

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



**Evaluación de dos anabólicos en el incremento de peso de becerros para
exportación en el norte de Veracruz**

Por:

ALONSO BOBADILLA SALDIVAR

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL

**Evaluación de dos anabólicos en el incremento de peso de becerros para
exportación en el norte de Veracruz.**

POR

ALONSO BOBADILLA SALDIVAR


TESIS


Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito
Parcial para obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

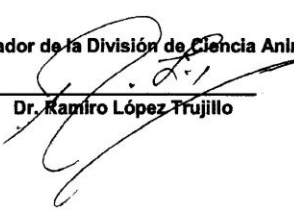
Aprobado por


M.C. Raquel Olivas Salazar
Asesor principal


Dr. Fernando Ruiz Zarate.
Asesor


Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez
Asesor

Coordinador de la División de Ciencia Animal


Dr. Ramiro López Trujillo



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México diciembre del 2013

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la existencia, salud, acompañarme en todo momento y darme la oportunidad de poder culminar una etapa más de mi vida, pero con su apoyo y fe en él, este camino duro y difícil de recorrer se ha alcanzado a la meta.

A mis padres: Ricardo Bobadilla Olivares y Elizabeth Saldivar Villanueva, por la confianza y apoyo incondicional que me brindaron en toda la etapa de mi carrera, de todo corazón muchas gracias.

A mi “*ALMA TERRA MATER*”: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO por darme la oportunidad de estudiar y seguir preparándome como persona y como profesional e inculcarme los valores para ser competente y poder desarrollarme en el sector laboral. Y gracias porque afortunadamente soy parte de ti (*buitres por siempre*).

A todo el personal del departamento de producción animal porque fueron parte de mi formación profesional por brindarme sus conocimientos que son la base para poder ser competente en el ámbito laboral.

A la M.C. Raquel olivas Salazar, por su amistad, por brindarme sus conocimientos, por su tiempo, paciencia y dedicación para realizar este trabajo.

Al Dr. Fernando Ruiz Zarate, por brindarme el apoyo, el tiempo la paciencia y dedicación que deposito en la realización de este trabajo.

Al PhD. D. Jesús Fuentes Rodríguez, por su gran amistad, comprensión, la transmisión de sus conocimientos y tiempo para poder llevar a cabo la realización de este trabajo.

A mis amigos (as): por brindarme su amistad y apoyo, Ana luisa, Rubén Ramírez, Refugio Méndez, Evaristo campos, Agustín Ramírez, Édgar cruz, y demás amigos que conocí en esta mi universidad.

A mis amigos (as) de la generación CXIV, por compartir momentos buenos y malos, Adolfo, José (chepe), José Beltrán, Gabriel Hernández, Billihil, Roberto Aguilar, marco Antonio Mendoza, Alejandro Cumplido, Estela Espinoza, Martin Ruano, Roció Ramírez, Anahí, Nallely, junior (Jr.), Alfredo Gómez. Y demás compañeros de la carrera.

A Mirna cruz por todo el apoyo incondicional, la paciencia que tuviste en los momentos de desesperación, por tus consejos, por formar parte de mi vida, muchas gracias por darme la oportunidad vivir momentos felices e inolvidables, eres una gran persona.

DEDICATORIA

A Dios por acompañarme en momentos difíciles, darme salud y llevarme con bien en cada destino a donde voy.

A mis padres: Sr. Ricardo Bobadilla Olivares y Sra. Elizabeth Saldivar Villanueva, por formar parte de mi vida siendo su hijo, por creer en mí, por todo su apoyo, consejos y dándome ejemplos dignos de superación, se el gran orgullo que sienten por mí, esto es por ustedes que son unas grandes personas por que admiro su unión y fortaleza.

A mis hermanos; Ricardo Bobadilla Saldivar y Sandra Yadira Bobadilla Saldivar, por su apoyo, consejos que en todo momento me han bridado, por compartir esos grandes momentos de felicidad, muchas gracias por que confiaron en mí, todo este esfuerzo lo comparto con ustedes por que forman parte de mi vida.

A mis abuelos: Blas Bobadilla y Agustina Olivares, gracias a ellos por todo su apoyo y confianza que me brindaron, porque desde pequeño me vieron crecer y por la gran convivencia que hemos tenido y por todos los sufrimientos que me vivieron cuando me miraban partir, este gran logro es dedicado a ustedes. A Esteban Saldivar (†) y Eva Villanueva, gracias por su apoyo, consejos y confianza que depositaron en mí, hoy todo eso está reflejado en este logro que lo comparto con ustedes, a ti abuelito teba muchas gracias donde quiera que te encuentres, porque de ti aprendí lo que es la humildad y amabilidad, gracias porque fuiste una gran persona y digna de admirar.

A toda mi familia Bobadilla y familia Saldivar muchas gracias que de una u otra forma me ayudaron y participaron para lograr terminar una carrera profesional.

A mis amigos y demás personas que me rodean que en algún momento de mi ausencia en mi querido pueblo, estuvieron al tanto de mí.

MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA

El suscrito Alonso Bobadilla Saldivar estudiante de la carrera Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con matrícula de 291635 y autor de la presente tesis, manifiesto que:

- 1.- Reconozco que el plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro país.
- 2.- Las ideas, opiniones, datos e información publicadas por otros autores y utilizadas en la presente tesis han sido debidamente citadas reconociendo la autoría de fuente original.
- 3.- Toda la información consultada ha sido analizada e interpretada por el suscrito y redactado según su criterio y apreciación, de tal manera que no se ha incurrido en el copiado y pegado de dicha información.
- 4.- Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor de los materiales bibliográficos consultados por cualquier vía y manifiesto no haber hecho mal uso de ninguno de ellos.
- 5.- Entendiendo que la función y alcance de mi comité de asesoría, está circunscrito a la orientación y guía respecto a la metodología de la investigación realizada por la siguiente tesis, así también como análisis e interpretación de los resultados obtenidos, por lo tanto eximo de toda responsabilidad relacionada al plagio académico a mi comité de asesoría y acepto que cualquier responsabilidad al respecto es por parte mía.

Alonso Bobadilla Saldivar



Nombre y firma

Tesis de licenciatura UAAAN

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| 2.1. Antecedentes de los anabólicos | 4 |
| 2.2. Agentes anabólicos | 5 |
| 2.3. Generalidades de los anabólicos..... | 6 |
| 2.4. Clasificación de los agentes anabólicos | 9 |
| 2.5. Técnicas de la aplicación de los implantes..... | 10 |
| 2.6 Efectos anabólicos de andrógenos, estrógenos y progestágenos..... | 12 |
| 2.7. Principales agentes anabólicos | 15 |
| 2.7.1. Acetato de trembolona ($C_{20}H_{24}O_3$)..... | 15 |
| 2.7.2. 17 β estradiol ($C_{18}H_{24}O_2$) | 18 |
| 2.7.3. Zeranol..... | 20 |
| 2.7.4. Progesterona | 23 |
| 2.7.5. Agonistas β -Adrenérgicos | 24 |
| 2.8. Ventajas y desventajas de los agentes anabólicos. | 26 |
| 2.9. Efecto de los agentes anabólicos | 30 |
| 2.9.1. Sobre el incremento de peso y la eficiencia de conversión alimenticia | 30 |
| 2.9.2. En la deposición del músculo..... | 32 |
| 2.9.3. En la deposición de la grasa | 32 |
| 2.9.4. En los residuos hormonales en la carne | 33 |
| 2.10. Duración de los implantes | 34 |

| | |
|---|----|
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 35 |
| 3.1. Descripción del lugar | 35 |
| 3.1.1. Ubicación del área de estudio..... | 35 |
| 3.1.2. Clima..... | 36 |
| 3.1.3. Vegetación y fauna | 37 |
| 3.1.4. Edafología..... | 37 |
| 3.1.5. Hidrografía | 37 |
| 3.1.6. Orografía..... | 37 |
| 3.2. Materiales y Metodología..... | 38 |
| 3.3. Análisis estadístico | 43 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 44 |
| V. CONCLUSIONES | 48 |
| VI. LITERATURA CITADA | 49 |

| INDICE DE CUADROS | Pág. |
|---|-------------|
| Cuadro 1. Clasificación de los agentes anabólicos..... | 9 |
| Cuadro 2. Nombre y principio activo de los anabólicos utilizados en el ganado..... | 39 |
| Cuadro 3. Distribución de los tratamientos utilizados en animales de diferentes cruzas..... | 41 |
| Cuadro 4. Composición y costo de la dieta utilizada para la alimentación de animales de talla grande (T1 y T2)..... | 42 |
| Cuadro 5. Composición y precio de la dieta para animales de talla pequeña (T3 y T4)..... | 43 |
| Cuadro 6. Promedios de peso inicial, peso final y ganancia de peso a los 25 días en bovinos de talla grande..... | 45 |
| Cuadro 7. Promedios de peso inicial, peso final y ganancia de peso a los 25 días en bovinos de talla grande..... | 46 |

INDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 1. Localización geográfica del rancho Pa'lante..... | 36 |
| Figura 2. Pistola utilizada para administrar el implante subcutáneo a base de Zeranol..... | 39 |
| Figura 3. Ganancia promedio de peso, a los 25 días de evaluación de los bovinos hembras y machos de talla grande con y sin implante de Zeranol..... | 45 |
| Figura 4. Ganancia promedio de peso, a los 25 días de evaluación de los bovinos hembras y machos de talla pequeña con y sin Boldenona..... | 47 |

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue Comparar zeranol (Ralgro®) y boldenona (Equigan®) como anabólicos en becerros encastados para exportación, la cual se llevó a cabo en las instalaciones del rancho PA`LANTE, ubicado en la carretera nacional naranjos-Tampico km 84.5 Saltillo grande, Chinampa de Gorostiza, Veracruz. Se utilizaron 72 animales encastados, donde se dividieron en 4 tratamientos: T1 con Zeranol, T2 sin Zeranol, T3 con boldenona y T4 sin boldenona. El día 0 todos los animales fueron sometidos al mismo manejo como el baño contra garrapatas, la aplicación de vacunas contra enfermedades respiratorias, administración de complejo B, vitaminas y desparasitante. Al realizar comparaciones de los tratamientos en el análisis estadístico (SAS), con un alto grado de significancia ($P \leq 0.05$) se obtuvo como resultado que hembras implantadas con zeranol obtuvieron mayores incrementos de peso en un periodo de 25 días. Llegando a la conclusión de que hembras implantadas con zeranol obtienen mayor ganancia de peso que en machos y que animales inyectados con undelcinato de boldenona se obtienen incrementos similares en machos y hembras.

Palabras clave: Anabólico, Implante, Zeranol, Boldenona.

I. INTRODUCCIÓN

Debido al alto número de población humana, se debe aumentar la producción de alimentos de origen animal, lo cual se convierte en un reto para todas aquellas personas que se desempeñan dentro del campo de la producción de alimentos de origen animal en particular mediante técnicas que permitan producir mayor cantidad y mejor calidad de carne.

La producción trae consigo por un lado el consumo, la comercialización, la industrialización, la exportación y el transporte, y por otro lado, la ciencia y tecnología aplicadas a dicha producción para incrementarla y mejorarla con el fin de lograr satisfacer una de las necesidades elementales (Oranday, 1985).

El uso de implantes anabólicos en bovinos de carne en el corral de engorda es una práctica muy común que tiene como objetivo el mejoramiento de la eficiencia de conversión alimenticia y la ganancia diaria de peso. Algunos autores mencionan que la aplicación de implantes anabólicos es una medida rentable por cada peso que se invierte, por lo que en México la tendencia ha sido a producir más carne a menor costo (Roche, 1983).

La historia de los tratamientos anabólicos se puede describir como una serie de desarrollos farmacéuticos que han identificado las mejores moléculas y se han cuantificado las dosis y los preparados farmacéuticos que ofrezcan más ventajas

en cuanto a crecimiento, eficiencia alimenticia, calidad de la canal, costo de producción y seguridad para el ser humano (Agromeat, 2010).

El uso de los agentes anabólicos en la producción de carne depende de varios factores: la nutrición prenatal y el primer periodo postnatal, composición hormonal de los animales tratados, edad, sexo, raza y medio ambiente (Correal, 2009).

La ganadería ha usado todas las tecnologías que le permita lograr una mayor producción en el menor tiempo posible. Por esto, la utilización de agentes anabólicos en ganado de engorda es una práctica que ha demostrado la conveniencia de ser utilizada, debido a que mejoran ganancias diarias de peso y conversión alimenticia, y puede considerarse que bajo condiciones de alimentación adecuada probablemente sea la práctica con más rentabilidad (Molina, 1986).

Por lo anterior, en el presente trabajo se plantean los siguientes:

OBJETIVOS

Objetivo General:

Comparar zeranol (Ralgro®) y boldenona (Equigan®) como anabólicos en becerros encastados para exportación en el norte del estado de Veracruz.

Objetivo Específico:

1. Evaluar el efecto del implante de zeranol y administración inyectable de boldenona sobre el incremento de peso de becerros encastados destinados a exportación, de acuerdo al sexo de los animales en el norte del estado de Veracruz.

HIPÓTESIS

- Los animales tratados con los agentes anabólicos implantados o inyectados obtendrán ganancias de peso más elevadas que aquellos animales no tratados.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de los anabólicos

El uso de agentes anabólicos para incrementar la producción animal no es algo nuevo y se desarrolló a principios de la década de 1950 a partir de estrógenos sintéticos, especialmente los estilbenos que condujeron a su uso inicial (Harrison *et al.*, 1983).

Los anabólicos son definidos por la F.A.O (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación) y la O.M.S (Organización Mundial de la Salud) en Roma 1975 como: "Toda sustancia capaz de mejorar el balance de nitrógeno por el aumento de la acumulación de proteína en el organismo animal" (Ávila, 1990).

Desde la primera utilización de implantes anabólicos, hace 53 años, se ha reconocido que los implantes anabólicos mejoran la tasa de crecimiento, conversión alimenticia, y la deposición de proteínas en el ganado, bajo las condiciones experimentales y comerciales. El uso histórico de los implantes en los rumiantes se remonta a 1947 con la primera implantación de vaquillas Hereford con dietilestilbestrol. Desde entonces se han desarrollado varios implantes con diversos grados de éxito comercial (Samber *et al.*, 1996).

2.2. Agentes anabólicos

Según Wagner (s/f), (citado por Cardona, 1986). Un anabólico puede definirse como cualquier agente que afecte la función metabólica del animal, aumentando la sedimentación de proteínas.

Éstas son sustancias que promueven en los organismos lo que se denomina el anabolismo, es decir, promueven la síntesis de proteínas en los músculos, entre otras funciones, lo que se traduce en aumento del peso corporal (Molina, 1986).

Los agentes anabólicos son una alternativa para incrementar la producción de carne en el país, pues son hormonas naturales y sintéticas que influyen en las funciones metabólicas del animal, mejorando el balance de nitrógeno en el organismo y por consiguiente, incrementa la producción de proteína en el mismo. Las más utilizadas en la ganadería son las hormonas gonadales (esteroides), masculinas (estrógenos) y las que tienen actividad progestional (Cardona, 1986).

La aplicación de estos agentes en animales estabulados es una de las prácticas que han demostrado la conveniencia del por qué son utilizados, debido a que mejoran las ganancias diarias de peso, en algunos la conversión alimenticia, lo cual se traduce en una optimización del comportamiento animal y puede

considerarse que bajo condiciones alimenticias adecuadas es probable que sea la práctica de manejo más redituable. (Molina, 1986).

2.3. Generalidades de los anabólicos

Según Kossila, (1983), (citado por Abarca, 2010). El uso de los anabólicos en la producción de carne depende de los siguientes factores: la nutrición prenatal y el primer periodo postnatal, composición hormonal de los animales tratados, edad, sexo, raza, medio ambiente, costo de los alimentos y los sistemas de fijación de los precios de la carne.

El uso de agentes anabólicos para el incremento de producción animal no es algo nuevo pues fue desarrollado a principios de la década de 1950 a partir de estrógenos sintéticos, especialmente los estilbenos, que condujeron a su uso inicial (Chan *et al.*, 1975).

En general los anabólicos promueven una mayor retención de nitrógeno, incrementando la síntesis de proteínas, aumentando la fijación de calcio y fósforo a nivel de tejidos, con la disminución en la secreción de urea e incremento en las concentraciones hemáticas de glucosa e insulina (Hayden *et al.*, 1992).

Actualmente se utilizan en el ganado, ejercen actividades comunes a las de las hormonas esteroides androgénicas, estrogénicas o progestágenas y por lo tanto existe la posibilidad de que afecten el metabolismo de las proteínas de distintas maneras porque existen receptores de esas hormonas en distintos tejidos. (Michel *et al.*, 1983).

En los rumiantes sanos, el ritmo de crecimiento y la eficiencia de conversión de peso pueden modificarse mediante la administración de dos tipos de sustancias estimulantes del crecimiento: las primeras incluyen los agentes anabólicos que tienen propiedades hormonales y actúan sobre los procesos metabólicos, y las segundas que incluyen las sustancias anabólicas activas a nivel ruminal que modifican las fermentaciones que tienen lugar en el rumen (citado por Abarca (2010)).

Dávila *et al.*, (s/f), citado por Elizondo (1997). Coinciden con otros autores al indicar que los agentes anabólicos son un recurso eficaz para promover un mayor crecimiento en los animales y hacer más redituable la producción pecuaria, sea esta extensiva (pastoreo) o intensiva (corral). El uso de los implantes anabólicos se ha difundido a nivel mundial debido a que son fácilmente comprobables.

Según Johnson *et al.*, (1996) el uso de anabólicos también ha dado como resultado un aumento de peso de la canal y el aumento del músculo y el rendimiento muscular en el ganado bovino. A pesar de estas respuestas favorables, existe la preocupación de que la canal y la calidad de consumo pueden ser sacrificadas por el uso de implantes anabólicos; lo anterior coincide con (Hermesmeyer *et al.*, 2002).

Griffin (2008), (Citado por Bravo e Ítalo 2011). Señala que el uso de implantes promotores del crecimiento es uno de los métodos más rentables para mejorar la ganancia de peso y eficiencia alimenticia. Los implantes son más eficaces cuando se usan en el ganado pre y post-destete y son finalizados en el corral de engorda. En general, los implantes mejoran la deposición de proteínas y disminuyen la acumulación de grasa. Cuando se diseña la programación de implantes se debe tomar en cuenta la edad del animal, el sexo, el peso, la raza y los objetivos del mercado. La carne y productos de origen animal procedentes de bovinos implantados con estimuladores de crecimiento son tan seguros y aceptables como los productos de bovinos no implantados.

Por lo tanto, los agentes anabólicos se han utilizado con mayor éxito en los bovinos, en particular en sistemas de producción intensiva. Una hipótesis para el papel de los agentes anabólicos como promotores de crecimiento en bovinos

sugiere que tanto andrógenos como estrógenos son necesarios para lograr una tasa de crecimiento máxima (Chan *et al.*, 1975).

2.4. Clasificación de los agentes anabólicos

Cuadro 1.- clasificación de los agentes anabólicos

| CATEGORÍAS | SUSTANCIAS QUÍMICAS |
|---|--|
| Estíbenos | Dietilelbestrol Hexestrol Dienestrol |
| Compuestos Naturales | 17 β estradiol Testosterona Progesterona |
| Xenobioticos no estilbenos | Acetato de Melengestrol Zeranol Acetato de trembolona |
| Hormona del crecimiento y compuestos afines | Hormona del crecimiento Descargadores de hormona del crecimiento Somatomedina Somatostatina |

(Valencia, 1985 e Isaza, 1985)

2.5. Técnicas de la aplicación de los implantes

La administración apropiada comienza con la desinfección del material. El uso del material apropiado, así como la higiene y la ubicación del implante, juega un papel importante en los resultados de la implantación. La aplicación de una técnica adecuada de implantación genera mayores ganancias económicas en la industria ganadera. Para que la implantación tenga el éxito esperado, es necesario poner el implante en el tercio medio de la oreja evadiendo los vasos sanguíneos para evitar el rechazo del implante o la acumulación de sangre que contribuya a la formación de un absceso (Hollis, 1989 y Rains, 1990).

Todos los implantes deben ser administrados por vía subcutánea en el tercio medio de la oreja, tratando de evitar los vasos sanguíneos; ésta es la vía aprobada por la administración de alimentos y medicamentos (FDA). Si una parte de la oreja se ha perdido a causa de la congelación o lesión, el implante debe ser colocado en la última mitad de la oreja. El implante debe colocarse fuera del cartílago de la base de la oreja. Los implantes no deben ser colocados en lugares distintos de la oreja (Gámez, 2006)

La rapidez con que se realiza la aplicación del implante tiene beneficios en relación con los costos de manejo y mano de obra. Desafortunadamente, demasiada rapidez puede representar por otro lado, la pérdida potencial de dinero

por concepto de ganancias adicionales de peso debido a un implante defectuoso.
(Shimada *et al.*, 1990)

Defectos de interés incluyen abscesos, implantes expulsados, empotramiento del cartílago, pastillas trituradas, bolitas que faltan, y gránulos agrupados. La identificación de estos defectos puede ser difícil de determinar. En general, los abscesos se ampliarán y si éste se rompe, el implante será expulsado dejando un muy pequeño anillo de tejido de la cicatriz (Gámez, 2006)

Para realizar una buena práctica en la colocación del implante se recomienda lo siguiente:

- Capacitar al personal encargado de esta actividad, y contar con el equipo y técnica adecuada de implantación.
- Elaborar un programa de implantes y reimplantes asesorado por el médico veterinario, según el tipo de ganado, peso y número de días en confinamiento.
- El sitio correcto del implante es la parte trasera de la oreja, en el tercio medio de la misma, entre la piel y el cartílago.
- No colocar implantes en ningún otro sitio que no sea el tercio medio de la oreja.
- El colocar el implante en otro sitio constituye una marca extra y puede resultar en una pérdida en el valor de la canal.
- La buena higiene siempre se deberá procurar al no implantar en orejas húmedas o sucias, siempre se debe desinfectar la aguja después de cada uso.

- Es importante tener presente que el implantar en un sitio inapropiado, potencialmente disminuye la eficacia del implante, pero esto también puede resultar en otro daño a la producción.
- Tal daño incluye pérdidas adicionales de cortes en la planta de empaclado, preocupación del consumidor acerca de la seguridad y lo sano del producto, y la responsabilidad regulatoria (SAGARPA, s/f).

2.6 Efectos anabólicos de andrógenos, estrógenos y progestágenos

Maynard *et al.*, (1981) mencionan que el uso de estrógenos, andrógenos, progesterona y somatotropina se ha extendido para estimular el crecimiento y engorda de los animales productores de carne. Han producido un incremento importante en la tasa y eficiencia de ganancia de peso así como en la calidad de los productos alimenticios que resultan de ello.

Algunas hormonas, como los estrógenos y hormonas para la estimulación del crecimiento, actúan por lo general de forma específica y posiblemente de forma directa sobre las células de tejidos musculares. Los andrógenos y sus derivados actúan directamente sobre las células de tejidos musculares por mediación de un receptor intracelular de la misma forma que en el caso de los órganos reproductivos (Michel *et al.*, 1983; citado por Elizondo, 1997).

Shimada *et al.*, (1990) mencionan que de acuerdo a la clasificación de los agentes anabólicos se tiene que los andrógenos incluyen a la testosterona y a los andrógenos sintéticos como la metiltestosterona, acetato de trembolona y metiltrienolona; por su parte los estrógenos comprenden a las sustancias como 17 β estradiol, zeranol, dietiestilbestrol y hexestrol. La progesterona y los progestágenos sintéticos, los cuales son derivados de la nortestosterona, son poco utilizados como agentes anabólicos, por lo cual su mecanismo de acción es poco conocido. Estas sustancias son secretadas para circular inicialmente por el torrente sanguíneo ligadas a una proteína específica o bien en una forma libre dependiendo de la hormona. En el caso de los andrógenos y los estrógenos tal proteína se conoce como proteína plasmática ligada a la hormona sexual (SBP). La SBP facilita el paso de hormona a la célula y una vez dentro de la célula la hormona forma un complejo con el receptor, el cual transmite el mensaje a las estructuras biológicas que efectúan la acción.

Los andrógenos son principalmente miotróficos (actúan directamente sobre células musculares). La hormona penetra en la célula, se fija a un receptor del citoplasma; va al núcleo. Se estimula la producción de un RNA mensajero, que elabora una enzima que actúa en el proceso de síntesis proteica. Se produce una hipertrofia muscular con disminución de los aminoácidos plasmáticos y de la urea plasmática

con un balance nitrogenado positivo, con disminución en la excreción de orina y aumento de la somatotropina (STH) (Petryna *et al.*, 2002).

Los andrógenos y sus derivados circulan por el torrente sanguíneo en forma libre a una proteína específica. Esta se conoce como proteína plasmática ligadora de esteroides (SBP). Esta proteína facilita el paso de la hormona a las células, y una vez dentro de estas, se forma un complejo con su receptor, que es una proteína intracelular capaz de reconocer el mensaje específico llevado por la hormona. El acoplamiento de la hormona y receptor conducen a la transmisión del mensaje a las estructuras de las células que efectúan alguna acción. (Sánchez, 1990)

Los andrógenos entran a la célula y se unen a un receptor en el citoplasma que estimula la producción de RNA mensajero, para la formación de una enzima que realiza la síntesis proteica. Los estrógenos estimulan la producción de Somatotropina (STH), Tirotropina (TH) y Adrenocorticotropina (ACTH) que aumentan la retención de nitrógeno resultando un incremento en la producción de tejido muscular (Pisa agropecuaria, 2012)

Los estrógenos tienen una acción más indirecta. Actúan a nivel de la hipófisis, estimulando la producción de somatotrofina (STH), tirotofina y adrenocorticotrofina (ACTH). Trenkle (1970), reportó un aumento considerable en la concentración de la hormona del crecimiento aumentando la retención del

nitrógeno, lo cual resulta un incremento de la producción de carne magra sin efectos adversos en la calidad de la canal.

Los estrógenos naturales son hormonas fenolicoesteroides sintetizadas en las gónadas y la corteza suprarrenal de todos los mamíferos que ejercen efecto en las funciones del organismo. Existen otros compuestos que tienen actividad estrogénica pero no son hormonas fenolicoesteroides, como los estilbenos (dietilestribestrol) y lactonas del ácido resorsico (zeranol) (Sánchez, 1990)

A pesar de su eficacia, los estrógenos y sustancias estrogénicas como el ácido resorcílico por ejemplo, tienen una aplicación restringida en varios países debido a la posibilidad de que se acumulen residuos de estos productos en la carne, poniendo en riesgo la salud del consumidor (Petryna *et al.*, 2002)

2.7. Principales agentes anabólicos

2.7.1. Acetato de trembolona (C₂₀ H₂₄ O₃)

El acetato de trembolona es un andrógeno sintético usado como promotor de crecimiento. Es un compuesto esteroidal, clasificado como un esteroide triénico, que presenta gran similitud con la estructura de las hormonas sexuales, no presenta actividad estrogénica. Es un agente anabólico que actúa directamente en la formación de proteína corporal. (Torres, 1992)

El acetato de trembolona es un andrógeno sintético usado como un promotor del crecimiento particularmente aplicado en rumiantes (Evard *et al*, 1989). Este compuesto ha sido aprobado para usarse en novillos ya que mejora los incrementos de ganancia de peso, conversión alimenticia y aumenta el peso en la canal. (Jones *et al.*, 1991)

Rico (1983), Poittier, Coussediere y Heitzman (1980) caracterizan al acetato de trembolona como un anabólico de rápido metabolismo y que no deja vestigios peligrosos en la salud.

El acetato trembolona es un andrógeno esteroide con tres uniones dobles, es un análogo de la testosterona con actividad anabólica entre 10 y 50 veces superior que la testosterona. Cuando solo este es utilizado induce un aumento del 32% de retención de nitrógeno en el ganado. Cuando se le combina con el zeranol o estradiol, induce un aumento del 20 al 40% en la retención de nitrógeno en becerros y novillos. La utilización de TBA y estradiol en animales castrados y TBA solo en hembras, provocan en plasma y musculo lo siguiente:

1. No aumenta el flujo de leucina en el plasma ni concentración en el músculo, de manera que no aumenta el cambio de proteínas ni la síntesis de éstas en el musculo.

2. Disminuye la actividad de la D-catepsina, osea que disminuye el catabolismo de las proteínas musculares.
3. La merma de las concentraciones de RNA y ADN en los músculos, señala una tendencia a la hipertrofia y no a la hiperplasia (Bouffalt y Willermart, 1983).

Trabajos realizados por Henrikcs *et al*, (1982) demuestran que el efecto del uso de acetato de trembolona se manifiesta en ganancia de P.V y eficiencia de conversión alimenticia y no se detectan efectos indeseables en la canal. Dichos resultados coinciden con experimentos de Drennan *et al.*, (1983) quienes lograron un 12.3 % de mayor peso en las canales de vacas implantadas con TBA.

Galbraith (1980) concluye que el TBA puede aumentar la ganancia de peso y la eficiencia de conversión alimenticia, a causa de su efecto en el metabolismo de las proteínas; en vaquillas, logrando un mayor incremento por la mejor retención de nitrógeno.

Las propiedades androgénicas y anabólicas, como en todos los compuestos, se encuentran disociados. Presenta una actividad anabólica 8-10 veces mayor que a la de cualquier otro compuesto de este género. Tiene una actividad casi nula por vía oral y es rápidamente metabolizable (Anónimo, 1987)

2.7.2. 17 β estradiol (C₁₈H₂₄O₂)

Es un elemento natural producido en todos los mamíferos, que reúne los altos grados de eficiencia con grandes márgenes de seguridad (Torres, 1992)

Es una hormona estrogénica natural muy importante en los mamíferos y es producida en los ovarios, placenta y testículos. Se puede encontrar también en el calostro de forma libre de 17 beta y en altos niveles de estrógenos conjugados (Shimada *et al.*, 1990).

Dependiendo de la dosis se obtiene una liberación de hormona leuteinizante, que promueve el crecimiento y ganancias de peso, aunque las respuestas son muy inconstantes (Sánchez, 1990).

En la actualidad se cuenta con nuevos implantes que tienen liberación controlada de esta anabólico, pudiendo tener efecto de 200 a 400 días. La calidad de la carne en animales implantados es exactamente igual a la de los no implantados (Torres, 1992).

Modo de acción: los esteroides estrogénicos presentan un modo de acción más complejo que el de los andrógenos. El 17 β estradiol tiene un efecto integral en la síntesis de proteína, es posible que igualmente ejerza una acción más específica a nivel muscular, ya que sea determinado que este anabólico une a la célula muscular.

El 17-beta estradiol, mediante una acción indirecta influye sobre diferentes glándulas endocrinas (Anónimo, 1987).

Villegas (1994), al utilizar veintidós corderos enteros híbridos de la cruce rambouillet con corriedale, para evaluar los incrementos de peso por efecto de la implantación del anabólico implemax (acetato de trembolona + 17 β estradiol), formando dos grupos de once animales, tomando en cuenta uno como testigo y el otro fue implantado. Concluye que en los incrementos de peso que se obtuvieron no se encontró significancia alguna, por lo que el implante acetato de trembolona + 17B estradiol de nombre comercial implamex no tiene efecto sobre los aumentos de peso en corderos.

2.7.3. Zeranol

El Zeranol es un anabólico natural no hormonal que se obtiene del hongo del maíz (*Gibberella zeae*), presenta una estructura molecular β -lactona del ácido resorcílico diferente a los andrógenos y estrógenos, pero ocupa los receptores de dichas sustancias para realizar su actividad (Agromeat, 2010).

El Zeranol es una sustancia no esteroide con actividad estrogénica, es un derivado sintético del zeralenone, metabolito proveniente de la fermentación del hongo *Gibberella zeae* en un medio de cultivo con glucosa (Toribio *et al.*, 1999).

El Zeranol bloquea los receptores de los glucocorticoides que son sustancias con potente actividad catabólica y al ocupar dichos receptores evita el catabolismo (degradación de componentes celulares) e induce el anabolismo (síntesis de componentes celulares). El Zeranol también ocupa los receptores de testosterona en la región hipotalámica induciendo una baja en los niveles de hormona luteinizante (LH) que trae consigo la disminución en el tamaño del testículo y en consecuencia menor actividad reproductiva y menor expresión de dominancia en los bovinos machos (Pisa Agropecuaria, 2012).

Se ha establecido que el implante de Zeranol en rumiantes, determina en general cuatro vías de acción: a) aumento en la producción de andrógenos, b) acción sobre la actividad tiroidea, c) acción sobre la hormona somatotrofa, d) acción sobre los receptores celulares de dichas hormonas, aumentando su número o compitiendo por el sustrato (Toribio *et al.*, 1999).

El Zeranol estimula el crecimiento muscular en los bovinos gracias a que favorece la retención del nitrógeno de la orina y a que mejora la síntesis proteica muscular. El Zeranol proporciona incremento en las ganancias de peso que va del 10 al 20%, mejorando la conversión alimenticia entre un 10 y 12% y acorta el periodo de tiempo del bovino al mercado. Puede utilizarse en bovinos de cualquier edad, raza, sexo y sistema de producción de bovinos en crecimiento o engorda, ya sea en pastoreo o corral (Pisa Agropecuaria, 2012).

Es ampliamente reconocido y comprobado en todo el mundo que, el Zeranol, administrado por vía subcutánea a través de un implante, provoca una ganancia de peso del orden del 10 al 20 %. Esta variación, depende de las condiciones de manejo, tipo de animal, concentraciones proteicas/energéticas del alimento, en bovinos y ovinos (Toribio *et al.*, 1999).

Martínez, (1991) con la aplicación de zeranol en ganado estabulado obtuvo mayores ganancias de peso en comparación con el anabólico laurato de nadrolona, y fácilmente con los kilos obtenidos de más se recupera el desembolso extra realizado por la compra del zeranol.

Pisa Agropecuaria (2012) indica que efectivamente 36 mg de Zeranol permiten obtener mayores ganancias de peso en los bovinos y puede utilizarse desde la primera semana de nacidos hasta su sacrificio. También puede utilizarse en becerras de reemplazo realizando un solo implante entre el mes de edad cumplido y el destete, sin que afecte su capacidad reproductiva. Puede utilizarse en bovinos en pastoreo con o sin suplementación, así como en corral de engorda al arranque (36 mg de Zeranol) o en periodo de finalización empleando (72 mg de Zeranol). Tomando en cuenta que es necesario proporcionar un alto contenido de energía en la dieta (30 mk de energía metabolizable) ya que la respuesta del animal al implante, está ligada principalmente a factores de dietas (calidad y cantidad) a factores genéticos.

2.7.4. Progesterona

La progesterona es una hormona esteroidea secretada en los ovarios de la hembras y en cantidades mucho mayores en la placenta en la etapa de la gestación.

La progesterona es necesaria para el mantenimiento de la preñez durante la gestación. Esta hormona estimula el desarrollo del tejido endometrial y mamario, e inhibe las contracciones uterinas. (Kustritz, 2001).

La progesterona (P4) es el compuesto más importante para la regulación de la fertilidad, encontrándola en el organismo en altas concentraciones, por lo cual no posee problemas de toxicidad. Sin embargo, posee con una vida media corta y cuando se administra por vía oral no es activa, excepto en dosis muy altas. Por estas razones esta hormona, resulta un buen modelo de fármaco para la micro encapsulación y liberación parenteral controlada (Chiappetta *et al.*, 2005).

A pesar de que la P4 es menor utilizada por los criadores de animales, también posee propiedades anabólicas. Su mecanismo de acción a este respecto es poco conocido. La P4 puede interactuar con el receptor androgénico. Además, los

progestágenos sintéticos son derivados de la nortestosterona MGA que interactúa con el receptor antes mencionado. (Shimada *et al.*, 1986).

Según Oranday (1985) la implantación de estrógenos + progesterona en novillos produce un mayor rendimiento productivo y utilidad económica que el uso de implantes a base de zeranol.

2.7.5. Agonistas β -Adrenérgicos

Los agonistas β -adrenérgicos son compuestos sintéticos que producen efectos profundos sobre el crecimiento y el metabolismo del músculo esquelético y el tejido adiposo. La estructura y funciones de estos compuestos son similares a las catecolaminas que se producen en los mamíferos, como son la dopamina, norepinefrina y epinefrina. La norepinefrina y la epinefrina son β -agonistas naturales en el cuerpo. (Mersmann, 1998).

El grupo de fármacos recientemente incorporados que se utilizan en la producción animal para mejorar la retención de nitrógeno, son llamados “repartidores de energía” o β -agonistas adrenérgicos (β AA). Son agentes químicos que actúan a

nivel de los receptores adrenérgicos, derivando la energía de los alimentos y de la lipólisis hacia la síntesis proteica muscular (Mersman, 1998).

Según Ricks *et al* (1984), la utilización de estas sustancias presentan una serie de ventajas relacionadas no solo con la mejora de la productividad, sino también con la calidad, pues la carne de animales tratados con β AA tienen mayor tejido magro. La información sobre el empleo de compuestos con actividad β -agonistas data de los años ochenta.

Domínguez *et al.*, (2008) concluyen que los β AA modifican el metabolismo celular, mejora la eficiencia productiva y la calidad de la carne de bovinos y ovinos, aunque los resultados pueden variar. Y por otro lado el clenbuterol, por ser una molécula con potencial tóxico, es capaz de inducir problemas de salud pública con intoxicaciones graves en humanos, comparado con el clorhidrato de zilpaterol y la ractopamina, los cuales son sustancias más seguras para su uso en la nutrición animal, y prácticamente sin residuos en los productos destinados para el consumidor final.

Por lo tanto los β -agonistas adrenérgicos (β AA) se han utilizado en la producción animal, propiciando una mayor eficiencia de uso del alimento, la cual se manifiesta en mejores características de la canal, así como en la composición química de la

carne, al reducir el contenido de grasa y aumentar el de proteína (Domínguez *et al.*, 2008).

2.8. Ventajas y desventajas de los agentes anabólicos.

Los anabólicos son sustancias que promueven en los organismos lo que se denomina el anabolismo, o sea promueven la síntesis proteica en los músculos, entre otras funciones, lo que se traduce en un aumento del peso corporal.

Con los anabólicos no solo se aumenta el peso y calidad de la canal, sino que se aumenta la velocidad para llegar a ese peso, reduciendo el tiempo en que los animales permanecen ya sea en praderas o corrales. Al mismo tiempo disminuye sustancialmente el alimento consumido, por lo tanto la dependencia de granos para la engorda tiende a bajar. (Gámez, 2006)

Es costeable utilizar implantes, ya que con una sola dosis se ha encontrado que los animales ganan 18 a 30 kg más por cabeza, además mejoran la conversión alimenticia, por lo tanto al aumentar el ritmo de ganancia de peso, tiende a reducir el periodo de engorda con las ventajas que esto conlleva. Por tanto al implantar al ganado con agentes anabólicos se logra una mayor rentabilidad económica. (Gámez, 2006)

Los agentes anabólicos no solo pueden utilizarse en animales en corrales de engorda, también en animales pastoreados en praderas irrigadas, solamente que debe cuidarse el contenido de proteína de los pastos y seguir las recomendaciones de pastoreo, principalmente la carga animal adecuada. (Cajal y Romero 1988).

Los anabólicos utilizados en soluciones oleosas para ser administrados por vía parental tienen la desventaja de que su acción es corta y generalmente solo se administran en animales domésticos por razones terapéuticas. Es más generalizado para fines de producción en ganado de carne la utilización de los implantes, administrados de forma subcutánea en la base de la oreja. (Gámez, 2006)

Dentro del grupo de los agonistas β -adrenérgicos cabe destacar que el clenbuterol es una sustancia empleada como anabolizante que aumenta la masa muscular de los animales y a la vez que reduce el porcentaje de grasa presente. Esto permite que el animal engorde más rápido y obtenga mayor peso al mercado, lo que aumenta las ganancias. Sin embargo su uso en la producción animal está prohibido, ya que la carne con clenbuterol que sea consumida es un peligro para las personas debido a sus efectos sobre el metabolismo. (Pérez, 2002)

En resumen, el uso de anabólicos en la producción del ganado ofrece las siguientes ventajas:

- a) Se reduce el periodo de engorda.
- b) Puede utilizarse en animales alimentados en corrales y en pastoreo.
- c) Se reduce el alimento consumido durante el periodo de engorda.
- d) Existe una mejor conversión alimenticia.
- e) Con la aplicación de implantes no afecta la salud del humano.
- f) Favorecen la eritropoyesis (formación de glóbulos rojos).
- g) Mayor rentabilidad económica.
- h) Con una sola dosis aumenta de 18 a 30 kg más en animales implantados que a los no implantados.
- i) El desarrollo de la infancia de los animales es altamente acelerado.
- j) Aumenta la fijación de calcio y fosforo, y disminuye la excreción de urea.

Sin embargo, el uso de anabólicos también trae consigo las siguientes desventajas:

- a) Los DES llegan a desarrollar tumores en la vagina.
- b) Pueden presentar problemas de cáncer en personas adultas (entre 40-60 años)
- c) Tienen acción corta cuando los anabólicos son administrados por vía oral o parenteral.

- d) Problemas cardiovasculares
- e) Taquicardia.
- f) Tumores hepáticos.
- g) Retención de líquidos, ictericia (pigmentación de la piel y tejidos).

Como se puede observar, con el uso de anabólicos en la producción del ganado se obtiene mayores beneficios tanto productivos como económicos, dándole el uso adecuado; obviamente se necesita un consumo elevado de anabólicos para que exista un alto riesgo de daños en la salud (Gámez, 2006)

2.9. Efecto de los agentes anabólicos

2.9.1. Sobre el incremento de peso y la eficiencia de conversión alimenticia

El efecto de los agentes anabólicos sobre los incrementos de peso y eficiencia de conversión alimenticia en el ganado está documentado desde que se usaron los primeros los primeros anabólicos a partir de 1938 (Rumsey y Hammond, 1990); afirmando desde entonces que los incrementos de peso y la eficiencia de la conversión alimenticia se ven mejorados con la aplicación de anabólicos.

El efecto anabólico de una sustancia ésta íntimamente ligado a diferentes variables como son: intervalo de aplicación, rapidez de liberación, nivel proteico de la dieta, disponibilidad de nutrientes, nivel energético, manejo, raza y condición sexual del animal, así como variables ambientales (Sánchez, 1990; Eng, 1996).

Brown (1983) evaluó un fitoanabólico extraído a partir de un hongo de maíz (zearaleonona), que después se convirtió en la sustancia activa zeranol, que se sigue conservando en la actualidad; la cual puede aumentar la ganancia de peso y hacer más eficiente la conversión alimenticia del animal.

Las investigaciones con implantes anabólicos han mostrado variables sobre las ganancias de peso en vacas alimentadas con dietas altas en concentrados

durante 28 y 56 días; por ejemplo, implantes con zeranol incrementaron la ganancia de peso del 10-17 por ciento comparados con los grupos no implantados. (Cranwell *et al.*, 1996)

En estudios comparativos realizados por Mader (1994), se señala que animales implantados con 36 mg de zeranol y reimplantados con zeranol a los 80 días, mejoró las ganancias de peso diario respecto a los animales que no recibieron implante. También, menciona que aquellos animales que fueron implantados con zeranol y reimplantados con 200 mg de progesterona y 20 mg de benzoato de estradiol, tuvieron mejores incrementos de peso que los reimplantados con zeranol en un periodo de 70 días previos al sacrificio.

En el trabajo realizado por Bravo y Edgar (2011), donde evaluaron el efecto de la edad utilizando el anabólico Zeranol en un periodo de 120 días, con toretes mestizos (brahmán x Brown swiss) de 8, 14 y 20 meses de edad. Utilizando un diseño de bloques completamente al azar. Los toretes con mejores resultados fueron los de mayor edad, debido al estado fisiológico de los animales ya que estos forman más músculo que los animales de menor edad, por lo tanto nos recomiendan que el anabólico Zeranol se deba aplicar a la edad adulta.

2.9.2. En la deposición del músculo

Tratamiento de implantes a base de 17β -estradiol y zeranol con y sin Acetato de trembolona (ATB) resultaron que todos los tratamientos que recibieron implantes tuvieron una mayor área en el ojo de la costilla y mayor grado de rendimiento de la canal en vaquillas y novillos respecto a los no implantados (Southgate *et al.*, 1988).

Mader (1994), reportó aumentos de 0.3 pulgadas cuadradas en el área del ojo de la costilla en novillos implantados con 36 mg de zeranol y reimplantados con zeranol 62 días antes del sacrificio en una prueba de 140 días (citado por Estrada, 1997).

2.9.3. En la deposición de la grasa

La utilización de implantes anabólicos en el ganado bovino generalmente indica que la grasa de la canal se verá disminuida linealmente en todos los animales tratados. (Eng. 1996)

Experimentos realizados con zeranol, aplicados en novillos y toretes en diferentes periodos previos al sacrificio (19,246, y 315 días) no se encontró diferencia en la grasa con animales que no fueron implantados, pero los novillos implantados

tuvieron mejor marmoleo y calidad de la canal que los toretes implantados. (Shackelford *et al.*, 1992)

Por otro lado, Mater *et al.*, (1994), con la utilización de acetato de trembolona (ATB) en combinación con TES+BES como implante terminal concluyen que no afectó el grado de marmoleo, y el grado de calidad, no se vio afectado en canales de vaquillas y novillos que recibieron implantes con TES+BES en periodos de evaluación de 112 días.

2.9.4. En los residuos hormonales en la carne

Uno de los primeros anabólicos utilizados en la producción de carne fue el ditilestibestrol (DES), que favoreció la ganancia de peso incrementando las necesidades nutricionales de los animales tratados. (Rumsey y Hammond, 1990) Actualmente su uso está prohibido, ya que se descubrió que podía causar ciertos tipos de cáncer en los humanos (Rubio, 1996). Además de que en animales puede provocar efectos colaterales como deformaciones en la espina dorsal, prolapso vaginal y rectal e hipertrofia del tejido mamario (Sánchez *et al.*, 1983).

Trabajos realizados por (Longhi *et al.*, 1994, citado por Estrada, 1997), en novillos implantados con zeranol y ATB utilizando radioinmunoensayo para medir los residuos de implantes en la carne y en vísceras, no encontraron residuos en la carne, pero si en el hígado; y concluyeron que el hígado es el principal órgano

destino para el zeranol y ATB; y que la excreción biliar es una ruta importante de eliminación de estos anabólicos.

2.10. Duración de los implantes

Los implantes administrados de forma subcutánea se han presentado tradicionalmente en forma de tabletas comprimidas. Pero también existen implantes de caucho siliconado rodeado por una capa también del mismo caucho. Esta mezcla de caucho siliconado proporciona al implante integridad estructural que previene la posibilidad de que se fragmente. La duración de cada implante puede variar entre 90-100 días o hasta 200-400 días siendo de mayor duración los pellets. En cambio los de tipo caucho tienen mayor duración debido a su liberación hormonal controlada. (Cáceres, 1997)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del lugar

3.1.1. Ubicación del área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en el rancho “PA´LANTE” VERACRUZ S. de R.L. de C.V. Dedicado a la compra y venta de ganado para exportación y mercado nacional, localizado en la carretera nacional Naranjos-Tampico km 84.5 Saltillo grande, Chinampa de Gorostiza, Veracruz. Ubicado en la región norte del estado (la huasteca). Colinda al suroeste con el municipio de Naranjos, al norte con Chinampa de Gorostiza, al sureste con Tamiahua y al oeste con Tamalin. Cuyas coordenadas geográficas son: 21° 23'10.16'' latitud norte y 97° 41'51.17'' longitud oeste, a una altura de 53 metros sobre el nivel del mar (Google earth, 2009).

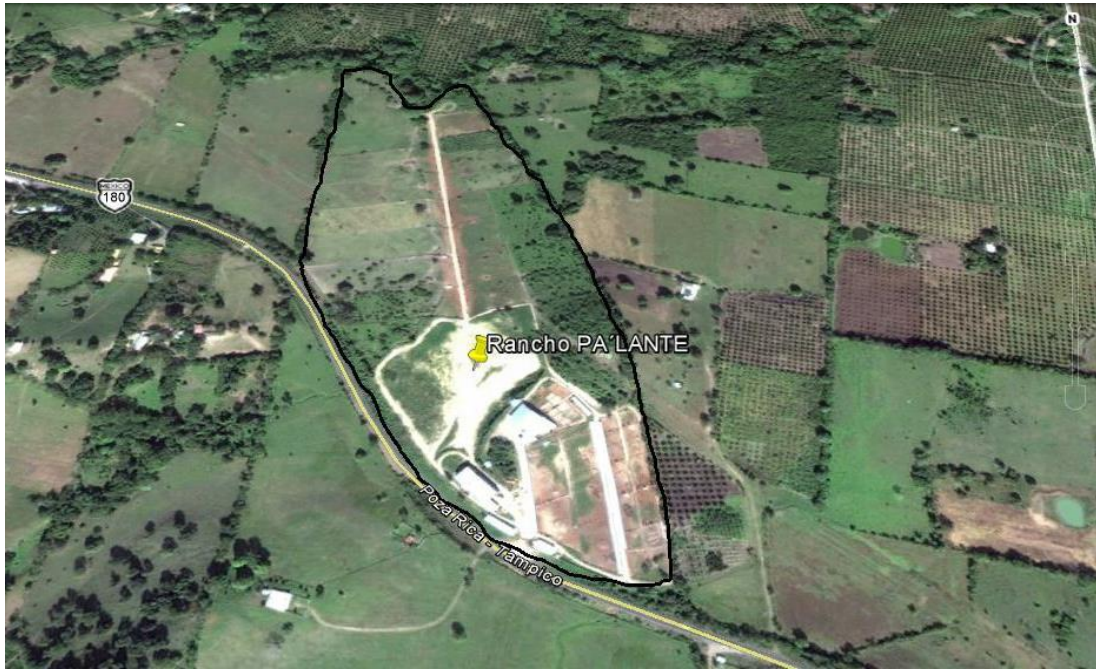


Figura 1. Localización geográfica del rancho Pa'lante.

3.1.2. Clima

El clima es cálido-regular (AW2(e)W), con una temperatura promedio de 23.5° C; con una precipitación pluvial media anual de 1,600.5 mm. Las precipitaciones orográficas aumentan en verano por los movimientos convectivos del aire, y por la influencia de los ciclones tropicales. Las zonas con régimen de lluvias se encuentran uniformemente repartidas. También tienen la característica de poseer una proporción de lluvia invernal relativamente alta (mayor de 10.2 % de la anual) (García, 1981).

3.1.3. Vegetación y fauna

Los ecosistemas que coexisten en el municipio son el de selva mediana perennifolia con chicozapote, pucté; donde se localizan las explotaciones de caoba y chicle, se desarrolla una fauna compuesta por poblaciones de tlacuache, conejo, liebre, ardilla y coyote.

3.1.4. Edafología

Su suelo es de tipo acrisol y está distribuido de la siguiente manera: 85.4% Pecuario, 6.7% Agrícola, 6.1% Forestal, 3.7% Fundo legal y 1.0% territorio nacional.

3.1.5. Hidrografía

Se encuentra regado por el río Tancochin.

3.1.6. Orografía

El municipio se encuentra ubicado en el norte del Estado, en la Huasteca, en la Sierra de Otontepec.

3.2. Materiales y Metodología

Se utilizaron 72 animales tanto hembras como machos, cruzados con razas europeas (suizos como raza predominante) y cebuinas con una edad variable de 5 a 10 meses y cuyos pesos oscilaban entre 109 y 256 kg (cuadro 3). El manejo de estos se llevó a cabo en la instalaciones del rancho.

En el día 0 todos los animales fueron sometidos al siguiente manejo:

- a) Baño de inmersión con un producto garrapaticida, antisárnico y piojicida a base de Amitraz (Bombard®).
- b) Pesaje con báscula electrónica con un rango de variación de 500 gramos.
- c) Administración intramuscular de las vacunas: (BRSV-5®) para la prevención de enfermedades respiratorias y (Blacklegol-10®) para la protección de animales sanos contra enfermedades causadas por diferentes bacterias. Para ambas aplicaciones la dosis fue de 2 ml.
- d) Administración intramuscular de vitaminas ADE (Vigantol ADE®) y vitamina B12 (Catosal®). La dosis para las vitaminas ADE fue de 2-4 ml según el estado físico del animal y para la vitamina B12 la dosis aplicada fue de 5 ml.

e) Administración subcutánea de un producto a base de ivermectina (Baymec®) para el control de parásitos gastrointestinales y pulmonares. Para este antiparasitario la dosis de aplicación fue de 1 ml por cada 50 kg de peso vivo.

Las características de los dos anabólicos a estudiar se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Nombre y principio activo de los anabólicos utilizados en el ganado.

| Principio Activo | Dosis y Vía de administración | Laboratorio |
|---------------------------|--|----------------|
| Zeranol | Implante subcutáneo de 36 mg con una pistola recomendada para tal fin (Figura 1) | Shering plough |
| Undecilenato de Boldenona | Administración intramuscular 1ml por cada 45 kg de peso vivo. | Tornel |



Figura 2. Pistola utilizada para administrar el implante subcutáneo a base de Zeranol.

Como se muestra en el Cuadro 3, los 72 animales se dividieron en cuatro grupos, 2 grupos con 19 animales de talla grande cada uno y 2 grupos con 17 animales de talla pequeña cada uno.

A los 19 animales del grupo 1 (T1) se les administró un implante a base de Zeranol (Ralgro®), vía subcutánea en la base de la oreja, utilizando para ello la pistola diseñada y recomendada para tal fin, la dosis empleada fue 36 mg/animal, Los 19 animales del grupo 2 (T2) no fueron implantados.

A los 17 animales del grupo 3 (T3) se les administró vía subcutánea Undecilenato de Boldenona (Equigan®), en la parte media de la paleta del cuello del animal, quedando el grupo 4 (T4) sin anabólico. (Cuadro 3).

Cuadro 3. Distribución de los tratamientos utilizados en animales de diferentes cruzas.

| Tratamiento | | Sexo | Núm. de animales | Peso inicial promedio (kg) | Peso inicial kg (menor y mayor) |
|-------------|---------------|---------|------------------|----------------------------|---------------------------------|
| T1 | Con Zeranol | Hembras | 4 | 194 | 175-194 |
| | | Machos | 13 | 184 | 162-256 |
| T2 | Sin Zeranol | Hembras | 4 | 178 | 160-210 |
| | | Machos | 13 | 185 | 162-233 |
| T3 | Con Boldenona | Hembras | 9 | 131 | 112-157 |
| | | Machos | 10 | 158 | 110-170 |
| T4 | Sin Boldenona | Hembras | 9 | 129 | 109-155 |
| | | Machos | 10 | 140 | 121.5-167 |

Durante el periodo de evaluación todos los días por la mañana se realizaba revisión para checar que ningún animal se encontrara enfermo, también se hacía una lectura de comederos para realizar ajustes en cuanto a la cantidad de alimento que se les debía proporcionar y en todo momento se ofreció agua limpia a libre acceso.

Todos los animales fueron pesados a los 25 días post-tratamiento. Aún y cuando se tenía planeado que este experimento duraría alrededor de 90 a 120 días, ya que es el periodo de estancia de los animales en el rancho para poder realizar el manejo correspondiente (castración y pruebas de tuberculosis) antes de ser exportados, sin embargo se dio por terminado a los 25 días, debido a conflictos que se presentaron en el rancho.

En cuanto a la dieta, todos los animales fueron alimentados con una dieta a base de granos y forraje. (Cuadro 4)

Cuadro 4. Composición y costo de la dieta utilizada para la alimentación de animales de talla grande (T1 y T2).

| Ingrediente | Cantidad (kg/ton) | precio (\$/kg) |
|--------------------|--------------------------|-----------------------|
| Sorgo | 315 | 4.00 |
| Zacate | 190 | 1.50 |
| Melaza | 80 | 2.60 |
| Pulido | 120 | 3.50 |
| C. soya | 150 | 3.20 |
| Harinolina | 120 | 5.90 |
| Agromix | 25 | 7.80 |
| total | 1000 | |

Cuadro 5. Composición y costo de la dieta para animales de talla pequeña (T3 y T4).

| Ingrediente | Cantidad (kg/ton) | Precio (\$/kg) |
|--------------------|--------------------------|-----------------------|
| Sorgo | 430 | 4.00 |
| Paca de sorgo | 280 | 1.50 |
| Harinolina | 145 | 5.90 |
| Melaza | 120 | 2.60 |
| Agromix ganado-Re | 25 | 8.70 |
| Total | 1000 | |

Para evaluar el efecto de los anabólicos sobre los incrementos de peso, los animales fueron pesados de forma individual.

3.3. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se utilizó un modelo completamente al azar con arreglo factorial 2X2 (factor A, con y sin anabólico y factor B, hembras y machos) para cada tipo de anabólico; con análisis de covarianza y distinto número de repeticiones. La covariable considerada fue el peso inicial. Para el análisis computacional de los datos se utilizó el programa “statistical analysis systems” (SAS; V 9.1, 2002). La variable dependiente fue el incremento de peso durante el período experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar la comparación entre los tratamientos de animales de talla grande (T1 y T2) se tiene que animales machos implantados con zeranol tuvieron mayor ganancia de peso (GP) que los machos no implantados ($P \leq 0.001$). Igualmente, las hembras implantadas con zeranol mostraron mayor incremento de peso que las hembras no implantadas ($P \leq 0.001$). También hubo diferencias entre la ganancia de peso de hembras implantadas con machos implantados ($P \leq 0.0123$), pero no hubo diferencia con los no implantados de diferente sexo ($P \geq 0.9992$) (figura 3).

Estos resultados coinciden con el trabajo realizado por Bravo y Edgar (2011), donde evaluaron el efecto de la edad utilizando el anabólico Zeranol en un periodo de 120 días, con toretes mestizos (brahmán x Brown swiss) de 8, 14 y 20 meses de edad. Utilizando un diseño de bloques completamente al azar. Donde los toretes con más incremento de peso fueron los de mayor edad. Así también con los estudios comparativos realizados por Mader (1994), donde se señala que animales implantados con 36 mg de zeranol y reimplantados con zeranol a los 80 días, mejoró las ganancias de peso diario respecto a los animales que no recibieron implante.

De igual manera los resultados coinciden con Pisa Agropecuaria (2012) donde indica que efectivamente 36 mg de Zeranol permiten obtener mayores ganancias de peso en los bovinos y puede utilizarse desde la primera semana de nacidos

hasta su sacrificio. También puede utilizarse en becerras de reemplazo realizando un solo implante entre el mes de edad cumplido y el destete, sin que afecte su capacidad reproductiva.

Cuadro 6. Promedios de peso inicial, peso final y ganancia de peso a los 25 días en bovinos de talla grande.

| Tratamientos | Sexo | Número de animales | Peso Inicial (kg) | Peso Final (kg) | Ganancia de peso (kg) a los 25 días |
|-----------------------------------|---------|--------------------|-------------------|-----------------|-------------------------------------|
| T1-implantados con Zeranol | Hembras | 4 | 194 | 223 | 29 |
| | Machos | 13 | 184 | 212 | 28 |
| T2-No implantados | Hembras | 4 | 178 | 197 | 19 |
| | Machos | 13 | 185 | 204 | 19 |

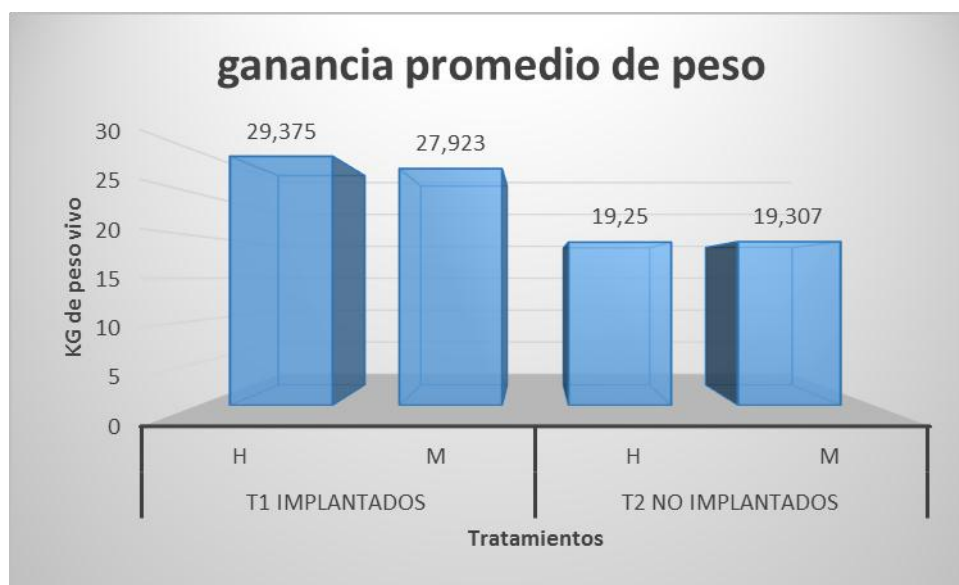


Figura 3. Ganancia promedio de peso por animal, a los 25 días de evaluación de los bovinos hembras y machos de talla grande con y sin implante de zeranol.

En cuanto a los tratamientos de animales de talla pequeña (T3 y T4), al realizar la comparación se tiene que animales machos a los cuales se les inyectó Boldenona tuvieron mayor ganancia de peso (GP) que los machos que no recibieron Boldenona ($P \leq 0.001$). De igual manera, las hembras inyectadas con Boldenona mostraron mayor incremento de peso que las hembras no inyectadas ($P \leq 0.001$). Sin embargo, no hubo diferencias entre la ganancia de peso de hembras y machos inyectados con Boldenona ($P \geq 0.9713$), igualmente, no hay diferencia con los no inyectados de diferente sexo ($P \geq 0.9094$) (Cuadro 7 y Figura 4).

Lo anterior coincide con Gámez (2006), quien indica que la utilización de anabólicos en soluciones oleosas para ser administrados por vía parenteral, tienen la desventaja de que su acción es corta.

Cuadro 7. Promedios de peso inicial, peso final y ganancia de peso a los 25 días en bovinos de talla pequeña.

| Tratamientos | Sexo | Número de animales | Peso Inicial (kg) | Peso Final (kg) | Ganancia de peso 25 días (kg) |
|--------------------------|-------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| T3- Con boldenona | Hembras | 9 | 131 | 152 | 20 |
| | Machos | 10 | 138 | 158 | 20 |
| T4- Sin boldenona | Hembras | 9 | 129 | 142 | 13 |
| | Machos | 10 | 140 | 153 | 13 |

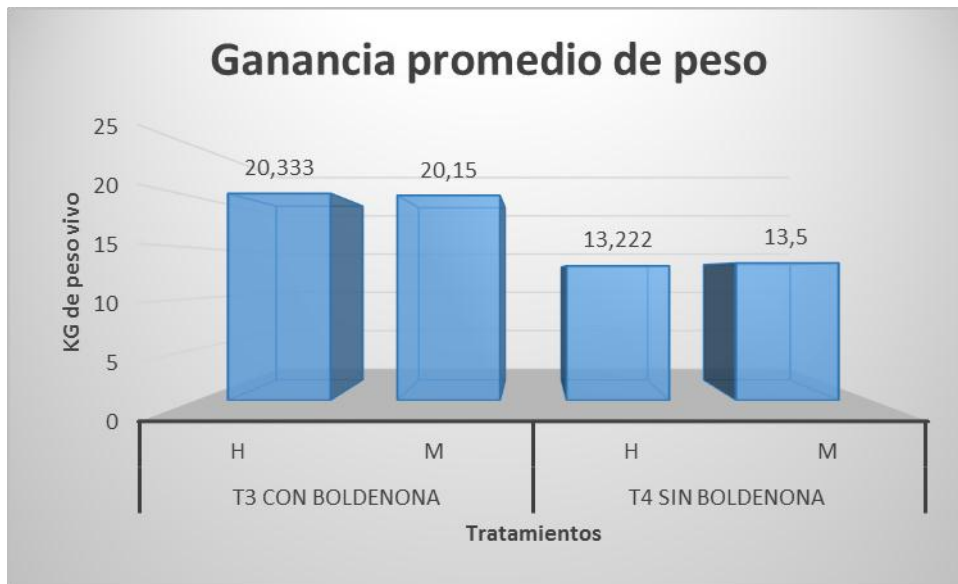


Figura 4. Ganancia promedio de peso, a los 25 días de evaluación de los bovinos hembras y machos de talla pequeña con y sin Boldenona.

Al utilizar el peso inicial como covariable, resultó que los aumentos de peso fueron afectados por los anabólicos suministrados.

V. CONCLUSIONES

El implante de zeranol incrementa las ganancias de peso en becerros encastados, de talla grande con pesos promedios de 185 kg y edades de 8 meses, e igualmente, la administración de Boldenona incrementa las ganancias de peso en becerros de talla pequeña con pesos promedios de 135 kg y edades de 5 meses, en un periodo de 25 días.

Las hembras implantadas con zeranol obtienen mayores ganancias de peso que los machos.

Se obtienen similares incrementos de peso en machos y hembras a los que se les administra undecilenato de boldenona.

VI. LITERATURA CITADA

- Abarca G.A. 2010. Implantes anabólicos en ganado bovino, situación actual y perspectivas. Tesis licenciatura. Universidad michoacana de san Nicolás de hidalgo. Michoacán, México. Pág. 3.
- Agromeat 2010. Aspectos básicos en el manejo de anabólicos en ganado bovino. Portal de las agro-noticias. Buenos aires, argentina.
- Anónimo 1987. Preguntas y respuestas concernientes a las reimplantaciones. Revista cebú. Vol. 3. México.
- Ávila G.E. 1990. Anabólicos y aditivos en la producción pecuaria. Sistema de educación continua en producción pecuaria. Primera edición. D.F, México. pág. 131-153.
- Bravo C. y Italo E. 2011. Uso de Zeranol en Bovinos Mestizos de Diferentes Edades para la Producción de Carne. Tesis licenciatura. Universidad autónoma de santo domingo. Santo domingo, Ecuador. Pág., 4.
- Brown R.G. 1983. Implante de Zeranol. Producción animal con anabólicos. Oficina internación de Epizooties. París, Francia. pág. 191-204.
- Cáceres C.D.M. 1997. Promotores de crecimiento en los bovinos. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. D.F. México.
- Cajal M.C. y Romero H. 1998 ¿Qué son los implantes? [En línea] <http://patrocipes.uson.mx/patrocipes/invpec/ranchos/RA0041.html> [fecha de consulta septiembre 2013.]

- Cardona I. 1986. Acción undecilenato de boldenona (Equipoise) más un implante estradiol progesterona (ganamax-m) en la ceba de novillos cebú comercial. Tesis licenciatura. Universidad nacional sede Palmira. Colombia. Pág. 23-29.
- Chan K.H. Heitzman R.J. and Kitchenham B.A. 1975. Digestibility and N-balance studies on growing heifers implanted with trembolone acetate. J. Br. Vet. 131-170.
- Church D.C 1974. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Vol.3. Editorial acribia. Primera edición. México. Pag.46.
- Correal H. 2009. Uso de anabólicos en bovinos. [En línea] http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/overnada_promotores_crecimiento/27-anabolicos.pdf [fecha de consulta octubre 2013]
- Crawell C.D., Unrull J.A., brethours J.R.,simms D.D. and campebell R.E. 1996. Implanting suckled beef calves with synovex-c improvid weaning weights. J. Anim. Sci. 4(suppl 1):242.
- Domínguez A.I.V; Mondragón J.A; González R.M; Salazar .G.F; Borquéz G.J.L; Aragón M.A. 2008. Los β -agonistas adrenérgicos como modificadores metabólicos y su efecto en la producción, calidad e inocuidad de la carne de bovinos y ovinos. Ciencias naturales y agropecuarias, vol. 16-3. Universidad Autónoma del Estado de México. Pág. 278-282.
- Drennam M., Nicoll G. and Caffrey P. 1983. Effect of level of barley, trembolone acetate and duration of feeding on beef production from cull cows fed silage, Irish. J. Agric. Research. 22:79.

- Edgar C. y Edgar I. 2011. Uso del Zeranol en bovinos mestizos de diferentes edades para la producción de carne. Tesis licenciatura. Universidad autónoma de santo domingo. Santo domingo, Ecuador. Pág. 52.
- Elizondo S.L. 1997. Evaluación de 4 implantes anabólicos en novillos de pastoreo de praderas de ryegrass anual. Tesis licenciatura. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, Mèx. Pág. 7
- Eng K. 1996. Implant treatments. Dictionary effect on enviromental to be interest in 1996. Feedstuff 68(3):11. USA.
- Estrada A.A. 1997. Evaluación de grados de calidad y rendimiento de la canal en vaquillas reimplantadas con cinco anabólicos sesenta días antes del sacrificio. Tesis maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Evard P., Maghuin G.R., Rico A.G. 1989. Fate and residues of trembolone acetate in edible tissue from shepp and calves implanted with tritium labeled trembolone acetate. J. Anim. Sci. 67:1489-1496.
- Galbraith H. 1980. Effect of trembolone acetate on growth, blood metabolites and hormones of cull beef cows. Veterinary Records. 107(24):559.
- Gámez A.L. 2006 ventajas y desventajas del uso de los anabólicos en bovinos productores de carne. Tesis, licenciatura. Universidad michoacana de san Nicolás de hidalgo. Michoacán, México. Pág. 26-43.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Enriqueta

García de Miranda. Universidad Autónoma Nacional de México. México, D. F. pag.40.

González M.J. 1993. Efectos de los anabólicos, los implantes y el manejo sobre la ganancia de peso de becerros holstein. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL. Torreón Coahuila, Mèx. Pág. 5.

Harrison L.P., Hietzman R.S. and Sansom B.F. 1983. The absorption of anabolic agents from pellets implanted at the base of the ear in sheep. J. vet. Pharmacol. Therap. 6:293-310.

Hayden S.M., Bergen W.G. and Merkel R.A. 1992. Skeletal muscle protein metabolism and serum growth hormone, insulin and cortisol concentrations in growing steers implanted with estradiol 17 β , trenbolone acetate, or estradiol 17 β plus trenbolone acetate. J. Anim. Sci. 70: 3720-3785.

Henricks D., Edwards R., Chompe K., Gettys T., Skelley Jr. G. and Gimenez T. 1982. Trenbolone, estradiol 17 β and estrone levels in plasma and tissues and live weight gains of heifers implanted with trenbolone acetate. J. American Science. 55:1048.

Hermesmeyer G.N., Berger L.L., Nash T.G. and Brandt R.T. 2002. Effects of energy intake, implantation, and subcutaneous fat end point on feedlot steer performance and carcass composition. J. Anim. Sci. 78:825-381.

Hernandez G.S. 2001. Efecto de tres implantes anabólicos en becerros de pastoreo de zacate estrella (*cynodon plectustachyus*). Tesis, licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

- Hollis L. 1989. Proper management of implant technique in feed lot cattle. *Compend. Educ. pract. Vet.* 11:763-768.
- Jones S.J., Joshon R.D., calkins C.R. and Diekman. 1991. Effects of trembolone on carcass characteristics and serum testosterone and cortisol concentrations bull and steers on different management and implant schemes. *J. Anim. Sci.* 69:1363-1369
- Kustritz R.P. 2001. Reproductive behavior of small animals. *Theriogenology.* 64:734-746.
- Mader T.L. 1994. Effect of implant secuencia and dose on feed lot cattle performance. *J. Anim. Sci.*72:277-282. USA.
- Martínez C.H. 1991. Comparación del efecto de la implantación de 36 mg. De Zeranol y administración de un anabólico (laurato de madrolona 150 mg.) sobre la ganancia de peso en bovinos en sistema intensivo en la región de Cuauhtémoc, chihuahua. Tesis licenciatura. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro UL. Torreón, Coahuila, México. Pág. 12,26.
- Michel G. and Baulieu E. 1983. The mode of action of anabolics. Ed. *Anabolics in animal production.* Oficina internacional de Epizootias. París, Francia. Pág. 55- 56.
- Molina G.M., Cajal M.C., Cañez C.H., Gomez A.R. 1986. Efecto de la combinación de diferentes agentes anabólicos sobre el comportamiento de novillos en corral. Tesis licenciatura. Universidad de san Carlos de Guatemala. Guatemala.

- Oranday D.F. 1985. Comparación del efecto de la implantación con estrógenos-progesterona y zeranol sobre la ganancia de peso en bovinos de engorda. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro U.L. Torreón. Coahuila. Pág. 37.
- Pérez F. 2002. Los efectos tóxicos del clenbuterol. ? [En línea] <http://www.consumaseguridad.com/web/es/investigación/2002/11/21/4173.php> [fecha de consulta septiembre 2013.]
- Petryna A., Bavera G. Bocco O. and Beguet H. 2002. Promotores del crecimiento y modificadores del metabolismo. Cursos de producción bovina. Argentina.
- Pisa agropecuaria 2012. Acción y efectividad del zeranol en bovinos. Artículo. Buenos aires, argentina. Pág.
- Pottier J., Coussediere D. and Heitzman R. 1980. Levels of 17 α y 17 β trembolone in tissues and bile of heifers implanted with trembolone acetate. J. Anim. Sci. 54(supl. 1):316.
- Rains J. and Nash D. 1990. Implanting. Waste. Not. Large. Ani. Vet. Jan/feb: 18-21.
- Rico A. 1983. Metabolism of endogenous and exogenous anabolic agents in cattle. J. Anim. Sci. 57 (1):226.
- Roche J.F. 1983. The use of natural steroids hormonal and xenobiotics: E: Meissonier. (Ed). Anabolics in animal production. office international Epizootics. París, Francia. Pag.121-130.

- 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-Universidad Nacional Autónoma de México, México. Pág. 138-194.
- Rumsey T.S; and Hammondi, A.C 1990.Effects of intake level on metabolic Response to estrogenic, growth promoters in beef steers, J. Anim. Sci.68:3075-3085. USA.
- SAGARPA. (s/f). Manual de buenas prácticas pecuarias en el sistema de producción de ganado productor de carne en confinamiento. México. Pág. 19.
- Samber J.A., Tatum J.D., Wray M.L., Nichols W.T., Morgan J.B. and Smith G.C. 1996. Implants program effect on performance and carcass quality of steers calves finished for 212 days. J. Anim. Sci. 74:1470-1476. USA.
- Sanchez E.J. 1990. Anabólicos y hormonas. Anabólicos y aditivos en la producción pecuaria. Editorial Consultores en Producción Animal. México. Pág. 131-164.
- Sanchez G.E, A.H., Chávez, V.Molin.1983. Uso de implantes para estimular el crecimiento de animales en pastoreo. Revista pastizales. Vol.XLV. No 2. Marzo-abril.
- SAS (Statistical Analysis System). 2002 (SAS Institute Inc.). User's Guide Statistics Version 9.1.for Windows. SAS Inc. Cary, NC. USA.

- Shackelford, S.D, Crouse,J.D, Savell J.W,Cross H.R. Schanbacher,B.D, and Jhonson D.D 1992.Performance and carcass characteristics of bull as influenced by exogenous hormones. Meat science 32:387-396. USA.
- Shimada A.S., Avila G.E. y Llamas G. 1990. Anabólicos y aditivos en la producción pecuaria. Primera edición, sistemas de educación continua y de producción animal en México. D.F. México. pág. 131-156.
- Shimada, A.S, Rodriguez, T.G. Y Cuadron, J.A.1986. Engorda de ganado bovino en corrales. Consultores en Producción Animal, S.C. México.
- Southgate J.R., Peters A.R. and Dixon S.N. 1988. Effects of estradiol 17 β or Zeranol with or without trembolone acetate on live weingth gain, carcas, composition and Zeranol recidues in steer on an 18 monts beef system. Anim. Prod. 47:209-214.
- Toribio, M. S.; Toso, R. E.; Pombar, A. S.; Morini, L.; Soler, I.; Gagliano, L. A.; Magalhaes, H. 1999. Efecto del zeranol aplicado neonatalmente y a los 90 días antes de la faena sobre la ganancia de peso y rendimiento de la canal.[En línea]
<http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/anuavet/n1999a13toribio.pdf>
[consultado en octubre 2013]
- Torres M.J.J.1992.Efectos de la implantación de zeranol sobre incrementos de peso en corderos hibridos. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.
- Trenkle A. 1970. Plasma livels of growth hormone, insulin and plasma protein-bound. locline in finishing cattle. J. Anim. Sci. 31- 389.

Villegas S. J.J. 1994. Efecto de la implantación de acetato de trembolona + 17B estradiol sobre ganancia de peso en corderos enteros destetados. Tesis licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México. Pág. 10-12.