

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Uso del Zeranol como promotor del crecimiento en ovinos

Por:

Maritza Santiago Rodríguez

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Mayo 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Uso del Zeranol como promotor del crecimiento en ovinos

Por:

Maritza Santiago Rodríguez

MONOGRAFÍA

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



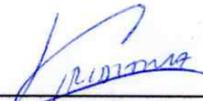
Dr. Alan Sebastián Alvarado Espino
Presidente



Dra. Jessica María Flores Salas
Vocal



MC. Gerardo Arellano Rodríguez
Vocal



Dra. Viridiana Contreras Villarreal
Vocal Suplente



MC. José Luis Francisco Sandoval Elias
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Mayo 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Uso del Zeranol como promotor del crecimiento en ovinos

Por:

Maritza Santiago Rodríguez

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Alan Sebastián Alvarado Espino
Asesor Principal

Dra. Jessica María Flores Salas
Coasesor

MC. Gerardo Arellano Rodríguez
Coasesor

MC. José Luis Francisco Sandoval Elías
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Mayo 2025

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi ALMA TERRA MATER por haberme recibido en su honorable casa de estudios dónde obtuve una formación educativa profesional extraordinaria.

En especial a mi padre Ricardo Santiago Tejeda por haberme dado la mejor herencia académica y convertirme en una guerrera, tu fuerza y valentía es algo que admiraré siempre. A mi madre Librada Rodríguez Hernández por todo el tiempo que me has brindado desde que llegué a este mundo, por tu paciencia, cariño y amor; este logro es de las dos, siempre me apoyaste de todas las formas posibles para cumplir este sueño y confiaste en mí. A mis hermanos Luis Alejandro Santiago Rodríguez por tu bondad y solidaridad y a Marco Antonio Santiago Rodríguez que me reconoces como tu hermana y me haz dado grandes aprendizajes de la vida.

Agradezco a José David Pérez Guzmán por ser mi motivación día con día y por haberme acompañado firmemente durante todos los días de la carrera; sin tu compañía y amor hubiera sido más difícil para mí.

A la familia Rodríguez Hernández por sus palabras de aliento durante esta etapa de mi vida, en especial a Andrea Rodríguez Hernández quién siempre fue mi mentora, un ejemplo a seguir, una mujer admirable que ha sido exitosa en la vida y ha demostrado gran autonomía en la familia.

A la familia Santiago Tejeda a la cuál admiro y respeto, en especial a Francisco Santiago Tejeda por ser un ejemplo a seguir y la principal motivación para estudiar lejos de Hidalgo.

A la comunidad de Dajiedhi municipio de Actopan, Hidalgo; un lugar que me vio crecer y donde adquirí grandes experiencias y motivaciones.

A Centeotl Miguel Sánchez Cárdenas tus palabras me ayudaron a continuar cuando más lo necesitaba, tu compañía hizo la diferencia en tiempos difíciles.

Mi más sincero agradecimiento al Doctor Alan Sebastián Alvarado Espino, asesor de este estudio que me guío y apoyó académicamente para sobresalir y finalizar esta etapa académica.

DEDICATORIA

Dedicó este trabajo principalmente a su servidora como triunfo del logro más importante de mi vida. También se lo dedicó a mi ALMA TERRA MATER, la universidad de alto prestigio y solidaria que me brindó todas las herramientas durante la carrera. A mis padres, el esfuerzo que dedicaron para lograr este objetivo por fin ha culminado satisfactoriamente. A mi esposo, este logro siempre será de los dos.

ÍNDICE

Resumen	v
I. Introducción	1
2. Importancia de la ovinocultura en México	2
3. Factores que afectan el crecimiento de ovinos	3
3.1 Genética	4
3.2 Alimentación	5
3.3 Salud	5
4. Promotores de crecimiento	6
5. Zeranol	6
5.1 Vías de administración y dosis	7
5.2 Metabolismo (absorción, metabolismo, eliminación)	8
5.3 Uso en ovinos	9
5.4 Consideraciones sobre su empleo	11
6. Conclusiones	11
7. Bibliografía	12

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factores críticos que afectan el crecimiento en corderos (Modificado de Hinojosa et al., 2012).	4
Tabla 2 Uso del Zeranol en ovinos y caprinos	10

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Las cabezas de ganado ovino sacrificadas año con año han ido aumentando debido al sabor auténtico de la carne de cordero en su platillo más típico la barbacoa (SIAP, 2024).	3
Figura 2 Estructura de las lactonas resorcílicas (Lindsay, 1985).....	7
Figura 3 Biotransformación del Zeranol (Adaptada de Baldwin et al., 1983).....	8

Resumen

La ovinocultura en México es una actividad que ha alcanzado un gran auge en los últimos cinco años debido al mayor número de ovinos sacrificados, lo que indica una mayor demanda de este producto cárnico que es consumido mayormente en el centro del país y su preparación más común para el consumo es en barbacoa. Así mismo, los ovinocultores muestran preocupación por satisfacer las demandas del mercado buscando nuevas estrategias que les permita un crecimiento apresurado de los corderos y del aumento de ganancia de peso diaria y peso vivo final. En la actualidad se utilizan promotores del crecimiento que tienen la finalidad de incrementar el crecimiento en un periodo más corto de lo habitual. El zeranol es un anabólico producido por varias especies del hongo de maíz *Fusarium spp.*, que se encuentra en presentaciones comerciales como implantes subcutáneos que se aplican en la base de la oreja y en solución oleosa que es administrado vía parenteral subcutáneo. En corderos la dosis es de 12 mg/ implante. El zeranol se absorbe y entra por el torrente sanguíneo llegando a la glándula pituitaria incrementando la síntesis de hormonas de crecimiento causando un crecimiento óseo prolongado y, en consecuencia, aumenta el crecimiento de músculo magro. El zeranol en conjunto con una dieta que cumpla los requerimientos nutricionales esenciales para el desarrollo y finalización de corderos de engorda promueve el crecimiento aumentando la ganancia de peso diaria y el peso vivo final, además no afecta las características de la canal, al contrario, aumenta la masa muscular principalmente de los miembros posteriores. No obstante, dicho anabólico está contraindicado a ovinos reproductores debido a las reacciones adversas como abortos, disfagia, vaginitis, disminución de la producción láctea, agrandamiento de glándula mamaria y mastitis en las hembras, mientras que en los machos altera el desarrollo de los genitales durante su crecimiento causando infertilidad. El objetivo de esta monografía es revisar las actualizaciones sobre el uso del zeranol en ovinos.

Palabras clave: Ovejas, Promotores de crecimiento, Carne, Desarrollo, Nutrición

I. Introducción

La ovinocultura es una actividad que se práctica en todo el mundo destacándose en lugares de Europa, Asia, América del Sur, Australia y Nueva Zelanda. A nivel mundial existen alrededor de 1,173 millones de cabezas. En México existen alrededor de 8.7 millones de ovinos, con una producción de 55,605 toneladas de carne registrado en el 2017 (Flota-Bañuelos et al., 2019). En México, la crianza de ovinos se desarrolla principalmente en el centro del país y se caracteriza por su gran importancia dentro del ámbito familiar y económico debido a que es una especie dócil y de fácil manejo con gran aprovechamiento en el forraje regional, además de ser promovida ampliamente por el gobierno (Calderón-Cabrera et al., 2022). En la República Mexicana, el principal estado productor de ovinos es el Estado de México que en el año de 2019 aportó el 15% de la oferta nacional con 17,992 toneladas de ovinos en pie, debido a su cercanía con lugares de alto consumo de barbacoa que es considerada la principal manera de consumo de carne de cordero (Calderón-Cabrera et al., 2022).

Como se mencionó anteriormente, la crianza de ovinos es una importante actividad pecuaria por la creciente demanda y los beneficios que genera. Para impulsar su productividad es necesario encontrar alternativas para aumentar la rentabilidad y eficacia de estos sistemas de producción, por lo que se han utilizado sustancias como los anabólicos, que promueven una tasa de crecimiento rápido y mejoran la conversión alimenticia. Estas sustancias tienen propiedades hormonales y actúan sobre los procesos metabólicos de los animales, mejorando el balance de nitrógeno en el organismo y aumentando la producción de proteínas en el animal (Cantón-Castillo et al., 2014). El Zeranol es un anabólico (derivado sintético de la Zearalenona) que se utiliza actualmente como sustituto hormonal para acelerar la engorda del ganado (Olea et al., 2001; González, 2017). En particular, el Zeranol se define como un estrógeno semisintético, está conformado por una estructura molecular B-lactona del ácido resorcílico distinto a los estrógenos y andrógenos, sin embargo, utiliza los receptores de dichas sustancias para realizar su actividad (Abad-Pogo, 2021). En ovinos se ha utilizado y se ha visto un aumento significativo de la ganancia diaria de peso y el peso vivo final (Luna-Palomera et al., 2023) sin

alterar las características de la canal (Cantón-Castillo et al., 2014). El objetivo de esta monografía es revisar los aspectos más importantes del uso del Zeranol como promotor de crecimiento en ovinos y sus recomendaciones para un uso seguro del mismo.

2. Importancia de la ovinocultura en México

En México, la producción de ovinos ocurre principalmente bajo sistemas extensivo de pastoreo tradicional en las comunidades rurales con niveles bajos en producción y tecnología. En el norte se utilizan ovinos productores de lana y de carne a través de sistemas intensivos, mientras que en el centro del país es más redituable utilizar ganado cruzado, concretamente las razas Suffolk o Hampshire y razas de pelo como la Dorper, Kathadin y Blackbelly; aunque también se efectúa de manera importante en zonas marginadas, tal como son los agostaderos y terrenos de uso agrícola (Hernández-Marín et al., 2017). Dentro del ámbito familiar mexicano, la ovinocultura es la actividad pecuaria con mayor índice de extensión en zonas rurales del país que desde entonces se aprovechan los subproductos y residuos de cosecha que transforma en productos de alto valor biológico y económico (Herrera-Haro et al., 2019). En la actualidad, los sistemas extensivos son los que satisfacen el abastecimiento de carne de ovino, su importancia se representa como una alternativa rentable por el buen precio de venta del cordero y la alta demanda la cual se cubre con importaciones de cifras importantes (Hernández-Marín et al., 2017). En la figura 1 se puede apreciar el crecimiento de los ovinos en México durante los últimos años (SIAP, 2024). La producción de ovinos se concentra en el Estado de México, Hidalgo, Puebla y Tlaxcala que abarcan el 43% de la producción anual (Espinosa-García et al., 2015). En la zona periurbana de la Ciudad de México se reportó una población de 31 080 cabezas de ovinos, cuya producción anual de carne es de 468 toneladas, sin embargo, no son suficientes para cubrir la demanda local (SIAP, 2016).

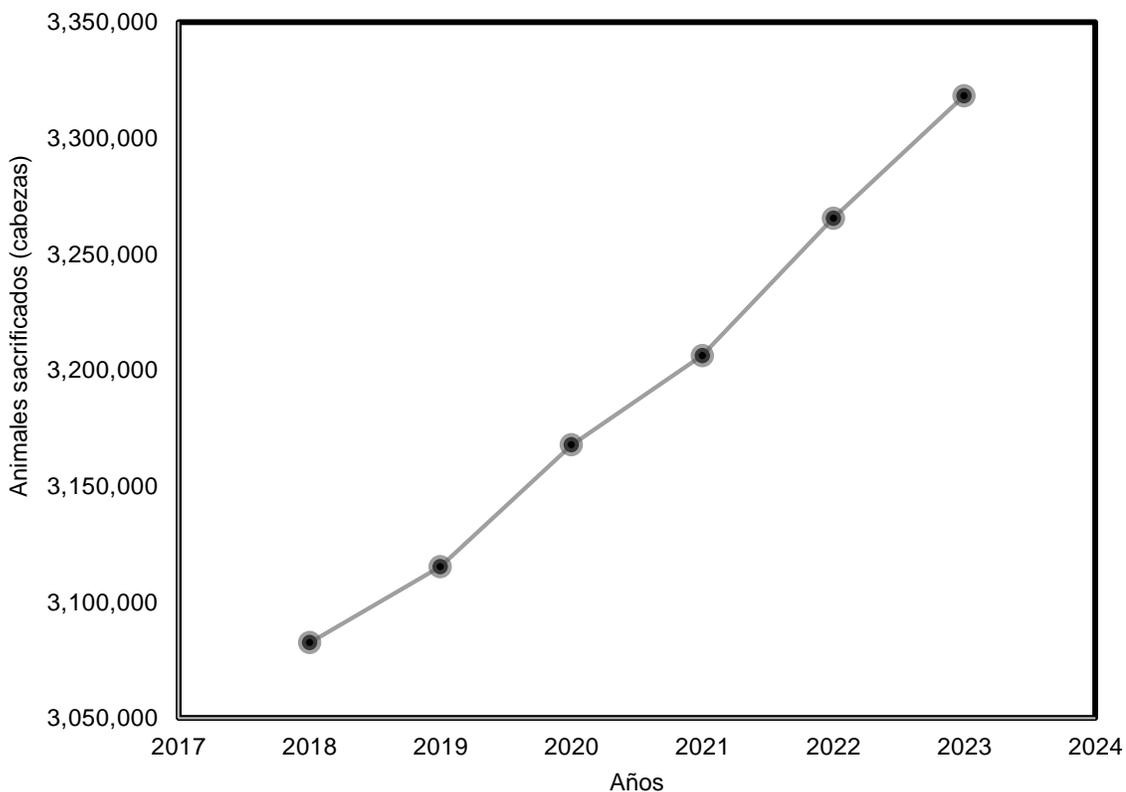


Figura 1 Las cabezas de ganado ovino sacrificadas año con año han ido aumentando debido al sabor auténtico de la carne de cordero en su platillo más típico la barbacoa (SIAP, 2024).

Los ovinos son una especie que transforma todos los alimentos que consume, en particular el concentrado y forrajes de baja calidad nutritiva que se transforman en carne, leche y otros subproductos útiles debido a un inigualable metabolismo y ciclo de producción corto lo que los hacen una especie de gran importancia nacional (Hernández-Cortázar et al., 2014).

3. Factores que afectan el crecimiento de ovinos

Durante el período de crecimiento-destete se han determinado diversos factores que afectan el proceso de crecimiento ideal en corderos, los cuales son los factores genéticos y no genéticos donde destaca la raza de los padres, factores ambientales, edad de la madre, número de partos, condición corporal, nutrición, parto, lactancia, manejo sanitarios y sexo del cordero (Basáñez-Nales, 2014). En la tabla 1 se enlistan algunos de los factores que influyen en el crecimiento de los corderos.

Tabla 1 Factores críticos que afectan el crecimiento en corderos (Modificado de Hinojosa et al., 2012).

Área	Factor crítico
Genéticos y reproductivos	Falta de animales probados
	Elevada consanguinidad en rebaños comerciales
	Falta de programas de mejoramiento genético
Alimenticios y nutricionales	Bajos índices reproductivos
	Baja ganancia de peso post-destete
	Mal manejo del pastoreo
	Uso reducido de rastrojos agrícolas
	Escasez de forraje en épocas climáticas críticas
Salud	Pastos nativos de baja productividad y calidad nutritiva
	Baja productividad de los rebaños por parasitosis gastroentérica
	Alta mortalidad en corderos
Socioeconómicos	Altos costos de producción en la alimentación
	Estudios sobre programas de repoblación de áreas de alto potencial para la cría de ovinos
	Estudios de mercado para carne de ovino
	Estudio de potencial productivo de especies forrajeras tropicales
	Estudio sobre dietas de bajo costo
	Estudios sobre la disponibilidad y costo de insumos

3.1 Genética

Para incrementar la eficiencia de crecimiento de los corderos, es indispensable identificar a los sementales con excelentes estándares en parámetros de crecimiento (Oliva-Hernández & Hinojosa-Cuéllar, 2008). Hinojosa et al. (2012)

determinaron que la variable del padre afectó la ganancia diaria de peso y el peso diario de los corderos. Si bien las diferencias de las medias de la progenie de los sementales fueron mínimas, es necesario resaltar que los valores son importantes debido a que el valor medio de la descendencia de un individuo que es lo más cerca de una medida directa de su valor genético podrían ser de gran utilidad en el mejoramiento genético por selección. Es necesario llevar a cabo algunas estrategias para garantizar animales con gran valor genético a través una prueba de progenie que consiste en identificar a los animales resistentes a enfermedades, identificar animales con alto rendimiento de las regiones de la canal con alto valor económico, identificar las hembras de mejor habilidad materna, uso de biotecnología para identificar animales sobresalientes en su eficiencia productiva, los animales con registro se deberá utilizar la verificación de genealogía por ADN, participar en cursos de capacitación para la utilización de registros genealógicos y por último, identificar los rebaños con alta consanguinidad y analizar estrategias para eliminar sus efectos negativos en el rebaño (Hinojosa et al., 2019).

3.2 Alimentación

En la actualidad existe gran preocupación por parte de los ovinocultores debido a los altos costos del concentrado y forrajes y por otro lado se presenta el deficiente manejo en el pastoreo y el limitado uso de rastrojos agrícolas. Debido a estas circunstancias se han implementado estrategias que consisten en programas de apoyo por los altos costos de alimentación donde se utilicen menos granos de cereales y la conservación de forrajes a través de un buen manejo de pastizales, es decir, que el pastizal siempre tenga plantas de excelente calidad y que el pastoreo sea de tipo rotativo para que siempre abastezca y no se deteriore (Díaz et al., 2018).

3.3 Salud

Actualmente las infestaciones por parásitos gastrointestinales y la resistencia a los principales antiparasitarios provocan una baja conversión alimenticia, aumento de la mortalidad, daños en parámetros productivos y reproductivos, alto costo de tratamiento y control causando importantes pérdidas económicas para los ovinocultores (Sepúlveda et al., 2018). Además de los parásitos, se ha detectado

como prioridad los programas de control de enfermedades del aparato respiratorio y digestivo. En los países del continente americano la neumonía es la principal causante de la mortalidad y disminución de ganancia de peso en los ovinos, la población con más alta vulnerabilidad son los corderos y las hembras reproductoras (Caicedo et al., 2016). Mientras que la diarrea afecta a corderos durante las primeras semanas de vida, además es una de las enfermedades más comunes que generan retardo en el crecimiento, mortalidad y pérdidas económicas en los rebaños (Sánchez et al., 2009).

4. Promotores de crecimiento

El uso de promotores de crecimiento es una estrategia para mejorar la eficiencia productiva especialmente en sistemas de producción marginales y han sido utilizados por décadas en la producción animal (Huerta-Leidenz et al., 2021; Aroeira et al., 2023). Los promotores del crecimiento incluyen cualquier sustancia añadida al alimento como la adición o inyección de fármacos para promover la utilización y eficiencia alimentaria e incluso para mejorar el crecimiento de los animales (Qaid & Abdoun, 2022). Las hormonas anabólicas y sus derivados sintéticos están permitidas para ser utilizadas como promotores de crecimiento a nivel mundial con restricciones en algunos países como la UE (Qaid y Abdoun, 2022). Los promotores de crecimiento hormonales se derivan en implantes, hormona de crecimiento y agentes β -agonistas, los cuales en su mayoría mejoran la eficiencia alimenticia y el crecimiento aumentando la retención de nitrógeno y la formación de aminoácidos para formar las proteínas (Aroeira et al., 2021; Qaid y Abdoun, 2022). El zeranol es un derivado sintético de las hormonas esteroideas administrado en implantes y que mejora la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia (Aroeira et al., 2021). Fue aprobado por primera vez en EEUU en 1969 por la FDA para su empleo como promotor de crecimiento en becerros (Baldwin et al., 1983).

5. Zeranol

El zeranol es un micoestrógeno sintético, similar al micoestrógeno natural zearalenona, producido por hongos de la familia *Fusarium* (Qaid & Abdoun, 2022). El zeranol se caracteriza por ser un compuesto con alta afinidad por los receptores

hormonales estrogénicos (Qaid & Abdoun, 2022). Se elabora como producto natural de cultivos de *Gibberella zeae* (= *Fusarium graminearum* = *F. roseum*) obteniéndose la zearalenona la cual se modifica mediante la reducción de níquel con hidrogenación concomitante de la función de alquenos en C-11,12 para producir una mezcla de zeranol y taleranol (Baldwin et al., 1983). Su mecanismo de acción es similar al de los estrógenos uniéndose a los receptores citosólicos para el estradiol-17 β modulando la síntesis de proteínas (Niranjan et al., 2023). En la figura 2 se observa su estructura química.

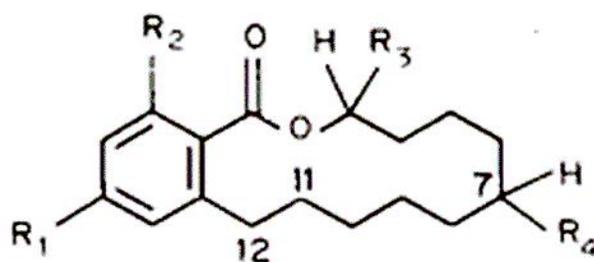


Figura 2 Estructura de las lactonas resorcílicas (Lindsay, 1985).

Después de la administración de zeranol a través de implantes subcutáneos, el zeranol se absorbe y entra al torrente sanguíneo (Preston, 1999), llega a la glándula pituitaria y aumenta la producción de hormona del crecimiento lo que produce un desarrollo muscular a través de la mayor capacidad de retención de nitrógeno lo que incrementa la síntesis proteica; mientras que en el hígado se combina con sulfatos y se excreta a través de las heces, orina, leche y bilis (Duran, 2004).

5.1 Vías de administración y dosis

La vía más común de administración del Zeranol es mediante implantes subcutáneos, generalmente colocados en la parte posterior de la oreja del animal (Preston, 1999). La vía de administración es subcutánea en el cartílago de la oreja en forma de implante y la dosis en ovinos es de 12 mg/ implante (Villarreal, 2003). Además, existen presentaciones oleosas por vía subcutánea en corderos de pelo (Canul et al., 2009). En corderos de engorda con implantes de 12 mg se recomienda un período de retiro de 40 días (Baldwin et al., 1983).

5.2 Metabolismo (absorción, metabolismo, eliminación)

La conjugación con el ácido glucurónico y el sulfato son las principales vías metabólicas del Zeranol y son importantes para la inactivación y excreción hormonal (Pfeiffer et al., 2010). El derivado primario de la metabolización del zeranol es la zeralonona que resulta de la oxidación de aquel por medio de enzimas microsomales del hígado, a su vez la zeralonona es reducida en los tejidos de los mamíferos a taleranol, el cuál es uno de los derivados del proceso de su fabricación original (tanto el taleranol así como el zeranol se encuentran como producto natural) (Baldwin et al., 1983). El zeranol y sus metabolitos derivados son excretados en forma libre como conjugados, glucurónicos y sulfonados, estos compuestos conjugados varían entre las especies y se excreta a través de las heces, orina, leche y bilis (Duran, 2004). Cuando el compuesto toma forma de combinación con el ácido glucurónico los residuos 3H- marcados del zeranol, zeralonona y taleranol se excretan principalmente por orina, pero no aparece en ese caso en heces (Baldwin et al., 1983; Figura 3).

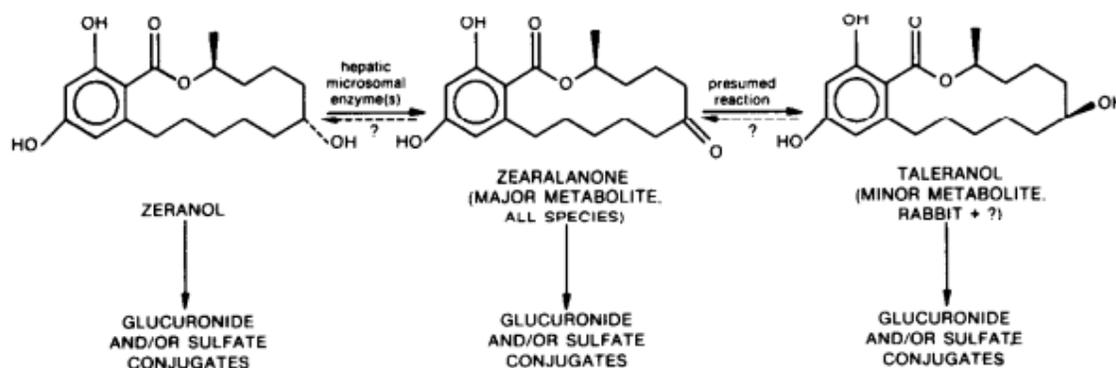


Figura 3 Biotransformación del Zeranol (Adaptada de Baldwin et al., 1983).

En algunas situaciones, el zeranol puede encontrarse en productos animales debido a la contaminación del alimento con zearalenona, la cual es metabolizada en el organismo de los animales a α -zearalenol y posteriormente a zeranol, lo que puede llevar a la presencia de residuos en carne, leche y otros productos animales (Kuiper et al., 1987). La biotransformación de la zearalenona en animales implica la

formación de dos metabolitos α -zearalenol y β -zearalenol que posteriormente se conjugan con ácido glucurónico (Zinedine et al., 2007).

En terneros el Zeranol tiene una semivida de liberación de 28 días y una duración de acción de 100-120 días (Baldwin et al., 1983). El zeranol tiene un tiempo de retiro muy largo, que es eliminado en un 96.3% 65 días después de la implantación, y su concentración disminuye en todos los órganos y tejidos por debajo de 2 ppb 14 días después de la administración; además los residuos de zeranol pueden encontrarse en el hígado hasta 120 días después de la implantación y son más altos en los tejidos comestibles (Qaid & Abdoun, 2022).

5.3 Uso en ovinos

En ovinos el Zeranol se ha utilizado para mejorar la ganancia diaria de peso, aumento del consumo voluntario y rendimiento de la canal (Ponce et al., 2022; Akbar et al., 2024). En cordero de pelo, los implantes de 12 mg de Zeranol favoreció el consumo voluntario de alimento y la ganancia de peso diaria, mejorando los parámetros productivos (Ponce et al., 2022). En ovinos de raza Merino implantados con zeranol y Zilpaterol (Zilmax) aumentó la ganancia de peso vivo y el peso de la canal (Webb et al., 2018). Similar a lo observado en caprinos donde mejoro la ganancia de peso, consumo de alimento promedio y conversión alimenticia, sin afectar la calidad de la carne (Akbar et al., 2024). Finalmente, en borregos castrados Polypay y Hampshire x Polipay con dieta de finalización e implantados con 12 mg de zeranol mejoró el rendimiento, crecimiento y engorde sin afectar la calidad de la canal favoreciendo la rentabilidad de los productores de carne ovina (Nold et al., 2023). En la tabla 2 se muestra los usos del zeranol en ovinos y caprinos y sus principales efectos.

Tabla 2 Uso del Zeranol en ovinos y caprinos

Estudio	Especie/Raza	Tratamiento	Efectos observados	Conclusión
Ponce et al., (2022)	Ovinos de pelo	12 mg de zeranol en implantes	Aumento del consumo de alimento y ganancia de peso diaria.	Mejora los parámetros productivos en ovinos de engorda.
Webb et al., (2018)	Ovinos Mutton Merino	Zeranol + Zilmax (clorhidrato de zilpaterol)	Mayor Gancia de peso vivo y peso de la canal	La combinación de zeranol y el aditivo aumentan el rendimiento de la canal.
Akbar et al. (2024)	Caprinos Beetal	Zeranol + dieta alta en proteína + castración	Mayor ganancia media diaria, consumo de alimento y conversión alimenticia. No afecta la calidad de la carne.	Zeranol junto con una dieta alta en proteína favorecen la productividad de carne de caprino.
Canul et al., (2009)	Ovinos cruzados	Implante repetido de zeranol	Incremento de 26% en ganancia de peso y 12% en conversión alimenticia.	Zeranol promueve el crecimiento de forma significativa.
Nuñez-Neira (2019)	Ovinos	Zeranol	Aumento de masa muscular sin modificar las características de la canal. Se observó que no hubo retención de agua en la canal.	El zeranol es metabolizado y eliminado naturalmente.
Nsahlai et al., (2002)	Ovinos	Zeranol + harina de girasol en la dieta	El crecimiento de los corderos es rápido e incremento la masa muscular en la canal.	El zeranol favorece el crecimiento en ovinos.
Espinoza-Hernández, (2023)	Ovinos	Zeranol vs Boldenona vs control	Ambos anabólicos tuvieron efectos favorables, sin diferencias significativas entre ellos.	Zeranol y Boldenona tienen efectos similares, ambos son promotores de crecimiento en ovinos.
Nold et al., (2023)	Ovinos Polypay y Hampshire x Polypay	Zeranol (12 mg) +dieta de finalización	Incrementa el crecimiento y ganancia de peso diaria sin afectar la calidad de la canal.	Favorece la rentabilidad de un sistema de producción de ovinos.

5.4 Consideraciones sobre su empleo

El zeranol está contraindicado en ovinos reproductores por las alteraciones que provoca en el desarrollo genital de los animales en crecimiento e infertilidad en adultos. No se debe suministrar por vía IV o IM, no debe utilizarse en animales en lactación y finalmente no usarse en animales caquéxicos o parasitados (González, 2017). Dosis altas de zeranol y una dieta alta en concentrado en corderos pueden inducir prolapsos vaginal o rectal (Eckerman et al., 2013). El nivel de consumo sin efectos adversos es de 0.05 mg/kg de peso corporal en los animales, mientras que la cantidad máxima de zeranol que una persona puede consumir diariamente durante toda su vida sin riesgo a la salud es de 0-0.5 µg/kg, además las concentraciones máximas del zeranol en carne de res es de 2 y 10 µg/kg (Aroreira et al., 2023). Si bien no hay evidencia que sugiera que el zeranol sea genotóxico, debido a su mecanismo de acción activa la proliferación celular dependiente de los receptores de estrógenos en las glándulas mamarias, lo que puede resultar en cáncer de mama en humanos (Qaid & Abdoun, 2022).

El zeranol no se recomienda administrarse en ganado reproductor, ni en vacas lecheras debido a sus efectos adversos documentados sobre la reproducción y su transmisión a la leche (Lewis et al., 2015). El zeranol fue prohibido oficialmente en Europa, así como en algunos países asiáticos debido a preocupaciones de seguridad debido a su potencial actividad biológica cancerígena y las alteraciones endocrinas que causa (Wang & Wang, 2007) Lewis et al., 2015).

6. Conclusiones

La producción de ovinos ha ido incrementándose en los últimos años, por lo que se han buscado alternativas que mejoren y reduzcan el tiempo de crecimiento de los corderos. En este sentido, el Zeranol es un anabólico no esterooidal que se considera una alternativa para el incremento de la conversión alimenticia y ganancia de peso diaria en corderos, incrementando la eficiencia del crecimiento en menor tiempo. Sin embargo, esto también dependerá de la composición de la dieta, la calidad de los alimentos que se ofrezcan y manejo general de los corderos.

7. Bibliografía

- Abad-Pogo, D. A. (2021). Uso de Zeranol y Boldenona en Ganado Bovino de Ceba. Tesis de Licenciatura. Bahoyo, Los ríos, Ecuador.
- Akbar, J., Ishaq, K., Ahmed, T., Yousaf, A., Shaiq, P. A., Abdullah, S. S., & Javed, I. (2024). Influence of Castration Age and Various Ear Implants on Growth Performance of Beetal Goats Reared Under High Input Feeding System. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 223-231.
- Aroeira, C., Feddern, V., Gressler, V., Contreras-Castillo, C., & Laurence-Hopkins, D. (2021). A review on growth promoters still allowed in cattle and pig production. *Livestock Science*.
- Aroreira, C., Fedderm, V., Gressler, V., & Contreras-Castillo, C. J. (2023). Growth Promoters in Cattle and Pigs: A Review of Legislation and Implications for Human Health. *Food Reviews*, 2507-2529.
- Baldwin, R. S., Williams, R. D., & Terry, M. K. (1983). Zeranol: A Review of the Metabolism, Toxicology, and Analytical Methods for Detection of Tissue Residues. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 9-25.
- Basáñez-Nales, C. D. (Junio de 2014). Producción de corderos y el efecto del sexo y tipo de parto en borregas Polypay en sistema estabulado. Tesis profesional. Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México.
- Caicedo, J. A., Ávila, M. A., & Cubides, J. D. (2016). Enfermedades respiratorias de vías aéreas bajas en ovinos, impacto regional, principales etiologías infecciosas y métodos de diagnóstico. *Revista de Zootecnia*, 25-32.
- Calderón-Cabrera, J., Santoyo-Cortés, V. H., Martínez-González, E. G., & Palacio-Muñoz, V. H. (2022). Modelos de negocio para la producción de ovinos en el nororiente y centro del Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencia Pecuaria*, 145-162.
- Cantón-Castillo, J. G., Alcaraz-Romero, A., & Quintal-Franco, J. (2014). Productive performance, composition and carcass yield of lambs treated with zeranol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 310-314.
- Canul-Solis, J. R., Pelcastre-Ortega, A., & Duarte-Vera, F. J. (2009). Efecto de Zeranol en solución oleosa sobre el comportamiento de corderos Pelibuey en engorda. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 485-488.
- Díaz-Sánchez, C. C., Jaramillo-Villanueva, J. L., Bustamante-González, Á., Vargas-López, S., Delgado-Alvarado, A., Hernández-Mendo, O., & Casiano-Ventura, M. Á. (2018). Evaluación de la rentabilidad y competitividad de los sistemas

- de producción de ovinos en la región de Libres, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 263-277.
- Duran, M. (2004). Efecto de los implantes utilizados como estimulantes para la ganancia de peso en bovinos productores de carne (Revisión bibliográfica). Tesis UNAM Facultad de estudios superiores Cuautitlan Izcalli, Estado de México, México.
- Eckerman, S. R., Lardy, G. P., Thompson, M. M., Van Emon, M. L., Neville, B. W., Berg, P. T., & Schauer, C. S. (2013). Effects of increasing dosages of zeranol implants on lamb growth, carcass characteristics, blood hormones, and nitrogen metabolism¹. *Journal of Animal Science*, 986-994.
- Espinosa-García, J. A., Quiroz-Valiente, J., Moctezuma-López, G., Oliva-Hernández, J., Granados-Zurita, L., & Berumen-Alatorre, A. C. (2015). Prospección Tecnológica y Estrategias de Innovación para Producción Ovina en Tabasco, México. *Revista Científica*, 107-115.
- Espinoza-Hernández, R. B. (2023). Efecto de Zeranol y Boldenona sobre la respuesta productiva en corderos encastados Katahdin sobre calidad de canal y costos de engorda. Tesis de Licenciatura. Atenas, Costa Rica.
- Flota-Bañuelos, C., Rivera-Lorca, J. A., & Candelaria-Martínez, B. (2019). Importancia de la jerarquía social sobre los comportamientos alimenticios y parasitarios de ovinos criados en dos sistemas pastoriles. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 52-67.
- González, M. Á. (2017). *Vadecum de farmacología de rumiantes*. Ciudad de México: Trillas.
- Hernández-Cortázar, I., Rejón-Ávila, M., Valencia-Heredia, E., & Araujo-Andrade, L. (2014). Análisis de inversión para la producción de ovinos en el municipio de Tzucacab, Yucatán, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 677-687.
- Hernández-Marín, J. A., Valencia-Posadas, M., Ruíz-Nieto, J. E., Mireles-Arriaga, A. I., Cortez-Romero, C., Gallegos-Sánchez, & J. (2017). Contribución de la ovinocultura al sector pecuario en México. *Agroproductividad*, 87-93.
- Herrera-Haro, J. G., Álvarez-Fuentes, G., Bárcena-Gama, R., & Núñez-Aramburu, J. M. (2019). Caracterización de los rebaños ovinos en el sur de Ciudad de México, México. *Acta Universitaria Multidisciplinary Scientific Journal*, 1-15.
- Hinojosa-Cuéllar, J. A., Oliva-Hernández, J., Segura-Correa, J. C., & Torres-Hernández, G. (2019). Importancia del peso de la oveja al parto en el comportamiento predestete de corderos Pelibuey. *Revista de Investigaciones Veterinarias de Perú*, 1569-1578.
- Hinojosa-Cuéllar, J., Oliva-Hernández, J., Torres-Hernández, G., Segura-Correa, J., Aranda-Ibáñez, E., & González-Camacho, J. (2012). Factors that affect pre-

- weaning growth of pelibuey lambs in the Humid Tropics of México. *Universidad y Ciencia. Trópico Húmedo*, 163-171.
- Huerta-Leidenz, N., Jerez-Timaure, N., & Godoy, C. (2021). Fattening performance and carcass traits of implanted and supplemented grassfed bulls. *Revista Científica FCVLUZ*, 53-60.
- Kuiper, T., Scott, P. M., & Watanabe, H. (1987). Risk Assessment of the Mycotoxin Zearalenone. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 253-306.
- Lewis, C. A., Gallo, M. A., Reuhl, K., & Zarbl, H. (2015). In utero Exposure of Fisher 344 Rats to Low Doses of Zeranone via the Maternal Diet Produces Dose-Dependent Effects on Sexual Development and Reproduction. *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering*, 71-77.
- Lindsay, D. G. (1985). Zeranone--a 'Nature-Identical' O estrogen?*. *Food Science Division*, 767-782.
- Luna-Palomera, C., Sánchez-Romero, D., Cervantes-Hernández, R., & Maldonado-García. (2023). Productive performance and economic analysis of intensive fattening of lambs treated with injectable zeranone and androgens under tropical conditions. *Revista de Investigaciones Veterinarias de Perú*, 34(2), e23474.
- Niranjan, D., Sridhar, N. B., Chandra, U. S., Manjunatha, S. S., Borthakur, A., Vinuta, M. H., & Mohan, B. R. (2023). Recent perspectives of growth promoters in livestock: an overview. *Journal of Livestock Science*, 53-64.
- Nold, E. R., Norman, T. E., Rusche, W. C., Nold, R. A., & Smith, Z. K. (2023). Evaluation of Growth Performance, Efficiency of Dietary Net Energy Utilization, and Carcass Trait Responses of Heavy Finishing Lambs Administered 12 mg of Zeranone Subcutaneously in the Ear 59 d before Harvest †. *Ruminants*, 240-245.
- Nsahlai, I., Green, H., Bradford, M., & Bonsi, M. (2002). The influence of source and level of protein and impantation. *Livestock Production Science*, 103-112.
- Núñez-Neira, R. (2019). Comportamiento productivo de toretes criollos para carne con la aplicación de un anabólico (Zeranone) e inmunocastración (análogo de GnRH). Tesis para optar el grado de Médico Veterinario. Facultad de Ciencias Agrarias, . distrito de Huicungo, Mariscal Cáceres, Perú.
- Olea-Serrano, N., Fernández-Cabrera, M. F., & Martín-Olmedo, P. (2001). Disruptores endocrinos. El caso particular de los xenobióticos estrogénicos. II Estrogénos sintéticos. *Revista de Salud Ambiental*, 64-72.
- Oliva-Hernández, J., & Hinojosa-Cuéllar, A. (2008). Fundamentos para la selección primala de reemplazo. *Kuxulkab Revista de Divulgación*, 97-109.

- Pfeiffer, E., Hildebrand, A., Mikula, H., & Metzeler, M. (2010). Glucuronidation of zearalenone, zeranol and four metabolites in vitro: Formation of glucuronides by various microsomes and human UDP-glucuronosyltransferase isoforms. *Molecular Nutrition Food Research*, 1468–1476.
- Ponce, J. L., García, E. K., Ruíz, M., Pérez, M., & Valencia, E. (2022). Uso de promotores de crecimiento en corderos de pelo: efecto en el consumo de alimento y ganancia diaria de peso. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 2-7.
- Preston, R. L. (1999). Hormone-containing growth-promoting implants in farmed livestock. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 123-128.
- Qaid, M. M., & Abdoun, K. A. (2022). Safety and concerns of hormonal application in farm animal production: a review. *Journal of Applied Animal Research*, 426-439.
- Sánchez-Acedo, C., Quílez-Cinca, J., Del Cacho-Malo, E., Gallego-Valcarce, M., López-Bernard, F., & Estrada-Peña, A. (2009). Diarreas neonatales de los pequeños rumiantes: criptosporidiosis. *Departamento de Patología Animal. Parasitología y Enfermedades*, 1-7.
- Sepúlveda-Vázquez, J., Torres-Acosta, J. F., Sandoval-Castro, C. A., Martínez-Puc, J. F., & Chan-Pérez, J. I. (2018). The importance of secondary metabolites in the control of gastrointestinal nematodes in sheep with emphasis on Yucatán, Mexico. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 79-95.
- SIAP. (2016). Obtenido de Sistema de Información Administrativa: http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceEdo.jsp
- SIAP. (2024). *Sistema de Información Administrativa*. Obtenido de https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/
- Villarreal, N. (Marzo de 2003). Efecto de cinco concentraciones de acetato de trembolona y benzoato de estradiol, sobre los parametros productivos de corderos en una engorda comercial. Saltillo, Coahuila, Mexico.
- Wang, S., & Wang, X. (2007). Analytical methods for the determination of zeranol residues in animal products: A review. *Food Additives & Contaminants*.
- Webb, E. C., Allen, J., & Morris, S. D. (2018). Effects of non-steroidal growth implant and dietary zilpaterol hydrochloride on growth and carcass characteristics of feedlot lambs. *South African Journal of Animal Science*.
- Zinedine, A., Soriano, J. M., Moltó, J. C., & Mañes, J. (2007). Revisión sobre la toxicidad, aparición, metabolismo, desintoxicación, regulación e ingesta de zearalenona: una micotoxina estrogénica. *Food and Chemical Toxicology*, 1-8.