales tratados con Clembuterol tienen una disminución en la deposición de grasa, pero esto no fue acompañado por la esperada disminución de la lipogénesis que fue medida *In Vitro*; los resultados indicaron que los adipositos de los ovinos tratados, eran de igual diámetro y volumen que los de los controles; además, la actividad enzimática en los ovinos tratados no se diferenció de la de los controles. Sin embargo, el número de adipositos fue menor en los animales tratados; por lo tanto, los autores concluyeron que la disminución en la acumulación de grasa en animales tratados tiene que ser por otra vía y no por la regulación de la actividad enzimática a través del mecanismo de fosforilación, catalizado por las proteínas quinazas CAMP dependientes.

La utilización de este tipo de promotores del crecimiento, debe ser reconsiderada por parte de los investigadores y productores; ya que los efectos sobre la salud de los humanos pueden ser graves, por lo que en la engorda de ovinos de nuestro país, se debería de regular el uso de estos productos.

2.10 Promotores del Crecimiento y la Salud Humana.

La preocupación en el continente europeo con respecto a las hormonas, se remonta a un incidente ocurrido en Italia en el que un compuesto denominado Dietilestilbestrol (DES) fue ilegalmente inyectado en el músculo de un bovino, dos años después fue prohibido en Estados Unidos de América y en el resto del mundo; DES fue la droga utilizada durante la década de los 50, por mujeres embarazadas para prevenir las náuseas y que después originara, cáncer vaginal en la mayoría de las hijas. Cuando con la carne del ganado italiano se produjo comida para bebés, las madres denunciaron el crecimiento de los senos en niños pequeños de ambos sexos y las niñas presentaron ciclos menstruales prematuros.

La información nunca fue sustentada, pero la preocupación que generó contribuyó a la reciente prohibición en Europa de todo el consumo de carnes sometidas a tratamiento con hormonas; a pesar de que los criadores de bovinos estadounidenses reemplazaran hace algunos años el compuesto

DES por hormonas de seguridad comprobada por la Administración de Alimentos y Drogas.

La seguridad de las hormonas ha sido muy estudiada, dada la importancia que representa para la producción de carne y por las consecuencias que pueden desencadenar, aún más por la manera en que se administran; estas, son píldoras implantadas debajo de la piel y detrás de la oreja de los animales, esta parte del animal generalmente no es consumida por los humanos. Además, se liberan dentro del sistema circulatorio del animal de manera muy lenta y la mayoría de la dosis entra en el metabolismo y es excretada antes de que el animal sea llevado al sacrificio.

Según Isaza (1985), menciona que muchas hormonas en dosis altas aumentan el riesgo de cáncer en ciertas circunstancias, el Estradiol-17 β , Testosterona, Progesterona y Zeranól pueden ser cancerígenos. A pesar de esto, se acepta que las hormonas sexuales, naturales y sintéticas pueden elevar el riesgo de desarrollar ciertas formas de neoplasias cuando se ofrece a los animales en dosis que afectan su estado hormonal. Esto ha llevado a su clasificación como promotoras de tumores, lo cual no debe confundirse con iniciadores de tumores, de mutaciones genéticas o carcinógenos completos.

Según las investigaciones científicas, estas sustancias no son carcinógenos en sí, sino que actúan como promotores después de que otros agentes hayan iniciado el proceso carcinogénico. También se ha demostrado con pruebas de radioinmunoanálisis que el aumento de las concentraciones de hormonas endógenas en los tejidos comestibles de ganado que han recibido implante es insignificante comparado con las tasas de producción de esas hormonas en los seres humanos.

Cuando se utilizan apropiadamente los implantes, las concentraciones de Zeranól y Acetato de Trembolona en tejidos comestibles están por debajo de 1 parte por billón y en orina y heces fluctúan de 1 a 10 ng ml⁻¹. Obviamente, en el sitio de implantación los compuestos persisten a concentraciones mucho más altas; los estudios indican que el material remanente en el sitio de implantación debe ser considerado como una fuente de residuos hormonales y de continua descarga de compuestos activos al cuerpo, de tal manera que no se puede justificar un período de retiro para aquellos casos donde ocurre una implantación inapropiada e ilegal (Chaguendo *et al.*, 1989).

En el Cuadro 2.5 se pueden apreciar los anabólicos aprobados por la FDA (2002) en los Estados Unidos de América, cabe hacer la aclaración de que aquí en México, algunos productos ya no se comercializan por diversas razones.

Cuadro 2.5. Nombre comercial, componente químico y aprobación por la FDA (2002), de los estimulantes anabólicos en E.U.A. (B=becerros*; No=novillos**; Va=Vaquillas***).

Nombre	Componente	Aprobación FDA		
		B*	No**	Va***
Compudose	Estradiol 17 β (24 mg.)	Si	Si	Si
Finaplix-S	Acetato de Trembolona (140 mg.)	No	Si	No
Finaplix-H	Acetato de Trembolona (200 mg.)	No	No	Si
MGA	Acetato de Melengestrol (0.25–0.50 mg.)	No	No	Si
Ralgro	Zeranol (36 mg. en bovinos)	Si	Si	Si
Synovex-C	Estradiol-17 β (10 mg.) & Progesterona (100 mg.)	Si	No	No
Synovex-H	Testosterona (200 mg.) & Estradiol (20 mg.)	No	No	Si
Synovex-S	Progesterona (200 mg.) & Estradiol (20 mg.)	No	Si	No
Steer-oid	Idéntico a Synovex- S			
Heifer-oid	Idéntico a Synovex-H			

Al examinar la producción diaria de Estrógeno en humanos (Cuadro 2.6), se encuentra que en promedio una mujer no gestante produce en promedio 480,000 ng de Estrógenos d⁻¹, esto representa 252,631 veces la cantidad de Estrógeno si se comiera una porción de 111 g de carne de un bovino implantado; dependiendo de su estado o de su ciclo menstrual, esa cifra podría elevarse a 10.5 millones de veces.

Cuadro 2.6. Producción diaria de Estrógenos en humanos.

Clasificación	Cantidad ng d ⁻¹
---------------	-----------------------------

<i>Mujer no embarazada</i>	
<i>fase folicular temprana</i>	86,000 – 191,000
<i>fase folicular tardía</i>	730,000 – 1,606,000
<i>fase luteinita</i>	500,000 – 513,000
<i>Mujer embarazada</i>	65,000,000 – 120,000,000
<i>Hombre adulto</i>	100,000 – 136,000

La FDA de los Estados Unidos, requiere que la cantidad adicional de una hormona presente en el promedio diario de ingesta de carne, no exceda el 1% de la producción andrógena diaria de esa hormona, por una persona perteneciente al estrato mas sensitivo de la población.

Por lo tanto, una mujer no gestante podría consumir 215 kg d⁻¹ de carne de animales implantados sin ingerir mas del 1% de su producción estrogénica diaria. A pesar de esto, como únicamente el 10% del Estrógeno que se consume por vía oral es absorbido por el tracto digestivo, una mujer podría comerse 2,150 kg sin exceder este límite, obviamente esto es imposible. Por otra parte, los residuos hormonales encontrados en el tejido comestible de novillos no implantados y novillos implantados son muy reducidos en comparación con otras fuentes hormonales que son parte de la dieta diaria del hombre.

El aceite de soya que se consigue en aceites vegetales tiene 20,000 ng de Estrógeno g⁻¹ de aceite (Cuadro 2.7), lo cual es 1,000,000 de veces mayor a la cantidad presente en carne de un novillo implantado (0.0122 ppm en carne).

Cuadro 2.7. Niveles de Estrógenos en diversos alimentos.

Alimento	Contenido de Estrógenos	
	<i>ng g⁻¹ de alimento</i>	<i>ng 111 g⁻¹ de alimento</i>
Carne de novillo implantado	0.022	1.90
Germen de trigo #4	4.0	340.0
Leche	0.130	11.0
Aceite de soya	2,000	168,000

FUENTE: Caceres, (1997).

La exposición mas grande de la población humana a esteroides es el resultado del desarrollo de los anticonceptivos orales en 1950 y su expansión mundial en más de 40 millones de mujeres.

Típicamente la dosis oral de Estrógenos en la píldora es de 0.005 mg lo cual es más de 2,500 veces la cantidad encontrada en una porción de 111 g de carne de un novillo implantado (Cuadro 2.8), carne que generalmente se consigue en el supermercado o en cualquier carnicería de ciudades urbanas de muchos habitantes.

Cuadro 2.8. Contenido de Estrógenos en músculo del ganado bovino.

Fuente de carne	Contenido de Estrógenos	
	<i>ng g⁻¹ de músculo</i>	<i>ng 111 g⁻¹ de músculo</i>
Vaquillas implantadas	0.022	1.90
Vaquillas no implantadas	0.015	1.30
Novillos no implantados	0.013	1.10

FUENTE: FAO/OMS, (1987).

La organización de la F. A. O. que evalúa los anabólicos, encontró que los residuos de esteroides hormonales naturales de animales tratados, no son peligrosos para la salud humana porque el hígado los transforma por metabolismo con mucha rapidez; el consumidor produce cantidades diarias superiores de estas hormonas y se expone a dosis variables más altas y difundidas procedentes de carne y leche de animales no tratados.

En el Cuadro 2.9 se muestran algunos valores límite de residuos de anabólicos o sustancias esteroidales; dichas cantidades no son dañinas para la salud de los consumidores, por lo que es una buena guía para todos aquellos que aun creen que la industria de la carne esta trabajando con sustancias dañinas (USDA, 1998).

Es preciso hacer mención que ante los estados económicos por los que atraviesa nuestro país, los consumos de carne se han disminuido considerablemente; por esta razón las concentraciones de agentes anabólicos en los humanos se han disminuido aun mas.

Cuadro 2.9. Límites de anabólicos en productos cárnicos permitidos por el USDA (1998).

Agente anabólico	Tejido	Límite de residuos en tejido (ppm)

		<i>Bovino</i>	<i>Ovino</i>
Benzoato de Estradiol	Grasa	480	600
	Riñones	360	600
	Hígado	240	600
	Músculo	120	120
Acetato de Melengestrol	Tejido comestible	0	(0.025)
Progesterona	Grasa	12	15
	Riñones	9	15
	Hígado	6	15
	Músculo	3	3
Testosterona	Tejido comestible	0	(0.200)
Acetato de Trembolona	Tejido comestible	0	(0.001)
	Riñones		0.014
	Hígado		0.014

Los valores de tolerancia de consumo diario para estos compuestos, representan la cantidad máxima que los humanos pueden consumir cada día de sus vidas sin producir efectos adversos.

El Comité Conjunto de la FAO/OMS (1987), considera innecesario establecer estos valores para hormonas que se producen endogenamente en el humano; los valores se presentan en el Cuadro 2.10.

Cuadro 2.10. Niveles diarios aceptados para el consumo de promotores del crecimiento para humanos (FAO/OMS, 1987).

Sustancia	Nivel diario aceptado para humanos (exposición máxima)
Endogenos	
Estradiol - 17 β	Innecesario
Progesterona	Innecesario
Testosterona	Innecesario
Cenobioticos	
<i>Trembolona</i>	0.0 – 0.01 $\mu\text{g Kg}^{-1}$ de peso
Zeranol	0.0 – 0.5 $\mu\text{g Kg}^{-1}$ de peso

Las últimas hipótesis acerca de la acción de los anabólicos se escribe en el artículo "Hormonas posible causa de la vaca loca" relata: La diseminación de la encefalopatía espongiiforme (BES) o enfermedad de la vaca loca, pudo haberse originado por el creciente uso de hormonas artificiales con el fin de incrementar la producción de carne y leche. Esta posibilidad fue revelada en Estados Unidos en 1993 por Michael Hansen, investigador del instituto de políticas de consumo, en su testimonio ante un comité de medicina veterinaria; el ganado tratado con hormonas de crecimiento requiere una alimentación más densa y con mayor energía, suministrada habitualmente en forma de carne y huesos de otros animales. Este hecho provoca la muerte repentina de vacas aparentemente sanas, lo cual, según los investigadores se vincula con el BSE (IPS, 1996).

Los residuos de agentes anabólicos en tejidos animales y sus efectos en el humano, es objeto de controversias en el mercado internacional de la carne; sin embargo, la evidencia acumulada hasta la fecha, demuestra que el uso racional de los anabolizantes autorizados, a las dosis y períodos de retiro recomendados por los fabricantes, no ofrece peligro alguno al consumidor.

MATERIALES Y METODOS.

3.1 Descripción del Área de Estudio.

El presente estudio se realizo en el Municipio de San Juan de Sabinas, Coahuila; específicamente en el rancho San Juan Viejo; que se ubica geográficamente en los 27° 56' de Latitud Norte y en los 101° 14' de Longitud Oeste.

El lugar registra una precipitación media anual de 416.7 mm, una temperatura media anual de 21.2°C y una altitud de 370 metros sobre el nivel del mar; la formula climática del lugar es: BS₀hw (e')w'' que significa que es un clima seco árido semicálido, el más seco de los secos con régimen de lluvias en verano y extremoso; presentándose el mes más caliente en Julio con 30.4°C y el mes más frío en

Enero con 10.3°C, el mes más lluvioso se presenta en Septiembre con 70.2 mm y el mes más seco en Marzo con 5.4 mm, presenta un 7.9% de lluvias invernales (García, 1988).

3.2 Animales Utilizados.

Este estudio tuvo una duración de 60 días, en donde se utilizaron 45 corderos cruzados de las razas Dorper, Pelibuey y Blackbelly con una proporción de sangre de la siguiente forma: 7/16 Dorper x 9/16 Pelibuey, 7/16 Dorper + 8/16 Blackbelly x 1/16 Pelibuey. Con una edad promedio de 60 días y un peso inicial promedio de 17.78 kg, los cuales fueron identificados con un arete de plástico numerado en forma progresiva; fueron lotificados en 2 grupos uno con 20 corderos y el otro con 25 corderos, fueron desparasitados con un producto de nombre comercial

Synantic[®] aplicando 2 ml animal⁻¹ por vía intramuscular.

Además fueron vacunados contra: *Clostridium Chauvoei*, *C. septicum*, *C. novyi*, *C. sordelli*, *C. perfringens*, *Manhemia haemolytica* A1, *M. multocida* tipos A y D utilizando un producto de nombre comercial Triangule-8V[®] aplicando 2.5 ml animal⁻¹ por vía subcutánea; asimismo, se aplicó un estimulante del sistema inmunológico a base de Selenio, Vitamina E y Vitamina B₁ por vía intramuscular aplicando 2 ml animal⁻¹ de nombre comercial Dufhafal E/Se[®], los corderos fueron implantados con Synovex-Plus[®] mediante la inserción del comprimido en la parte media de la oreja del animal previa limpieza y desinfección del sitio de aplicación.

Los corderos fueron pesados al inicio de la prueba y después cada 15 días hasta el final de la

engorda; posteriormente los animales se sometieron a sacrificio para clasificar las canales, obteniendo el grado de calidad y el grado de rendimiento de cada una, basados en el sistema de la Asociación Americana de la Carne 2001 (ver apéndice).

3.3 Alimentación de los Corderos.

La alimentación fue ofrecida en dietas integrales basándose en heno de alfalfa, maíz quebrado, sorgo rolado en seco, pasta de soya, melaza de caña y una premezcla comercial de minerales y vitaminas; los animales fueron sometidos a la dieta de iniciación durante 15 días (dieta 1), a partir del día 16 hasta el día 60 fueron alimentados con las dietas de engordafinalización (dieta 2 y 3 respectivamente).

En el Cuadro 3.1 se muestra la composición de las dietas en base real; estas se ofrecieron en dos servicios durante el día, el primero a las 7 de la mañana y el segundo a las 5 de la tarde, previa lectura de comedero; la escala de lectura se muestra en el Cuadro 3.2.

Cuadro 3.1. Dietas utilizadas en la engorda de los corderos.

Ingrediente	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Maíz quebrado	435.00	480.00	370.00
Sorgo rolado en seco	150.00	160.00	370.00
Pasta de Soya	175.00	120.00	170.00
Melaza de caña	60.00	60.00	60.00
Heno de Alfalfa	150.00	150.00	-
¹Ganatec KW-300	30.00	30.00	30.00
<i>TOTAL</i>	<i>1,000.00</i>	<i>1,000.00</i>	<i>1,000.00</i>

¹ Premezcla de vitaminas, minerales y aditivos (Técnicas Nutricionales S. A de C. V.)

Cuadro 3.2. Guía de lectura de comedero utilizada en la engorda de corderos.

Lectura	Indicador
1	Lamido
2	Barrido
3	10-30 % del alimento ofrecido
4	30-50 % del alimento ofrecido
5	50 % o más del alimento ofrecido

Por otro lado el agua de bebida fue ofrecida a libre acceso, lavándose los bebederos cada tercer día. Asimismo, el análisis proximal de estas dietas se muestra en el Cuadro 3.3, los datos se reportan en base seca; este análisis fue realizado en el laboratorio de Técnica Analítica S. A. Ubicado en la ciudad de Monterrey, Nuevo León; la estimación de la energía metabolizable, energía neta de mantenimiento y energía neta de ganancia fueron realizadas con base en las ecuaciones del NRC de ovinos (1985).

Cuadro 3.3. Análisis proximal de las dietas ofrecidas a los corderos en engorda.

Nutrimento	Dieta ¹	Dieta ²	Dieta ³
Proteína cruda %	17.42	15.02	16.54
Grasa cruda %	2.65	2.63	2.87
Fibra cruda %	6.73	6.69	1.87
Cenizas %	6.95	7.24	5.29
Humedad %	9.30	8.80	9.30
ELN %	66.26	68.42	73.43
EM (Mcal/kg)	2.83	2.84	3.10
Enm (Mcal/kg)	1.89	1.90	2.12
ENg (Mcal/kg)	1.26	1.26	1.44

¹Dieta de iniciación. ^{2,3}Dieta de engorda-finalización.

3.4 Diseño Experimental.

El diseño experimental utilizado en este estudio, fue un diseño completamente al azar con 5 tratamientos y con igual número de repeticiones, la única diferencia es que en la evaluación que se realizó en vivo se utilizaron 9 repeticiones y para evaluar las características de la canal (grado de calidad y grado de rendimiento), se utilizaron 5 repeticiones para cada tratamiento por las circunstancias del mercado; según (Rodríguez, 1991), el modelo estadístico de este estudio es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

**$i = 1, 2, 3, \dots, t$ es el número de tratamientos;
para este estudio se designo al**

**número de comprimidos
hormonales implantados en los
corderos.**

**$j = 1, 2, 3, \dots, r$ es el número de repeticiones;
para este estudio se designo como
el número de corderos utilizados en
cada tratamiento.**

**Las variables: consumo de alimento y conversión
alimenticia, no fueron analizadas estadísticamente
dada las condiciones de trabajo en campo de una
engorda comercial, únicamente se presentarán datos
numéricos.**

**Se realizaron pruebas de Tukey en el paquete
estadístico de la Universidad Autónoma de Nuevo
León (Olivares, 1994), para analizar la ganancia**

diaria de peso de 0 a 15 días, de 15 a 30 días, de 30 a 45 días, de 45 a 60 días y de 0 a 60 días; además de analizar el peso vivo final; se realizó un análisis de covarianza para conocer si el peso inicial afectó el peso final.

Se analizó en canal el grado de calidad que está dado por los siguientes parámetros: conformación de la canal, marmóleo del flanco, marmóleo del área del ojo de la costilla y madurez de la canal; así mismo se evaluó el grado de rendimiento de las canales, que está dado por los parámetros siguientes: porcentaje de grasa interna (RPC), grasa de cobertura, área del ojo de la costilla; además de analizar el peso de la canal caliente y el porcentaje de rendimiento de peso vivo a peso en canal; finalmente el grado final se asignó por análisis de las diferentes variables estudiadas, pero no se analizó estadísticamente.

La distribución de los tratamientos y repeticiones, además de las concentraciones del agente anabólico que se utilizó, se muestran en el Cuadro 3.4 y 3.5.

Cuadro 3.4. Concentraciones del Agente Anabólico utilizado en corderos en engorda.

Tratamiento (implante)	Repeticiones (animales)	Concentraciones (mg)	
		Acetato de Trembolona	Benzoato de Estradiol
0/8 comprimido	9	0	0
1/8 comprimido	9	25	3.5
2/8 comprimido	9	50	7.0
3/8 comprimido	9	75	10.5
4/8 comprimido	9	100	14.0

Cuadro 3.5. Tratamientos y numero de repeticiones, utilizados para analizar los parámetros en canal de corderos en engorda.

Tratamiento (implante)	Repeticiones (animales)	Concentraciones (mg)	
		Acetato de Trembolona	Benzoato de Estradiol
0/8 comprimidos	5	0	0
1/8 comprimidos	5	25	3.5
2/8 comprimidos	5	50	7.0
3/8 comprimidos	5	75	10.5
4/8 comprimidos	5	100	14.0

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Consumo de Alimento.

Para este parámetro se reportan valores numéricos, ya que no se analizaron estadísticamente por las condiciones del estudio; el consumo promedio en base real (BR) y en base seca (BS), para todo el periodo de engorda (1-60 días) fue de 1,248 g d⁻¹ animal⁻¹ (1,134 g BS); esto representa el 3.7% y 3.4% del peso vivo del consumo respectivamente; este resultado coincide con Mahgoub *et al.* (2000) que reporta un CMS de entre 3.12 y 3.73% del peso vivo de corderos en engorda.

En la Figura 4.1 se puede observar el comportamiento de los animales con respecto a este parámetro; este mostró una tendencia a la alza a medida que pasaban los días, mostrando en ciertos periodos aumentos y descensos en el consumo, lo que se conoce como montañas rusas, por el hecho de subir y bajar.

Con estos resultados se obtuvo una ecuación de predicción del consumo de materia seca, conforme avanza el periodo de engorda, encontrando un coeficiente de determinación de $R^2=0.8561$, la ecuación es la siguiente:

$$Y = 0.1925 x^2 + 24.88 x + 612.47$$

Donde:

$Y =$ consumo de materia seca en gramos

$X =$ día de engorda (1-60)

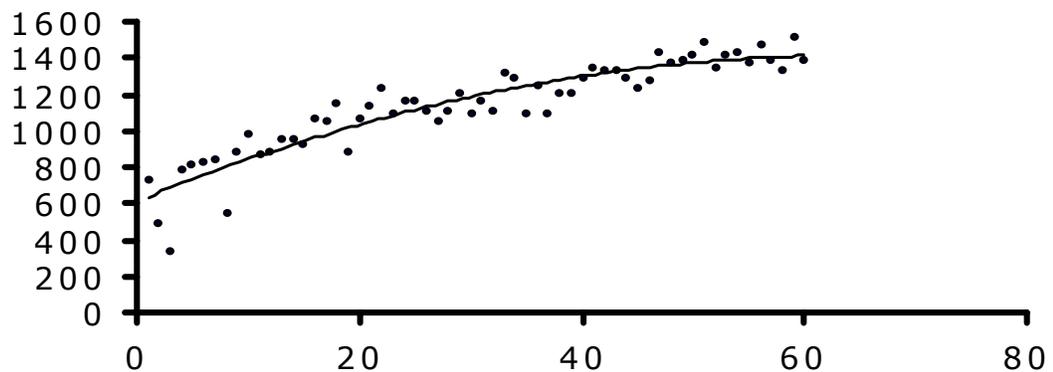


Figura 4.1. Consumo de alimento (BS) durante todo el periodo de engorda, de los corderos implantados en una engorda comercial.

Estos resultados, difieren con los reportados por Santra *et al.* (2002), que mencionan valores de 970 g d^{-1} ; sin embargo Fimbres *et al.* (2002a) trabajando con borregos de la raza Pelibuey en jaulas metabólicas reporta valores similares de consumo de materia seca, observando $1,246 \text{ g d}^{-1} \text{ animal}^{-1}$.

Por su parte Hutchenson *et al.* (1992), reportan valores similares en animales implantados con Zeranol y no implantados observando $1,370$ y $1322 \text{ g d}^{-1} \text{ animal}^{-1}$ respectivamente, prácticamente sin diferencia.

Así mismo, Estrada *et al.* (1994), reportan valores mayores con respecto a este trabajo, pero no encontró diferencia significativa al trabajar con ovinos de pelo en engorda intensiva, reportando un consumo de alimento diario promedio en base real de $1,425 \text{ g}$, $1,530 \text{ g}$ y $1,538 \text{ g}$, para el grupo testigo (sin implante), para el grupo implantado con 12 mg de Zeranol y para el grupo implantado con 40 mg de Acetato de Trembolona en combinación con 8 mg de 17β Estradiol respectivamente.

4.2 Ganancia Diaria de Peso.

En la Figura 4.2 se reportan los resultados de las ganancias diarias de peso; se puede observar que el comportamiento de los animales implantados con 4/8 comprimidos durante todo el periodo de engorda; estuvo por debajo de todos los tratamientos incluso el del testigo; a medida que avanzaron los días, las ganancias de peso disminuyeron gradualmente, siendo el grupo de 2/8 comprimidos el que mostró un descenso más drástico, mas aun el grupo testigo mostró la misma tendencia que los grupos implantados, esto pudo haberse debido a que los animales llegaron al punto de finalización por lo que las ganancias de peso fueron mínimas; algo importante de mencionar, es que en el período de 15 a 30 días las ganancias de peso fueron las mas altas y presentaron cierta homogeneidad.

Se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en los periodos de 0 a 15 días, de 30 a 45 días y de 0 a 60 días, pero no se encontró diferencia significativa (≥ 0.05) en los periodos de 15 a 30 días y de 45 a 60 días.

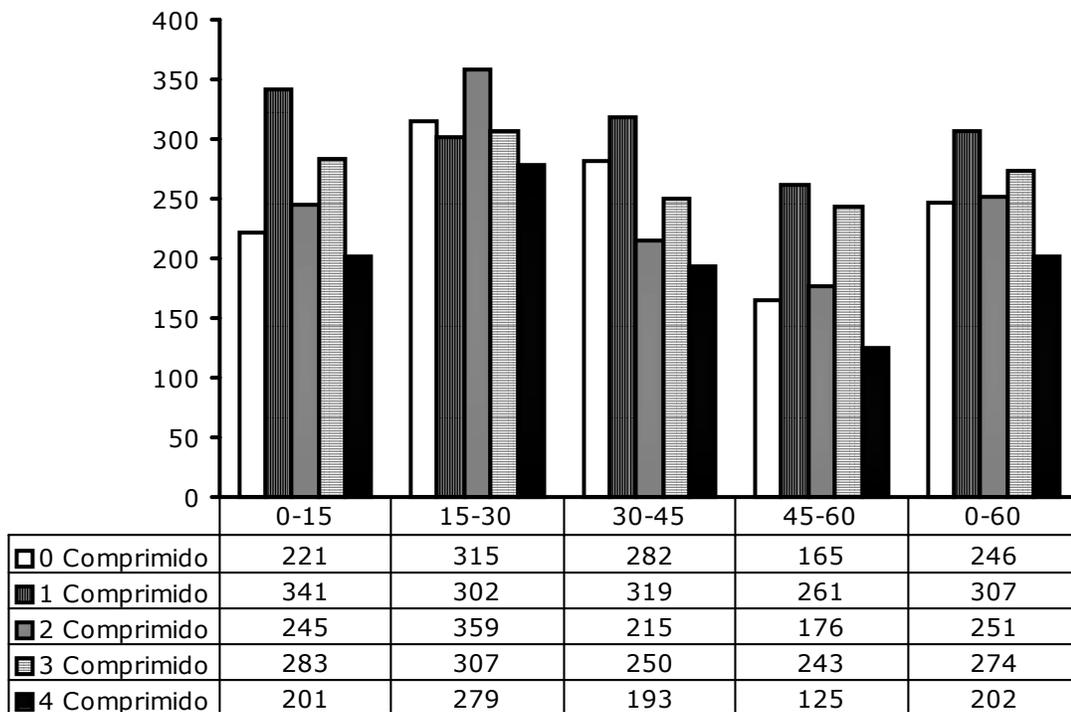


Figura 4.2. Ganancia diaria de peso durante varias fases y en todo el periodo de engorda de los corderos implantados, en una engorda comercial.

La ganancia diaria de peso del grupo de animales no implantados coincide con lo reportado por Macit (2002), que observó una ganancia de peso de $269 \text{ g d}^{-1} \text{ animal}^{-1}$ y engordados en corral; físicamente la conformación corporal del animal, se vio totalmente diferente a los animales implantados; es decir, se observó un engrasado o grado de finalización mas rápida en estos últimos; esto coincide con Field *et al.* (1990), Hufstedler *et al.* (1990), Belk (1991) y Valencia (1985), mencionando que existe una aceleración del

crecimiento esquelético en los animales con algún agente anabólico, lo que da la apariencia al animal de estar mas maduro o mas grande de edad (viejo).

Se puede observar que en todo el periodo de engorda (0-60 días), los mejores tratamientos fueron el grupo de animales implantados con 1/8 y 3/8 comprimidos, observando 307 y 274 g d⁻¹, no encontrando diferencia significativa entre ellos ($P \geq 0.05$); pero si hubo diferencia significativa con respecto al tratamiento de 4/8 comprimidos que reportó 202 g d⁻¹, entre los tratamientos de 0/8 y 2/8 comprimidos estadísticamente no hubo diferencias ($P \geq 0.05$) encontrando 246 y 251 g d⁻¹; estos resultados coinciden con Elizondo *et al.* (1997), que comprobó el incremento ($P \leq 0.05$) en la ganancia diaria de peso en novillos, con los implantes de nombre comercial Implemax[®], Revalor[®], Sinovex-S[®] y Ralgro[®] reportando un 19.15%, 17.02%, 11.70% y -4.26% (menor ganancia) con respecto al testigo; esto lo atribuyó a la presencia de Acetato de Trembolona combinado con 17 β Estradiol en estos implantes; de la misma forma, estos resultados coinciden con el incremento del 27% de aumento encontrado por Rubio (1996) en novillos en pastoreo implantados con Acetato de Trembolona mas 17 β Estradiol comparado con animales que no recibieron implante alguno.

Estrada *et al.* (1994), reporta resultados de ganancias diarias peso en ovinos engordados en corral de 184, 233 y 230 g d⁻¹ en animales no implantados, animales implantados con Zeranol y animales implantados con Acetato de Trembolona en combinación con 17 β Estradiol respectivamente, encontrando diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para tratamientos de animales implantados contra animales no implantados mas no entre grupos de animales implantados.

En el periodo final (45-60 días), se pudo observar que los animales implantados con 4/8 comprimidos presentaron anomalías físicas fuertes, sobre todo en el tamaño testicular y el tamaño de la cabeza, por un lado los testículos desaparecieron casi por completo y el desarrollo muscular no era el mismo que los otros grupos de animales; se compararon visualmente con los otros tratamientos ya que se tenían animales que perdieron peso en lugar de aumentar, esto esta relacionado con la actividad de catabolismo; esto puede ser explicado porque un exceso de concentración de hormonas circulantes en el torrente sanguíneo, no es compensado con el consumo máximo de alimento por parte del animal, la capacidad de estos no alcanza para satisfacer la demanda, por lo que se tiene que echar mano de las reservas corporales del mismo, esto trae consigo

una pérdida de condición corporal y por lo tanto en todo el periodo de engorda de pérdida de peso o por lo menos un desorden metabólico importante que no permite al animal crecer y finalmente producir carne, necesitando un periodo de tiempo mas largo para llegar al peso de mercado; sin embargo, dada la atrofia testicular que presentaron, aun seguían montando a los corderos de los otros grupos, esto puede atribuirse a un reemplazo de hormonas de los testículos por las hormonas secretadas por el implante y esto trajo como consecuencia un aumento de la libido ya que este tipo de implante tiene actividad androgenica y además muy superior a la Testosterona, se habla de aproximadamente 10 veces mas fuerte.

Con base en estas observaciones, no se coincide con Pinckard *et al.* (2000) y Kiyama *et al.* (2000), que observaron en carneros castrados y enteros jóvenes, que la aplicación exógena de un implante a base de Estradiol 17β no estimulaba la actividad sexual en este tipo de animales, esto no concuerda con lo observado en este estudio.

4.3 Peso Vivo Final.

Con respecto al peso final, el grupo de animales implantados con 1/8 comprimido fue el que mayor peso de mercado alcanzó, encontrando diferencia significativa ($P \leq 0.01$) con respecto al tratamiento de 4/8 comprimidos, reportando 36.78 kg y 27.78 kg respectivamente; sin embargo, no se encontró diferencia significativa ($P \geq 0.01$) entre el tratamiento 0/8, 2/8 y 3/8 comprimidos, reportando 33.67, 32.78 y 34.78 kg respectivamente; por lo que se esperaría que los mejores pesos de la canal caliente serían los del tratamiento de 1/8 comprimido (Figura 4.3).

Estos resultados de peso final concuerdan con Guiroy *et al.* (2002), que reporta un incremento de 14 a 42 kilogramos en novillos en engorda y de 30 a 39 kilogramos en vaquillas implantados a base de Acetato de Trembolona y Estradiol con respecto a los animales no implantados; el autor atribuye los resultados a una reducción en el consumo de materia seca requerida para mantenimiento y una disminución de la energía requerida para ganancia; esto lo relacionó con un uso más eficiente de la energía absorbida.

También se coincide con Cranwell *et al.* (1996a), quien encontró en vacas de razas productoras de carne implantadas con Acetato de Trembolona, mejores pesos finales y mayores pesos de la canal caliente con respecto al grupo testigo ($P \leq 0.05$); con respecto al análisis de covarianza no se encontró diferencia significativa ($P \geq 0.05$), esto nos indica que el peso inicial no influyo sobre el peso final.

Como información adicional se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para el peso a los 30 días y en la ganancia de peso total, siendo mejor el tratamiento de 1/8 comprimido y el peor el de 4/8 comprimidos.

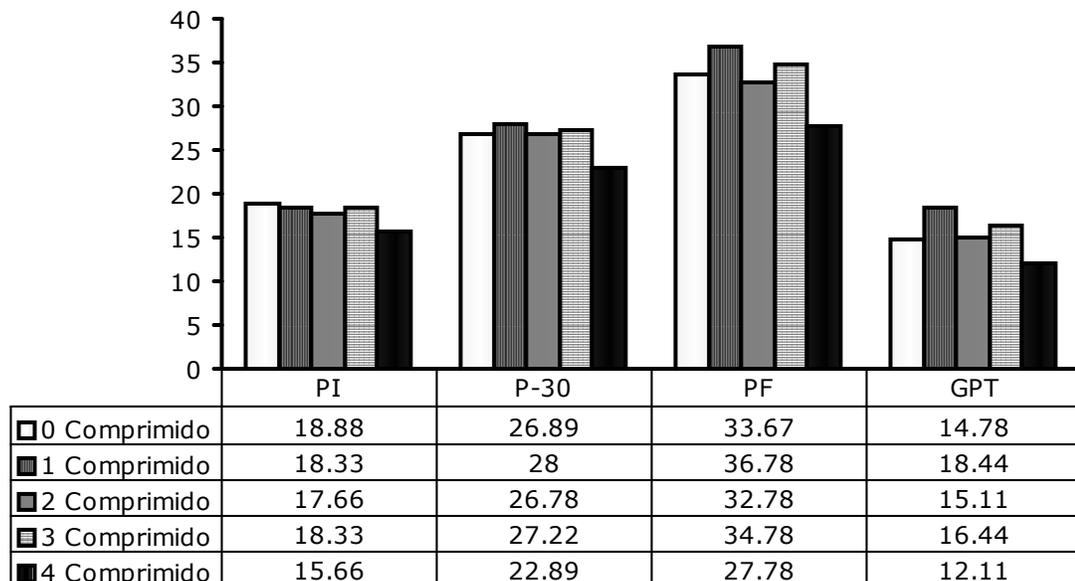


Figura 4.3. Peso inicial (PI), peso a 30 días (P-30), peso final (PF) y ganancia de peso total (GPT), de los corderos implantados en una engorda comercial.

4.4 Conversión Alimenticia.

En este estudio, con los datos de consumo de alimento promedio, se estimaron las conversiones alimenticias para los diferentes tratamientos. Es importante mencionar que el grupo de corderos implantados con 1/8 comprimido fue el que mejores datos presentó, estimando un valor de 4.08 para todo el ciclo de engorda; ya que la ganancia de peso fue también superior en estos animales, por lo que la conversión alimenticia se ve favorecida; el grupo de animales implantados con 4/8 comprimidos fue el peor grupo para estos datos, observando para todo el ciclo de engorda 6.27, estos resultados son aun peores que el tratamiento de los animales no implantados.

Se puede observar que a medida que avanza el proceso de engorda, este parámetro va aumentando, esto esta relacionado por la disminución de las ganancias diarias de peso y el aumento en el consumo de materia seca. En los distintos periodos de estudio el grupo de animales implantados con 1/8 comprimido fue el mejor, siendo el grupo de 4/8 comprimidos el que peores resultados mostró.

En la Figura 4.4 se puede apreciar el comportamiento de los animales durante periodos diferentes.

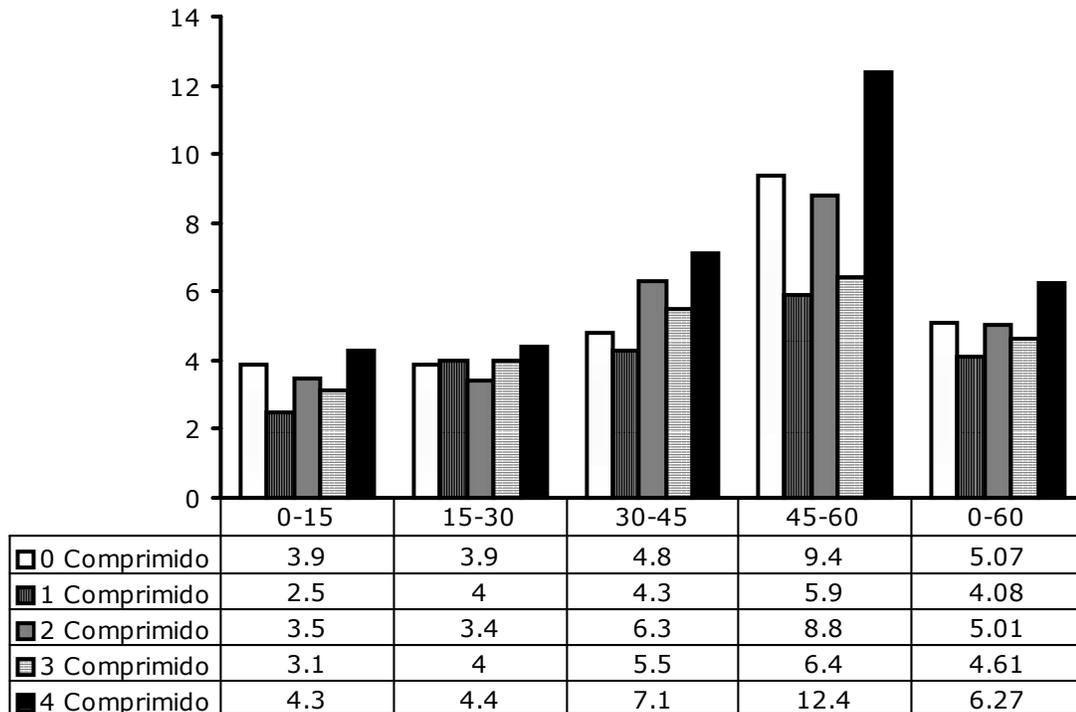


Figura 4.4. Conversión alimenticia durante varias fases y en todo el periodo de engorda, de los corderos implantados en una engorda comercial.

Valores similares de conversión alimenticia reporta Macit (2002), con 4.54 en corderos de la raza Morkaraman en corral de engorda; por otro lado Fimbres *et al.* (2002b) reportan una conversión alimenticia de 5.0 para los primeros 30 días de engorda y de 10.1 para los siguientes 30 días, el autor menciona que esta variación pudo haberse debido a la disminución de la ganancia diaria

de peso de los animales. Estrada *et al.* (1994), reportan valores de conversión alimenticia de 6.8, 5.8 y 5.9 para el grupo no implantado, para el grupo implantado con Zeranol y para el grupo implantado con Acetato de Trembolona en combinación con 17 β Estradiol respectivamente, encontrando diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre los grupos implantados con respecto al testigo, pero no entre animales implantados.

Estos resultados demuestran que el Acetato de Trembolona en combinación con 17 β Estradiol y Zeranol mejoran la conversión alimenticia en ovinos en engorda intensiva; de la misma forma, los resultados concuerdan con lo reportado en novillos por Bartle *et al.* (1992) y Olivares *et al.* (1990) en trabajos realizados en ovinos en engorda.

Básicamente al someter a los animales a un proceso de implantación con algún agente anabólico, lo que se busca es mejorar las ganancias de peso y por ende las conversiones alimenticias; los implantes generalmente no estimulan un aumento en el consumo de alimento ya sea en BR o BS, el impacto importante es que al reducir las conversiones alimenticias, se genera a partir de cierto número de animales, un alimento extra para otros animales, es decir; si un

animal no implantado necesita 5 kilogramos de alimento para ganar un kilogramo de peso vivo; un animal implantado necesita únicamente 4 kilogramos de alimento, por lo que restaría un kilogramo de alimento; por lo tanto, por cada 4 animales implantados se generaría alimento para otro animal, por efecto de disminuir la conversión alimenticia, esto finalmente tiene un impacto económico importante.

4.5 Grado de Calidad de las Canales.

En este punto los parámetros estudiados fueron: la conformación, el marmoleo del flanco, madurez de la canal y marmoleo del ojo (Cuadro 4.1), no encontrando diferencia significativa ($P \geq 0.05$) entre los tratamientos para los primeros tres parámetros; se observó que las canales de los animales implantados con 1/8 comprimido mostraron un grado de conformación de selecto promedio (**S⁰**), siendo el tratamiento de 4/8 comprimidos; el que mostró la peor conformación ya que alcanzó un grado cercano al bueno alto (**B⁺**) que en la escala de clasificación sería el mínimo grado para clasificarse.

El marmóleo del flanco tampoco se vio afectado por el efecto del implante; en general todas las canales oscilaron en un grado de marmoleo de la falda de ligero, esto esta asociado a la edad de los corderos y al tiempo de engorda; este grado se considera el mínimo de marmoleo que deberá contener una canal para el mercado de canales de ovinos clasificados.

Investigaciones realizadas por Mader *et al.* (1994) y Preston *et al.* (1995), demostraron que los anabólicos en forma de implantes aumentan la proporción de carne magra en las canales de ganado bovino, disminuyendo por lo tanto el contenido de grasa en la canal; resultados similares fueron encontrados por Eng (1996), al mencionar que aún en períodos cortos, es decir 30 días antes del sacrificio el contenido de grasa intramuscular se ve disminuido por efecto de implante a base de Acetato de Trembolona.

Cuadro 4.1. Parámetros de calidad de las canales de corderos implantados, en una engorda comercial.

Parámetro	0/8	1/8	2/8	3/8	4/8
Conformación	4.0a	3.0a	3.6a	3.6a	4.6a
Marmóleo de falda	6.2a	6.8a	7.0a	7.1a	7.2a
Madurez de canal*	A1a	A1a	A1a	A1a	A1a
Marmóleo del ojo de la costilla	5.75b	6.0ab	5.8b	5.6b	6.6a

*Cordero joven. Literales diferentes entre líneas indican diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

En cuanto al grado de madurez, este parámetro no se vio afectado ya que todos los animales eran muy jóvenes; a pesar de haber sido implantados no se notaron diferencias significativas entre los tratamientos, estos resultados no coinciden con Field *et al.* (1990) y Belk (1991), al mencionar que este parámetro se ve afectado en la canal de corderos implantados con algún agente anabólico.

Así mismo Paisley *et al.* (1999), encontró en novillos que estaban implantados con Progesterona, Acetato de Trembolona, Benzoato de Estradiol y Zeranol, que el grado de madurez de las canales si se vio afectado por efecto del implante ya que observaron una maduración en el esqueleto, lo que causo mermas en el pago por las canales.

Por el contrario se puede mencionar que este criterio de clasificación es mayormente influenciado por la edad del animal, para notar diferencias mas detalladas del hueso de las canales se necesitan realizar otro tipo de estudios.

Para el marmóleo del ojo de la costilla si se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre el tratamiento de 4/8 comprimidos y el de 0/8, 2/8 y 3/8 comprimidos, pero el tratamiento de 1/8 comprimido es igual estadísticamente con respecto al resto de los tratamientos; con estos resultados se puede mencionar que la mayor concentración de Acetato de Trembolona en combinación con

Benzoato de Estradiol, disminuyo significativamente la grasa intramuscular o marmóleo del ojo de la costilla. A pesar de encontrar diferencias numéricas mínimas, esta variable puede ser que no sea de importancia en el mercado, siempre y cuando los corderos no sean clasificados y vendidos por grados de calidad.

Estos resultados coinciden con Cranwell *et al.* (1996a), que encontró que al implantar vacas y vaquillas con Acetato de Trembolona, disminuía el grado de marmoleo, calidad y porcentaje de grasa de RPC con respecto a los animales no implantados.

Así mismo, Hermesmeier *et al.* (2002) y Roeber *et al.* (2000), trabajando con novillos en engorda implantados con Acetato de Trembolona y Benzoato de Estradiol, reportan también una disminución del grado de marmóleo en el ojo de la costilla, ya que los animales implantados y con restricción alimenticia del 90% tuvieron menor grasa intramuscular ($P \leq 0.05$) con respecto a los novillos no implantados y alimentados a libre acceso.

Resultados similares reportan Duckett *et al.* (1999), Foutz *et al.* (1997), quienes encontraron en novillos implantados, que el marmóleo del área del ojo de la costilla disminuía significativamente en comparación con animales no implantados ($P \leq 0.05$), sobre todo se

incrementa el porcentaje de ácido esteárico y ácido linoleico y se reduce el del ácido oleico ($P \leq 0.05$).

4.6 Grado de Rendimiento de las Canales.

En este punto se analizaron los parámetros de grasa de cobertura, el porcentaje de grasa de RPC, el área del ojo de la costilla, el peso de la canal caliente, porcentaje de rendimiento de peso vivo a peso en canal y el grado de rendimiento. En este estudio la grasa de cobertura no mostró diferencias significativas entre los tratamientos ($P \geq 0.05$) (Cuadro 4.2), esto difiere con Lee *et al.* (2002), quienes reportan que la grasa de cobertura se reduce por efecto del implante con Acetato de Trembolona, con respecto al grupo testigo; pero si se coincide con Foutz *et al.* (1997), quienes no encontraron diferencia significativa entre animales implantados y no implantados para grasa de cobertura ($P \geq 0.05$), en novillos en engorda intensiva; además, los animales implantados con Acetato de Trembolona tuvieron menor porcentaje de canales de grado selecto ($P \leq 0.05$) que los novillos implantados con Progesterona combinado con Benzoato de Estradiol y los animales no implantados.

Por su parte, Díaz *et al.* (2002), reportan valores de grasa de cobertura de 1.6 mm de espesor y de 1.6% de RPC en corderos estabulados, estos datos son similares a lo encontrado en este estudio.

Cuadro 4.2. Parámetros de rendimiento de las canales de los corderos implantados, en una engorda comercial.

Parámetro	0/8	1/8	2/8	3/8	4/8
Grasa cobertura (mm)	2.54a	3.30a	3.30a	2.03a	2.54a
Grasa RPC (g)	328.0a	362.0a	330.8a	431.6a	189.1a
Área del ojo (cm ²)	22.25a	21.42a	21.33a	20.83a	20.20a
Peso de la canal caliente (kg)	17.65ab	20.76a	18.90ab	19.33ab	15.83b
Rendimiento en canal (%)	53.42a	55.28a	54.25a	54.05a	52.14a
Grado rendimiento	1.4a	1.75a	1.73a	1.23a	1.4a

Literales diferentes entre líneas indican diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

Para la grasa de RPC tampoco se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P \geq 0.05$), estos datos coinciden con McClure *et al.* (2000), que reportan en ovinos cruzados de las razas Hampshire por Targhee implantados con Acetato de Trembolona y Benzoato de Estradiol, que el implante no afecta la acumulación de grasa corporal; pero no se coincide con Hufstedler *et al.* (1996), quienes reportan en ovinos una disminución de la grasa de RPC en un 33%.

Por otro lado, el área del ojo de la costilla tampoco mostró diferencias significativas entre tratamientos ($P \geq 0.05$), observando áreas muy parecidas entre tratamientos, incluso se puede observar un ligero valor superior en este dato para los animales no implantados (Cuadro 4.2); estos datos difieren un tanto con respecto a otros trabajos como los reportados por Hufstedler *et al.* (1990) y Foutz *et*

al. (1997), ya que generalmente se asocia un ligero incremento del área del ojo de la costilla por efecto del implante.

Como lo reportado por Roeber *et al.* (2000), quienes trabajando con novillos en engorda y diferentes estrategias de implantación a base de Acetato de Trembolona y Zeranol, encontraron una menor área del ojo de la costilla en animales no implantados que en los implantados ($P \leq 0.05$); también Wilson *et al.* (1999), encontraron diferencias numéricas en el área del ojo de la costilla siendo mayor para becerros implantados con Acetato de Trembolona y Benzoato de Estradiol contra los becerros no implantados.

Cranwell *et al.* (1996a), encontraron en vacas de razas productoras de carne, mayores áreas del ojo de la costilla y mejores grados de rendimiento, con respecto al grupo testigo ($P \leq 0.05$).

Para el peso de la canal caliente, si se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P \leq 0.05$), con este resultado se comprueba que los mayores pesos observados en vivo, tuvieron mayores pesos de las canales; esto coincide con Rumsey *et al.* (1999), quienes trabajando con novillos en engorda intensiva encontraron mayores pesos finales y mayores pesos de canal caliente significativamente mejores ($P \leq 0.01$) que en los novillos no implantados.

Para el porcentaje de rendimiento de peso vivo a peso en canal y el grado de rendimiento tampoco se observó diferencia significativa entre los tratamientos ($P \geq 0.05$); los resultados del presente estudio, no coinciden con Schoonmaker *et al.* (2001), quienes encontraron que el grado de rendimiento se ve afectado por implantes agresivos que contra implantes no agresivos ($P \leq 0.02$) pero no afecta el grado de calidad ($P \geq 0.86$) en becerros de destete y engordados en corral; resultados similares reporta Pérez *et al.* (2002) con 53.98% de rendimiento de peso vivo a peso en canal en corderos Suffolk.

Para determinar el grado final de clasificación de las canales se consideraron todos los parámetros analizados en canal, por lo que de acuerdo a los resultados obtenidos, se encontró que las mejores canales fueron del tratamiento con 1/8 comprimido.

5. CONCLUSIONES.

Con base en los objetivos y resultados de este trabajo, se llegó a las siguientes conclusiones; cabe señalar, que estas aplican bajo las condiciones en que se realizó este trabajo; tomando en cuenta el ambiente, el proceso de engorda y el recurso humano.

1. La concentración óptima de Acetato de Trembolona en combinación con Benzoato de Estradiol para corderos en engorda y que maximiza la ganancia diaria de peso, fue de 25 mg y 3.5 mg respectivamente; es decir, un solo comprimido (1/8) para todo el ciclo de engorda. La aplicación de mayores concentraciones del agente anabólico, no reflejan un mayor impacto sobre la ganancia diaria de peso; un factor importante que se debe considerar para que el implante tenga un mayor efecto, es la nutrición de los animales.

2. Las diferentes concentraciones de Acetato de Trembolona en combinación con Benzoato de Estradiol, únicamente tuvieron un efecto negativo sobre el marmóleo del ojo de la costilla, el resto de los parámetros relacionados con calidad no fueron afectados; dadas las condiciones de mercado de nuestro país, el marmóleo del ojo de la costilla no afecta negativamente a la producción de carne de ovinos.

3. Para los parámetros del grado de rendimiento de las canales, únicamente fue afectado positivamente el peso de la canal caliente, ya que los animales que tuvieron mayores ganancias diarias de peso, tuvieron mayores pesos finales y a su vez mayores pesos de la canal caliente.

4. Para la engorda de corderos, se recomienda buscar animales jóvenes de entre 45 y 60 días de edad o que minimamente tengan un peso vivo de 17 kilogramos; así mismo, se recomienda implantar con 1 comprimido, (1/8) del implante de Sinovex-Plus[®] al inicio del proceso de engorda.

LITERATURA CITADA

- AL-SHOREPY S. A., G. A. ALHADRAMI AND I. A. JAMALI. 2001.** Effect of feeding diets containing seaweed on weight gain and carcass characteristics of indigenous lambs in the United Arab Emirates. *Small Ruminant Research*, Vol. 41 (3) pp. 283-287
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. 2001.** **Handbook meat evaluation. United State of America.**
- AUVERTV D. Y L. PEREZ M. 1984.** **Promotores del crecimiento y suplementación en bovinos de carne. Universidad Rafael Urdaneta. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Zootecnia. Tesis de Grado. Maracaibo, Venezuela.**
- AVILA G. E., S. SHIMADA A. Y LLAMAS L. G. 1990.** Anabólicos y aditivos en la producción pecuaria. Editorial SECPAM. 1ª edición. México. D. F. pp. 131-156
- BARTLE S. I. 1992.** Trembolone Acetate/Estradiol combination in feed lot steers: Dose response and implant carrier effect, 1, 2, and 3; *J. Anim. Sci.* 70:1326-1332
- BELK K. 1991.** Effects of implants on maturity, marbling and incidence of dark-cutting beef. The final report of the National Beef Quality Audit 173
- BERG E. P., M. K. NEARY, J. C. FORREST. 1998.** Metodología para la Identificación de la Composición de las canales de Cordero. *Oveja & el Periódico de Investigación de Cabra*, Vol. 14, No. 1.
- BERTHELOT V., P. BAS, P. SCHMIDELY AND C. DUVAUX P. 2001.** Effect of dietary propionate on intake patterns and fatty acid composition of adipose tissues in lambs. *Small Ruminant Research*, Vol. 40 (1) pp. 29-39
- BINES J. A. AND HART I. C. 1984.** The response of plasma insulin and other hormones to intraruminal infusion of VFA mixtures in cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 64 (Suppl.):304

- CACERES C. D. M. 1997.** Promotores de crecimiento en los bovinos. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México. D. F.
- CANO J. L. 1987.** Eficacia de diferentes dosis de 17 β Estradiol comparado con Zeranol sobre la ganancia de peso en novillos en pastoreo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.
- CANTÓN C. J. G. Y M. P. A. VELÁSQUEZ. 1993.** Productividad de corderos terminales de razas de pelo cruzados de Suffolk. Producción de ovinos en el trópico. Centro de Investigación Regional del Sureste. INIFAP. Mérida, Yucatán. p. 17
- CARDONA I. Y SANCLEMENTE. L. 1986.** Acción del Undecilenato de Boldenona (Equipoise®) mas un implante de Estradiol Progesterona (Ganamax-m®) en la ceba comercial de novillos cebú. Tesis. Universidad Nacional sede Palmira.
- CASTELLANOS R. A. F. 1989.** Requerimientos alimenticios del borrego Pelibuey. Tecnología para la producción de ovejas tropicales. FAO. p. 78
- CELORIO D. F. A. 1982.** Comportamiento del borrego Tabasco en la fase de finalización con implantes hormonales y anabólicos *versus* suplementados y no suplementados. Tesis de Licenciatura, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.
- CHAGUENDO M. Y BURITICA M. 1989.** Acetato de Trembolona mas Estradiol en la ceba de novillos en pastoreo. Tesis. Universidad Nacional sede Palmira.
- COLEMAN M. E., P. A. EKEREN AND S. B. SMITH. 1988.** Lipid synthesis and adipocyte growth in adipose tissue from sheep chronically fed a beta-adrenergic agent. J. Anim. Sci. 66:372
- CRANWELL C. D., J. A. UNRUH, J. R. BRETHOUR AND D. D. SIMMS. 1996b.** Influence of Steroid Implants and Concentrate Feeding on Carcass and *Longissimus* Muscle Sensory and Collagen Characteristics of Cull Beef Cows. J. Anim. Sci. 74:1777-1783
- CRANWELL C. D., J. A. UNRUH, J. R. BRETHOUR, D. D. SIMMS AND R. E. CAMPBELL. J. 1996a.** Influence of Steroid Implants and

Concentrate Feeding on Performance and Carcass Composition of
Cull Beef Cows. J. Anim. Sci. 74:1770-1776

- CROIX A. 1978.** Comparison of gains from three different implants, Revalor, Synovex and DES. Texas Agriculture Ext. Service. Texas A & M University.
- CROUSE J. D., M. KOOHMARAIE AND S. C. SEIDMAN. 1991.** The relationship of muscle fiber size to tenderness of beef. Meat Sci. 30:295
- CRUZ L. C., 1991.** Engorda de borregos Pelibuey en condiciones tropicales. Memoria 3ª Reunión de Producción Animal Tropical. Martínez de la Torre, Veracruz. CIEEGT. UNAM. p. 29
- DIAZ M. T., S. VELASCO, C. S. LAUZURICA, F. RUIZ, C. PÉREZ, J. GONZÁLEZ AND C. MANZANARES. 2002.** Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. Small Ruminant Research, Vol. 43 (3) (2002) pp. 257-268
- DUARTE V. F. Y O. A. PELCASTRE. 1998.** La yuca (*Manihot esculenta*) como fuente energética en dietas integrales para engorda de borregos Pelibuey y su cruce con Hampshire. Téc. Pecu. Méx., 36:2 173-178
- DUCKETT S. K., D. G. WAGNER, F. N. OWENS, H. G. DOLEZAL AND D. R. GILL. 1999.** Effect of Anabolic Implants on Beef Intramuscular Lipid Content. J. Anim. Sci. 77:1100-1104
- ELIZONDO S. L., L. PADILLA G., D. J. DE LUNA V., H. DÍAS S. Y ESTRADA A. A. 1997.** Efecto de diferentes implantes anabólicos en novillos en pastoreo en praderas de ryegrass anual. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de ciencia animal. Buenavista, Saltillo Coahuila. México.
- ELSASSER T. H., T. S. RUMSEY, S. KAHL, S. M. CZERWINSKI, W. M. Y. ONO, M. B. SOLOMON, F. HARRIS AND J. M. FAGAN. 1998.** Effects of Synovex-S® and Recombinant Bovine Growth Hormone (Somavubove®) on Growth Responses of Steers: III. Muscle Growth and Protein Responses. J. Anim. Sci. 76:2346-2353
- ENG K. 1996.** Implant treatments dietary effect on environmental to be interest in 96'. Feedstuff. 68 (35) 11
- ESTRADA A. A., H. QUINTERO J. Y A. MARISCAL J. 1994.** Comportamiento de Zeranol y Acetato de Trembolona mas 17β Estradiol en la engorda de ovinos en corral. Memorias del VII

congreso nacional de producción ovina. AMTEO. UNAM. Toluca, México. pp. 77-80

ESTRADA A. A., SILVA C. R., LOPEZ T. R. Y GARCIA E. R. 1997. Evaluación de grados de calidad y rendimiento de la canal, en vaquillas reimplantadas con cinco anabólicos sesenta días antes del sacrificio. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de ciencia animal. Buenavista, Saltillo Coahuila. México.

FAO. 1987. Organización mundial de la salud. <http://www.oms.gov>.

FEBRES A. O. Y EDVIGE P. 1991. Estudio comparativo de implantes hormonales vs. no hormonales en novillos comerciales a pastoreo con suplementación. Revista Facultad Agronomía (LUZ) 8(3): 209-217

FERNÁNDEZ C., A. GARCÍA, H. VERGARA AND L. GALLEGO. 1998. Using ultrasound to determine fat thickness and *longissimus dorsi* area lambs of different live weight. Small Ruminant Research, Vol. 27 (2) pp. 159-165

FERNÁNDEZ C., L. GALLEGO AND A. QUINTANILLA. 1998. Lamb fat thickness and *longissimus* muscle area measured by a computerized ultrasonic system, alfalfa pasture for finishing lambs. Small Ruminant Research, Vol. 26 (3) (1997) pp. 275-280

FIELD R. A., G. MAIORANO, F. C. HINDS., W. J. MURDOCH AND M. L. RILEY. 1990. Bone ossification and carcass characteristics of wethers given silastic implants containing Estradiol. J. Anim. Sci. 68:3663

FIMBRES H., G. HERNÁNDEZ V., J. F. PICÓN R., J. R. KAWAS AND C.

D. LU. 2002b. Productive performance and carcass characteristics of lambs fed finishing ration containing various forage levels. Small Ruminant Research, Vol. 43 (3) pp. 283-288

FIMBRES H., J. R. KAWAS, G. HERNÁNDEZ V., J. F. PICÓN R. AND C. D. LU. 2002a. Nutrient intake, digestibility, mastication and ruminal fermentation of lambs fed finishing ration with various forage levels. Small Ruminant Research, Vol. 43 (3) pp. 275-281

- FLUHARTY F. L. 2000.** Effects of Pelleted Alfalfa and Whole-Shelled Corn Combinations on lamb Growth and carcass Characteristics. Research and Reviews: Beef and Sheep. Special Circular 170-99
- FORT DODGE SALUD ANIMAL®. 2002.** QACCP. Promesa de calidad de los puntos críticos de control. Kansas City. United State of América.
- FOUTZ C. P., H. G. DOLEZAL, T. L. GARDNER, D. R. GILL, J. L. HENSLEY AND J. B. MORGAN. 1997.** Anabolic Implant Effects on Steer Performance, Carcass Traits, Subprimal Yields, and *Longissimus* Muscle Properties. J. Anim. Sci. 75:1256-1265
- GALLEY S. PASCUAL, GALLEY S. J. Y FLORES O. F. 1999.** Evaluación de diferentes parámetros productivos de un hato ovino híbrido Dorper x Pelibuey. 2º congreso latinoamericano de especialistas en pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos. XI congreso nacional de ovinocultura. Yucatán. México.
- GARCIA E. 1988.** Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México. D. F.
- GOLL D. E., Y. OTSUKA AND M. MUGURUMA. 1983.** Role of muscle promenades in Dutson, *Postmortem* conditioning of meat. Advances in Meat Research. AVI Publishing Co. Inc. Vol 1 (eds.). Westport. CT.
- GUERRERO. 1985.** Implantes hormonales. Agricultura de las Américas. Volumen 30 Número 10. p 18-20
- GUIROY P. J., L. O. TEDESCHI, D. G. FOX AND J. P. HUTCHESON. 2002.** The effects of implant strategy on finished body weight of beef cattle. J. Anim. Sci. 80:1791-1800
- HADDAD S. G., NASR AND M. M. MUWALLA. 2001.** Optimum dietary crude protein level for finishing Awassi lambs. Small Ruminant Research, Vol. 39 (1) pp. 41-46
- HEITZMAN. 1983.** Agentes anabólicos en los animales domésticos. Memorias del simposio sobre anabólicos en producción animal. París, Francia.
- HEITZMAN R. J., D. W GIBBONS W., AND L. P. HARRISON. 1981.** A note on the comparative performance of beef steers implanted with the anabolic steroids Trembolone Acetate and oestradiol-17 alone or in combination. Animal Production. 32:219-222

HENRICKS D. M., R. T. BRANDT, JR. E. C. TITGEMEYER AND C. T. MILTON. 1997. Serum Concentrations of Trenbolone-17beta and Estradiol-17beta and Performance of Sheep Treated With Trenbolone Acetate, Melengestrol Acetate, or Estradiol-17beta. *J. Anim. Sci.* 75:2627-2633

HERMESMEYER G. N., L. L. BERGER, T. G. NASH AND R. T. BRANDT, JR. 2002. Effects of energy intake, implantation, and subcutaneous fat end point on feedlot steer performance and carcass composition. *J. Anim. Sci.* 78:825-831

HERNÁNDEZ M. O., J. PÉREZ P., P. A. MARTÍNEZ., J. G. HERRERA H., G. D. MENDOZA M. Y A. HERNÁNDEZ G. 2000. Pastoreo de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* H.) por borregos en crecimiento a diferentes asignaciones de forraje. *Agrociencia* 34:127-134

HERNÁNDEZ L. J., SÁNCHEZ R. M. A. A. Y VELÁSQUEZ S. C. 1986.

Efecto de la fuente de proteína e implante sobre ovinos castrados en engorda intensiva. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.

HERNANDEZ M. A. 1989. Análisis comparativo de los resultados obtenidos con la aplicación simultanea de dos implantes (Acetato de Trembolona-Zeranol), un implante solo (Zeranol) y aplicación de ningún implante (grupo testigo) de bovinos de engorda estabulados. Tesis de Licenciatura. FMVZ. UNAM.

HUFSTEDLER G. D., P. L. GILLMAN, G. E. CARSTENS, L. W. GREENE AND N. D. TURNER. 1996. Physiological and Hormonal Responses of Lambs Repeatedly Implanted with Zeranol and Provided Two Levels of Feed Intake. *J. Anim. Sci.* 74:2376-2384

HUFSTEDLER G. D., J. T. FRENCH, G. E. CARSTENS, L. W. GREEN, T. H. WELSH JR. AND F. M. BYERS. 1990. Performance and carcass characteristics of lambs implanted with Zeranol and fed at two levels of intake. *Sheep and Goat, Wool and Mohair Research reports, CPR 4771, pag 48*

HUTCHESON J. P., D. E. JOHNSON, C. L. GERKEN, J. B. MORGAN AND J. D. TATUM. 1997. Anabolic Implant Effects on Visceral Organ Mass, Chemical Body Composition, and Estimated Energetic Efficiency in Cloned (Genetically Identical) Beef Steers. *J. Anim. Sci.* 75:2620-2626

ILADIBA. 2002. <http://saludhoy.com/htm/depor/articulo/esteroides.html>

IPS. 1996. Prensa verde. Hormonas posible causa de la "vaca loca". Londres. Periódico El País. Domingo 5 de Mayo. Cali Colombia. p C-6

ISAZA G. Y GONZALEZ J. 1985. Efecto del Zeranol y el Estradiol 17 β sobre el peso al destete en terneros cruzados. Tesis. Universidad Nacional sede Palmira.

JOHNSON B. J., M. E. WHITE, M. R. HATHAWAY, C. J. CHRISTIANS AND W. R. DAYTON. 1998. Effect of a Combined Trembolone Acetate and Estradiol Implant on Steady-State IGF-I mRNA Concentrations in the Liver of Wethers and the *longissimus* Muscle of Lambs. *J. Anim. Sci.* 76:491-497

JOHNSON B. J., P. T ANDERSON AND J. C. MEISKE. 1996. Effect of combined Trembolone Acetate and Estradiol implant on feedlot performance, carcass characteristics, and carcass composition of lambs sheep. *J. Anim. Sci.* 74:363-371

JONES B. A., M. K. NEARY, D. L. HANCOCK, E. P. BERG, J. HUFFMAN Y J. R. FLANDERS. 1997. Efecto del implante Zeranol y la suplementación de levadura, sobre el comportamiento y características de la canal de Corderos en engorda. *Oveja & el Periódico de Investigación de Cabra*, Vol. 13, No. 1

KERCHER C. J. AND R. JONES. 1990. Hormone implants combinations for growing-finishing Sheep. *J. Anim. Sci.* 68 Supp. 1. 188 A.

KHAN A. G., A. AZIM, M. A. NADEEM AND M. A. KHAN. 1998. Effect of growing fattening diets on the growth performance of intensified Afghani lambs. *Small Ruminant Research*, Vol. 25 (1) () pp. 39-42

KIM Y. S., Y. B. LEE AND R. H. DALRYMPLE. 1987. Effect of the repartitioning agent cimaterol on growth, carcass and skeletal muscle characteristics in lambs. *J. Anim. Sci.* 65:1392

- KIYMA Z., T. E. ADAMS, B. W. HESS, M. L. RILEY, W. J. MURDOCH AND G. E. MOSS. 2000.** Gonadal function, sexual behavior, feedlot performance, and carcass traits of ram lambs actively immunized against GnRH. *J. Anim. Sci.* 78:2237-2243
- KOOHMARAIE M. 1988.** The role of endogenous proteases in meat tenderness. *Proc. Recip. Meat Conf.* 41:89
- KOOHMARAIE M. 1991.** The role of Ca-dependent proteases (calpains) in postmortem proteolysis and meat tenderness. *Recip. Meat Conf. Proc.* Vol 41
- KOSSILA V. 1983.** El uso de esteroides anabólicos en producción animal. Memorias del simposio sobre anabólicos en producción animal. París, Francia.
- LASTRA M. Y. de I. 2002.** programa nacional de fomento a la ovinocaprinocultura. Dentro del marco Alianza para el Campo. <http://www.sagarpa.gob.mx>.
- LEE C. Y., H. P. LEE, J. H. JEONG, K. H. BAIK, S. K. JIN, J. H. LEE AND S. H. SOHN. 2002.** Effects of restricted feeding, low-energy diet, and implantation of Trembolone Acetate plus Estradiol on growth, carcass traits, and circulating concentrations of insulin-like growth factor (IGF)-I and IGF-binding protein-3 in finishing barrows. *J. Anim. Sci.* 80:84-93
- LICEAGA R. D., G. F. RODRÍGUEZ Y N. J. PIÑA. 1986.** Respuesta de corderos Pelibuey en desarrollo a la utilización de diversos implantes subcutáneos. Memoria Reunión de Investigación Pecuaria en México, p. 205
- LOPEZ Z. R. 2002.** La ovinocultura, una industria que promete buenos resultados. *Comunicación ganadera. Órgano informativo de la Unión Ganadera Regional de Nuevo León.* Vol. 4. Num. 4. Monterrey, Nuevo León. México.
- MACIT M. 2002.** Growth and carcass characteristics of male lambs of the Morkaraman breed. *Small Ruminant Research*, Vol. 43 (2) pp. 191-194
- MADER T. L., J. M. DAHLQUIST., M. H. SINDT., R. A. STOCK AND T. J. KLOPFENSTEIN. 1994.** Effect of sequential implanting with synovex on steer and heifer performance. *J. Anim. Sci.* 72:1095-1100
- MAHGOUB O., C. D. LU AND R. J. EARLY. 2000.** Effects of dietary energy density on feed intake, body weight gain and carcass chemical

- composition of Omani growing lambs. *Small Ruminant Research*, Vol. 37 (1-2) pp. 35-42
- MCCLURE K. E., M. B. SOLOMON AND S. C. LOERCH. 2000.** Body weight and tissue gain in lambs fed an all-concentrate diet and implanted with Trembolone Acetate or grazed on alfalfa. *J. Anim. Sci.* 78:1117-1124
- MERSMANN H. J. 1998.** Overview of the Effects of beta-Adrenergic Receptor Agonists on Animal Growth Including Mechanisms of Action. by the American Society of Animal Science. *J. Anim. Sci.* 76:160-172
- MORON F. O. E. AND T. CLAVERO. 1999.** The effect of feeding system on carcass characteristics, non-carcass components and retail cut percentages of lambs. *Small Ruminant Research*, Vol. 34 (1) pp. 57-64
- NEARY M. K. Y M. J. CECAVA. 1995.** El efecto de la harina de pescado en el Crecimiento y características de la canal de Corderos en engorda. *Oveja & el Periódico de Investigación de Cabra*, Vol. 11, No. 3
- NRC. 1985.** Nutrient Requirements of Sheep. 6th Ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- OLIVA J. H. A. Y ALCIDES V. B. 2001.** Utilización del Zeranol en borregos Pelibuey en pastoreo y con concentrado energético. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 28. Universidad y Ciencia Volumen 17 Número 58
- OLIVARES V. E. 1994.** Paquete de diseños experimentales. Versión 2.5. Facultad de agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, Nuevo León. México.
- OLIVARES V. H. Y FAÑFORDJ D. M. 1990.** Crosses and Carcass Characteristics and serum growth hormone prolactine and insulin profiles in Debovillet lambs treated with ovine growth hormone and calorie Zeranol; *J. Animal Sci*
- PAISLEY S. I., G. W. HORN, C. J. ACKERMAN, B. A. GARDNER AND D. S. SECRIST. 1999.** Effects of implants on daily gains of steers wintered on dormant native tallgrass prairie, subsequent performance, and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 77:291-299

- PEREZ D. C. I., S. VILLANUEVA J. Y SÁNCHEZ R. C. 1995.** Influencia del Zeranol sobre el comportamiento de ovinos en engorda. Memoria del VIII congreso de producción ovina. Chapingo. México.
- PEREZ P., M. MAINO, G. TOMIC, E. MARDONES AND J. POKNIAK. 2002.** Carcass characteristics and meat quality of Suffolk Down suckling lambs. *Small Ruminant Research*, Vol. 44 (3) pp. 233-240
- PETIT H. V. 2000.** Effect of whole and rolled corn or barley on growth and carcass quality of lambs. *Small Ruminant Research*, Vol. 37 (3) pp. 293-297
- PINCKARD K. L., J. STELLFLUG, AND F. STORMSHAK. 2000.** Influence of castration and estrogen replacement on sexual behavior of female-oriented, male-oriented, and asexual rams. *J. Anim. Sci.* 78:1947-1953
- PRESTON R. L., S. J. BARTLE, T. R. KASSER, J. W. DAY, J. J. VEENHUIZEN AND C. A. BAELE. 1995.** Comparative effectiveness of Somatotropin and anabolic steroids in feedlot steer. *J. Anim. Sci.* 73:138-1047
- PREZIUSO G., C. RUSSO, L. CASAROSA, G. CAMPODONI, S. PILONI AND D. CIANCI. 1999.** Effect of diet energy source on weight gain and carcass characteristics of lambs. *Small Ruminant Research*, Vol. 33 (1) pp. 9-15
- RODRIGUEZ D. A. J. M. 1991.** *Métodos de Investigación Pecuaria. Editorial Trillas. 1ª. Edición. México. Pp. 38-39*
- ROEBER D. L., R. C. CANNELL, K. E. BELK, R. K. MILLER, J. D. TATUM AND G. C. SMITH. 2000.** Implant strategies during feeding: Impact on carcass grades and consumer acceptability. *J. Anim. Sci.* 78:1867-1874
- RUBIO L. M. S. 1996.** Efecto de promotores de crecimiento en el ganado y en la carne. Curso de actualización: Ganadería, Industria y Ciencia de la Carne en México. FMVZ-UNAM. México. pp. 138-194
- RUBIO L. M. S. 2002.** Efecto de los promotores de crecimiento en el ganado y en la carne. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México. D. F.
- RUMSEY T. S., T. H. ELSASSER, S. KAHL AND M. B. SOLOMON. 1999.** The Effect of Roasted Soybeans in the Diet of Feedlot Steers and Synovex-S Ear Implants on Carcass Characteristics and Estimated Composition. *J. Anim. Sci.* 77:1726-1734

- SÁNCHEZ G. E. J. 1990.** Alteradores del metabolismo y de la salud. Anabólicos y aditivos en la producción pecuaria. Editorial Ávila. México, p. 131
- SANCHEZ M. J, VALDEZ R. B., HOLGUIN G. F Y GOMEZ G. A. 1995.** Evaluación del efecto de dos implantes anabólicos (Zeranol y Benzoato de Estradiol) sobre la ganancia de peso, rendimiento en canal y rentabilidad financiera en bovino en corral de engorda. XIX Congreso Nacional de Buiatria, Torreón, Coahuila.
- SANCHEZ R. C. 1998.** Engorda de corderos en corral. Memoria del curso de Estrategias de Alimentación de Ovinos. IX congreso nacional de producción ovina. Querétaro. México.
- SANTRA A., S. A. KARIM AND O. H. CHATURVEDI. 2002.** Effect of concentrate supplementation on nutrient intake and performance of lambs of two genotypes grazing a semiarid rangeland. Small Ruminant Research, Vol. 44 (1) pp. 37-45
- SCHOONMAKER J. P., F. L. FLUHARTY, S. C. LOERCH, T. B. TURNER, S. J. MOELLER AND D. M. WULF. 2001.** Effect of weaning status and implant regimen on growth, Performance, and carcass characteristics of steers. J. Anim. Sci. 79:1074-1084
- SCOTT L., WICK D. AND REED O. 1995.**
<http://www.lib.umn.edu/articles/agri.phtml>
- STANTON T. L. AND LEVALLE S. B. 2001.** Lamb Feedlot Nutrition. Colorado State. No.1, 613
- TATUM J. D., M. S. DEWALT, S. B. LEVALLEY, J. W. SAVELLI AND F. L. WILLIAMS. 1998.** Relationship of Feeder Lamb Frame Size to Feedlot Gain and Carcass Yield and Quality Grades. American Society of Animal Science. J. Anim. Sci. 1998. 76:435-440
- TATUM J. D., KLEIN B. J., WILLIAMS JR. F. L. AND BOWLING R. A. 1992.** Influence of diet on growth rate and carcass composition of steers differing in frame size and muscle thickness. J. Anim. Sci. 66:1942-1954
- URRUTIA M. J., OCHOA C. M. A. Y BELTRÁN L. S. 2000.** La ovinocultura de agostadero en el noreste de México. 1ª edición. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. INIFAP. San Luis Potosí. México.

- USDA. 1998.** Food Consumption, Prices, and Expenditures. Statistical Bulletin No. 749, Economic Research Service.
- UTLEY P. R. AND W. C. McCORMICK. 1974.** Effects of feeding Melengesterol Acetate in combination with diethylstilbestrol and Zeranol implants on the feedlot performance of finishing heifers. *J. Anim. Sci.* 54: 211
- VALENCIA J. 1985.** Efecto de los promotores del crecimiento (Compudose 200® y Ralgro®) en la ceba de novillos normando en zona de páramo. Tesis. Universidad Nacional sede Palmira.
- VAN D. W. P. AND P. L. BERENDE. 1983.** Effect of anabolic agents on food producing animals. In: E. Meisssonier (Ed). *Anabolics in Animal Production*. Office International Epizooties. París, France. pp. 73-115
- VANDERWAL P. R., L. M. BERENDE AND J. E. SPRIETSMA. 1975.** Effect of anabolic agents on performance of calves. *J. Anim. Sci.* 41:978-985
- VELASCO A, LIVAS F., MARIN B. Y OCANA E. 1994.** Producción de Carne con novillos suizo-cebú implantados con acetato de Trembolona y 17β-Estradiol en el trópico húmedo. XIV. Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Acapulco, Guerrero. México.
- WAGNER J. J., J. U. THOMSON, R. H. PRITCHARD AND M. J. GOETZ. 1990.** Combinations of synovex and Finaplix for feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 68 Supp. 1.469 A
- WIGGINS J. P., H. ROTHENBACHER, L. L. WILSON, R. J. MARTIN, P. J. WANGSNESS Y J. H. ZIEGLER. 1979.** Growth and endocrine responses of lambs to Zeranol implants: Effect of preimplant growth rate and breed of sire. *J. Anim. Sci.*, 49:2:291
- WILSON L. L., J. L. SMITH, D. L. SWANSON AND E. W. MILLS. 1999.** Implant Sequence Effects in Intact Male Holstein Veal Calves: Carcass Characteristics. *J. Anim. Sci.* 77:3133-3139

APENDICE