

Desempeño productivo y análisis económico de una engorda intensiva de corderos tratados con zeranol y andrógenos inyectables bajo condiciones tropicales

Productive performance and economic analysis of intensive fattening of lambs treated with injectable zeranol and androgens under tropical conditions

Carlos Luna-Palomera^{1*}, David Sánchez-Romero², Ramsés Cervantes-Hernández²,
Noel Mauricio Maldonado-García¹, Juan Enrique Orlanzzini Rodríguez³,
Leonel Cano-Ascencio⁴

RESUMEN

El objetivo del estudio fue comparar el desempeño productivo y la rentabilidad de una engorda de corderos machos y hembras Kathadin (n=97) en confinamiento tratados con Zeranol (ZNL), andrógenos (AND) y ZNL+AND bajo un diseño factorial 2x4. Los corderos tratados con ZNL recibieron 0.2 mg/kg de peso vivo (PV) cada 28 d, los tratados con AND recibieron Decanoato de nandrolona + Trembolona + Undecinelato de boldenona, vía IM en dosis de 0.3 mg/kg + 0.4 mg/kg + 0.3 mg/kg de PV, respectivamente, cada 28 d, los tratados con ZL+AND recibieron las mismas dosis de los fármacos mencionados, en

¹ División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tabasco, México

² PE Medicina Veterinaria y Zootecnia, División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tabasco, México

³ Productores y Comercializadores de Productos Agrícolas, Pecuarios y Acuícolas SPR de RL de CV, México

⁴ Secretaría del Bienestar, Gobierno de México

* E-mail: carlos.luna@ujat.mx

Recibido: 25 de agosto de 2022

Aceptado para publicación: 20 de febrero de 2023

Publicado: 28 de abril de 2023

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

tanto que los del grupo control recibieron 0.5 ml de solución salina. Se evaluó el peso vivo final (PVF), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA) en base seca (BS) y base húmeda (BH), y el consumo voluntario (CV) en BS y BH. El PVF fue diferente ($p < 0.05$) entre tratamientos en hembras y machos. La GDP resultó mayor ($p < 0.05$) para hembras tratadas con AND en comparación con las tratadas con ZNL y AND+ZNL, siendo las últimas similares a las del grupo control. Las hembras tratadas con AND registraron un menor ($p < 0.05$) CV en comparación con las tratadas con ZNL y AND+ZNL. La utilidad neta, relación beneficio: costo y rentabilidad fueron mejores en los animales tratados con AND. La administración de AND representa una alternativa viable para hacer más eficiente los sistemas de engorda de corderas y corderos en confinamiento.

Palabras clave: anabólicos esteroides, andrógenos, rentabilidad, corderos de pelo

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the productive performance and profitability of the fattening of Kathadin male and female lambs ($n=97$) in confinement treated with Zeranol (ZNL), androgens (AND) and ZNL+AND under a 2x4 factorial design. The lambs treated with ZNL received 0.2 mg/kg of body weight (BW) every 28 d, those treated with AND received Nandrolone Decanoate + Trenbolone + Boldenone Undecinate, via IM in doses of 0.3 mg/kg + 0.4 mg/kg + 0.3 mg/kg of BW, respectively, every 28 d, those treated with ZL+AND received the same doses of the mentioned drugs, while those in the control group received 0.5 ml of saline solution. Final body weight (FBW), daily weight gain (DWG), feed conversion (FC) on dry basis (DM) and wet basis (WM), and voluntary intake (VC) in DM and WM were evaluated. The FBW was different ($p < 0.05$) between treatments in males and females. The DWG was higher ($p < 0.05$) for females treated with AND compared to those treated with ZNL and AND+ZNL, being the latter similar to those of the control group. Females treated with AND registered a lower ($p < 0.05$) VC compared to those treated with ZNL and AND+ZNL. Net utility, benefit: cost ratio and profitability were better in animals treated with AND. The administration of AND represents a viable alternative to make more efficient the confinement fattening systems of lambs.

Key words: anabolic steroids, androgens, profitability, hair lambs

INTRODUCCIÓN

Las regiones tropicales ofrecen una amplia disponibilidad de recursos de suelo, agua y forrajes, que deben usarse de manera racional para mejorar la productividad y competitividad en el sector ganadero (Pérez *et al.*, 2019; Hernández *et al.*, 2022). Particularmente, la crianza de ovinos en México

es una de las actividades ganaderas que contribuye de manera significativa a la producción de carne y a generar empleo para las familias campesinas (SIAP, 2021; Bobadilla-Soto *et al.*, 2021). Aunque esta actividad económica ha registrado un incremento sostenido de 17.1% del 2010 al 2022 a una tasa anual promedio de 1.4% (SIAP, 2022), no ha logrado abastecer el mercado interno de México (SIAP, 2021).

Por otra parte, en los sistemas intensivos de engorda ovino, los costos por alimentación pueden representar hasta el 80% de los costos variables (Lima *et al.*, 2017). Más aún, la crisis energética mundial y el conflicto bélico en Ucrania ha llevado a una escalada en el precio de los granos sin precedente (Liadze *et al.*, 2022), lo cual amenaza con una crisis económica y alimentaria a nivel mundial (Ben Hassen y El Bilali, 2022). Por lo tanto, incrementar la productividad bajo condiciones de bienestar animal (Buller *et al.*, 2018), a precios competitivos y haciendo uso eficiente de los recursos disponibles (Arce-Recinos *et al.*, 2021), es uno de los principales retos que enfrentan los sistemas de producción ovina.

Los promotores de crecimiento naturales y sintéticos se están usando para incrementar la producción de proteína de origen animal en Norteamérica (Naves *et al.*, 2021) y México (López-Baca *et al.*, 2019). De ellos, los implantes esteroides con base estrogénica (17β estradiol y Zeranol) y androgénica (acetato de trembolona) son los más usados, con resultados variables dependiendo la raza, condición fisiológica, manejo y alimentación (Macías-Cruz *et al.*, 2016). En novillos y vaquillas se han documentado incrementos en las ganancias de peso y conversión alimenticia, el peso al sacrificio, porcentaje de rendimiento, el área del músculo longissimus y en la acumulación diaria de proteína en la canal (Thompson *et al.*, 2008; Montgomery *et al.*, 2009).

En corderos se han encontrado incrementos significativos en el peso vivo, ganancias diarias de peso y la eficiencia en conversión de alimento. En México, Ortiz *et al.* (2013) en corderos $\frac{3}{4}$ Kathadin x Pelibuey implantados con 40 mg de acetato de trembolona + 8 mg de estradiol reportaron incrementos en el peso vivo (PV) (8.5%) y en la ganancia diaria de peso (GDP) (27.8%), requiriendo 14.7% menos de alimento por cada kilogramo de peso incrementado. Sin embargo, los mismos autores no encontraron diferencias significativas cuando se implan-

taron corderos con 12 mg de zeranol. Por otra parte, Husfstedler *et al.* (1996) implantaron corderos cruzados con zeranol y encontraron incrementos en la GDP (20%) y mejoras en la conversión alimenticia (CA) (17%). También Zarkawi *et al.* (1991) y Salisbury *et al.* (2007) observaron incrementos en la GDP y mejoras en la CA en corderos implantados con zeranol comparado contra los no implantados.

En el mercado existen anabólicos estrogénicos en soluciones oleosas (Zeranol) y androgénica de varios compuestos (Nandrolona + Trembolona + Boldenona) para ser administrados vía parenteral, lo cual facilita su uso. Sin embargo, la información científica sobre sus efectos en el desempeño productivo y económico es escasa e inconsistente (Solis *et al.*, 2009; Castillo *et al.*, 2014). Por lo anterior, el objetivo del estudio fue comparar el desempeño productivo y la rentabilidad de una engorda de corderos machos y hembras en confinamiento tratados con zeranol (ZL), andrógenos (AND) y ZL+AND.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de Estudio

El trabajo se llevó a cabo en los corrales de engorda de la Granja San Vicente, ubicada en el municipio de Jalapa, Tabasco, México, a una altitud de 14 msnm. El clima predominante es tropical húmedo con temperaturas promedio de 26.6 °C y precipitación pluvial anual de 2563 mm.

Animales

Se utilizaron 97 corderos (48 machos y 49 hembras) del genotipo Kathadin con una edad de 2.5 meses y peso vivo de 19.57 ± 0.6 kg y 17.71 ± 0.6 kg para machos y hembras, respectivamente, procedentes del pie de cría de la misma unidad de producción. Los animales se colocaron en corrales elevados

Cuadro 1. Composición y análisis proximal del concentrado ofrecido a corderos tratados con promotores de crecimiento bajo un sistema de engorda intensiva en corrales elevados

Ingredientes	\$USD/kg	% BH ¹
Harina de palmiste	0.24	20.0
Maíz molido	0.41	29.0
Pasto seco molido	0.15	4.0
Pulido de arroz	0.21	22.0
Aceite/Cebo	0.25	3.0
Pasta de soya	0.52	19.0
Bicarbonato de sodio	0.81	1.0
Cloruro de sodio	0.15	1.0
Minerales Ovinomin	0.84	1.0
Total		100.0
Costo por kilogramo		\$0.343
Análisis proximal de la dieta base determinada por NIR ²		
Materia seca, %		91.7
Proteína cruda, %		20.00
Energía metabolizable, Mcal/kg		2.80
Fibra detergente ácida, %		4.94
Fibra detergente neutra, %		25.02
Fibra total, %		5.06
Carbohidratos solubles, %		13.04
Almidón, %		40.08

¹ Base húmeda² Espectroscopía de infrarrojo cercano

grupales de 5x5 m por espacio de 100 días. Los primeros 10 días fueron como periodo de adaptación al corral y a una dieta base, mientras que los siguientes 90 días fueron considerados como periodo experimental.

La dieta base se formuló para cubrir los requerimientos nutricionales de corderos de engorda en etapa de desarrollo y engorda (20% de proteína cruda y 2.8 Mcal/kg de energía metabolizable; Cuadro 1). El alimento fue formulado en la misma unidad de producción con ayuda de una mezcladora de paletas con capacidad de una tonelada de manufactura local. Los ingredientes fueron pesados con una báscula digital de plataforma Torrey^(R) con sensibilidad de ± 50 g. Se determinó la composición química de la dieta

mediante metodología de Espectroscopía de Infrarrojo Cercano – NIR (Cuadro 1; Vincent y Dardenne, 2021). La alimentación se ofreció por la mañana y por la tarde *ad libitum*. Adicionalmente los corderos recibieron agua fresca y banano de rechazo *ad libitum*.

Tratamientos

Los corderos se distribuyeron completamente al azar a uno de ocho tratamientos bajo un diseño factorial 2x4, donde el primer factor fue el sexo (machos y hembras) y el segundo factor uno de cuatro tratamientos con promotores de crecimiento (AND, ZNL, AND+ZNL y control). Cada cordero se consideró como una repetición al recibir de manera individual la aplicación del tratamiento correspondiente.

Cuadro 2. Parámetros productivos en el análisis económico de una engorda intensiva de corderos Katahdin tratados con promotores de crecimiento bajo un sistema de engorda intensiva en corrales elevados

Parámetros	Tratamientos							
	Machos				Hembras			
	ZL+AND	ZL	AND	CTL	ZL+AND	ZL	AND	CTL
PVI, kg	21.15	19.88	17.74	19.53	16.67	19.12	16.46	19.01
PE, d	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00
GDP, kg/d	0.204	0.210	0.218	0.204	0.164	0.154	0.174	0.157
PTP, kg	205.25	204.10	219.75	193.15	156.00	190.52	158.70	168.11
PTGP, kg/cordero	17.10	17.01	18.31	16.10	14.18	15.88	12.21	14.01
PVF, kg	38.25	37.02	36.05	36.04	31.33	32.12	31.11	32.23
CVC BH (g/cordero/d)	0.85	0.93	0.91	0.91	0.79	0.82	0.56	0.64
CVP BH (g/cordero/d)	0.68	0.68	0.68	0.66	0.67	0.63	0.59	0.67
CA, kg/kg BS	3.85	4.20	3.83	4.36	3.97	4.45	2.97	3.73
CA, kg/kg BH	4.20	4.58	4.17	4.75	4.33	4.89	3.23	4.06
PCC, USD	\$2.468	\$2.468	\$2.468	\$2.468	\$2.468	\$2.468	\$2.468	\$2.468
PVC, USD	\$2.616	\$2.616	\$2.616	\$2.616	\$2.616	\$2.616	\$2.616	\$2.616
#CC	12	12	12	12	12	12	13	12
CC/kg, USD	\$0.343	\$0.343	\$0.343	\$0.343	\$0.343	\$0.343	\$0.343	\$0.343
CP/kg, USD	\$0.019	\$0.019	\$0.019	\$0.019	\$0.019	\$0.019	\$0.019	\$0.019

PVI = Peso vivo inicial promedio; PE = Periodo de engorda, días; GDP = Ganancia diaria de peso; PTP = Peso total periodo; PTGP = Peso total ganado promedio; PVF = Peso vivo final promedio; CVA BH = Consumo voluntario de alimento base húmeda; CVP = Consumo voluntario de plátano BH, PCC = Precio de compra kg de corderos, USD; PVC = Precio de venta kg de corderos, USD; #CC = Número de corderos por corral; CC/Kg = Costo por kg de alimento, USD; CP/kg = Costo por kg de plátano BH, USD

AND= Decanoato de nandrolona 0.3 mg/kg de PV, Trembolona 0.4 mg/kg de PV, Undecinelato de boldenona mg/kg¹ de PV. ZNL= 0.2 mg/kg de PV, CTL: control

- Grupo control (CTL). Los corderos (12 machos y 12 hembras) recibieron 0.5 ml de solución salina, vía subcutánea.
- Grupo tratado con zeranol (ZNL). Los corderos (12 machos y 12 hembras) recibieron tres aplicaciones de ZNL (Zeralon®, Laboratorios Virbac, México). vía subcutánea, en dosis 0.2 mg/kg PV, a intervalo de 28 d.
- Grupo tratado con andrógenos (AND). Los corderos (12 machos y 13 hembras) recibieron tres aplicaciones de AND (Implant Beta®, Laboratorios Implant, Australia) consistentes en Decanoato de nandrolona + Trembolona + Undecinelato de boldenona, vía intramuscular, en dosis de 0.3 mg/kg + 0.4 mg/kg + 0.3 mg/kg PV, respectivamente, a intervalo de 28 d.
- Grupo tratado con ZNL y AND. Los corderos (12 machos y 12 hembras) recibieron aplicaciones de ZNL+AND, vía subcutánea, a un intervalo de 28 d en las dosis previamente descritas.

VARIABLES Y ANÁLISIS DE DATOS

Se registró el peso vivo individual en los días 0, 28, 56 y 84 días, utilizando una báscula colgante digital Torrey^(R) CRS-300 con sensibilidad de ± 50 g. Se calculó la ganancia de peso total de cada periodo y la ganancia diaria de peso por cada periodo (peso ganado/número de días del periodo evaluado). El consumo voluntario de concentrado y banano fue registrado y ajustado dos veces por semana por cada corral (peso del alimento ofrecido menos peso del alimento rechazado) para estimar la conversión alimenticia (alimento consumido por día / peso total del ganado) en base húmeda (BH) y posteriormente se ajustó en base seca (BS). La información fue analizada mediante estadística descriptiva y comparación de medias por mínimos cuadrados para las variables en estudio mediante el procedimiento GLM de SAS (2004).

ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico se realizó estimando una estructura de costos en una hoja de Excel®, Microsoft Office, tomando en consideración las variables productivas y económicas reflejadas en el Cuadro 2. Los resultados se presentan en dólares estadounidenses (USD), considerando un tipo de cambio de \$20.26 pesos mexicanos (MXN) al 1 de agosto de 2022 (Banxico, 2022). La estructura de costos, relación Beneficio/Costo, así como la rentabilidad fueron estimados de la siguiente manera, tomando como referencia la metodología de Hernández de los Santos *et al.* (2022).

- *Costos totales (CT)*. Los costos totales incluyeron los costos de alimentación (concentrado y banano de desecho), costos de inversión en corderos, costos veterinarios, costos de promotores de crecimiento, costos de alojamiento y mano de obra.
- *Ingresos totales (IT)*. Definido por la relación del precio de venta (\$/kg) \times peso vivo total de cada tratamiento. El precio de venta del kilogramo de cordero fue

de \$2.616 USD, de acuerdo con el mercado de la región en su momento, y que es monitoreado por la UNO (2022).

- *Utilidad neta (UN)*. Definida de la diferencia entre IT-CT.
- *Relación Beneficio / Costo (RBC)*. Definida por la relación entre IT/CT.
- *Rentabilidad (%)*. Definida de la relación entre $((IT-CT))/CT \times 100$.
- *Costos de producción (CP) del kilogramo de cordero*. Suma de los costos totales de cada tratamiento / kilogramo de cordero producido en cada tratamiento.

RESULTADOS

Los parámetros de desempeño productivo se resumen en el Cuadro 3. El peso vivo final (PVF) fue diferente ($p < 0.05$) entre tratamientos en hembras y machos; sin embargo, entre tratamientos dentro del mismo sexo no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$).

La GDP resultó significativamente mayor ($p < 0.05$) para hembras tratadas con AND en comparación con las tratadas con ZNL y AND+ZNL, siendo las últimas similares a las del grupo control (Cuadro 3). En el caso de los machos, no se registraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos; sin embargo, los corderos tratados con AND y ZNL registraron ganancias de pesos superiores ($p < 0.05$) a todos los grupos de hembras (Cuadro 3). La CA en BS y BH fue estadísticamente similar entre tratamientos.

El consumo voluntario (CV) en BH se observó que las hembras tratadas con AND registraron un menor CV ($p < 0.05$) en comparación con las tratadas con ZNL y AND+ZNL, pero similar a las del grupo control (Cuadro 3). Sin embargo, entre los machos, el menor CV se observó en los tratados con AND+ZNL y AND en comparación a los tratados con ZNL y los del grupo control (Cuadro 3). Al ajustar el CV en BS, se encontró que las hembras tratadas con AND tuvieron un CV menor ($p < 0.05$) en compara-

Cuadro 3. Medias \pm EE del desempeño productivo de corderos tratados con promotores de crecimiento bajo un sistema de engorda intensiva en corrales elevados

Variable	Machos				Hembras			
	AND	ZNL	AND + ZNL	CTL	AND	ZNL	AND + ZNL	CTL
PVF, kg	36.0 \pm 1.6 ^b	38.0 \pm 1.9 ^b	38.2 \pm 1.6 ^b	36.0 \pm 1.8 ^b	31.1 \pm 1.6 ^a	32.1 \pm 1.6 ^a	31.3 \pm 1.7 ^a	32.2 \pm 1.6 ^a
GDP, g	218 \pm 11 ^c	210 \pm 11 ^c	204 \pm 11 ^{b,c}	204 \pm 11 ^{b,c}	174 \pm 10 ^b	154 \pm 11 ^a	164 \pm 11 ^a	157 \pm 11 ^a
CA, BS	2.08 \pm 0.1	2.54 \pm 0.1	2.35 \pm 0.1	2.54 \pm 0.1	2.25 \pm 0.1	2.94 \pm 0.1	2.62 \pm 0.1	2.46 \pm 0.1
CA, BH	3.74 \pm 0.1	4.27 \pm 0.1	4.01 \pm 0.1	4.10 \pm 0.1	4.11 \pm 0.1	4.98 \pm 0.1	4.73 \pm 0.1	4.68 \pm 0.1
CV, BS	491 \pm 22 ^{b,c}	517 \pm 22 ^c	465 \pm 22 ^{b,c}	524 \pm 22 ^c	323 \pm 22 ^a	447 \pm 22 ^b	434 \pm 22 ^b	366 \pm 22 ^a
CV, BH	793 \pm 26 ^{d,e}	826 \pm 26 ^c	728 \pm 26 ^{c,d,e}	825 \pm 26 ^{d,e}	578 \pm 298 ^a	728 \pm 26 ^{b,c,d}	766 \pm 26 ^{b,c,d}	651 \pm 26 ^a

^{a,b,c} Literales diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

PVF = peso vivo final; GDP = ganancia diaria de peso; CA, BS = Conversión alimenticia en base seca; CA, BH = Conversión alimenticia en base húmeda; CV, BS = Consumo voluntario de alimento en base seca; CV, BS = Consumo voluntario de alimento en base húmeda

CTL = Control no tratado. AND = Decanoato de nandrolona 0.3 mg/kg de PV, Trembolona 0.4 mg/kg de PV, Undecinelato de boldenona mg/kg¹ de PV. ZNL = 0.2 mg/kg de PV

ción a las tratadas con ZNL y AND+ZNL (Cuadro 3), pero similar a las del grupo control. Contrariamente, en los machos no se observaron diferencias entre tratamientos ($p > 0.05$); sin embargo, se observaron diferencias estadísticas entre sexos y tratamientos, siendo los machos tratados con ZNL y los del grupo control los que registraron los mayores CV. Esa misma tendencia se refleja para los CV en BH.

El desglose de los costos de producción en USD se presenta en el Cuadro 4. El costo de inversión de los corderos representa la mayor proporción de los costos totales; sin embargo, cuando ese rubro no es considerado, los costos de alimentación (concentrado + plátano de desecho) representan la mayor proporción de los costos variables (Cuadro 4). En este sentido, tanto para hembras como para machos, la menor proporción de costos por alimentación se observó en las hembras (72.76%) tratadas con AND, y en machos (78.41%) tratados con ZL+AND. Sorprendentemente, la mayor proporción de costos variables por concepto de alimentación fue en las hembras tratadas con ZL (78.40%) y

en los machos del grupo control (81.09%). Es importante notar que los costos de los anabólicos representan una proporción mínima de los costos totales (Cuadro 4).

La mayor UN, RBC y rentabilidad se observó en los machos (\$199.93, 1.21 y 17.66%, respectivamente) y hembras (\$222.17, 1.27 y 21% respectivamente) tratados con AND (Cuadro 5). En ese mismo sentido, el menor costo de producción del kilogramo de cordero se obtuvo en las hembras (\$1.20) y machos tratados (\$1.51) con AND (Cuadro 5). Asimismo, la menor UN, RBC y rentabilidad se observó en las hembras tratadas con ZL y en los machos del grupo Control (Cuadro 5).

DISCUSIÓN

Los resultados muestran que los machos tuvieron el mejor desempeño para PVF y GDP, en concordancia con de Vargas Junior *et al.* (2014). El sexo siempre es un factor que debe considerarse al evaluar el desempeño productivo, ya que se ha demostrado en

Cuadro 4. Costos de producción (USD) de una engorda intensiva de corderos Katahdin tratados con promotores de crecimiento bajo un sistema de engorda intensiva en corrales elevados

Costos / Concepto	Tratamientos							
	Machos				Hembras			
	ZL+AND n=12	ZL n=12	AND n=12	CTL n=12	ZL+AND n=11	ZL n=12	AND n=13	CTL n=12
Concentrado	295.39	320.70	314.48	314.88	249.43	285.13	211.26	221.15
Plátano de desecho	13.45	13.61	13.50	13.20	12.26	12.55	12.77	13.24
Costo de corderos	626.36	588.85	525.42	578.23	452.62	566.14	527.96	562.93
Renta de corral y mano de obra	66.63	66.63	66.63	66.63	61.08	66.63	72.19	66.63
Medicina veterinaria	9.87	9.87	9.87	9.87	9.87	9.87	9.87	9.87
Anabólicos	8.52	5.94	1.97	0.00	6.05	5.51	1.81	0.00
Costo total	1,020.22	1,005.60	931.88	982.82	791.32	945.83	835.86	873.83
Costo de alimentación sin costo del cordero, %	78.41%	80.22%	80.69%	81.09%	77.26%	78.40%	72.76%	75.39%

AND= Decanoato de nandrolona 0.3 mg/kg de PV, Trembolona 0.4 mg/kg de PV, Undecinelato de boldenona mg/kg¹ de PV. ZNL= 0.2 mg/kg de PV. CTL= control

Cuadro 5. Rentabilidad de una engorda intensiva de corderos Katahdin tratados con promotores de crecimiento bajo un sistema de engorda intensiva en corrales elevados

Conceptos	Tratamientos							
	Machos				Hembras			
	ZL + AND n=12	ZL n=12	AND n=12	CTL n=12	ZL + AND n=11	ZL n=12	AND n=13	CTL n=12
CT, USD	1,020.22	1,005.60	931.88	982.82	791.32	945.83	835.86	873.83
IT, USD	1,200.87	1,162.07	1,131.81	1,131.21	901.47	1,008.20	1,058.04	1,011.87
UN, USD	180.65	156.47	199.93	148.39	110.15	62.37	222.17	138.04
RBC, USD	1.18	1.16	1.21	1.15	1.14	1.07	1.27	1.16
Rentabilidad, %	15.04	13.46	17.66	13.12	12.22	6.19	21.00	13.64
Costo de producción kg carne, USD	1.53	1.66	1.51	1.72	1.58	1.78	1.20	1.50

CT = costos totales; IT = ingresos totales; UN = Utilidad neta; RBC = Relación Beneficio: Costo
AND= Decanoato de nandrolona 0.3 mg/kg de PV, Trembolona 0.4 mg/kg de PV, Undecinelato de boldenona mg/kg¹ de PV. ZNL= 0.2 mg/kg de PV. CTL= control

diversos estudios que los machos tienen mejores ganancias de peso comparado con las hembras (de la Peña *et al.*, 2009). Esto puede explicarse por la diferencia hormonal en el metabolismo de las proteínas (Greyling *et al.*, 1993; Zachary *et al.*, 2020) y la deposición de las grasas, lo cual ocurre primero en las hembras (Rodríguez *et al.*, 2011).

Esta diferencia también ha sido observada en variables tales como la CA donde los machos requieren menor consumo de alimento por kilogramo de carne convertido (de la Peña *et al.*, 2009; de Vargas Junior *et al.*, 2014); sin embargo, en el presente estudio esa diferencia no fue detectada posiblemente debido a la variabilidad observada en las mediciones para esta característica, lo cual concuerda con resultados reportados por Greyling *et al.* (1993). No obstante, un menor CV evaluado en BS y BH en las corderas tratadas con AND y en los corderos tratados con AND y AND+ZNL, posiblemente favoreció el sentido de saciedad del apetito, así como el metabolismo energético y proteico reflejado en mejores ganancias de peso. Sin embargo, los resultados difieren con los reportados con Greyling *et al.* (1993), quienes no encontraron diferencia en el consumo voluntario de corderos tratados con 50 mg de laurato de nandrolona comparado con el control.

Se logró establecer que, dentro de los costos variables, el costo por alimentación representa la mayor proporción. Este hecho confirma la importancia de buscar fuentes alternativas en la alimentación, así como el uso eficiente de los recursos que ingresan al sistema y su conversión en carne (Pérez *et al.*, 2019; Arce-Recinos *et al.*, 2021). Llama la atención que el desempeño productivo y económico de los animales tratados con ZNL fue comparable al de los animales control, aunque estos resultados fueron similares a los de reportados por Kak *et al.* (2020), quienes no reportan diferencias en la tasa de crecimiento en corderos tratados con ZNL.

Ante la crisis energética y alimentaria mundial, el incremento en los precios de los insumos para la alimentación animal se reflejará en los costos de producción (Ben Hassen y El Bilali, 2022). En este sentido cabe destacar que la mejor RBC, rentabilidad, y el menor costo de producción se obtuvo en los animales tratados con AND, lo cual respalda su uso sobre otras alternativas de promotores de crecimiento esterooidal y su combinación con andrógenos inyectados para los sistemas de engorda intensiva en el trópico húmedo de México. El desempeño económico obtenido en el presente estudio es más atractivo en comparación con lo obtenido por Hernández de los Santos *et al.* (2022) en corderos Pelibuey bajo engorda en confinamiento con concentrados comerciales, quienes reportan RBC de 1.09 a 1.11, rentabilidad de 7.95 a 10.24%, resultados menores y costos de producción más elevados (de 14.86 a 1.96 USD/kg).

CONCLUSIONES

- Los corderos machos tratados con AND, ZNL y ZNL+AND tuvieron un mejor desempeño en términos de peso vivo final y ganancia diaria de peso comparados con las hembras tratadas con los mismos promotores de crecimiento.
- Los animales, tanto machos como hembras, tratados con AND tuvieron el mejor desempeño productivo; especialmente una mejor utilidad neta, relación beneficio costo y rentabilidad, comparado con los tratamientos que incluyeron ZNL y ZNL+AND y el grupo control.
- Los costos de producción fueron más bajos para los animales de ambos sexos tratados con AND.
- El uso de AND en sistemas de engorda intensiva se plantea como una de las mejores alternativas de manejo para mejorar la eficiencia productiva y económica en la engorda de corderos en confinamiento.

LITERATURA CITADA

1. **Arce-Recinos C, Chay-Canul AJ, Alarcón-Zúñiga B, Ramos-Juárez JA, Vargas-Villamil LM, Aranda-Ibáñez EM, Sánchez-Villegas NC, et al. 2021.** Índices de eficiencia alimenticia en ovinos de pelo: calidad de la carne y genes asociados. Revisión. *Rev Mex Cienc Pecu* 12: 523-552. doi: 10.22319/rmcp.v12i2.5642
2. **Banxico. 2022.** Banco de México. Mercado cambiario al 1 de agosto de 2022. [Internet]. Disponible en: <https://www.banxico.org.mx/tipcamb/main.do?page=tip&idioma=sp>
3. **Ben Hassen T, El Bilali H. 2022.** Impacts of the Russia-Ukraine war on global food security: towards more sustainable and resilient food systems? *Foods* 11: 2301. doi: 10.3390/foods-11152301
4. **Bobadilla-Soto EE, Ochoa-Ambriz F, Perea-Peña M. 2021.** Dinámica de la producción y consumo de carne ovina en México 1970 a 2019. *Agron Mesoam* 32: 963-984. doi: 10.15517/am.v32i3.-44473
5. **Buller H, Blokhuis H, Jensen P, Keeling L. 2018.** Towards farm animal welfare and sustainability. *Animals* 8: 81. doi: 10.3390/ani8060081
6. **Castillo JGC, Romero AA, Franco JQ. 2014.** Productive performance, composition and carcass yield of lambs treated with zeranol. *Rev Bras Zootecn* 43: 310-314. doi: 10.1590/S1516-359820140-00600005
7. **de la Peña JAP, Varela DB, Rojas LM. 2009.** Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruza con Suffolk o Dorset. *Rev Mex Cienc Pecu* 47: 313-322.
8. **De Vargas Junior FM, Martins CF, Pinto Gdos S, Ferreira MB, Ricardo Hde A, Leão AG, Fernandes AR, Teixeira A. 2014.** The effect of sex and genotype on growth performance, feed efficiency, and carcass traits of local sheep group Pantaneiro and Texel or Santa Inês crossbred finished on feedlot. *Trop Anim Health Pro* 46: 869-875. doi: 10.1007/s11250-014-0579-4
9. **Greyling J PC, Kotzé WF, Taylor GJ, Hagendijk WJ. 1993.** Effect of an anabolic steroid on body measurements in ram lambs. *Small Ruminant Res* 11: 351-357. doi: 10.1016/0921-4488(93)-90006-4.
10. **Hernandez A, Galina CS, Geffroy M, Jung J, Westin R, Berg C, Fisher A. 2022.** Cattle welfare aspects of production systems in the tropics. *Anim Prod Sci* 63: 1203-1218. doi: 10.1071/AN21230
11. **Hernández-de los Santos AD, Duran-Zamora EM, Luna-Palomera C, López-Durán S, Vázquez-Martínez I, Muñoz-Osorio GA, Chay-Canul AJ. 2022.** Crecimiento post-destete y rentabilidad de corderos Pelibuey suplementados con tres diferentes concentrados comerciales en Tabasco, México. *Ecosist Recur Agrop* 9: 1-7. doi: 10.19136/era.a9n2.3148
12. **Husfstedler GD, Gillman PL, Carstens GE, Greene LW, Turner ND. 1996.** Physiological and hormonal responses of lamb repeatedly implanted with zeranol and provided two levels of feed intake. *J Anim Sci* 74: 2376-2384. doi: 10.2527/1996.74102376x
13. **Kak HF, Al-Doski SH, Taha VJ. 2020.** Effect of implanting zeranol on growth and carcass characteristics of Awassi lambs and goat kids raised under commercial condition. *Iraqi J Agric Sci* 51: 1321-1328. doi: 10.36103/ijas.v5-1i5.1141
14. **Liadze I, Macchiarelli C, Mortimer-Lee P, Juanino PS. 2022.** The economic costs of the Russia-Ukraine conflict. NIESR Policy Paper 32. [Internet]. Disponible en: <https://www.niesr.ac.uk/wp-content/uploads/2022/03/PP32-Economic-Costs-Russia-Ukraine.pdf>

15. **Lima NL, Ribeiro CR, Sá HC, Leopoldino-Júnior I, Cavalcanti LF, Santana RA, Furusho-Garcia IF, et al. 2017.** Economic analysis, performance, and feed efficiency in feedlot lambs. *Rev Bras Zootecn* 46: 821-829. doi: 10.1590/S1806-92902017001000005
16. **López-Baca MÁ, Contreras M, González-Ríos H, Macías-Cruz U, Torrentera N, Valenzuela-Melendres M, Avendaño-Reyes L. 2019.** Growth, carcass characteristics, cut yields and meat quality of lambs finished with zilpaterol hydrochloride and steroid implant. *Meat Sci* 158: 107890. doi: 10.1016/j.meatsci.2019.107890
17. **Macías-Cruz U, Avendaño-Reyes L, Vicente Pérez R, Álvarez-Valenzuela FD, Correa-Calderón A, González-Ríos H, Mellado M. 2016.** Crecimiento y características de la canal de corderos finalizados con clorhidrato de zilpaterol en pastoreo de alfalfa. *Rev Mex Cienc Pecu* 7: 243-252. doi: 10.22319/rmcp.v7i2.4177
18. **Montgomery JL, Krehbiel CR, Cranston JJ, Yates DA, Hutcheson JP, Nichols WT, Streeter MN, et al. 2009.** Dietary zilpaterol hydrochloride. I. Feedlot performance and carcass traits of steers and heifers. *J Anim Sci* 87: 1374-1383. doi: 10.2527/jas.2008-1162
19. **Naves-Aroeira C, Feddern V, Gressler V, Contreras-Castillo CJ, Hopkins DL. 2021.** Growth promoters in cattle and pigs: a review of legislation and implications for human health. *Food Reviews Int* 1-23. doi: 10.1080/87559129.2021.1961268
20. **Ortiz B, Camacho A, Villalba NE, Flores LR, Romo JA, Aguirre J, Barajas R. 2013.** Efecto de la potencia de los implantes con zeranol o trembolona + estradiol en la respuesta productiva de ovinos de pelo en engorda intensiva en clima caluroso. *Zootec Trop* 31: 71-77.
21. **Pérez IA, Toral J, Vázquez ÁT, Hernández F, Ferrer G, Cano D. 2019.** Potential for organic conversion and energy efficiency of conventional livestock production in a humid tropical region of Mexico. *J Clean Prod* 41: 118354. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.118354
22. **Rodríguez AB, Bodas R, Landa R, López-Campos Ó, Mantecón AR, Giráldez FJ. 2011.** Animal performance, carcass traits and meat characteristics of Assaf and Merino × Assaf growing lambs. *Livest Sci* 138: 13-19. doi: 10.1016/j.livsci.2010.11.020
23. **Salisbury MW, May BJ, Talley SJ, Carr MA, Engdahl GR. 2007.** Feedlot performance and carcass characteristics of feeder lambs implanted and re-implanted with zeranol. *Texas J Agric Nat Resources* 20: 1-9.
24. **[SIAP] Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2021.** Panorama agroalimentario 2021. [Internet]. Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2021/Panorama-Agroalimentario-2021
25. **[SIAP] Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2022.** Sistema de información agroalimentaria y pesquera, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. [Internet]. Disponible en: http://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/
26. **Solis JRC, Ortega AP, Vera FJD. 2009.** Efecto de zeranol en solución oleosa sobre el comportamiento de corderos pelibuey en engorda. *Rev Bras Ciênc Agrár* 4: 485-488.
27. **Thompson JM, Polkinghorne R, Porter M, Burrow HM, Hunter RA, McCrabb GJ, Watson R. 2008.** Effect of repeated implants of oestradiol-17 β on beef palatability in Brahman and Braham cross steers finished to different market end points. *Aust J Exp Agr* 48: 1434-1441. doi: 10.1071/EA08193
28. **[UNO] Organismo de la Unidad Nacional de Ovinocultores de México. 2022.** Monitorio de precios de compra en el mercado nacional. [Internet]. Disponible en: <https://www.uno.org.mx/servicios/monitoreo.html>

29. **Vincent B, Dardenne P. 2021.** Application of NIR in Agriculture. In: Ozaki Y, Huck C, Tsuchikawa S, Engelsen SB (eds). Near-infrared spectroscopy. Singapore: Springer. doi: 10.1007/978-981-15-8648-4_14
30. **Zachary K, Smith-Bradley J. 2020.** Mechanisms of steroidal implants to improve beef cattle growth: a review. *J Appl Anim Res* 48: 133-141. doi: 10.1080/09712119.2020.1751642
31. **Zarkawi A, Galbraith H, Hutchinson JSM. 1991.** Influence of trenbolone acetate, zeranol and oestradiol-17 β implantation on growth performance and reproductive function in beef heifers. *Anim Sci* 52: 249-253. doi: 10.1017/S0003356100012745