

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL



Efecto de Tres Implantes Anabólicos en Becerros en Pastoreo de Zacate Estrella (*Cynodon plectustachyus*)

POR:

SAMUEL GONZALEZ HERNANDEZ

INVESTIGACION DESCRIPTIVA

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

**Buenavista Saltillo, Coahuila, México
Mayo del 2001**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

**“EFECTO DE TRES IMPLANTES ANABÓLICOS EN BECERROS EN
PASTOREO DE ZACATE ESTRELLA (*Cynodon plectustachyus*)”**

POR:

SAMUEL GONZALEZ HERNANDEZ

INVESTIGACION DESCRIPTIVA

**QUE SE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL, PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

APROBADA

.....
MC. Roberto García Elizondo

Presidente

.....
Dr. Ramiro López Trujillo

Vocal

.....
MC. Eduardo Preciado González

Vocal

.....
Ing. Rodolfo Peña Oranday

Coordinador de la División de Ciencia Animal

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO

MAYO DEL 2001

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con mucho cariño y respeto a mis padres Marciano González Cruz y Celina Hernández B. quienes con tanto sacrificio me brindaron el apoyo y que nunca pusieron obstáculo alguno en el trayecto de mi carrera.

Con todo el aprecio y respeto que se merecen a mis hermanos: Herminio, Ernesto, Federico, Eloy, Imelda y Elvia González Hernández.

A todos los demás que integran mi familia que de una u otra forma contribuyeron en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento al M.C. Eduardo Preciado González, por haberme permitido trabajar con él y que siempre estuvo en la mejor disposición para la realización de este trabajo.

Al M.C. Roberto García Elizondo, por sus atinados y oportunos comentarios, además de la revisión de este documento.

Al Dr. Ramiro López Trujillo, por sus sabios consejos y asesoría de manera noble y desinteresada.

A la señora Ernestina Solís y familia, por haberme brindado su ayuda en un tiempo y de una forma desinteresada durante mi estancia en la universidad.

A mis mejores amigos:

José Luis Osorio, Gabino Osorio, Saúl Torres, Graciano Montes, Gerardo Sánchez, que siempre me brindaron su apoyo incondicional.

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por haberme brindado esta bonita carrera.

INDICE DE CONTENIDO

	Paginas
INDICE DE CUADROS	VII
INDICE DE FIGURAS	VIII
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
Antecedentes	3
Definición de agente anabólico	3
Tipos de promotores del crecimiento	4
Descripción de los principales promotores del crecimiento	6
Acetato de Trembolona	6
17 β Estradiol	8
Zeranol	10
Progesterona P4 MGA.....	11
Agonistas β -Adrenergicos.....	12
Mecanismos de acción.....	15
Transportadores de los implantes anabólicos.....	18
Factores que afectan la velocidad de liberación.....	19
Edad del animal.....	19
Textura de las hormonas contenidas en él implante.....	20
Técnicas de implantación.....	21
Efectos de los agentes anabólicos.....	23
Efectos en el incremento de peso y eficiencia de conversión..	23

Efectos en la deposición de músculo.....	29
Efectos en la deposición de grasa.....	30
Residuos hormonales en la carne.....	32
Comportamiento de becerros en pastoreo	34
Características del Zacate Estrella (<i>Cynodon plectustachyus</i>).....	37
Calidad y disponibilidad de forraje para pastoreo.....	38
MATERIALES Y METODOS	40
Descripción del área de estudio.....	40
Materiales.....	40
Implantes Anabólicos.....	40
Animales y manejo.....	41
Métodos del experimento.....	41
Procedimiento experimental.....	42
RESULTADOS Y DISCUSION	43
CONCLUSION	51
RESUMEN	52
LITERATURA CITADA	54

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pagina
1	Tipos de promotores del crecimiento utilizados en la producción de carne en ganado bovino.....	5
2	Principio activo y nombre comercial de implantes anabólicos utilizados en becerros en pastoreo.....	40
3	Distribución de los tratamientos utilizados en becerros en pastoreo.....	41
4	Valores promedio de peso e incremento diario de peso de becerros implantados con diferentes productos.....	43
5	Análisis económico de becerros implantados con diferentes productos.....	50

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pagina
1. Acción mioespecifica de las hormonas.....	16
2. Incremento diario de peso promedio del inicio a 58 días de becerros implantados con diferentes productos.....	44
3. Incremento diario de peso promedio de 58 a 122 días en becerros implantados con diferentes productos.....	46
4. Incremento diario de peso promedio en 122 días de becerros implantados con diferentes productos.....	47

INTRODUCCION

El uso de implantes anabólicos en bovinos es una práctica muy común que tiene como objetivo el mejoramiento de la eficiencia de conversión alimenticia y la ganancia diaria de peso. Diversos autores (Van y Berende, 1983; Roche, 1983) mencionan que la aplicación de anabólicos es una medida rentable por cada peso invertido. Investigaciones realizadas por Mader et al. (1994) y Preston et al. (1995) demuestran que los anabólicos en forma de implantes mejoran el incremento de peso diario y aumentan la proporción de carne magra en las canales de ganado bovino. La evaluación de implantes anabólicos aplicados a becerros pastoreando en praderas y existiendo abundante materia verde susceptible de ser consumida por el ganado, indica que las ganancias de peso diario son muy aceptables y diferentes en comparación a becerros no implantados; no recomendando el uso de anabolizantes en praderas cuando las condiciones del pasto no permitan aumentos de peso mayores a 300 g por día (Rubio, 1996). Sin embargo, la investigación que se tiene en México respecto a la utilización de implantes anabólicos en diferentes tipos de praderas sobre las ganancias de peso y la rentabilidad de su uso no es muy abundante.

Dada a la importancia de lo mencionado anteriormente, el objetivo del presente trabajo es:

Evaluar el efecto del Synovex Macho, Synovex Pastoreo y Ralgro sobre la ganancia de peso en becerros sometidos a pastoreo en zacate estrella (*Cynodon plectustachyus*) en un periodo de 122 días.

REVISION DE LITERATURA

Antecedentes

Dentro de las practicas de manejo modernas en el ganado bovino se encuentran el uso de promotores del crecimiento (Bartle et al., 1992; MacVinish y Galbraith, 1993), empezando a utilizarse en la producción de carne para abasto en 1950 y desde 1983 se utilizan en forma de implantes (Dinusson et al., 1950), siendo muy común en la actualidad el aceptar que los anabólicos en forma de implante incrementan significativamente la ganancia de peso diario en la mayoría de los casos, mejorando también la eficiencia en la conversión alimenticia, optimizando con ello el rendimiento productivo del ganado (Lee et al., 1990).

Definición de agente anabólico

Se define como cualquier droga o sustancia que afecta la función metabólica del animal, mejorando la retención de nitrógeno y favoreciendo una mayor síntesis y acumulación de proteína en el organismo animal.

Por otro lado, Bouffalt y Willemart, (1983) dicen que un anabólico es toda sustancia capaz de mejorar el equilibrio de nitrógeno en el animal favoreciendo así la síntesis de proteína a nivel muscular.

Un producto anabólico se define como toda sustancia capaz de mejorar el equilibrio del nitrógeno aumentando la acumulación de proteínas en los animales (Bouffalt y Willemart, 1983).

Tipos de promotores del crecimiento

Los anabólicos se han clasificado de diversas formas tomando en cuenta distintos criterios según Van y Berende (1983) y Berenguer (1984):

- Por su estructura química: se clasifican en esteroides que comprenden las hormonas naturales y Acetato de Trembolona, y no esteroides Exestrol, Zeranol, Hormonas de crecimiento y β -Agonistas.
- Por su actividad hormonal: en Androgénicos que incluye a Testosterona y Acetato de Trembolona; estrogénicos que incluye a Estradiol y Zeranol; progestágenos que comprende a progesterona y acetato de melengestrol; Hormona del crecimiento y β -Agonistas.
- Por su origen: se clasifican en Naturales y Artificiales, donde los naturales incluyen a Testosterona, Benzoato de Estradiol y progesterona. Los artificiales son Zeranol, Acetato de Trembolona, Hormona del Crecimiento y β -Agonistas.

En la actualidad, la clasificación se realiza en cinco categorías de sustancias con efectos anabólicos como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tipos de promotores del crecimiento utilizados en la producción de carne en ganado bovino.

CATEGORIA	SUSTANCIAS QUIMICAS
Estilbeno	Dietilestilbestrol Hexestrol Dienestrol
Compuestos naturales	17 β -estradiol Benzoato de Estradiol Testosterona Progesterona
Xenobióticos no estilbenos	Acetato de melengestrol Zeranol Acetato de Trembolona
Hormonas del crecimiento y Compuestos a fines	Hormona del crecimiento Somactomedina Somatostatina
β -Agonistas	Cimaterol Clenbuterol Raptopamina Salbutamol Zilpaterol

(Kawas, 1998)

Respecto a los compuestos naturales, tanto en Europa como en América es más amplia su aplicación (Van y Berende, 1983; MacVinish y Galbraith, 1993). En especial resultan muy eficaces las combinaciones de Benzoato de Estradiol y Testosterona.

Los xenobióticos no estilbenos, junto a los compuestos naturales, constituyen en la actualidad las sustancias anabólicas más utilizadas en forma de implantes, siendo su aceptación en forma muy diversa dependiendo los países y el tipo de ganado que se explota en forma intensiva.

Descripción de los principales promotores del crecimiento

Acetato de Trembolona ($C_{20}H_{24}O_3$)

Características: El acetato de Trembolona (TBA), es un andrógeno esteroide con tres uniones dobles, es un análogo de la testosterona con una actividad anabólica en 10 y 50 veces superior a la testosterona. Cuando se usa solo el TBA induce un aumento del 32% en la retención de nitrógeno en el ganado. Cuando se combina con el Zeranol o Benzoato de Estradiol, induce un aumento del 20 al 40% en la retención de nitrógeno en becerros y novillos. La utilización de la combinación de TBA y Benzoato de Estradiol en los animales castrados y TBA sólo en hembras, provocan en plasma y músculo lo siguiente:

1. No aumenta el flujo de leucina en el plasma ni su concentración en el músculo, de manera que no aumenta el cambio de proteínas ni las síntesis de estas en el músculo;
2. Disminuye la actividad de la D catepsina, o sea que disminuye el catabolismo de las proteínas musculares, y;

3. La merma de las concentraciones de RNA y DNA en los músculos, señala una tendencia a la hipertrofia y no a la hiperplasia (Bouffalt y Willemart, 1983).

La combinación de TBA con un estrógeno aumenta el peso y mejora la eficacia alimentaria más que la utilización de cualquiera de ellos solos. El incremento de peso y la mejora en la eficiencia alimenticia del TBA, cuando se asocia con un estrógeno, promedia de 4 a 7% (Trenkle, s/f).

Lee et al. (s/f), han señalado que el TBA y el Benzoato de Estradiol, al igual que otras combinaciones andrógeno-estrógeno, poseen un efecto anabólico acumulado en los becerros.

Este producto mejora el ritmo de crecimiento y la eficacia alimentaria, así como también aumenta el peso de las canales en los animales. Expresando la hipótesis de que el TBA inhibe acción catabólica de los glucocorticoides, al reducir su concentración sérica (Hietzman et al., 1977; Tomas et al., 1932, citado por Jones (s/f).

El Acetato de Trembolona (TBA) es un andrógeno sintético usado como un promotor del crecimiento particularmente aplicado en rumiantes (Evrad et al., 1989). Este compuesto ha sido aprobado para usarse en hembras y machos ya que mejora los incrementos de ganancia de peso, conversión alimenticia y el peso de la canal (Jones et al., 1991).

Modo de Acción: Todavía no se comprende bien el mecanismo de acción del TBA. Los investigadores que han publicado resultados sobre el equilibrio del nitrógeno con TBA solo o combinado con estrógenos, han señalado una disminución con el nitrógeno en la orina, lo que revela una baja en la desintegración de las proteínas corporales (Bouffalt, 1983).

Por lo tanto, Roussel/UCLAF Laboratorios Francia (s/f) menciona que el TBA tiene un mecanismo de acción directo sobre la fibra muscular.

17 β - Estradiol (C₁₈ H₂₄ O₂)

Características: El Benzoato de Estradiol suministrado a manera de implante en combinación con la progesterona o con el propionato de testosterona corresponde a un incremento de peso en el macho (incluyendo a los castrados) y en las hembras respectivamente (Reid, 1983).

El 17 β -estradiol es una hormona estrogénica natural muy importante en los mamíferos y es producida en los ovarios, placenta y aun en los testículos. También se puede encontrar en el calostro en forma libre de 17 β -estradiol y en los altos niveles de estrógenos conjugados (Shimada *et al.*, 1990).

El Benzoato de Estradiol, suministrado como implante en combinación con la progesterona da como resultado un mejoramiento en el ritmo de

crecimiento y en la conversión de los alimentos en las diferentes categorías de ganado, entre otros, novillos, vaquillas, toros no castrados, se observaron mejoramientos del 10 al 25% en el aumento promedio de peso diario (Reid, 1983).

Se aprecia la influencia de las hormonas endógenas en las consecuencias que la castración produce cuando se efectúa en machos en etapa de crecimiento. Estas hormonas esteroides se originan en las gónadas y consisten principalmente de andrógenos en los machos, y en las hembras de estrógeno y progesterona. Los novillos castrados obtienen un mejor desempeño con una dosis menor de estrógeno más una de andrógeno (Reid, 1983).

Modo de Acción: Los estrógenos ejercen gran influencia en el nitrometabolismo y aún más concretamente en la síntesis proteínica lo cual se refleja en el aumento de peso vivo del animal, mejoramiento en la conversión de alimentos, un grado mayor de proteína y menos cantidad de grasa en la canal. Aunque los estrógenos no afecten la fermentación del rúmen o el nivel digestivo de los alimentos dietéticos, contribuyen a mejorar la utilización de los nutrientes absorbidos por el organismo (Reid, 1983).

El 17 β -estradiol mediante una acción indirecta, influye sobre las diferentes glándulas endocrinas: a) Hipófisis anterior: incrementa la secreción de la hormona del crecimiento; b) Tiroides: provoca una depresión de la

actividad glandular que posteriormente se restablece; c) Páncreas: incrementa los niveles circulantes de insulina, lo que contribuye a una menor deposición proteica en el músculo esquelético; d) Corteza Adrenal: no está definido aún (Roussel/UCLAF Laboratorios Francia, s/f).

Zeranol (C₁₈ H₂₆ O₅)

Características: Es un implante anabólico no hormonal, de origen vegetal y de naturaleza no esteroidal descubierto a finales de los años cincuenta y que proviene de una familia de compuestos químicos. Las lactonas del ácido resorcilico (RAL) producidas en la naturaleza por un hongo llamado *Gibberella zeae* encontrado en el maíz (Shimada, 1986; Cano *et al.*, 1989).

Brown (1983) menciona que un implante de 36 mg de Zeranol, puede ser utilizado en cualquier tipo o raza de ganado (vacuno) y a cualquier edad o sexo, siempre que la res sea destinada para el consumo humano. Zeranol puede ser descrito como un “implante de por vida” ya que se puede utilizar al momento de nacer y después de cada 90 a 100 días hasta el momento de la matanza. Se recomienda que el ganado de pastoreo sea reimplantado cada 90 ó 100 días siempre que la última implantación se haga al menos a los 65 días antes de la matanza.

Así mismo, Janski (1983) menciona que es un anabólico exógeno que estimula el crecimiento y desarrollo en los rumiantes. Zeranol es un ingrediente activo de los implantes de ganado "RALGRO".

Modo de Acción: El crecimiento en la acumulación proteínica causado por Zeranol ocurre indirectamente a través de los cambios en el sistema endocrino. Zeranol parece afectar la acumulación de proteína muscular en rumiantes, debido a su capacidad para incrementar en la sangre las concentraciones de la hormona del crecimiento, somatotropina e insulina. El incremento en los niveles de insulina es probablemente un efecto indirecto del aumento de los niveles de somatotropina. Además, se ha indicado que la administración del Zeranol ha resultado en una secreción pituitaria aguda de hormonas luteinizantes, folículo estimulante y prolactina. El incremento en la prolactina es muy interesante debido a que su estructura y efectos anabólicos son muy similares a los de la somatotropina (Cain, 1987).

Progesterona (P4, MGA) ($C_{19} H_{26} O_2$)

Características: El MGA es una progesterona activa. Las hembras alimentadas diariamente con dosis de 0.25 a 0.50 mg mostraron mejorías en un 10% en el aumento de peso, tuvieron mejor asimilación nutritiva (6.5%), no presentaron cambios en la calidad de la carne y no se encontraron en estro. Los datos actuales apoyan la interpretación de que el MGA ejerce una acción biológica por medio de la supresión de la ovulación y la formación del

cuerpo lúteo, pero permite que los folículos de los ovarios se desarrollen hasta un tamaño preovulatorio. Estos folículos producen estrógeno que a su vez produce concentraciones de estrógeno en el plasma, aproximándose a los de las vaquillas en el proestro. El MGA puede ejercer acción por medio de la disminución de concentraciones de corticoides en el plasma. El MGA ejerce máxima acción en el ganado, datos provenientes de estudios reproductivos, toxicológicos y oncogénicos en el ser humano, monos, ganado, perros, conejos, ratones y ratas, y de estudios genotóxicos, llevan a la conclusión de que el MGA es inocuo como aditivo de la alimentación para el ganado (Lauderdale, 1983).

Modo de Acción: A pesar de que la P4 es menos 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 y se señala una competencia por el receptor androgénico. Además, los progestágenos sintéticos son derivados de la nortestosterona MGA que se sabe interactúa con el receptor antes mencionado (Shimada et al., s/f).

Agonistas β -Adrenergicos

Los Agonistas β -Adrenergicos son compuestos sintéticos que producen efectos profundos sobre el crecimiento y el metabolismo del músculo esquelético y el tejido adiposo. Las estructuras y funciones de estos

compuestos son similares a la catecolaminas que se producen en los mamíferos, como son la dopamina, norepinefrina y epinefrina. La norepinefrina y la epinefrina son B-agonistas naturales en el cuerpo (Mersmann, 1998). Pero además de estos B-agonistas naturales existen muchos sintéticos, el clenbuterol, cimaterol, ractopamine, salbutanol y zilpaterol son solamente algunos de ellos. Son secretados por algunos órganos, circulan en el plasma sanguíneo, y actúan en otros sitios (tejidos) del organismo para regular un amplio rango de respuestas fisiológicas. La epinefrina particularmente, pero también la norepinefrina, son de los principales reguladores del metabolismo (Kawas, 1999).

Algunos de los agonistas que actualmente están siendo evaluados como modificadores metabólicos en la industria pecuaria muestran una marcada especificidad por los receptores β -2. Por otro lado, la estimulación de los receptores β -1 resulta en taquicardia. Aumentos en el ritmo cardiaco y el flujo sistémico de sangre se han observado con la administración de Cimaterol en corderos (Beermann, 1987) y Clenbuterol en ganado (Eisemann *et al.*, 1988). Sus efectos principales sobre la canal son para aumentar el músculo esquelético y reducir la masa de tejido adiposo, con poco o ningún efecto sobre el hueso, reflejándose generalmente en un aumento en la ganancia de peso o la conversión alimenticia. El aumento en la masa muscular de 20 a 40% y las reducciones en la masa de tejido adiposo (grasa corporal) comúnmente obtenido en corderos y bovinos. La magnitud del efecto de estos compuestos sobre el contenido de tejido adiposo en las

canales parece estar relacionada a la tendencia de los animales de acumular grasa. Las respuestas son menos significativas en animales jóvenes de rápido crecimiento, en los que la tasa de deposición de grasa es baja.

Estos compuestos son oralmente activos (pueden incluirse en el alimento), en contraste con la somatotropina y la mayoría de los esteroides anabólicos. Ninguno de estos compuestos ha sido aprobado por la Administración de alimentos y Medicamentos (FDA) para su uso en bovinos de engorda en corral, en estados Unidos de América. Pocos agonistas están siendo evaluados como modificadores metabólicos en la industria pecuaria (Zipaterol, Hoechst-Roussel Vet; único agonista aprobado para bovinos en corral, por la SAGAR en México).

En conclusión, la administración crónica de agonistas afecta marcadamente el metabolismo de proteína y grasa del ganado en corral, lo que lleva a un gran aumento en la tasa de deposición de proteína en músculo esquelético, y en la mayoría de los casos, una reducción significativa en las tasas de deposición de lípidos. Mejoras en el crecimiento parecen ser mayores durante las primeras semanas de su aplicación y disminuyen en forma variable durante el restante periodo de aplicación (Kawas, 1999).

Mecanismos de acción

No existe un solo mecanismo exclusivo responsable del efecto de los anabólicos. En general estas sustancias promueven una mayor retención de nitrógeno incrementando la síntesis proteica, aumentando la fijación de calcio y fósforo a nivel tisular, con la consiguiente disminución en la excreción de la urea y un incremento en las concentraciones hemáticas de glucosa e insulina. Estos efectos son consecuencia de dos mecanismos hormonales: 1) la estimulación de los estrógenos sobre el hipotálamo y la hipófisis anterior, aumentando la secreción de la hormona del crecimiento (anabolismo generalizado); 2) la acción de los andrógenos sobre la célula muscular es reducir el efecto catabólico (desintegración) sobre la proteína y aumentar su síntesis a nivel celular (acción anabólica específica) (Roussel/UCLAF Laboratorios Francia, s/f). Los agentes anabólicos que actualmente se usan ejercen actividades biológicas comunes a las de las hormonas esteroides estrogénicas, androgénicas y progestacionales. Por lo tanto, existe la posibilidad de que afecten el metabolismo de las proteínas de distintas maneras. Shimada et al. (1990) nos mencionan que excepto para los andrógenos, el resto de los agentes incrementan la masa muscular como resultado de un efecto indirecto del anabólico sobre el sistema endocrino en vez de una acción directa sobre la célula muscular.

El mecanismo de acción que siguen las hormonas para actuar sobre las células musculares se muestra en la Figura. 1; así, en general, después que la hormona es secretada en la sangre se enlaza a una proteína plasmática específica dependiendo de la hormona y la especie en cuestión.

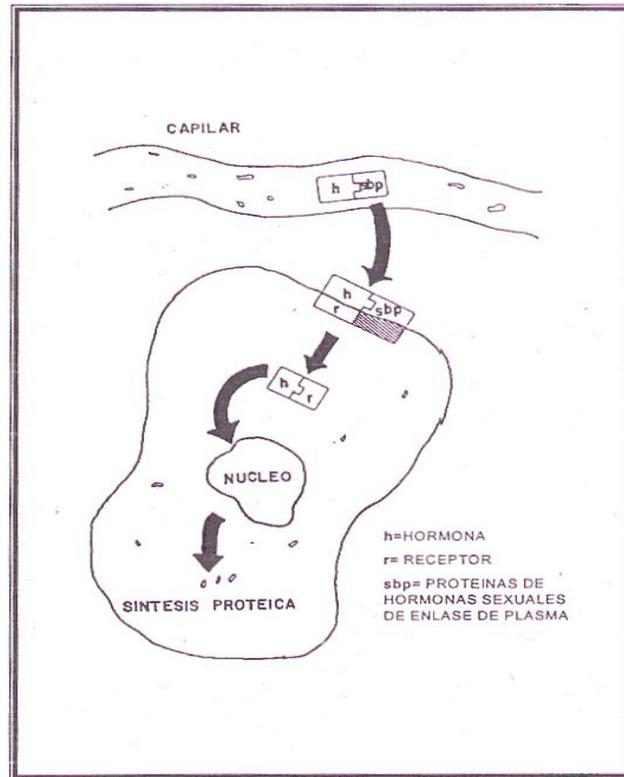


Figura 1. Acción mioespecífica de las hormonas

En el caso de los andrógenos y los estrógenos se unen a las proteínas de las hormonas sexuales de enlace en el plasma (SBP). Esta proteína facilita la entrada de la hormona a la célula (músculo en el caso de los

andrógenos). Una vez dentro de la célula, la hormona forma un complejo con el receptor.

El receptor es una hormona intercelular capaz de identificar el mensaje específico traído por la hormona y de transferir el mensaje a las estructuras biológicas que realizan la acción. La función del receptor es la identificación específica de la hormona en el lugar del receptor. Por lo tanto, el receptor es de gran afinidad y especificidad estricta para una hormona, este compuesto hormona-receptor actúa directamente sobre el núcleo de la célula dando como resultado un aumento en la síntesis proteica (Davila et al., s/f).

Las hormonas esteroides se conjugan reversiblemente a proteínas conjugantes específicas de gran afinidad en el plasma. Son solubles en líquidos lo cual facilita su transporte a través de la membrana celular. Su sitio primario de acción es el núcleo de las células destinatarias. Los isorreceptores son proteínas solubles que conjugan la hormona en el citoplasma de las células destinatarias. Después de que las hormonas esteroides llegan dentro de las células destinatarias y se conjugan con los receptores citoplásmicos. Los complejos de hormona y receptor son trasladados al núcleo, donde se conjugan con los receptores en la cromatina nuclear la interacción de las hormonas esteroides con la información genética resulta en un aumento en la transcripción de ARNm, que dirige la

síntesis de nuevas proteínas por parte de las células destinatarias específicas (Merck, 1988).

Deben diferenciarse así los dos aspectos de anabolismo, en primer término el que se refiere a un proceso general caracterizado por la síntesis no específica de proteína que repercute en el incremento de peso y por otro lado aquella acción más específica limitada al músculo esquelético (Roussel/UCLAF Laboratorios Francia, s/f).

Transportadores de los implantes anabólicos

El crecimiento somático es el resultado de la interacción entre la genética, el medio ambiente y el suministro de nutrientes al cuerpo. El sistema endocrino es el mecanismo por el cual estas interacciones son coordinadas para el control del crecimiento. La hormona de crecimiento (HC) de la pituitaria es esencial para el crecimiento somático. La sucesión inicia con la regulación de secreción de la HC en el hipotálamo para liberar los factores de crecimiento parecido a la insulina y sus proteínas de unión por los tejidos, esto constituye un sistema elaborado que es predominante en la regulación del crecimiento. Este complejo es referido como el eje somatotrópico (OSU Implant Symposium, 1997).

Así mismo se ha observado que el ganado de carne implantado tiene mayores concentraciones de hormona de crecimiento (HC) en el plasma, como resultado de un incremento en la secreción HC del sistema vascular.

En otro estudio se ha reportado que los animales implantados tiene un mayor número de células secretoras de HC de alta afinidad en el hígado, una mayor concentración de RNAm para el factor-1 de crecimiento parecido a la insulina (IGF-1) en el hígado, y un incremento en las concentraciones de IGF-1 y de la unión de IGF-1 con las proteínas en el plasma (OSU Implant Symposium, 1997).

Factores que afectan la velocidad de liberación

Varios factores pueden estar implicados teniendo efecto en la velocidad de reacción de las hormonas anabólicas a causa de los implantes en la oreja, incluyendo la composición (solubilidad) de los excipientes, edad del animal, textura del contenido hormonal en el implante, y la técnica de implantación.

Edad del animal

La velocidad de liberación de los implantes puede ser mas lento en becerros mamones que otros animales. Rumsey *et al.* (1992) reportaron que aproximadamente 25% de la dosis original de benzoato de estradiol y

residuos de progesterona se observaron después de 60 días en una administración de un implante de pelets comprimido (Synovex-H) en novillos menores de un año de edad. Ritchie et al. (1990) por otro lado, reportan que aproximadamente 50.5% de la dosis original de benzoato de estradiol y residuos de progesterona se observaron 83 días después de la implantación. El calculo de velocidad de liberación del estradiol es de entre 83 y 172 días (21.4 mcg/d de E₂), es muy parecido a los 30 mcg/día de velocidad de liberación estimada por Wagner (1983) como óptimo para ganancia de peso de becerros mamones. La razón de esta diferencia en la velocidad de absorción por becerros mamones y becerros de un año de edad no ha sido elucidada.

Textura de las hormonas contenidas en el implante

La combinación de cualquiera ATB, testosterona, propionato o progesterona con estradiol en el mismo implante puede prolongar el tiempo de absorción de estradiol en rumiantes (Heitzman et al., 1977; Riis y Suresh, 1976; Harrison et al., 1983). Sin embargo, los niveles de ATB en el torrente sanguíneo no parecen ser alterados como un resultado de la combinación de ATB con el estradiol en el mismo implante. Hietzman et al. (1981) implantó novillos con 20 mg de estradiol, 140 mg ATB, o 20 mg de estradiol plus con 140 mg de ATB en implantes separados o combinados en un solo implante. El porcentaje de ganancia fue alto, y la conversión alimenticia fue mejor para novillos implantados con la combinación de implantes contra la

administración de la misma dosis de hormonas en implantes separados. Además, la concentración de estradiol en el plasma para novillos que recibieron la combinación de implantes fue significativamente más alto que la de los testigos a los 91 días; la administración de estradiol en un implante separado elevó significativamente el estradiol en el plasma en los primeros 28 días. El autor concluye que mezclando físicamente las hormonas, resultan en una lenta y más sostenida liberación de estradiol para los implantes, resultados similares de niveles de estradiol se elevan en un largo periodo de tiempo en novillos implantados con una combinación de estradiol y ATB (Revalor-S) esto se puede fundamentar en los reportes hechos por Hickman *et al.* (1994) y Johnson *et al.* (1996).

Si los niveles de estradiol en el torrente sanguíneo a través del tiempo fueron el resultado de la liberación retrasada esto no es una causa clara de la hormona residual en los implantes que no fueron medidos en uno de los estudios (OSU Implant Symposium, 1997).

Técnicas de implantación

Una mayor fuente de variación, en la respuesta a los implantes, es la técnica de implantación. La colocación impropia (cualquier otro sitio fuera del tercio medio de la oreja) o aplastamiento de implantes durante la aplicación, probablemente suele resultar en una más variable velocidad de absorción,

aumentando la manifestación de las características sexuales secundarias (OSU Implant Symposium, 1997).

La administración apropiada comienza con la desinfección del material. El uso del material apropiado, así como la higiene y la ubicación del implante, juegan 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. Deben de evadirse 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).

Los laboratorios Fort-Dodge (1998) mencionan que para lograr una implantación apropiada y para que se logre una retención del 100% del implante es necesario considerar factores importantes como el uso de herramientas y provisiones correctas que eviten el riesgo de infección y abscesos, la higiene apropiada y el reemplazo de las agujas embotadas o despuntadas para aumentar la efectividad de los implantes, higiene y evaluación apropiada de la oreja para limitar las infecciones y aumentar la eficiencia del implante; además, el uso de una técnica apropiada para el implantado contribuye grandemente a una implantación exitosa.

Se ha observado que los beneficios de los promotores de crecimiento (aumento de peso vivo y conversión alimenticia) no son alcanzados frecuentemente debido a una técnica inadecuada de implantación y la falta de un programa de entrenamiento y monitoreo que permita al personal corregir los errores cometidos durante la aplicación del implante (Fort-Dodge, 1998).

La rapidez con que se realiza la aplicación del implante tiene beneficios en relación con el costo 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).

Efectos de los agentes anabólicos

Efectos en el incremento de peso y eficiencia de conversión

El efecto anabólico de una sustancia está 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 especie y condición sexual del animal e incluso variables ambientales (Sánchez, 1990; Eng, 1996).

Los promotores de crecimiento son administrados al animal ya sea en forma de aditivos de comida o en forma de implante. Los aditivos de comida son mezclados con la ración diaria del animal, mientras que los implantes son insertados debajo de la piel de la oreja. Los implantes, al contrario de los aditivos de comida, proveen actividad por un periodo de tiempo extenso (Hays, 1981).

Shimada et al. (1990) menciona que el sitio de aplicación del implante no tiene un apoyo científico, sino que este solamente se basa en las experiencias obtenidas en ensayos sin publicarse, pero que dan los mejores resultados. El método tradicional es en una localización subcutánea, en la parte posterior de la oreja, aunque el sitio puede variar de acuerdo a las diferentes presentaciones comerciales.

Es necesario respetar la dosis recomendada ya que dosis menores no provocan la respuesta anabólica esperada; mientras que las sobredosis son innecesarias puesto que el animal no las aprovecha, debido al punto de saturación de los receptores anabólicos específicos de las células en donde ellos actúan (Shimada et al., 1990).

El efecto de los implantes anabólicos a base de sustancias que actúan como andrógenos, estrógenos o progestágenos sobre los incrementos de peso y la eficiencia de conversión alimenticia en el ganado está documentado desde los primeros anabólicos que se utilizaron a partir de

1950, afirmando desde entonces que los incrementos de peso se ven mejorados sustancialmente junto a la eficiencia de conversión alimenticia (Rumsey y Hammond, 1990).

Brown (1983) evaluó un fito anabólico extraído a partir de un hongo del maíz: la zearalenona, que después se convirtió en la sustancia activa denominada Zeranol, que se sigue conservando en la actualidad; el cual puede aumentar la ganancia de peso y hacer más eficiente la conversión alimenticia del ganado. Williams *et al.* (1991) encontraron que el zeranol favoreció los incrementos de peso diario en ganado bovino y mejoró la eficiencia de conversión alimenticia (Brown, 1983; MacVinish y Galbraith, 1993).

En estudios comparativos realizados por Mader (1994), se dice que implantando con 36 mg de zeranol y reimplantando con zeranol a los 80 días mejoró las ganancias de peso diario respecto a los novillos que no recibieron implante. Mader (1994) 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 de una etapa de finalización de 140 días.

Se ha usado en hembras y combinados con compuestos de actividad estrogénica, en los machos enteros o machos castrados (Hayden *et al.*, 1992; Bartle *et al.*, 1992; MacVinish y Galbraith, 1993).

Tratamientos de implantes a base de 17 β -estradiol y zeranol con y sin ATB resultaron en que todos los tratamientos que recibieron implantes tuvieron incrementos de pesos diarios, pesos mas altos al sacrificio y alcanzaron por lo tanto, más rápido el peso al sacrificio (Schimidely *et al.*, 1992); Además todos los tratamientos con ATB incrementaron la ganancia diaria de peso de 180 a 200 gramos más que los tratamientos testigo y otras estrategias de implantes únicamente durante los tres primeros meses después de la aplicación del implante (Eng, 1996b).

Mader *et al.* (1994), afirman que los implantes con ATB aplicados previos al periodo de finalización de la engorda de vaquillas mejoran la tasa de ganancia diaria de peso y la eficiencia de conversión alimenticia; así, las vaquillas que recibieron 200 mg de propionato de testosterona (TES) y 20 mg de benzoato de estradiol (TES+BES) y aquellas implantadas con ATB tuvieron más altas tasas de ganancia de peso diario que las vaquillas que no recibieron implante. Mader *et al.* (1994), usando ATB como un implante terminal en combinación con TES+BES mejoró las ganancias de peso en el periodo de finalización en corral de engorda. Sin embargo, Samber *et al.* (1996), reportan que todos los implantes utilizados en sus experimentos generaron mayores incrementos de peso diario y mejoras en la eficiencia de

conversión alimenticia respecto a los grupos control; pero no reporta diferencias entre implantes, ni aun en diferentes estrategias de implantes, aplicando él ultimo implante, de un programa de tres, 62 días antes del sacrificio.

En trabajos realizados por Schimidely et al. (1992), y MacVinish y Galbraith (1993) se encontró que animales bovinos y ovinos implantados con ATB aumentaron significativamente la ganancia diaria de peso y mejoraron la eficiencia alimenticia. También se reporta que en investigaciones con ATB + 17 β -estradiol, TES + BES y ATB + benzoato de estradiol (ATB + BES); la combinación de ATB + 17 β -estradiol tuvo una mejor ganancia de peso diaria, aunque no existió diferencia estadísticamente significativa con la combinación de ATB + BES (Eng, 1996; Saamber et al., 1996). Recientemente se ha reportado que las combinaciones de ATB + 17 β -estradiol mejoraron la ganancia diaria de peso y eficiencia de conversión alimenticia de 15 a 20 % en periodos de 112 días (Schanbacher, 1984; Bartle et al., 1992; Johnson et al., 1996^a).

Eng (1996) reporta trabajos experimentales con ATB en combinación con 17 β -estradiol, benzoato de estradiol, zeranol y TES + BES; encontrando que ATB en combinación con 17 β -estradiol fue la que obtuvo la mejor ganancia de peso diario, incluso bajo diferentes estrategias de implantes en diferentes razas como Hereford, Charoláis y Brahman. Estos resultados

difieren de los presentados por Samber et al. (1996), que bajo siete diferentes estrategias de implantes no encontró diferencias significativas.

Las investigaciones con implantes anabólicos han mostrado efectos 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 al 17% comparados con los grupos control no implantados (Crawell et al., 1996^a). Contrariamente a estos resultados, Price y Makerechian (1982) no encontraron beneficios en los incrementos de peso al implantar con zeranol. Resultados similares reportan Faulkner et al., (1989), quienes no encontraron respuesta en los incrementos de peso en vaquillas y vacas, implantadas con propionato de testosterona; y Jones (1982), que reporto que al implantar vacas Holstein con TES + BES no se incrementó la ganancia de peso diario. La inconsistencia de las respuestas en estas pruebas puede se atribuida parcialmente a las interacciones de algunas variables como diferencias en genotipo, condición corporal inicial, régimen nutricional y factores ambientales (Crawell et al., 1996^b).

En el afán de incrementar las ganancias de peso diario y mejorar la eficiencia de conversión alimenticia, se estudia otro agente anabólico que se denomina Hormona del Crecimiento (Early et al., 1990), la cual, no está aun autorizada para uso comercial en ganado productor de carne. Aunque diversas investigaciones (Troncoso, 1991; Dalke et al., 1992; Moseley et al.,

1992; Barajas y García, 1995), reportan que los resultados son desalentadores en cuanto al mejoramiento de los incrementos de peso y rendimiento en canal caliente; se ve mejorada la eficiencia de conversión alimenticia. Además Boila et al (1990) mencionan que pueden existir cambios en la composición de la ganancia, con relación a los nutrientes que se encuentran en la canal.

Efectos en la deposición de músculo

En investigaciones recientes (Samber et al., 1996) se encontró que vacas de carne alimentadas 28 y 56 días con dietas altas en concentrados e implantadas con 200 mg de ATB, TES + BES y ambos implantes a la vez, incrementaron los pesos calientes de las canales, aumentó también el área del ojo de la costilla; incrementando así el grado de rendimiento de la canal de animales implantados respecto al grupo control.

Tratamientos de implantes a base de 17 β -estradiol y zeranol con y sin ATB resultaron en que todos los tratamientos que recibieron implantes tuvieron una mayor área del ojo de la costilla y mayor grado de rendimiento de la canal en vaquillas y novillos respecto a los grupos control no implantado (Southgate et al., 1988; Eng, 1996).

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. Mader et al. (1994), encontraron diferencia de 0.8 pulgadas cuadradas con TES + BES y 1.4 pulgadas cuadradas de área del ojo de la costilla con ATB como implantes terminales. Experimentos con implantes que contenían benzoato de estradiol más progesterona con y sin ATB no reportaron diferencias significativas en lo referente a grados de rendimiento de la canal (Mader et al., 1994).

Efectos de la deposición de 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).

Southgate et al. (1988) y Sulieman et al. (1992), mencionan que las canales de novillos implantados con ATB tuvieron similar grasa de cobertura, menos grasa interna (riñón, pelvis y corazón) y menor grado de marmoleo, disminuyendo así también el grado de calidad de las canales comparado con novillos no implantados. Resultados similares han sido reportados por Eng (1996), al no encontrar diferencias en la grasa de cobertura en canales de novillos y vaquillas implantados con ATB respecto a los no implantados, aunque la grasa en riñón, pelvis y corazón (RPC) si sé vio disminuida, al igual que el grado de marmoleo. John et al. (1987), sugirieron que el ATB es

capaz de deprimir la lipogenesis únicamente cuando no se encuentra compitiendo con los efectos del estradiol circulante.

Por otro lado, Mader et al. (1994), usando ATB como un implante terminal en combinación con TES + BES no afectó el grado de marmoleo, y el grado de calidad no se vio afectado en canales de vaquillas y novillos que recibieron únicamente implantes con TES + BES en periodos de evaluación de 112 días.

Experimentos realizados con zeranol, aplicados a novillos y toretes en diferentes periodos previos al sacrificio (19, 246, 315 días) no se encontró diferencia en la grasa RPC con animales que no recibieron zeranol, pero los novillos implantados tuvieron mejor grado de marmoleo y calidad de la canal que los toretes implantados (Shackelfor et al., 1992).

Se dice que con los implantes anabólicos se obtiene más carne y menos grasa total en una canal. El obtener menos grasa significa tener menos grado de marmoleo en la canal. Si el ganado se encuentra en la línea divisoria entre los grados USDA "Choice" y USDA "Select", el uso de implantes reducirá el porcentaje de novillos considerado como "Choice" (Preston, 1994). Por otro lado, si este grado de calidad se encuentra más bien en el grado "Choice", los implantes tendrán una influencia mínima en el porcentaje de ganado considerado como "Choice". Preston (1994) menciona que para contrarrestar cualquier efecto ocasionado por los implantes sobre el

grado de marmoleo, los novillos deben ser alimentados por un periodo adicional de 9 a 16 días, lo cual significa un aumento de 18 a 20 kg.

Residuos hormonales en la carne

Uno de los primeros anabólicos utilizados en la producción de carne fue el ditilestilbestrol (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 el humano (Rubio, 1996). Además de que en los animales puede provocar efectos colaterales como deformaciones en la espina dorsal, prolapso vaginal y rectal e hipertrofia del tejido mamario (Sánchez et al., 1978).

Por otro lado, en trabajos realizados por Turner et al (1995), se informa que el zeranol en diferentes dosis no tuvo efecto sobre la composición química del hueso, hígado o tejidos blandos de las costillas en las canales de animales implantados, con las siguientes excepciones: disminuyó la concentración de calcio en el hueso y aumentó las concentraciones de fósforo en el hígado.

Existen reportes que los implantes de zeranol disminuye la cavidad medular de los huesos en su diámetro; concluyendo que el zeranol repetido en dosis intermedias altera la deposición de calcio en el hueso (Williams et

al., 1991; Turner et al., 1995). Tal vez el zeranol sea uno de los anabólicos más inocuos que se puedan encontrar actualmente, ya que está demostrado su efecto benéfico en los animales sin causar grandes residuos hormonales en las canales para consumo humano (Brown, 1983; MacVinish y Galbrith, 1993).

Longhi et al. (1994), realizaron trabajos con novillos implantados con zeranol y ATB utilizando radioinmunoensayo para medir los residuos de implantes en la carne y en vísceras, encontrando que no se detectaron residuos en la carne, pero sí en el hígado; y concluyeron que el hígado es el principal órgano destino para zeranol y TBA; y que la excreción biliar es una importante ruta de la eliminación de estos dos anabólicos.

Generalmente existe ignorancia o una interpretación deficiente con respecto a la seguridad de consumir carne de ganado que ha recibido implantes. La prohibición proveniente de la Comunidad Económica Europea con respecto a la aceptación de la importación de carne de res tratada con implantes ha ocasionado un desconcierto entre consumidores (Preston, 1994).

La Agencia de Alimentos y Medicamentos (FDA) de los Estados Unidos de Norte América antes de utilizar cualquier tipo de tecnología de implantes referente a la producción de carne efectúa un minucioso estudio, así como diferentes inspecciones que monitoréan la carne producida. Las

inspecciones e investigaciones de la FDA y el Servicio de Inspección han demostrado que los implantes son totalmente prácticos, seguros tanto para el ganado como para la carne destinada para el consumo humano. Aun el Comité de Seguridad Científica de la Comunidad Económica Europea llegó a la misma conclusión y aceptación. La lógica indica que si se usan implantes anabólicos apropiados se obtendrá un producto “carne” seguro, porque solamente el 10% de la hormona consumida en alimentos por los humanos se absorbe por el cuerpo (Preston, 1994).

Comportamiento de becerros en pastoreo

En los sistemas de engorda extensivos, es escaso el uso de la tecnología en el manejo de praderas, lo que provoca que la calidad nutricional del forraje consumido sea baja, afectando las ganancias de peso por lo que la edad de los novillos al sacrificio varía entre los 24 y los 30 meses, reduciéndose considerablemente la calidad de la carne y la recuperación del capital invertido es a largo plazo (Livas, 2000).

Algunas de las alternativas para lograr un mejoramiento a corto y mediano plazo en las engordas de becerros tropicales serán: 1) mejorar la calidad genética del ganado, 2) incrementar las inversiones hacia el establecimiento, manejo y sostenimiento de praderas, 3) establecer programas estratégicos de suplementación alimenticia (épocas críticas) y 4)

mejorar los rendimientos y calidad de las canales con suplementos de calidad nutritiva y a bajo costo (Livas, 2000).

El uso de implantes anabólicos es una tecnología que no está ampliamente difundida en las zonas tropicales y los engordadores no están convencidos de sus resultados, ya que en muchas ocasiones la respuesta es mínima; esto es debido a que su empleo es cuando hay poca disponibilidad de forraje, la carga animal es excesiva o bien no se llevan registros de peso (Livas, 2000).

Existen numerosas investigaciones que señalan que los implantes anabólicos promueven incrementos de peso adicionales en 30%. Al respecto, Velasco (1996), en praderas de Zacate Estrella Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*) y con novillos Suizo x Cebú de 285 kg promedio e implantados con ATB + 17 β -estradiol mas 1% del peso de los animales de suplementación alimenticia obtuvo ganancias diarias de peso de 0.965 kg/animal/día. Domínguez (1999), con pasto insurgente (*Brachiaria brizantha*) y con novillos cebú en pastoreo + implante de Zeranol (2.5 UA/ha) Vs. pastoreo + Zeranol + bloque nutricional (2.9 UA/ha), encontró ganancias diarias de peso de 0.859 y 0.852 kg, respectivamente. En general, los anabólicos inducen a una mayor retención de nitrógeno muscular (siempre y cuando exista adecuada proteína en el forraje) e incrementan adicionalmente el consumo de MS hasta en un 10% y provocan una fuerte movilización de

grasa intramuscular, por lo que se llega a sacrificar la presencia de la misma en la canal.

Roussel/UCLAF Laboratorios Francia (s/f) menciona en estudios realizados que la combinación del ATB + 17 β estradiol es la más eficiente en la actualidad para bovinos bajo condiciones en pastoreo. Observando uniformidad en la respuesta obtenida en el ganado implantado; la combinación de estos agentes anabólicos producen un desarrollo muscular sostenido y homogéneo que permite al bovino una conformación uniforme, esta combinación produce comparativamente con animales no tratados un aumento del 33% en la ganancia de peso, 30.8% de incremento en el índice de conversión. La máxima respuesta del uso de esta combinación de agentes anabólicos en novillos se obtiene utilizándolos hasta 140 días antes de la etapa de finalización, lo cual permite una sustancial mejora en la productividad de la engorda del ganado, optimizando así los recursos disponibles y mejorando la rentabilidad económica de producción ganadera moderna.

Con Zeranol en pastoreo se obtiene hasta 20 kg promedio sobre los controles en periodos que varían entre 92 y 127 días; Zeranol es eficaz, aunque existen en pastoreo ciertas ventajas de los implantes de larga duración; así mismo, se indica que en becerros de poca edad (1 - 2 meses) si se reimplantan a intervalos regulares, va perdiendo su efectividad; sin embargo, el beneficio acumulado desde el nacimiento hasta el sacrificio es

conveniente por lo que lo hace muy recomendable. Esto es importante porque el Zeranol es utilizado durante toda la vida del novillo (Shimada *et al.*, 1990).

Los resultados del TBA y el 17 β -estradiol a novillos (cruza suizo x cebú) implantados en el trópico húmedo en praderas, indicaron que las ganancias diarias de peso eran de 0.947 kg en animales implantados y de 0.686 kg en los animales no implantados. Los autores no recomiendan el uso de anabolizantes en praderas cuando las condiciones del pastizal no permitan aumentos de peso mayores de 300 g diarios (Rubio, 1996).

Características del zacate estrella (*Cynodon plectustachyus*)

Es una gramínea de larga vida que emite tallos erectos y numerosos estolones que lo propagan rápidamente por todos los terrenos, comportándose como invasor. Alcanza una altura de 80 cm a 1 m. Tolera bien el calor, la sequía y los suelos de baja calidad, pero en estos su rendimiento es menor desde luego; resiste también los suelos ácidos y salinos, tiene un buen desarrollo radical (Flores, 1983).

Estudios realizados durante las épocas de otoño-invierno por Medina (1998) y en la sequía por Domínguez (1999), con novillos de 400 kg en pastoreo intensivo en praderas de Zacate Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) e Insurgentes (*Brachiaria brizantha*), observaron consumos de materia seca

con base en el peso vivo, en ambos casos el contenido de proteína cruda fluctúa de 6 a 10%. También el consumo de proteína está relacionado con el grado de digestibilidad de los forrajes y especialmente en el trópico, cuando estos son pobres en nitrógeno, los novillos tienden a ganar menos peso, acumulan menos músculo y dedican más tiempo a la rumia, lo que implica un mayor gasto energético.

Calidad y disponibilidad de forraje para pastoreo

La producción de carne bovina en pastoreo tropical, está supeditada principalmente a la disponibilidad de forraje y cantidad de nutrientes (energía, proteína y minerales) que esta aporta al animal. Generalmente, los pastos tropicales son bajos en energía metabolizable (1.5-1.7 Mcal/kg M.S), la concentración de la proteína es variable y fluctúa con la época del año, encontrándose que es baja (5-7%) cuando existe abundancia de forraje (época de lluvias) y en el verano tiende a ser mayor (10-11%) por ser más seco el forraje.

En el trópico, un problema frecuente en la época de abundancia de forraje es la subutilización de los pastos, donde se maduran con facilidad perdiendo rápidamente energía y proteína, provocando que los becerros ganen poco peso resultando una baja producción/ha. También se observa que durante la sequía los becerros no tienen ganancias diarias de peso superiores a 200 g/día o bien pierden peso.

La falta de pasto, generalmente ocasiona que los animales destinen más tiempo al pastoreo, recorran más distancia, aumenten el número de bocados y descansen menos, implicando todo esto mayor desgaste energético y menos incremento de peso (Livas, 2000).

MATERIALES Y METODOS

Descripción del área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en el Rancho “La Ensenada” ubicado en el Municipio de Tamuin, S. L. P., cuyas coordenadas geográficas son: 21°46'00” a 22°24'00” Latitud Norte y 98°24'00” a 98°27'00” Longitud Oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 20 metros, una precipitación promedio anual de 882.8 milímetros y una temperatura promedio anual de 25.8°C con una máxima absoluta de 48.5°C y una mínima absoluta de 7°C (INEGI, 1985).

Materiales

Implantes anabólicos

En el Cuadro 2 se muestra el nombre, principio activo y laboratorio que produce los tres implantes anabólicos utilizados en el presente experimento.

Cuadro 2. Principio activo y nombre comercial de implantes anabólicos utilizados en becerros en pastoreo.

NOMBRE COMERCIAL*	PRINCIPIO ACTIVO	LABORATORIO
Synovex Macho	20 mg Benzoato Estradiol, 200 mg Progesterona	Fort-Dodge
Synovex Pastoreo	10 mg Benzoato Estradiol, 100 mg Progesterona	Fort-Dodge
Ralgro	36 mg Zeranol	Shering Plough

* Son marcas comerciales registradas para su venta en México

Animales y manejo

Se utilizaron 267 becerros enteros cruzados de razas cebuinas con una edad que variaba de 10 a 12 meses y con un peso promedio inicial de 150 kg. El manejo de los becerros se llevó a cabo en las instalaciones del rancho y consistió de una desparasitación externa con Amitráz al 12.5% (Bombard) y desparasitación interna con Synanthic al 9.06% ambos para todos los animales de los diferentes tratamientos y no se les aplicó ningún tipo de vacuna. Los becerros fueron aretados (para llevar registros), pesados y se implantaron al inicio de la prueba según las recomendaciones de las casas comerciales; posteriormente fueron llevados a la pradera donde estuvieron durante 122 días.

Métodos del experimento

Los becerros fueron distribuidos al azar en cuatro tratamientos con diferente número de animales como se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Distribución de los tratamientos utilizados en becerros en pastoreo.

Tratamientos	No. Animales	Peso promedio inicial kg
Synovex Macho	70	152
Synovex Pastoreo	70	156
Ralgro	71	147
Testigo (sin implante)	56	144

Los becerros fueron pesados al inicio, 30, 58, 82 y 122 días. Los animales se mantuvieron bajo condiciones de pastoreo por un periodo de 122 días en praderas de zacate estrella (*Cynodon plectustachyus*), durante el cual se le suministro sal mineral a libre acceso.

Procedimiento experimental

Para evaluar el efecto de los implantes anabólicos sobre los incrementos de peso, los animales fueron pesados en grupos para sacar los datos promedios de los tratamientos y manejados de la misma forma, como parte del manejo de la engorda.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 4, se presentan los valores promedios de peso e incrementos de peso de becerros en pastoreo implantados. Como se puede observar, los pesos iniciales promedio de los becerros no son muy homogéneos, varían de 144 a 156 kg con un promedio de 150 kg, esto es debido a la selección de los animales que se llevo acabo.

Cuadro 4. Valores promedio de peso e incrementos diarios de peso de becerros implantados con diferentes productos.

Características	20 mg BES + 200 mg Progesterona	10 mg BES + 100 mg Progesterona	36 mg Zeranol	Testigo
No. de animales	70	70	71	56
Peso inicial (kg)	152	156	147	144
Peso 58 días (kg)	191	191	183	178
Incremento diario de peso 0 - 58 días (kg)	0.672	0.603	0.621	0.586
Peso 122 días (kg)	223	225	211	206
Incremento diario de peso 58 - 122 días (kg)	0.500	0.531	0.438	0.438
Incremento diario de peso 0 - 122 días (kg)	0.582	0.565	0.524	0.508

Analizando el peso promedio de los becerros a los 58 días, se observa que los tratamientos basados en 20 mg BES + 200 mg progesterona y 10 mg

BES + 100 mg progesterona son muy homogéneos 191 kg y superiores con 8 y 13 kg sobre los animales implantados con 36 mg de Zeranol y los testigos (no implantados).

En la Figura 2, se muestran los resultados obtenidos sobre el incremento de peso diario a los 58 días después del inicio de la prueba, se puede observar que entre los tratamientos existen diferencias, donde los becerros implantados con Synovex Macho, Ralgro y Synovex Pastoreo fueron mejores en esta etapa con un promedio de ganancia diaria 0.672, 0.623 y 0.603 kg respectivamente, que los becerros no implantados (0.568 kg/día)

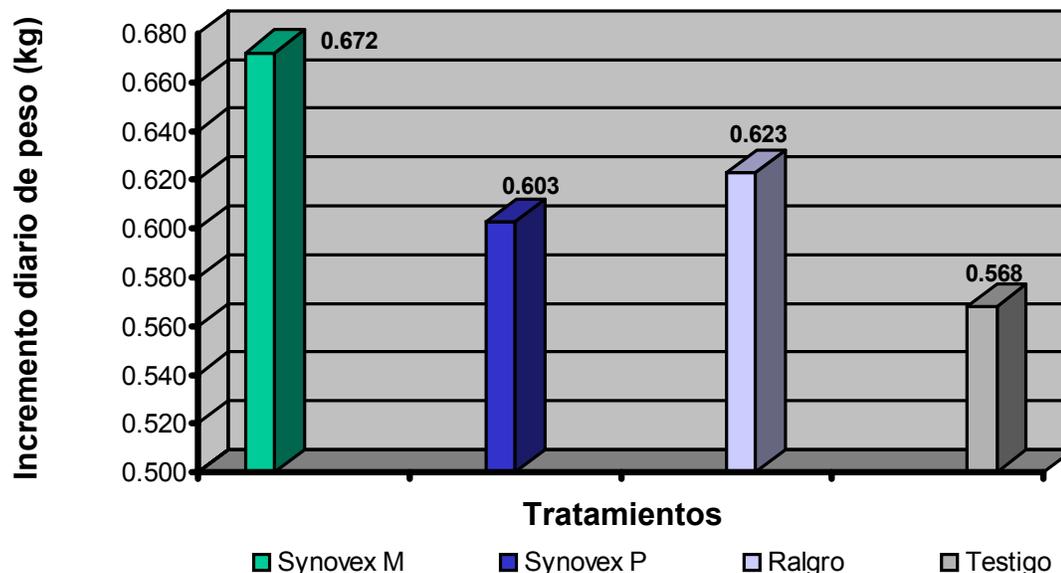


Figura 2. Incremento diario de peso promedio del inicio a 58 días de becerros implantados con diferentes productos.

Por otro lado, los resultados del estudio a los 58 días después del inicio de la prueba, muestran que el incremento de peso diario de los animales que recibieron Synovex Macho, Synovex Pastoreo y Ralgro fueron 14.7, 2.9 y 5.9% superiores a los animales que no recibieron tratamiento. Así mismo, los animales que fueron implantados con Synovex Macho tuvieron ganancias diarias de peso 8.2 y 11.4% superiores a los animales que fueron implantados con Ralgro y Synovex Pastoreo, respectivamente.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por González et al. (1998) quienes utilizaron becerros en pastoreo implantados con 36 mg de Zeranol y 10 mg de benzoato de estradiol + 100 mg de progesterona los cuales tuvieron incrementos diarios de peso de 0.586 y 0.535 kg, respectivamente.

Por otro lado Rubio (1996), al evaluar implantes anabólicos aplicados a becerros pastoreando en praderas indica que las ganancias de peso diario son muy aceptables y diferentes en comparación a becerros no implantados; no recomendando el uso de anabolizantes en praderas cuando las condiciones del pasto no permitan aumentos de peso mayores a 300 g por día.

Los pesos finales promedio a los 122 días (Cuadro 4) variaron de 206 a 225 kg promediando 216 kg. Se observaron que los pesos finales de los becerros implantados con agentes anabólicos basados en 20 mg de

benzoato de estradiol + 200 mg progesterona y 10 mg de benzoato de estradiol + 100 mg de progesterona fueron prácticamente iguales (223, 225 kg) y superiores en 13 y 18 kg a los becerros implantados con Ralgro y Testigos (no implantados), respectivamente.

En la Figura 3, se presentan los resultados obtenidos durante la etapa de 58 a 122 días de estudio observándose que los becerros implantado con 10 mg de benzoato de estradiol + 100 mg progesterona mejoraron la ganancia diaria de peso en un 6.2% con respecto a los becerros implantados con 20 mg de benzoato de estradiol + 200 mg Progesterona, 21.2% sobre 36 mg de Zeranol y Testigo, en cambio el Zeranol y el grupo Testigo fueron similares entre sí.

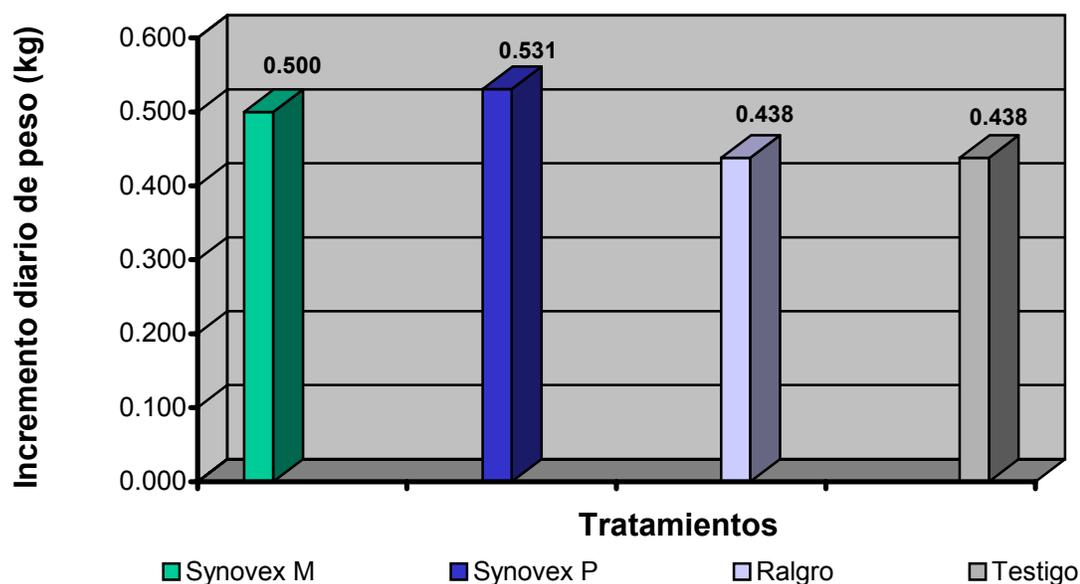


Figura 3. Incremento diario de peso promedio de 58 a 122 días en becerros implantados con diferentes productos.

Los resultados que se presentan en el Cuadro 4 y Figura 4 sobre el incremento de peso diario a los 122 días muestran que en general todos los animales implantados tuvieron mejores ganancias de peso que el grupo testigo; llama la atención la ganancia de peso obtenido por los animales que fueron implantados con Synovex Macho y Synovex Pastoreo, los cuales ganaron diariamente 0.582, 0.565 kg y fueron superiores a los animales tratados con Zeranol (0.524 kg) y los no implantados (0.508 kg).

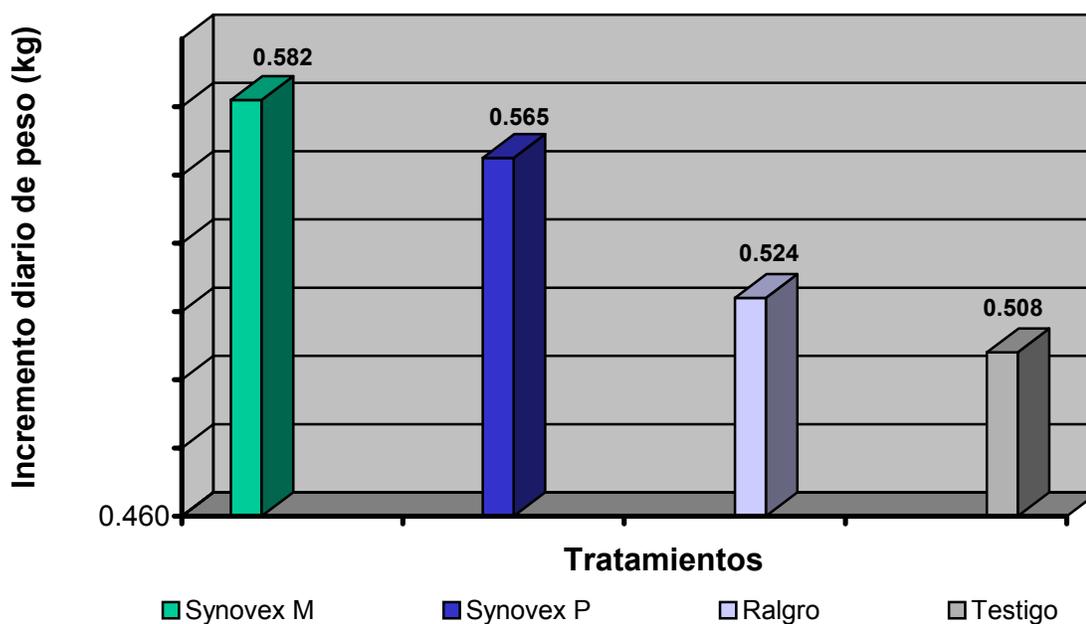


Figura 4. Incremento diario de peso promedio en 122 días de becerros implantados con diferentes productos.

El tratamiento basado en 20 mg de BES más 200 mg de progesterona obtuvo un 14.5% más de incremento de peso diario sobre el grupo testigo; 10 mg de BES + 100 mg de progesterona un 11.5% y el Zeranol 3.2% sobre el

grupo Testigo. Observándose que el tratamiento anabólico que generó mayores incrementos diarios de peso entre los tratamientos fue el de 20 mg de BES + 200 mg de progesterona con 3% sobre 10 mg de BES +100 mg de progesterona y 11% sobre 36 mg de Zeranol, mientras 10 mg de BES +100 mg de progesterona y 36 mg de Zeranol tuvieron una diferencia del 7.8%.

Estos resultados se asemejan a lo encontrado por Garces et al. (2000) quienes utilizaron 240 becerros cruzados de razas europeas en pastoreo de zacate navajita (*Bouteloua spp.*), con una duración de 114 días, para evaluar el efecto de no colocar y la implantación de diferentes dosis de la combinación de Acetato de Trembolona + 17 β estradiol y Zeranol sobre la ganancia de peso. Las ganancias diarias de peso que se registraron fueron para el Testigo 0.646 kg, Acetato de Trembolona + 17 β estradiol 0.747 kg y Zeranol 0.707 kg, respectivamente. Así mismo, otro estudio realizado en Huamanguillo, Tab., por el mismo autor, con una duración de 126 días. Se utilizaron 65 becerros encastados de cebú para evaluar el efecto de no colocar implante y la implantación de la combinación de Acetato de Trembolona + 17 β estradiol sobre la ganancia de peso. Los becerros pastorearon sobre praderas de zacate Estrella de Africa, dando como resultado las ganancias diarias de peso de 0.428 y 0.487 kg, respectivamente. Este autor menciona que la diferencias en respuesta productiva observadas entre las dos pruebas se pueden atribuir a las diferencias en el valor nutritivo del forraje consumido y al tipo racial del

ganado, y la diferencias en respuesta productiva en cada estudio se relaciona con las diferentes formulaciones de los implantes.

En lo que respecta a los resultados obtenidos el implante con 20 mg de BES + 200 mg de progesterona fue superior con respecto a los demás tratamientos y el Testigo. Se puede mencionar que debido a que el Benzoato de Estradiol suministrado a manera de implante en combinación con la progesterona da como resultado un mejoramiento en el ritmo de crecimiento y en la conversión de los alimentos (Reid, 1983). Esto es debido a que la progesterona no actúa directamente sobre las células, tendiendo a tardar más en responder (Shimada et al., s/f).

El aspecto económico en el uso de diferentes implantes anabólicos en becerros se presentan en el Cuadro 5. como se puede observar, los dos tratamientos basados en BES + Progesterona tuvieron mayor margen de utilidad que el grupo tratado con Zeranol.

Cuadro 5. Análisis económico de becerros implantados con diferentes productos.

Características	20 mg BES + 200 mg Progesterona	20 mg BES + 200 mg Progesterona	36 mg Zeranol	Testig o
No. animales	70	70	71	56
Peso inicial (kg)	152	156	147	144
Peso final (kg)	223	225	211	206
Ganancia total (kg)	71	69	64	62
Diferencia en peso contra el Testigo (kg)	9	7	2	---
Costo/kg. peso vivo (\$)	14.00	14.00	14.00	14.00
Ganancia extra/animal (\$)	126.00	98.00	28.00	---
Costo por implante (\$)	16.00	16.00	8.00	---
Diferencia (\$)	110.00	82.00	20.00	---
Ganancia total (\$)	7,700.00	5,740.00	1,420.00	---

Los tres tratamientos cubren el costo del implante, resultando ser el mejor desde el punto de vista de rentabilidad financiera el Synovex Macho, ya que cubre dicho costo y queda un margen de ganancia de \$ 110.00; bajo las condiciones en que se desarrolló este trabajo por lo que queda a criterio del inversionista la decisión de elegir el tratamiento que más le convenga, considerando los recursos disponibles para dicha aplicación.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio se puede concluir lo siguiente:

La aplicación de agentes anabólicos en becerros mejoró las ganancias diarias de peso de los animales tratados con respecto al testigo.

Los animales implantados con 20 mg benzoato de estradiol + 200 mg progesterona tuvieron mejores ganancias diarias de peso que los animales implantados con la mitad de la dosis 10 mg benzoato de estradiol + 100 mg progesterona, así como 36 mg de Zeranol.

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo con el objeto de evaluar la ganancia diaria de peso en becerros en pastoreo de zacate estrella (*Cynodon plectustachyus*) con tres anabólicos diferentes en un periodo de 122 días.

Se utilizaron 267 becerros enteros cruzados de razas cebuinas con una edad que variaba de 10 a 12 meses de edad y con un peso vivo promedio de 150 kg, distribuidos en cuatro tratamientos. Los tratamientos designados fueron: grupo 1, con 20 mg BES + 200 mg progesterona con 70 animales, grupo 2, 10 mg BES + 100 mg progesterona con 70 animales, grupo 3, con 36 mg de zeranol con 71 animales y grupo 4, sin implantar con 56 animales.

Para los incrementos de peso diario 20 mg BES + 200 mg progesterona fue el más alto (0.582 kg/día), seguido por 10 mg BES + 100 mg progesterona (0.565 kg/día) y zeranol fueron inferiores en incrementos de peso diario y muy cercanos al tratamiento sin implante (0.524, 0.508 kg/día).

De la información obtenida se concluye que la aplicación de agentes anabólicos en becerros mejoró las ganancias diarias de peso de los animales tratados con respecto a los no tratados; sin embargo, existió la tendencia a mejorar los incrementos de peso diario; donde los implantes basados en

BES+ progesterona tendieron a mejorar el incremento diario de peso en becerros en un periodo de 122 días.

LITERATURA CITADA

- Barajas, C. R y García G., C. A. 1995. Somatotropina Bovina Recombinante de Liberación Lenta en Toretes de Engorda. En: Memorias de la III Muestra de Investigación Científica de la EMVZ de la UAS. Culiacán, Sinaloa, México.
- Bartle, S. J., Preston, R. L., Brown, R. E., and Grant, R. J. 1992. Trembolone Acetate/Estradiol Combination in Feedlot Steers: Dose Response and Implant Carrier Effects. *J. Anim. Sci.* 70:1326-1332. USA.
- Berenguer, I. F. 1984. Uso de Anabólicos en Cabras. En: Productividad Caprina. Editorial FMVZ-UNAM. México. p. p. 31-37.
- Boila, R. J., Kennedy, A. D, and Belluk, B. M. 1990. Effects of Exogenous Samatotropin on the concentration of Minerals on the Tissues of Growing Ram Lambs. *J. Anim. Sci.* 68:206-212. USA.
- Bouffault, J. C., Willemart J. P. 1983. Actividad Anabólica del Acetato de Trembolona solo o Combinado con Estrógenos. En: E. Maissonier (Ed). Producción Animal con Anabólicos. Oficina Internacional de Epizooties. París, Francia. p. p. 161-190.
- Brown, R. G., 1983. Implante de Zeranol. En: E. Maissonier (Ed). Producción animal con Anabólicos. Oficina Internacional de Epizooties. París, Francia. p.p. 191-204.
- Cain, M. F.1987. Evaluación de Programas de Implante en Corral de Engorda. Memoria de Seminario Internacional: Manejo Tecnología: Unicos Caminos para Lograr la Eficiencia en la Producción de Carne. Pitman-Inc.IMC OMSOLMEX. México. D.F.
- Corah, R. L., Johns, D. R., Mulvaney, J. B., Neel, R. L., Botts, Butine, D. 1996. Implanting Suckled Beef Calves with Synovex-C Improvid Weaning Weights. *J. Anim. Sci.* 4 (Suppl. 1): 242.
- Crawell, C. D., Unruh, J. A., Brethour, J. R., Simms, D. D., Campbell, R. E. 1996^a. Influence of Steroid Implants and Concentrate Feeding on Perfomance and Carcass Composition of cull Beef Cows. *J. Anim. Sci.* 74:1770-1776. USA.
- Crawell, C. D., Unruh, J. A., Brethour, J. R., Simms, D. D. 1996^b . 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. USA.

- Dalke, B. S., Roeder, A., and Kasser, T. R. 1992. Dose-Response Effects of Recombinant Bovine Somatotropin Implants on Feedlot Performance in Steers. *J. Anim. Sci.* 70:130-2137. USA.
- Dinusson, W. E., Andrews, F. N., and Beeson, W. M. 1950. The Effects of Stilbestrol, Testosterone, Thyroid Alteration and Spaying on the Growth and Fattening on Beef Heifers. *J. Anim. Sci.* 9:321-329. USA.
- Domínguez B., J. F. 1999. Productividad y Rentabilidad en la Producción de Carne con Novillos Cebú Utilizando Bloques Nutricionales y Zeranol bajo Pastoreo Intensivo en el Trópico Húmedo. Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). CEIEGT. Martínez, de la Torre, Ver.
- Early, R. I., MacBride, B. W., and Ball, R. O. 1990. Growth and Metabolism in Somatotropin-Treated Steers: I. Growth, Serum Chemistry and Carcass Weights. *J. Anim. Sci.* 68:4134-4143. USA.
- Elizondo, S. L., Padilla G., L., De Luna V., C. J., Díaz S., H. 1997. Evaluación de 4 Implantes Anabólicos en Novillos en Pastoreo de Praderas de Rye grass Anual. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah., México.
- Eng, K. 1996. Implant Treatments. Dietary Effect on Enviromental to be Interest in 1996. *Feedstuff* 68 (3): 11. USA.
- Evrad, P., Maghuin, G. R., Rico A. G. 1989 Fate and Residues of Trembolone Acetate in Edible Tissue from Sheep and Calves Implanted with Tritium – Labeled Trembolone Acetate. *J. Anim. Sci.* 67:1489-1496.
- Faulkner, D. B., Mckeith, F. K., Berger, L. L., Kesler, D. J., and Parret, D. F. 1989. Effects of Testosterone Propionate on Perfomance and Carcass Characteristics of Heifers and Cows. *J. Anim. Sci.* 67:19067-1914. USA.
- Fort-Dodge, Laboratorios. 1998. Cyanamid Division Salud Animal. México, D.F.
- Garcés, Y. P., Martínez, R., Morett, C. y Rebolledo, A. M. 2000. Utilización de Diferentes Implantes en Becerros Desarrollados en Pastoreo sin Suplementación. XXIV Congreso Nacional de Buiatría. p.p. 343-346. Guadalajara, Jal.

- Gill, D. R., Spires, H. R., Batews, F. E., Peverly, B. L., and Lusby, K. S. 1986. Response of Fall-born Calves to Progesterone-estradiol Benzoate Implant and Reimplant. *J. Anim. Sci.* 62:37-41. USA.
- González, R. H. Villalobos, V. G., Domínguez, D. D. 1998. Efecto Comparativo de Implantes Ralgro y Synovex C en Ganancia de Peso de Becerros Hereford-Angus Lactantes en Pastoreo. XXII Congreso Nacional de Buiatría. p.p. 141-144. Acapulco, Gro.
- Greathead, K. D. 1984. The Effects of Zeranol on Growth and Fattening in Beef Calves Before Weaning. *Aust. Vet. J.* 61:20-21.
- Harrison, L. P., Hietzman, R. J., Sansom B. F. 1983. The Absorption of Anabolic Agents from pellets Implanted at the Base of the Ear in Sheep. *J. Vet. Pharmacol. Therap.* 6:293-301.
- Hayden, J. 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 , Trembolone Acetate, or Estradiol 17 β Plus Trembolone Acetate. *J. Anim. Sci.* 70:3785-2119.
- Hays, V. W. 1981. Efectividad en el Uso de Aditivo de Comida de Agentes Antibacteriales en Producción de Cerdos.
- Hietzman, R. J., Gibbons D. N., Little, W., Harrison, L. P. 1981. Note on the Comparative Performance of Beef Steers Implanted with the Anabolic Steroids Trembolone Acetate and Oestradiol 17 β , Alone or in Combination. *Anim. Prod.* 32:219.
- Hietzman, R. J. Chan K. H. and Hart, I. C. 1977. Producción Animal con Anabólicos. En: Maissonier (Ed). Oficina Internacional de Epizootias. París, Francia. p.p. 176.
- Hickman, P. S., R. T., Brandt, Jr., D. M. Henricks, and J. E. Minton. 1994. Payout Characteristics of Anabolic Agents from Synovex , Implant in Finishing Yearling Steer. *Cattlemens Day Rep. of Prog.* 704 Kansas State Univ., Manhattan, p.p. 16-19.
- Hollis, L. 1989. Proper Management of Implant Technique in Feedlot Cattle. *Compend. Educ. Pract. Vet.* 11:763-768.
- INEGI. 1985. Nomenclator del Estado de S.L.P. México, D.F.

- Jansky, A. M. 1983. "Desarrollo de un Método Sensitivo para la Extracción y Análisis de Residuos de Zeranól en Tejidos Animales y el uso del Método para un Estudio de Implantes en el Ganado". En: E Maissonier (Ed). Oficina Internacional de Epizootias. París, Francia. p.p. 463-476.
- John, L. C., Ekeren, P. A., Crouse, J. D., Schanbecher, B. D., Smith, S. B. 1987. Lipogenesis in Adipose Tissue from Ovariectomized and Intact Heifers Immunized Against Estradiol and (or) Implanted with Trembolone Acetate. *J. Anim. Sci.* 64: 1428-1433. USA.
- Johnson, B. J., Anderson, P. T., Meiske, J. C., and Dayton, W. R. 1996. Effect of a Combined Trembolone Acetate and Estradiol Implant on Feedlot Performance, Carcass Characteristics, and Carcass Composition of Feedlot Steers. *J. Anim. Sci.* 74:363-371. USA.
- Jones, S. D. M. 1982. Performance and Carcass Characteristics of Cull Dairy Cows Given Testosterone-Estradiol Implants. *Can. J. Anim. Sci.* 62:295-301. Canadá.
- Jones, S. J., Johnson, R. D., Calkins, C. R., and Diekman. (s/f). Efectos del Acetato de Trembolona sobre las características de la canal y de la Testosterona Sérica y Concentración del Cortisol en Toros y Novillos. Universidad de Nebraska, Lincoln 68583-0908 y Universidad de Kansas City, Manhattan 66506.
- Jones, S. J., Johnson, R. D., Calkins, C. R., and Diekman. 1991. Effects of Trembolone Acetate on Carcass Characteristics and Serum Testosterone and Cortisone Concentrations in Bulls and Steers on Different Management and Implant Schemes. *J. Anim. Sci.* 69:1363-1369.
- Kawas, R. J. 1998. Modificadores Digestivos y Metabólicos en Raciones para Ganado de Engorda en Corral. Memorias IV Curso de Actualización Sobre Producción de Ganado Bovino en Corral. UANL, Monterrey, N.L. México.
- Kawas, R. J. 1999. Modificadores Anabólicos para Ganado Bovino en Corral de Engorda. Primer Simposium Internacional de Ganadería Intensiva. Monterrey, N.L. México.
- Lauderdale, J. W. 1983. Uso del MGA (Acetato de Melengestrol) en la Producción Pecuaria. En: E Maissonier (Ed). Producción Animal con Anabólicos. Oficina Internacional de Epizootias. París, Francia. p.p. 205-226.

- Lee, C. Y., Henricks, D. M., Skelley, G. C., y Grimes, L. W. (s/f). Respuesta de Crecimiento y Hormonal, de Bovinos Machos, Enteros y Castrados, al Acetato de Trembolona y al Estradiol. *J. Anim. Sci.*
- Lee, C. Y., Henricks, D. M., Skelley, G. C., and Grimes, L. W. 1990. Growth and Hormonal Response of Intact and Castrate Male Cattle to Trembolone Acetate and Estradiol. *J. Anim. Sci.* 68: 2682-2689. USA.
- Livas, C. F. 2000. Alternativas Nutrimientales para Incrementar la Producción de carne de Novillos en Pastoreo y Estabulación. Curso de Ganadería de Doble Propósito en el Trópico. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical. FMVZ-UNAM. p.p. 97-102. Tuxpam, Ver.
- Longhi, A., Benedetto, M. D., Berra, G., and Lucas, C. 1994. Residues of Anabolic Treatment: Trembolone Acetate and Zeranol in Steers. *Revista Argentina de Producción Animal* 14:121-129. Argentina.
- MacVinish, L. J. and Galbraith, H. 1993. A Note on The Concentration of Steroidal Residues in Tissues of Mature Female sheep Implanted with Trembolone Acetate. *Anim. Prod.* 56:277-280. England.
- Mader, T. L., Dahlquist, J. M., Sindt, M. H., Stock, R. A. and Klopfenstein, T. J. 1994. Effect of Sequential Implanting with synovex on Steer and Heifer Performance. *J. Anim. Sci.* 72:1095-1100. USA.
- Mader, T. L. 1994. Effect of Implant Sequence and Dose on Feedlot Cattle Performance. *J. Anim. Sci.* 72:277-282. USA.
- Medina D., J. R. 1998. Efecto de 2 niveles de Lasolacida Sódica sobre la Productividad de Becerros (*Bos taurus* x *Bos indicus*) con Complementación Alimenticia en el Trópico Húmedo. Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Bogotá, Colombia.
- Merck. 1988. Merck Veterinary Manual. 3ª Ed. en Español. Merck & Co, INC. Rahaway, NJ USA.
- Michel, G. and Baulieu, E. E. 1983. The Mode of Action of Anabolics. In: E. Meissonier. (Ed). *Anabolics in Animal Production*. Oficina Internacional de Epizootias. París, Francia. p.p. 55-56.
- Moseley, W. M., Poulissen, J. B., and Goodwin, M. C. 1992. Recombinant Bovine Somatotropin Improves Growth Performance in Finishing Beef Steer. *J. Anim. Sci.* 70:412-425. USA.

- Preston, R. L. 1994. Optimización Hormonal en el Ganado. En: Memorias del Seminario Internacional sobre Ganadería Intensiva Estabulada en México. Capítulo 12. Editorial Ralston Purina Internacional. Monterrey, N. L, México.
- Preston, R. L., Bartle, S. J., Kasser, T. R., Day, J. W., Veenhuizen J. J. and Beale, C. A. 1995. Comparative effectiveness of somatotropin and anabolic steroids in feedlot steer. *J. Anim. Sci.* 73:1038-1047. USA.
- Price, M. A. and Makarechian, M. 1982. The Influence of Zeranol on Feedlot Performance and Carcass Traits of Culled Cows and Heifers. *Can. J. Anim. Sci.* 62:739-744.
- Rains, J. and Nash, D. 1990. Implanting: Waste not. *Large Ani. Vet. Jan/Feb.*:18-21.
- Reid J., F. S. 1983. Implantes de Benzoato de Estradiol. E. Maissonier (Ed). *Producción Animal con Anabólicos*. Oficina Internacional de Epizootia. París, Francia. p.p. 147-160.
- Riis, P. M., and Suresh, T. P. 1976. The Effect of a Synthetic Steroid (Trembolone) on The Rate of Release and Excretion of Subcutaneously Administered Estradiol in Calves. *Steroids* 27:5-7.
- Ritchie, H. D., Rust, S. R. and Nielsen, D. L. 1990. Payout Rate of Estradiol Benzoate and Progesterone from Synovex-C Implants. *Res. Rep.* 491. *Mich. Ag. Exp. Sta., Mich. St Univ., East Lansing.* p.p. 76-77.
- Roche, J. F. 1983. The Use of Natural Steroids Hormonal and Xenobiotics. En: E. Meissonier. (Ed). *Anabolics in Animal Production*. Office International Epizooties. París, Francia. p.p. 121-130.
- Rouseel/UCLAF Laboratorios Francia. (s/f) "Guía Técnica Implemax. México, D.F.
- Rubio, L. M. 1996. Efecto de promotores de crecimiento en el ganado y en la carne. En: *Curso de actualización: Ganadería, Industria y Ciencia de la Carne en México*. FMVZ-UNAM, México, p. p. 138-194.
- Rumsey, T. S. and Hammond, A. C. 1990. Effects of Intake Level on Metabolic Response to Estrogenic Growth Promoters in Beef Steers. *J. Anim. Sci.* 68:3075-3085. USA.
- Rumsey, T. S., Hammond, A. C., and McMurtry, J. P. 1992. Response to Reimplanting Beef Ateers with Estradiol Benzoate and Progesterone: Performance, Implant absorption Pattern, and Thyroxine Status. *J. Anim. Sci.* 70:995-998.

- Shimada, A. S., Avila, G. E. Y Llamas, G. 1990. Cap. 4, Anabólicos y Aditivos en la Producción Pecuaria. p.p. 131-156. Ed. Sistema de Educación Continua en Producción Animal en México, A.C., Primera Edición México, D.F. México.
- Shimada, A. S. 1986. Engorda de Ganado Bovino en Corrales. Editorial Consultores en Producción Animal. Primera Edición. México, D.F. p.p. 258.
- Samber, J. A., Tatum, J. D., Wray, M. L., Nichols, W. T., Morgan, J. B., and Smith, G. C. 1996. Implants Program Effects on Performance and Carcass Quality of Steers Calves Finished for 212 Days. *J. Anim. Sci.* 74:1470-1476. USA.
- Sánchez, E. J., Ortiz, M. V. y Gómez, F. 1978. Efecto del Implante de Lactona de Acido Resorcílico y Suplementación de Melaza sobre la Ganancia de Peso en Vaquillas bajo Pastoreo de Verano en un Pastizal Halófito. *Técnica Pecuaria México.* 34:95-99. INIP-SARH.
- Sánchez, E. J. 1990. Anabólicos y Hormonas. En: Anabólicos y Aditivos en la Producción Pecuaria. Editorial Consultores en Producción Animal. México. p.p. 131-164.
- Schanbacher, B. D. 1984. Manipulation of Endogenous and Exogenous Hormones for Red Meat Production. *J. Anim. Sci.* 59:1621-1630. USA.
- Schimidely, P., Bas, P., Rouzeau, A., Hervieu, J., and Morand, F. P. 1992. Influence of Trembolone Acetate Combined with Estradiol 17 β on Growth Performance, Body Characteristics and Chemical Composition of Goat Kids Feed Milk and Slaughtered at Different Ages. *J. Anim. Sci.* 70:3381-3390. USA.
- Shackelford, S. D., Crouse, J.D., Savell, J. W., Cross, H. R., Schanbacher, B. D., and Johnson, D. D. 1992. Performance and Carcass Characteristics of Bulls as Influenced by Exogenous Hormones. *Meat Science* 32:387-396. USA.
- 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 Weight Gain, Carcass Composition and Zeranol Residues in Steer on an 18-Month Beef System. *Anim. Prod.* 47:209-214. England.
- Suleiman, A. H., Galbriath, H., and Tops, J. H. 1992. Growth Performance and Body Composition of Mature Female Sheep Implanted with Trembolone acetate. *Anim. Prod.* 54:53-58. England.

- Trenkle, A. (s/f). Impacto de los Sistemas de Implante sobre el Rendimiento y la Calidad de las Canales de Ganado en engorda en Corral. In: E. Meissonier (Ed). Anabolics in animal Production. Office International Epizooties. París, Francia. p. p.67-74.
- Troncoso, A. H. 1991. Curso de Actualización en Nutrición de Bovinos de Carne. Memorias. SUA-FMVZ de la UNAM. Culiacán, Sinaloa, México.
- Turner, N. D., Greene, L. W., Byers, F. M., and Kenison, D. C. 1995. Influence of Incremental Zeranol Implant Doses on the Chemical and Phisycal Characteristics of third Metacarpa Bone and Chemical Composition of Liver and Soft Tissue From Fedlot Steers. J. Anim. Sci. 73:1-8. USA.
- Van, D. W. P. and Berende, P. L. 1983. Effect of anabolic agents on food producing animals. In: E. Meissonier (Ed). Anabolics in animal Production. Office International Epizooties. París, Francia. p. p. 73-115.
- Williams, J. E., Ireland, S. J., Mollet, J. A., Hanckock, D. L., Beaver, E. E., and Hannah, S. 1991. Influence of Zeranol and Breed on Growth, Composition of Gain, and Plasma Hormone Concentrations. J. Anim. Sci. 69:1688-1695. USA.