UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

TESIS:

"EFECTO DE LA ADICIÓN DE ACETATO DE MELENGESTROL (MGA) COMO ADITIVO ALIMENTICIO EN LA RESPUESTA PRODUCTIVA Y RENDIMIENTO EN CANAL DE HEMBRAS BOVINAS DE DESCARTE EN FINALIZACIÓN"

Que para obtener el grado de Maestro en Ciencias Agropecuarias

PRESENTA:

MVZ. Geovanny Rivera Luna

DIRECTOR DE TESIS:
Dr. Alfredo Estrada Angulo

CO-DIRECTORA DE TESIS:
Dra. Elizama Ponce Barraza

ASESORES:
Dra. Beatriz Isabel Castro Pérez
Dr. Francisco Gerardo Ríos Rincón
Dr. Jesús José Portillo Loera

Culiacán, Sinaloa, México, enero de 2025

ESTA TESIS FUE REALIZADA POR **GEOVANNY RIVERA LUNA**, BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR QUE SE INDICA, Y HA SIDO APROBADA POR EL MISMO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTOR:	DR. ALFREDO ESTRADA ANGULO
CO-DIRECTORA:	DRA. ELIZAMA PONCE BARRAZA
ASESORA:	DRA. BEATRIZ ISABEL CASTRO PÉREZ
ASESOR:	DR. FRANCISCO GERARDO RÍOS RINCÓN
ASESOR:	DR. JESÚS JOSÉ PORTILLO LOERA

Culiacán, Sinaloa, México, enero de 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA CULIACÁN

FACULTAD DE AGRONOMÍA VALLE DEL FUERTE

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

En la Ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa, el día 06 de enero de 2025, el que suscribe *Geovanny Rivera Luna*, alumno del Programa de Maestría en Ciencias Agropecuarias, con número de cuenta 2103304-8, de la Unidad Académica: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la UAS, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Alfredo Estrada Angulo y de la Dra. Elizama Ponce Barraza y que cede los derechos del trabajo titulado ***"Efecto de la adición de acetato de melengestrol (MGA) como aditivo alimenticio en la respuesta productiva y rendimiento en canal de hembras bovinas de descarte en finalización"*** a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Sinaloa, para su difusión, con fines académicos y de investigación por medios impresos y digitales, todo esto en apego al artículo 27 de la Ley Federal de Derechos de Autor.

La Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México) protege el contenido de la presente tesis. Los usuarios de la información contenida en ella deberán citar obligatoriamente la tesis como fuente, dónde la obtuvo y mencionar al autor intelectual. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ATENTAMENTE

M.V.Z Geovanny Rivera Luna

DOMICILIO: Andador Cándido Avilés #4724, Colonia Infonavit Barrancos. Culiacán, Sinaloa.

TELÉFONO: 6681-733175

CORREO ELECTRÓNICO: geovanny1mvz@gmail.com

CURP: RILG830609HSLVNV03

DEDICATORIA

Este logro es una de tantas de mis metas por cumplir y lo considero como un pequeño pago a mis padres, que desde un principio de mi formación académica confiaron y creyeron firmemente en que podía salir adelante con mis estudios y se sacrificaron en todo momento, por impulsarme a creer en mí y sobre todo a la educación y valores que me inculcaron en casa.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, en especial a mi esposa y compañera de vida Petra de Jesús Aboyte Leal, quien me apoyo incondicionalmente en este proyecto académico para obtener el grado de maestría en Ciencias Agropecuarias, quien estuvo firme y me alentó en todo momento difícil de seguir adelante y culminar satisfactoriamente mi proyecto.

A mis hijos, Kimberly Carolina Rivera Aboyte, Geovanny Rivera Aboyte y Sofia Marleny Rivera Aboyte, por ser ese motor que me da el ánimo y las fuerzas para seguir adelante, para enfrentar todos los retos y oportunidades que se presentan en mi vida, quiero ser ese ejemplo a seguir para ellos que tienen toda una vida llena de aprendizaje, oportunidades en los cuales quiero estar ahí para disfrutarlos y festejarlos, como también en sus tropiezos para apoyarlos y ayudarlos a levantarse en los momentos difíciles.

A mi comité, Dr. Alfredo Estrada Angulo, Dra., Elizama Ponce Barraza, Dr. Jesús José Portillo Loera, Dra. Beatriz Isabel Castro Pérez, Dr. Francisco Ríos Rincón, no me queda más que agradecer la oportunidad que me dieron de formar parte de su equipo de investigación y sobre todo por los conocimientos que me compartieron y me ayudaron en mi formación académica.

A la empresa, El Encanto Agropecuaria SA de CV, por darme la confianza y oportunidad de realizar el experimento con sus bovinos e instalaciones, dándome todas las facilidades para que el proyecto se culminara satisfactoriamente.

A CONAHCyT por formar parte de este proyecto y facilitar una beca de estudios, la cual es muy útil para culminar y obtener el grado de maestría en Ciencias Agropecuarias.

A mis compañeros de generación, Abril, Alberto, Alfredo, Alondra, Aylin, Claudia, Fausto, Israel, juan, Lechuga, María A, Marisol, Martin, Merit, Oscar, Oscar P. y por último y no menos importante Xóchitl, quiero decirles que los estimo mucho y cada uno en particular puso su granito de arena y me apoyo en los momentos necesarios, sin esperar nada a cambio, solo les comparto una amistad sincera.

A Dios, sin ti nada sería posible.

CONTENIDO

RESUMEN 10
ABSTRACT 12
I.INTRODUCCIÓN 14
II.REVISIÓN DE LITERATURA 16
2.1. Situación actual de la producción de bovinos en México 16
2.2. Situación actual de la producción de carne bovina en México 16
2.3. Sistemas de producción bovina 17
2.3.1. Extensivo 17
2.3.2. Intensivo 17
2.3.3. Semi-intensivo 18
2.4. Ciclo estral en hembras bovinas 18
2.4.1. Control neurológico y endocrinológico del ciclo estral 19
2.4.2. Fases del ciclo estral 20
2.4.2.1. Proestro 21
2.4.2.2. Estro 21
2.4.2.3. Metaestro 22
2.4.2.4. Diestro 22
2.5. Comportamiento de las hembras 24
2.6. Inhibidores del ciclo estral 24
2.6.1. Promotores de crecimiento 24
2.6.2. Anabólicos 24
2.6.3. Clasificación 26
2.6.3.1. Hormona Naturales 27
2.6.3.2. 17-β Estradiol 27
2.6.3.3. Hormonas Sintéticas 27
2.6.3.4. Acetato de Trembolona 27
2.6.3.5. Acetato de melengestrol 27
2.6.3.6. Mecanismo de acción del Acetato de Melengestrol 28
III. HIPÓTESIS 29
IV. OBJETIVOS 30
General 30
Específicos 30

V. MATERIALES Y MÉTODOS 31
5.1. Localización del área de estudio 31
5.2. Manejo y características de los animales 31
5.3. Alimentación con dietas experimentales 32
5.4. Asignación de tratamientos 34
5.5. Cálculo de variables 35
5.6. Análisis estadístico 36
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 37
VII. CONCLUSIONES 50
VIII. LITERATURA CITADA 51

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro	Título	Página
1	Fases del ciclo estral y su duración en vacas y vaquillas…….	9
2	Clasificación de agentes anabólicos por categorías……	13
3	Clasificación de las principales hormonas presentes en los implantes……	16
4	Tipo de dieta, administrada de acuerdo a las necesidades del animal con forme avanza la fase de respuesta productiva…….	19
5	Ingredientes de la dieta basal, tratamientos adicionados acetato de melengestrol (MGA) para vacas de descarte durante la fase de finalización……	25
6	Composición química de las dietas utilizadas en cada fase experimental……..	26
7	Conformación del experimento 1, numero de lotes, dosis del MGA por réplica, número de animales con los respectivos pesos promedios …….....	27
8	Conformación del experimento 2, numero de lotes, dosis del MGA por réplica, número de animales con los respectivos pesos promedios……	27
9	Variables de la respuesta productiva……..	33
10	ITH registrado del 26 de agosto de 2022 al 13 noviembre de 2022…	37
11	ITH registrado del 8 noviembre de 2022 al 26 de enero de 2023……	37
12	El efecto del tratamiento con MGA sobre las variables de respuesta, parámetros productivos (kg incrementados, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso canal caliente y rendimiento en canal en vacas de descarte en etapa de finalización……..	38
13	Influencia del periodo sobre el efecto de los tratamientos con MGA en los parámetros productivos……	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Esquema de la interacción del eje hipotálamo-hipófisis, el ovario durante el ciclo estral…….	4
2	Esquema de la participación de las hormonas del ciclo estral……..	5
3	Etapas del ciclo estral……..	12
4	Kilogramos incrementados agosto-noviembre …….	17
5	Consumo de alimento agosto-noviembre……..	40
6	Conversión alimenticia agosto-noviembre…….	41
7	Peso canal caliente agosto-noviembre……...	41
8	Rendimiento en canal agosto-noviembre……...	42
9	Kilogramos incrementados noviembre-enero……	43
10	Consumo de alimento noviembre-enero……	44
11	Conversión alimenticia noviembre-enero……...	44
12	Peso canal caliente noviembre-enero…….	45
13	Rendimiento de canal noviembre-enero…….	45
14	Comparación de kilogramos incrementados por época……..	46
15	Comparación de conversión alimenticia entre épocas…….	47
16	Comparación de peso canal caliente entre épocas…….....	47
17	Comparación de rendimiento en canal entre épocas……...	48
18	Comparación de porcentaje de rendimiento en canal entre épocas.	49

RESUMEN

En los últimos años, en la alimentación de las hembras bovinas de desecho ha tenido cambios ya que se han implementado nuevas estrategias alimenticias, como lo es la utilización de anabólicos sintéticos alternativos a los convencionales, los cuales ayudan a mejorar los parámetros productivos, así como el rendimiento de canal de las hembras. Por lo que el siguiente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de la adición de acetato de melengestrol (MGA) como aditivo para mejorar la respuesta productiva y el rendimiento en canal de hembras bovinas en finalización. Se realizó el experimento en dos periodos, de agosto-noviembre de 2022 y de noviembre de 2022 a enero 2023, con una duración de 80 días por periodo, en el cual se utilizaron 360 vacas sanas de descarte, cruza de suizo, con pesos promedios de 451.06 y 463.64 kg y una condición corporal evaluada de 4 y 5, considerando la escala del 1-9 propuesta por Herd y Sprott (1986), el cual se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar, donde el criterio del bloqueo fue el peso inicial, cada bloque consto de tres corrales con 20 vacas y tres réplicas por época, donde la unidad experimental fue el corral. Inicialmente se les aplicó un implante anabólico en la oreja (200 mg de acetato de trembolona + 28 mg de benzoato de estradiol). Los tratamientos fueron; **T1**: testigo 0 mg de MGA, **T2**: Dieta testigo más 0.4 mg de MGA y **T3**: Dieta testigo más 0.5 mg de MGA, los cuales se destinaron de manera aleatoria. De acuerdo a los resultados, se tomó como diferencia significativa cuando el valor de $P \leq 0.05$, y como tendencia cuando el valor de $P \leq 0.10$. Los resultados obtenidos en el periodo de agosto-noviembre de 2022, en la variable de respuesta, kilogramos incrementados, los tratamientos **T2** (146.18 kg) **y T3** (146.53 kg), son estadísticamente mejores vs **T1 (**130.40 kg), con una diferencia estadística de P= 0.02. En la variable de conversión alimenticia, en el **T2** (7.67 kg/kg) y **T3** (7.83 kg/kg), son estadísticamente mejores vs **T1** (8.45 kg/kg) con una P= 0.01. En la variable de respuesta de rendimiento en canal, **T3** tuvo un mejor rendimiento con un 57.71%, posteriormente **T2** con un 57.42% y ambos tratamientos son mejores que el **T1** (57.07 %), con un valor de P=0.01. Sin embargo, en el periodo de noviembre de 2022 a enero 2023 en la variable de respuesta, kilogramos incrementados, no hubo diferencia estadística entre los tratamientos, se observó tendencia con un valor de P= 0.06. En la variable, conversión alimenticia, los

tratamientos con dosis de 0.4 mg de MGA (8.33 kg/kg) y tratamiento con dosis de 0.5 mg de MGA (8.77 kg/kg) fueron mejores vs el tratamiento testigo 0 mg MGA (9.84 kg/kg) con un valor de P= 0.01. En la variable de rendimiento en canal, el **T1** (58.20%) vs **T3** (57.86%) fueron estadísticamente iguales. El **T3** (57.86%) vs **T2** 57.60% son estadísticamente iguales. Sin embargo, la diferencia estadística se encuentra en el **T1** vs **T3** con un valor de P = 0.01. Por lo que, el uso de MGA es una alternativa para inhibir el estro al 100% a dosis de 0.4 y 0.5 mg por animal al día, en la etapa de finalización. Además, hay una mejora en los parámetros productivos y un mejor rendimiento de canal.

Palabras claves: acetato de melengestrol, vacas de descarte, estro, parámetros productivos, rendimiento en canal.

ABSTRACT

In recent years, the feeding of cull female cattle has undergone changes as new feeding strategies have been implemented, such as the use of synthetic anabolics as an alternative to conventional ones, which help to improve the productive parameters, as well as the carcass yield of the females. Therefore, the following study aims to evaluate the effect of the addition of melengestrol acetate (MGA) as an additive to improve the productive response and carcass yield of female cattle in finishing. The experiment was conducted in two periods, from August-November 2022 and from November 2022 to January 2023, with a duration of 80 days per period, in which 360 healthy cull cows, Swiss-cross, with average weights of 451.06 and 463. 64 kg and an evaluated body condition of 4 and 5, considering the 1-9 scale proposed by Herd and Sprott (1986), which was carried out under a randomized complete block design, where the blocking criterion was the initial weight, each block consisted of three pens with 20 cows and three replicates per period, where the experimental unit was the pen. Initially, an anabolic implant was applied in the ear (200 mg of trenbolone acetate + 28 mg of estradiol benzoate). The treatments were; T1: control 0 mg of MGA, T2: control diet plus 0.4 mg of MGA and T3: control diet plus 0.5 mg of MGA, which were randomised. According to the results, it was taken as significant difference when the P value ≤ 0.05, and as trend when the P value ≤ 0.10. The results obtained in the period August-November 2022, in the response variable, kilograms increased, the treatments T2 (146.18 kg) and T3 (146.53 kg), are statistically better vs T1 (130.40 kg), with a statistical difference of P= 0.02. In the feed conversion variable, in T2 (7.67 kg/kg) and T3 (7.83 kg/kg), are statistically better vs T1 (8.45 kg/kg) with a P= 0.01. In the response variable of carcass yield, T3 had a better yield with 57.71%, then T2 with 57.42% and both treatments are better than T1 (57.07 %), with a value of P=0.01. However, in the period from November 2022 to January 2023 in the response variable, kilograms increased, there was no statistical difference between the treatments, a trend was observed with a value of P= 0.06. In the variable, feed conversion, the treatments with a dose of 0.4 mg of MGA (8.33 kg/kg) and treatment with a dose of 0.5 mg of MGA (8.77 kg/kg) were better than the control treatment 0 mg MGA (9.84 kg/kg) with a value of P = 0.01. In the carcass yield variable, T1 (58.20%) vs T3 (57.86%) were statistically equal. T3 (57.86%) vs T2 57.60% are statistically equal. However, the statistical difference

is found in T1 vs T3 with a value of P = 0.01. Therefore, the use of MGA is an alternative to inhibit 100% estrus at doses of 0.4 and 0.5 mg per animal per day, at the finishing stage. In addition, there is an improvement in production parameters and better carcass yield.

Key words: melengestrol acetate, cull cows, estrus, productive parameters, carcass yield.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el mercado de la carne de bovino en pie en México se caracteriza por cuatro productos: novillo, novilla, toro de desecho y vaca de desecho; las carnes de novillo y novilla son objetivos del sistema de producción y los otros dos subproductos del proceso productivo. La oferta de los cuatro tipos de carne está en función de la composición del hato; es decir, de la proporción de vacas, toros, novillas, novillos y terneras. El inventario de bovinos carne en México durante el 2021 fue de 31.9 millones de cabezas de ganado; donde se obtuvieron los respectivos porcentajes: engorda 33.4 %, becerros 25.1 %, de desecho 11.6 %, en desarrollo 10.3 %, vaquillas para reemplazo 7.2 %, vacas solo para la cría de becerros 5.5 %, vacas solo para la producción de leche 4.4 % y otros 2.5 % (Callejas y Rebollar, 2021). Para aprovechar y mejorar la productividad de los sistemas de producción y eficientizar los subproductos de los procesos productivos como lo son, las vacas de desecho. Diferentes estudios han probado el uso de promotores de crecimiento para lograrlo. Los agentes anabólicos o promotores de crecimiento son una alternativa para acrecentar la producción de carne, pues son hormonas que influyen en las funciones metabólicas del animal, mejorando el balance de nitrógeno en el organismo y, por consiguiente, incrementando la producción de proteína en el mismo (Correal, 2009). Los efectos anabólicos, aumentan las reservas de energía disponible, llevan a la producción de moléculas de mayor tamaño a partir de moléculas de menor tamaño y disminuyen el uso de energía disponible (Valencia, 2009). Los anabólicos se administran como implantes subcutáneos en bovinos, borregos y aves, o inyectados como soluciones oleosas en caballos y bovinos (Fajardo y Méndez, 2011). El implante se coloca en la base de la oreja, se evita colocarlas en lugares que estén destinadas para el consumo humano; una vez colocado el implante, la concentración de la hormona suplementada sube rápidamente y los residuos son mayores durante el período inicial después de la implantación. Por este motivo, cuando las hormonas son sintéticas, existe un tiempo denominado tiempo de retiro, el cual, debe transcurrir entre la fecha del implante y la fecha del sacrificio (Fajardo y Méndez, 2011). Entre las sustancias anabolizantes más ampliamente utilizadas se destacan el uso del acetato de trembolona con rendimientos significativos en cuanto a los índices de conversión y ganancia de peso se refiere. De

igual forma está el 17β Estradiol que por implantación en la oreja aumenta el peso corporal y mejora la eficiencia de conversión del alimento en el ganado vacuno (Desdémona, 2019). Sin embargo, los compuestos pro gestacionales sintéticos han sido usados con éxito para sincronizar la aparición de los celos en ganado de carne. Administrándolos de forma permanente por vía oral, facilitando los procesos anabólicos de las hembras de engorde (Huertas *et al*., 1972). El Acetato de Melengestrol (AMG) es un progestágeno sintético activo de administración oral, utilizado como promotor de crecimiento por su capacidad de inhibir la conducta estral en rumiantes, y por lo tanto puede emplearse para sincronizar el celo y aumentar la ganancia de peso (Perry *et al.,* 2005). Se ha demostrado mayor eficacia en la engorda y reproducción de hembras bovinas, sin embargo, no existen suficientes trabajos que se centren en su efecto anabólico y funcionamiento (Martínez, 2012). Por ende, el objetivo del presente trabajo fue medir los niveles (dosis) y el efecto de MGA en vacas de desecho como supresor de estros y de cómo se ve reflejado en los parámetros productivos como la ganancia diaria peso, conversión alimenticia y rendimiento en canal.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Situación actual de la producción de bovinos en México

Actualmente el inventario nacional de cabezas de ganado bovino para la producción de carne ha tenido un crecimiento lineal en los últimos años, a partir del año 2012 se registró un total nacional de 29, 992,172 cabezas, donde posteriormente se observó un crecimiento significativo año con año alcanzando un total de 33, 661,327 cabezas durante el año 2022 (SIAP, 2022) con la participación de todos los estados de la república.

Los principales estados que más han destacado en la producción de bovinos son: Veracruz (4.537.839), Jalisco (3.080.387), Chiapas (2.612.018), Chihuahua (2.241.683), Michoacán (1.986.051), Oaxaca (1.817.782), Tabasco (1.700.768), Sinaloa (1.635.771 cabezas), etc. Sin embargo, todos los estados hacen una aportación significativa para obtener la producción total de cabezas anualmente.

De manera más específica, el estado de Sinaloa ha tenido un crecimiento constante en el número de cabezas de bovinos en los últimos diez años, durante el 2012 aportó con 1. 498.046 cabezas, sin embargo, en el 2022 tuvo un crecimiento del 8.5% alcanzando un total de cabezas 1. 635.771 (SIAP, 2022).

2.2. Situación actual de la producción de carne bovina en México

De acuerdo con el Consejo Mexicano de la Carne (2023), actualmente, México ocupa el sexto lugar como consumidor y productor de carne a nivel mundial. En el consumo mexicano de carne, la de res se encuentra en tercer lugar de ingesta, su volumen alcanzó 2 millones de toneladas en 2022, que representó 20% del total y posibilitó una disponibilidad de 15.6 kilos de la proteína por habitante. Durante el mismo año se logró una producción de 2.180 millones de toneladas, en donde el top 10 de estados que hicieron su aportación fueron: Veracruz, Jalisco, San Luis Potosí, Durango, Baja California, Chiapas, Sinaloa, Michoacán, Chihuahua y finalmente Sonora. Representando el 64.1% del aporte nacional y el resto de los estados representando el 35.9 %.

Sinaloa ocupa el séptimo lugar como productor de carne de res a nivel nacional con una aportación del 5.1% lo que equivale a 110.673 mil toneladas de carne, teniendo un crecimiento anual del 0.9 % durante el 2022 (COMECARNE, 2023).

2.3. Sistemas de producción bovina

Un sistema de producción bovina considera diferentes componentes: bovinos en sus diferentes categorías como vacas en producción, vacas secas, vacas vacías, vacas gestantes, los toros y toretes, las vaquillas, los novillos y los terneros. Además de los animales encontramos como componente del sistema a las áreas donde se producen los alimentos o potreros, los pastos, los árboles, las infraestructuras como los corrales. Desde el punto de vista de producción se pueden clasificar los sistemas agropecuarios en tres grandes clases: intensivos, extensivos y semi-intensivos (Pereira *et al*., 2011).

2.3.1. Extensivo

Los sistemas de producción extensivos, son los sistemas tradicionales o convencionales de la producción animal, son los más comunes que se encuentran entre los ganaderos pequeños y medianos del sector rural de nuestro país. Los sistemas de producción extensivos son la aproximación más cerca de un ecosistema natural, que, aunque son construcciones humanas, se basan en una amplia relación con el medio ambiente, especialmente en aquellos sistemas donde interactúan animales y pastos (Pereira *et al*., 2011).

Los sistemas extensivos de producción ganadera se basan en la utilización de especies ganaderas de interés zootécnico, capaces de aprovechar eficazmente los recursos naturales mediante el pastoreo. Generalmente las especies ganaderas explotadas corresponden a genotipos autóctonos adaptados a los factores limitantes y ecológicos del medio natural (Bellido *et al*., 2001).

Los sistemas extensivos de producción animal comparten tradicionalmente características comunes: número limitado de animales por unidad de superficie; uso limitado de los avances tecnológicos; baja productividad por animal y por hectárea de superficie; alimentación basada principalmente en el pastoreo natural y en el uso de subproductos de la agricultura de la explotación; uso reducido de energía fósil; etc (Boyazoglu, 1998).

2.3.2. Intensivo

Con este sistema se pretende una mayor producción y mejor calidad de la carne en el menor tiempo posible. El objetivo es proporcionar cantidades adecuadas de alimento de

buen valor nutritivo, aproximándose lo máximo posible a la satisfacción de los requerimientos nutricionales del animal, para que este muestre todo su potencial genético para producir carne (Arronis, 2017).

Los animales permanecen confinados todo el tiempo, es muy poco el ejercicio físico que realizan, toda la alimentación se les brinda en el comedero, por lo tanto, se debe contar con mano de obra especializada, y con la cantidad requerida de forrajes para todo el ciclo. Las instalaciones deben ser funcionales y prácticas con pisos empedrados o de cemento (encasquetado), para evitar el encharcamiento y el estrés en los animales (Arronis, 2017).

Estos sistemas deben ser eficientes productivamente y su propósito es incrementar la producción en el menor periodo de tiempo posible; pero requieren principalmente de muchos recursos externos e inversiones económicas para brindar las condiciones de infraestructura, tecnología, alimentación, mano de obra e implementos y equipos sofisticados (Pereira *et al*., 2011).

2.3.3. Semi-intensivo

De acuerdo con el compendio estadístico (2012) el sistema semi-intensivo se basa en la alimentación en pastoreo y suplementación con alimentos concentrados. Es un sistema intermedio entre extensivo e intensivo, en la que, con la implementación de innovaciones tecnológicas, de administración y de infraestructura productiva, se realiza adecuadamente el manejo del hato, manejo de pastizales, la genética y el manejo sanitario. El 90% de los sistemas de explotación son básicamente extensivos, el 10% restante corresponde a los sistemas semi-intensivo e intensivo.

2.4. Ciclo estral en hembras bovinas

El ciclo estral en bovinos se puede definir como el ciclo biológico reproductivo de las hembras, cuyo acontecimiento central es la manifestación del estro o calor y liberación del folículo preovulatorio de un ovocito maduro (ovulación) (Atuesta y Gonella, 2011). Representa el patrón cíclico de la actividad ovárica en hembras comprendido entre un período reproductivo caracterizado por la no receptividad a un estado de receptividad, que en última instancia permite el apareamiento y el posterior establecimiento de la preñez (Matamoros y Salinas, 2017). Con respecto a su duración, el ciclo es más corto

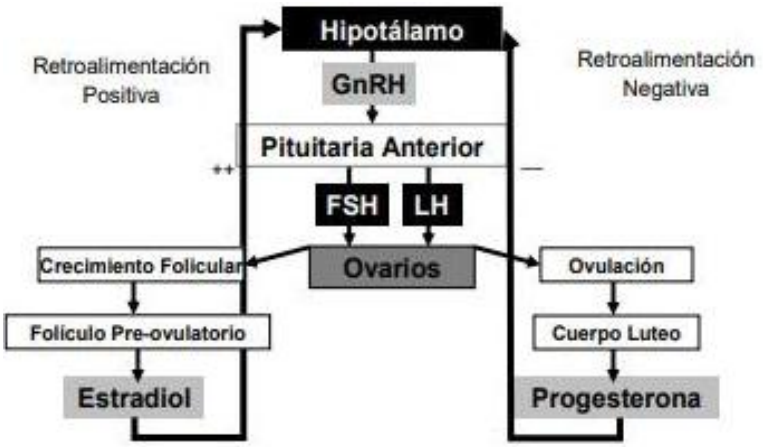
en la oveja que en la vaca (17 días versus 21 días en promedio) (Atuesta y Gonella, 2011).

2.4.1. Control neurológico y endocrinológico del ciclo estral

El ciclo estral está regulado por la interacción de varios órganos: entre ellos están el eje hipotálamo-hipófisis, el ovario y el útero (Rippe, 2009).

En la figura 1, se observa un esquema simplificado de cómo los órganos y hormonas actúan durante el ciclo estral. Las hormonas sirven como mensajeros químicos que viajan por la sangre hacia órganos y tejidos específicos que contienen receptores para hormonas específicas y que regulan las fases del ciclo estral (Lamb *et al*., 2009).

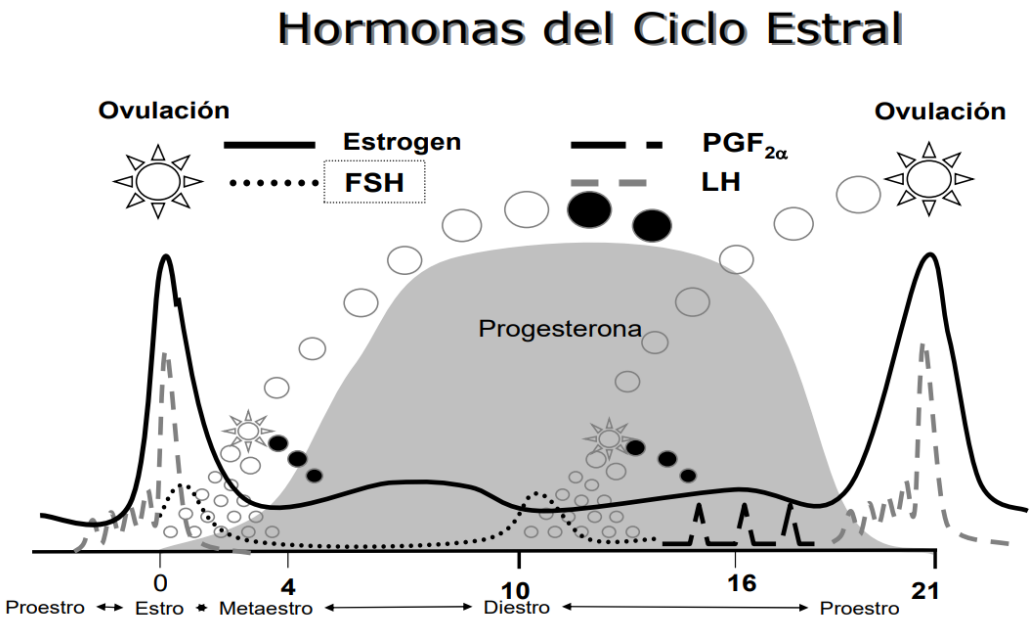
Figura 1. Esquema de la interacción del eje hipotálamo-hipófisis, el ovario durante el ciclo estral.



Adaptado de Rippe, (2009).

El ciclo estral es regulado por una serie de mecanismos endocrinos y neuroendocrinos involucrando hormonas hipotalámicas, como el Factor Liberador de Gonadotropinas (GnRH), hormonas hipofisarias, como la hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH) y hormonas gonadales tales como los estrógenos (E), progesterona (P) y la inhibina (Valencia *et al*., 2017).

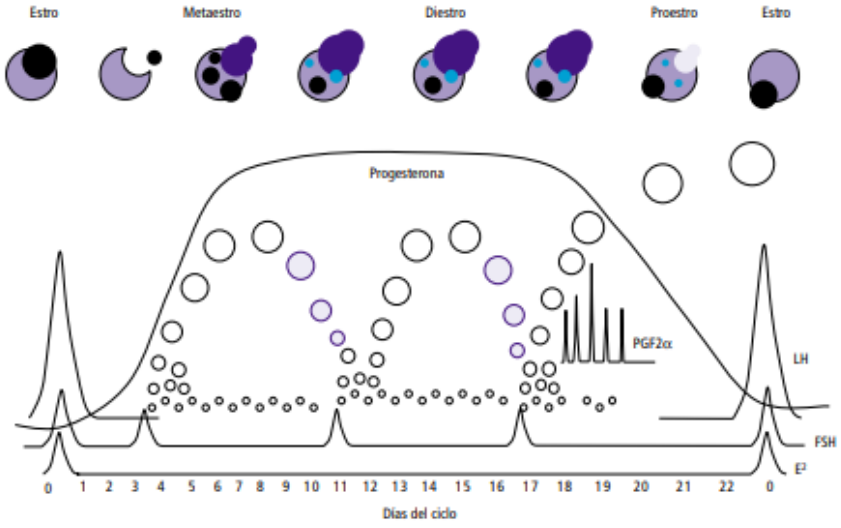
Figura 2: Esquema de la participación de las hormonas del ciclo estral.



2.4.2. Fases del ciclo estral

El ciclo estral consta de cuatro fases o periodos: proestro, estro, metaestro y diestro (Carvajal y Martínez, 2020); sin embargo, pueden ocurrir modificaciones en el ovario que se cumplen en dos fases: una estrogénica o folicular, dominada por el proestro y el estro, y una progestacional o luteal, dominada por el metaestro y por el diestro.

Figura 3. Etapas del ciclo estral.



Adaptado de Hernández (2016)

2.4.2.1. Proestro

La fase del proestro se inicia con la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior o luteolisis y termina con el inicio del estro o celo (Motta *et al*., 2011); dura alrededor de dos o tres días. La destrucción del cuerpo lúteo ocurre gracias a la acción de la PGF2α de origen uterino (Shearer, 2003). Con la caída de los niveles de progesterona, el efecto de retroalimentación negativa que ejercía a nivel hipotalamico desaparece y comienza a aumentar la frecuencia pulsátil de las hormonas FSH y LH las cuales estimulan el crecimiento folicular (Figura 1) (Rippe, 2009). Durante el proestro ya existe un folículo dominante que llegará a ser una estructura de ¾ a 1 pulgada de grande y con la apariencia de una ampolla llena de líquido folicular y el ovulo que será ovulado. Muchos folículos pueden llegar a desarrollarse, pero solo 1 será el folículo dominante seleccionado para ser ovulado. Este folículo dominante se diferencia de los demás en que es estimulado coordinadamente por las hormonas FSH y LH para producir estrógenos (Lamb *et al*., 2009).

El incremento en los niveles de estrógenos del folículo preovulatorio alcanza los centros nerviosos del hipotálamo que controlan las manifestaciones externas de celo. Aquí se inicia la fase de celo o estro (Rippe, 2009).

2.4.2.2. Estro

El estro se define como un periodo de actividad y receptividad sexual en donde el signo principal es que el animal se mantiene en pie y quieto al ser montado por otro (Shearer, 2003). También se observa, entre otros signos, inquietud, inflamación de la vulva, secreción de moco claro y transparente que sale por la vulva: el olor del moco atrae y excita al toro debido a la presencia de feromonas (Lucy, 2006). Los signos ocurren gracias a la presencia de los estrógenos provenientes del folículo. Los niveles de estrógenos son lo suficientemente altos en concentración y duración como para inducir los síntomas de celo o calor (Wiltbank *et al*., 2002); estos altos niveles de estrógenos afectan también a centros endocrinos en el hipotálamo que controlan la liberación de GnRH del hipotálamo y esta a su vez la liberación de FSH y LH de la adeno-hipófisis (Figura 1).

2.4.2.3. Metaestro

Es la etapa posterior al estro, tiene una duración de cuatro a cinco días. Durante esta etapa ocurre la ovulación y se desarrolla el cuerpo lúteo. Después de la ovulación se observa una depresión en el lugar ocupado por el folículo ovulatorio (depresión ovulatoria) y posteriormente se desarrolla el cuerpo hemorrágico (cuerpo lúteo en proceso de formación). Durante el metaestro, las concentraciones de progesterona comienzan a incrementarse hasta alcanzar niveles mayores de 1 ng/mL, momento a partir del cual se considera que el cuerpo lúteo llegó a la madurez. El momento en que las concentraciones de progesterona son superiores a 1 ng/mL se toma como criterio fisiológico para determinar el final del metaestro y el inicio del diestro. Un evento hormonal que se destaca en este periodo consiste en la presentación del pico posovulatorio de FSH, lo cual desencadena la primera oleada de desarrollo folicular. Algunas vacas presentan un sangrado conocido como sangrado metaestral (Hernández, 2016). Periodo de ruptura del folículo y de la formación y permanencia del cuerpo lúteo de (Shearer, 2003).

2.4.2.4. Diestro

En esta fase hay presencia y dominio del cuerpo lúteo en el ovario y la producción de progesterona, y está regulada por las secreciones de la glándula pituitaria anterior, útero, ovario y presencia de un embrión (Sintex, 2005; Lamb *et al*., 2009), y va desde el día 5 del ciclo estral hasta el día 18. La regulación de la secreción de progesterona esta probablemente controlada por un equilibrio de estímulos: uno luteotropico o que estimula la progesterona (hormona LH, y la concentración de receptores luteales a la LH) (Lamb *et al*., 2009) y otro luteolitico o que inhibe la progesterona; ambos estímulos son secretados al mismo tiempo durante el ciclo estral. La hormona FSH también interviene uniéndose a receptores en el cuerpo lúteo y provocaría un aumento en la secreción de progesterona.

Los niveles de progesterona más altos se alcanzan en torno al día 10 del ciclo estral y se mantienen hasta el día 16 o 18 del ciclo dependiendo de la presencia o no de un embrión. Si la vaca está preñada, el cuerpo lúteo se mantiene, los niveles de progesterona son altos y se bloquea la reaparición de celos.

La ausencia de un embrión y de las señales químicas que produce desencadena las concentraciones de PGF2α que se incrementan durante la parte final de la fase luteal o diestro, específicamente en el día 16 (Figura 2). La PGF2α producida por el útero es transportada por la vena útero-ovárica a la arteria ovárica por un mecanismo llamado a contracorriente y de allí al cuerpo lúteo. La PGF2α tiene una acción directa e indirecta causando la luteolisis o regresión del cuerpo lúteo en rumiantes (Lamb *et al*., 2009). Con la regresión del cuerpo lúteo, comienza la disminución de los niveles de progesterona y con ello el final de la fase luteal o diestro y el reinicio del proestro o fase de regresión del cuerpo lúteo.

Cuadro 1. Fases del ciclo estral y su duración en vacas y vaquillas.

Fase	Vaca	Novilla	Ovulación	Evento
Proestro	3 días	--	--	Regresión del Cuerpo Lúteo, maduración del folículo e incremento de estrógenos.
Estro	18 (12-28) horas	--	--	Maduración Folicular, altos niveles de Estrógeno y pico de LH.
Metaestro	8 días	--	10-15 horas	Ovulación (dentro de las 12-18 hrs.) formación del Cuerpo hemorrágico que no responde a la PGF2α.
Diestro	9 días	--	--	Maduración del Cuerpo Lúteo. Altos niveles de Progesterona.
Ciclo total	21 (18-24) días	20 (18-22) días	--	

Adaptado de (Shearer, 2003; Motta *et al*., 2011)

2.5. Comportamiento de las hembras

La conducta estral es provocada por un incremento de estradiol sérico producido por el folículo ovulatorio. El aumento de estradiol provoca cambios de la conducta y modificaciones en los genitales externos e internos. La vaca muestra inquietud, su vocalización aumenta, camina más, trata de montar a otras vacas y acepta la monta del toro o de otra vaca. La vulva se inflama ligeramente, a la palpación rectal se aprecia el útero con tono o turgencia (duro y contraído) y al realizar un masaje del cérvix se observa que sale por la vulva moco cristalino abundante (Hernández, 2016).

2.6. Inhibidores del ciclo estral

2.6.1. Promotores de crecimiento

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) se define “agente promotor del crecimiento" como “aquella sustancia distinta de los nutrientes de la ración que aumentan el ritmo de crecimiento y mejoran el índice de conversión de los animales sanos y correctamente alimentados” (Estévez, 2016).

En términos generales el efecto promotor de crecimiento o anabólico de los implantes se debe al redireccionamiento de la energía consumida por el bovino, que se destina a la síntesis proteica en vez de la síntesis de grasa, se requiere entonces menos energía consumida por unidad de ganancia de peso en etapas comparables de crecimiento, básicamente el implante modifica la composición de la ganancia de peso (Arias, 2013). La fijación de proteínas en el organismo es un proceso de muy poco rendimiento metabólico en los animales mamíferos, es necesario procesar 9 partes de proteínas para fijar una parte ("Turn over" proteica). Este es el motivo principal, que cuando hace falta eficiencia en el proceso se utilizan los productos que incrementan la fijación de N, como son los anabólicos (Gimeno, 2000).

2.6.2. Anabólicos

Los agentes anabólicos o promotores de crecimiento son una alternativa para acrecentar la producción de carne, influyen en las funciones metabólicas del animal, mejorando el balance de nitrógeno en el organismo y, por consiguiente, incrementando la producción de proteína en el mismo (Correal, 2009). Pueden ser divididos en dos grupos; los esteroides anabólicos no hormonales y los hormonales. En el grupo de las hormonas

esteroides tenemos: el Estradiol, el cual es un estrógeno natural y los estrógenos sintéticos como el Dietilestilbestrol (DES), el Hexestrol, el Dinestrol y otros. Sin embargo se ha comprobado que por su efecto en el metabolismo intermedio, las hormonas pueden afectar desfavorablemente a los animales tratados, por esta razón se empezó a estudiar el uso de agentes anabólicos con actividad no hormonal es uno de los métodos no genéticos para modificar el potencial de crecimiento de los animales, como el Zeranol y el Acetato de Trembolona, los cuales tienen un gran poder estimulante del crecimiento y no tienen efectos secundarios indeseables. (Quesada y Monge, 2001).

Los efectos anabólicos son procesos metabólicos (bioquímicos) que aumentan las reservas de energía disponible, llevan a la producción de moléculas de mayor tamaño a partir de moléculas de menor tamaño y disminuyen el uso de energía disponible (Valencia, 2009).

Los anabólicos son hormonas artificiales, estas sustancias normalmente no se encuentran en el organismo. En el organismo existen sistemas enzimáticos que metabolizan y degradan a las hormonas naturales. Asimismo, las hormonas sintéticas no tienen esos sistemas enzimáticos, por consiguiente, las hormonas artificiales parecen ser más activas y persistentes que las naturales debido a que son metabolizadas lentamente en el organismo (Huamám, 2005).

Los agentes anabólicos endógenos, el estradiol, la progesterona y la testosterona son esteroides que se metabolizan rápidamente en el hígado y no son muy activos cuando se administran por vía oral. Con respecto al mecanismo bioquímico de acción, cabe suponer que los anabolizantes actúan como todos los esteroides por medio de receptores intracelulares (Rico, 1983).

Estas sustancias ejercen un efecto androgénico, estrogénico y/o progestágeno, en forma de implantes subcutáneos de liberación lenta dispuestos en la oreja del animal y desechados antes del sacrificio, aunque algunos de ellos, eran de administración oral como el acetato de melengestrol (Galbraith, 2002).

2.6.3. Clasificación

Las únicas hormonas autorizadas para su uso en el sector cárnico bovino de diversos países son las hormonas sexuales, las cuales se dividen según su estructura en hormonas naturales (estradiol, progesterona y testosterona) y hormonas sintéticas (zeranol, trembolona y melengestrol), (Itana y Duguma, 2021).

Cuadro 2: Clasificación de agentes anabólicos por categorías.

Categorías	**Sustancias Químicas**
Estíbenos	➢ Dietiletibestrol ➢ Hexestrol ➢ Dienestrol
Compuestos Naturales	➢ 17β Estradiol ➢ Testosterona ➢ Progesterona
Xenobioticos no estilbenos	➢ Acetato de Melengestrol ➢ Zeranol ➢ Acetato de Trembolona
Hormona del crecimiento y compuestos afines	➢ Hormona del crecimiento ➢ Descargadores de hormona del crecimiento ➢ Somatomedina ➢ Somatostatina

Adaptado de Ledezma, (2014).

Cuadro 3. Clasificación de las principales hormonas presentes en los implantes anabólicos.

Tipo Hormonal	Natural	Sintético
Andrógenos	Testosterona	Acetato de Trembolona
Estrógenos	17-β Estradiol Zeranol (micoestrógeno)	----------
Progestágenos	Progesterona	Acetato de Melengestrol

Adaptado de Vega *et al.,* (2021).

2.6.3.1. Hormona Naturales

2.6.3.1.1. 17-β Estradiol

Tiene un efecto integral en la síntesis de proteína, es posible que igualmente ejerza una acción más específica a nivel muscular. Dependiendo de la dosis se obtiene una liberación de hormona leuteinizante, que promueve el crecimiento y ganancias de peso, aunque las respuestas son muy inconstantes (Desdémona, M.E. 2019).

2.6.3.2. Hormonas Sintéticas

2.6.3.2.1. Acetato de Trembolona

Es un anabólico esteroide sintético que ha sido muy utilizado para acelerar el crecimiento y desarrollo en el ganado bovino, su potencia anabólica es 10 a 50 veces mejor que la tetosterona, es comúnmente utilizado en combinación con un estrógeno (17 β estradiol o benzoato de estradiol) para acelerar el crecimiento y desarrollo animal como también mejorar la conversión alimenticia, dicha combinación de anabólicos se hace en diferentes concentraciones de acetato de trembolona y estradiol de acuerdo a la fisiología de cada animal en producción (Mendoza., 2016).

2.6.3.2.2. Acetato de melengestrol

Acetato de melengestrol es un progestágeno activo por vía oral que ha estado disponible comercialmente desde 1968 como aditivo alimentario para mejorar la utilización del alimento, la tasa de crecimiento, y para suprimir la expresión del estro en novillas de engorda. Los escenarios de producción actuales, requieren de diferentes y nuevas estrategias de nutrición, estrategias de implantes, aditivos alimentarios, especificaciones

de comercialización y genotipos de ganado. Por ello la utilización del acetato de melengestrol (MGA) en hembras bovinas para mejorar la eficiencia alimenticia en los corrales de engorda, lo cual se logra mediante la inhibición de la presentación del estro. Como todos los progestágenos, el MGA inhibe la secreción de la LH, con lo cual se suprime la maduración del folículo y la ovulación (Hernández, 2016).

2.6.3.2.2.1. Mecanismo de acción del Acetato de Melengestrol

El MGA actúa a nivel hipotálamo; inhibe el pico de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y el pico de la hormona luteinizante (LH) de acuerdo a la dosis administrada, ya que a dosis altas inhibe la producción total de LH, mientras dosis bajas aumenta su frecuencia pulsátil. En bovinos se reporta que cuando se administran dosis altas hay una supresión de LH y puede ser tan intensa que disminuye su concentración y presenta un efecto negativo en el reclutamiento y desarrollo folicular; sin embargo, cuando se administran dosis bajas el desarrollo folicular se ve inhibido, manifestanse asi la ausencia de celos cíclicos cada 21 dias en promedio (Kojima *et al.,* 2003).

HIPÓTESIS

La adición de acetato de melengestrol (MGA) usado como aditivo mejora la respuesta productiva y el rendimiento en canal en hembras bovinas de descarte, alimentadas con dietas de finalización.

III. OBJETIVOS

General

Evaluar el efecto de la adición de acetato de melengestrol (MGA) como aditivo para mejorar la respuesta productiva y el rendimiento en canal de hembras bovinas de descarte en finalización.

Específicos

1. Medir el efecto de la adición del acetato de melengestrol en ganancia diaria de peso y conversión alimenticia de las hembras en finalización.
2. Medir el efecto de la adición del acetato de melengestrol en el rendimiento de la canal de las hembras en finalización.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del área de estudio

El trabajo experimental se llevó a cabo en el corral de engorda “MALENY”, ubicado en la localidad de Campo Berlín, Navolato Sinaloa, por la carretera la Platanera - la Palma, con temperaturas máximas de 39.5 y mínimas de 9.5 °C, precipitación anual de 790 mm, distribuidos de julio a septiembre (SIAP, 2022).

5.2. Manejo y características de los animales

Los procedimientos de manejo de los animales se realizaron dentro de las técnicas aprobadas en el territorio nacional para el uso y cuidado de los animales (NOM-051-ZOO-1995, trato humanitario en la movilización de animales; NOM-061-ZOO-1995, especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio; NOM-024-ZOO-1995, especificaciones y características zoosanitarias para el transporte de animales, sus productos y subproductos, productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos).

Para la obtención de las variables de interés, se llevó a cabo una prueba de respuesta productiva con una duración de 80 días donde se utilizaron 360 vacas sanas de descarte con cruzas de suizo, con el objetivo de evaluar el efecto de la adición de acetato de melengestrol (MGA) como aditivo para mejorar la respuesta productiva y el rendimiento en canal de hembras bovinas en finalización en dos periodos del año. Inicialmente se evaluó la condición corporal de las vacas de acuerdo al método propuesto por Herd y Sprot (1986), el cual considera una escala del 1 al 9, siendo el 1 un animal flaco y 9 un animal muy gordo. En la evaluación, se registró una condición corporal del nivel 4 y 5 con peso inicial entre 380 kg a 530 kg. A la llegada de los animales a las instalaciones se les ofreció una dieta de recepción en una proporción de 4 kg de forraje (alfalfa) más 4 kg de concentrado durante 6 días con el objetivo de recuperar la fibra perdida por el estrés ocasionado por el transporte a la unidad de producción intensiva, además de permitir el restablecimiento del microbioma ruminal. Durante las primeras 24 horas de la recepción, se realizó una metafilaxia aplicando antibiótico de larga acción a base de oxitetraciclina 20 mg/kg y diclofenaco de 1 mg/kg de peso vivo, vía intramuscular, (ouroterta premiun), desparasitación con triclalbendazol 12 mg/kg de peso vivo, vía oral, (fascicoll), aplicación

de una bacterina toxoide de *Manhemia haemolytica* tipo A-1, 2 ml subcutánea, (one shot) y una bacterina toxoide contra el complejo clostridial e *Histophilus somni*, 5 ml vía subcutánea (ultrabac 7 sumobac), más vitaminas A D y E 5 ml vía subcutánea (ourovit ADE).

Posterior al periodo de recepción y adaptación se procedió a realizar el pesaje para obtener el peso inicia e identificación individual del arete SIINIGA. Se administró el implante anabólico por vía subcutánea en el tercio medio de la cara posterior de la oreja, con 200 mg de acetato de trembolona y 28 mg de benzoato de estradiol (Sinovex plus). Una vez pesados los animales, se asignaron en base a un Diseño de Bloques Completos al Azar, (tomando como criterio de bloqueo el peso vivo del animal) se asignaron en tres bloques con un rango de diferencia de 50 kg por cada bloque y contemplando al corral como unidad experimental, al cual se le asignaron 20 vacas los cuales tuvieron un peso promedio de 403.46, 457.97 y 510.69 kg respectivamente. Se llevó a cabo dos experimentos de la respuesta productiva en diferente periodo del año, uno a partir del 26 de agosto al 13 de noviembre de 2022 y otro del 8 de noviembre de 2022 al 26 de enero de 2023. Cada hembra contaba con espacio vital de 22.5 m^2/animal, 5.25 m^2 por animal de sombra, 0.75 metros lineales de comedero por animal y 0.15 m lineales de bebedero por animal.

Temperatura, humedad e ITH

La medición de temperatura y humedad, se llevó a cabo utilizando un termómetro digital (thermo-hygro). El registro se realizó una vez al día, a la 2:00 pm, obteniendo tres valores de temperatura (actual, máxima y mínima), de igual manera se realizó con el parámetro de la humedad (actual, mínima y máxima), con esos valores se calculó el índice de temperatura y humedad de acuerdo a la formula descrita por Davis *et al*. (2003).

5.3. Alimentación con dietas experimentales

Con el objetivo de mantener el comedero con residuos bajos, diariamente se implementó lectura de comedero, la cual contaba con tres parámetros o niveles (1 barrido, 2 normal y 3 sobrado) con estos criterios se tomó diariamente la decisión de la cantidad de alimento o ración destinada por animal, dicha cantidad de alimento, se ofreció en 2 horarios (8:00 am y 3:00 pm) a una proporción de 40:60 de la ración total.

Cuadro 4. Tipo de dieta, administrada de acuerdo a las necesidades del animal conforme avanza la fase de respuesta productiva.

	Fórmula 1	Fórmula 2	Fórmula 3	Fórmula 3 zilpaterol	Fórmula 3 retiro
Días	9	16	15	37	3

Cuadro 5. Ingredientes de la dieta basal para vacas de descarte durante la fase de finalización.

INGREDIENTES kg	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 3 ZILPATEROL
Maíz molido	415	570	640	640
Pasta de soya	50	40	40	40
DDG´S	130	140	110	110
Mineral	25	25	25	25
Melaza	80	80	65	65
Alfalfa	100	0	0	0
Paja de maíz	200	145	120	120
Zilpaterol	0	0	0	0.14
Total, kg	1,000	1,000	1,000	1,000.14
PRECIO	**$6,437.7**	**$6,811.75**	**$7,042.2**	**$7,203**

Cuadro 6. Composición química de las dietas utilizadas en cada fase experimental.

Análisis químico	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Proteína cruda %	13.31	12.59	12.29
ED, Mcal/kg	3.29	3.53	3.59
EM, Mcal/kg	2.70	2.89	2.94
ENm, Mcal/kg	1.77	1.94	1.98
ENg, Mcal/kg	1.15	1.30	1.33
Extracto etéreo %	3.73	4.09	4.07
Materia seca %	87.74	87.75	87.84

5.4. Asignación de tratamientos

Los tratamientos utilizados en el experimento fueron los siguientes: **T1**) Dieta basal sin aditivo (control), **T2)** Dieta basal más la suplementación con 0.4 mg de MGA/animal/día, **T3)** Dieta basal más la suplementación con 0.5 mg de MGA/animal/día. El acetato de melengestrol (MGA-100, zoetis México) se obtuvo por medio de una distribuidora de medicamentos veterinarios (comercializadora veterinaria).

Cuadro 7. Conformación del experimento 1, número de lotes, dosis del MGA por réplica, número de animales con los respectivos pesos promedios.

Época agosto-noviembre 2022			
LOTE	DOSIS MGA/mg	# ANIMALES	PESO INICIO Kg
	Réplica 1		
1	0.5	20	404.65
2	0.4	20	453.85
3	0	20	512.8
	Réplica 2		
4	0.5	20	504.09
5	0.4	20	377.55
6	0	20	443.55
	Réplica 3		
7	0.5	20	455.55
8	0.4	20	507.15
9	0	20	399.5

Cuadro 8. Conformación del experimento 2, número de lotes, dosis del MGA por réplica, número de animales con los respectivos pesos promedios.

Época noviembre 2022 a enero 2023			
LOTE	**DOSIS MGA/mg**	**# ANIMALES**	**PESO INICIO Kg**
	Repetición 4		
10	0.5	20	397.85
11	0.4	20	445.85
12	0	20	489.65
	Repetición 5		
13	0.5	20	520.75
14	0.4	20	422.25
15	0	20	476.75
	Repetición 6		
16	0.5	20	472.15
17	0.4	20	529.65
18	0	20	417.85

La adición de MGA en los tratamientos, se realizó durante toda la fase experimental conformada por los 80 días. Los animales se pesaron al inicio y al final de la prueba, con la ayuda de una báscula digital (tru-test).

5.5. Cálculo de variables

Cuadro 9**.** Variables de la respuesta productiva, adaptado de Arteaga-Wences *et al. (*2021).

Variable	Formula	Descripción
Consumo de materia seca(CMS) %	$CMS = \frac{CBH}{MS}$	Consumo base húmeda por el contenido de materia seca.
Ganancia diaria de peso(GDP) kg	$GDP = \frac{PF - PI}{DIAS}$	Se resta el peso inicial al peso final dividido por el número de días de alimentación.
Eficiencia alimenticia(EF) kg/kg	$EF = \frac{GDP}{CMS}$	Se divide la ganancia diaria de peso entre el consumo promedio diario de materia seca.
Rendimiento en canal (R C) %		Se divide el peso del canal caliente entre el peso final y se multiplica por cien

Calculó de variables de característica de la canal

El parámetro de importancia de la canal fue el porcentaje de rendimiento de pie a canal.

5.6. Análisis estadístico

Para el análisis de la respuesta productiva se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar, utilizando el software SAS (2004), donde el criterio de bloqueo fue el peso vivo inicial, siendo la unidad experimental el corral. Se consideró como diferencia significativa cuando el valor de P fue ≤ 0.05 y como tendencia cuando el valor de P> 0.05 y ≤ 0.10. Los tratamientos se fijaron en tres niveles, los cuales se realizaron 3 réplicas por periodo, teniendo dos periodos diferentes (agosto-noviembre y noviembre-enero). El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$\mathbf{Y_{ij} = \mu + \beta_i + t_j + E_{ij}}$$

Donde:

Y_{ij} = es la variable de respuesta

μ = es el promedio general

β_i = es el efecto del bloque

τ_j = es el efecto de tratamiento

ε_{ij} = es el error experimental. (Badii *et al*., 2007).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 10. ITH registrado del 26 de agosto de 2022 al 13 noviembre de 2022.

Semana	Actual Ta (°C)	Max Ta (°C)	Min Ta (°C)	Actual HR (%)	Max HR (%)	Min HR (%)	Actual ITH	Max ITH	Min ITH
1	31.06 ± 4.0	32.8 ± 3.0	27.36 ± 3.5	75.00±12.4	84.00 ± 13.2	71.38 ± 8.2	83.65±3.4.7	88.37 ± 5.2	77.67 ± 4.8
2	33.13 ± 2.6	34.94 ± 2.1	28.91 ± 3.0	61.5 ± 10.6	76.00 ± 11.4	57.50±12.4	84.56 ± 2.5	90.22 ± 3.2	78.23 ± 4.9
3	36.21 ± 1.4	38.98 ± 1.7	31.26 ± 2.7	42.50 ± 6.4	60.88 ± 8.6	37.50 ± 3.7	84.99 ± 2.0	92.87 ± 2.3	78.05 ± 3.3
4	35.80 ± 1.6	37.95 ± 1.7	28.16 ± 1.9	48.38 ± 7.2	72.00 ± 14.6	42.13 ± 5.8	85.67 ± 1.3	94.15 ± 4.47	75.07 ± 3.1
5	36.28 ± 2.0	39.50 ± 1.4	26.65 ± 3.2	35.63 ± 8.4	75.13 ± 12.4	27.88 ± 6.4	83.49 ± 18	97.31 ± 4.4	71.45 ± 3.9
6	35.33 ± 1.9	38.29 ± 1.3	26.96 ± 3.9	35.5 ± 8.9	64.00 ± 15.0	27.63 ± 6.3	82.46 ± 3.0	92.61 ± 3.2	71.71 ± 4.4
7	34.83 ± 1.2	37.89 ± 1.1	25.53 ± 5.2	29.25 ± 7.0	72.00 ± 18.7	22.88 ± 3.0	80.54 ± 1.2	93.97 ± 4.5	69.64 ± 5.4
8	33.64 ± 2.1	36.38 ± 2.5	24.50 ± 5.0	30.88 ± 8.2	73.75 ± 11.6	24.25 ± 6.6	79.61 ± 3.0	92.20 ± 5.4	68.65 ± 5.1
9	32.48 ± 1.3	35.69 ± 1.2	24.75 ± 2.4	30.00 ± 3.7	57.13 ± 10.9	24.13 ± 4.0	78.10 ± 1.1	87.42 ± 2.3	68.91 ± 2.4
10	30.31 ± 1.9	32.75 ± 2.0	23.29 ± 3.1	29.13 ± 5.2	59.75 ± 15.9	23.75 ± 2.3	75.52 ± 1.6	83.74 ± 2.7	67.34 ± 3.1

Ta= Temperatura
HR= Humedad relativa
ITH= Índice de temperatura y humedad

Cuadro 11. ITH registrado del 8 noviembre de 2022 al 26 de enero de 2023

Semana	Actual Ta (°C)	Max Ta (°C)	Min Ta (°C)	Actual HR (%)	Max HR (%)	Min HR (%)	Actual ITH	Max ITH	Min ITH
1	29.96 ± 1.6	31.2 ± 1.1	21.79 ± 2.1	30.25 ± 4.1	59.75 ± 18.0	23.25 ± 2.4	75.38 ± 1.4	82.83 ± 2.0	65.76 ± 2.2
2	26.89 ± 2.8	31.06 ± 1.3	16.5 ± 3.3	29.88 ± 5.5	64.88 ± 13.8	21.88 ± 2.9	71.84 ± 2.8	82.41 ± 3.3	60.22 ± 3.3
3	29.25 ± 1.3	33.14 ± 2.9	16.28 ± 3.3	33.25 ± 9.0	68.38 ± 12.3	20.88 ± 2.4	75.07 ± 2.5	86.31 ± 6.6	60.00 ± 3.6
4	29.95 ± 1.2	34.18 ± 2.8	18.25 ± 3.7	34.88 ± 7.3	76.00± 11.3	21.88± 2.4	76.11 ± 2.2	89.23 ± 6.0	62.08 ± 4.2
5	27.38 ± 2.6	32.48 ± 2.2	13.71 ± 1.9	36.25 ± 17.1	85.25 ± 11.3	26.75 ± 8.8	72.97 ± 2.0	88.02 ± 3.7	57.3 ± 2.1
6	27.05 ± 1.5	31.06 ± 2.1	11.96 ± 3.9	35.38 ± 11.8	71.38 ± 16.1	22.88 ± 6.4	72.65 ± 1.0	83.45 ± 4.5	55.59 ± 4.3
7	30.54 ± 1.3	33.49 ± 2.9	15.51 ± 2.1	35.00 ± 7.3	80.00 ± 8.1	21.5 ± 2.2	76.78 ± 1.9	88.87 ± 5.6	59.23 ± 2.4
8	26.53 ± 1.8	30.84 ± 2.1	9.65 ± 2.2	32.88 ± 13.5	72.00 ± 18.2	22.25 ± 6.9	71.77 ± 1.9	83.26 ± 4.9	53.24 ± 2.3
9	27.36 ± 2.0	30.75 ± 0.9	12.85 ± 0.9	36.38 ± 16.8	80.63 ± 10.6	26.88 ± 8.7	73.15 ± 2.6	84.44 ± 1.7	56.41 ± 1.0
10	27.84 ± 1.9	30.39 ± 1.3	9.50 ± 1.9	29.25 ± 5.2	81.63 ± 7.8	21.00 ± 1.6	72.81 ± 1.9	74.07± 2.7	53.06 ± 2.1

Ta= Temperatura
HR= Humedad relativa
ITH= Índice de temperatura y humedad

Temperatura, humedad e ITH

El índice de temperatura humedad se calcula mediante la fórmula: ITH =0.81 X T + HR (T – 14.40) + 46.40 (Hahn 1999), y se clasifica para el estrés calórico como normal < 74; alerta, ≥ 74; peligro, ≥79; y emergencia, ≥ 84 (Davis *et al*, 2003)

Cuadro 12. Efecto de diferentes niveles de MGA sobre las variables de respuesta productiva y rendimiento en canal de vacas de descarte en etapa de finalización.

	0 mg	0.4 mg	0.5 mg	EEM	P
Agosto-noviembre:					
N	60	60	60		
Ciclo de engorda, días	80	80	80		
Peso inicio, kg	451.95	446.18	455.03	7.10	0.67
Peso final, kg	582.35	592.36	601.57	8.77	0.30
Kg incrementados	130.40 [b]	146.18 [a]	146.53 [a]	4.39	0.02
Consumo de alimento, kg	1097.83[b]	1121.50[ab]	1147.00[a]	8.40	0.01
Conversión alimenticia, Kg/kg	8.45 [a]	7.67 [b]	7.83 [b]	0.06	0.01
Peso canal caliente, kg	332.49	339.99	341.08	5.01	0.42
Kg extra de canal	-----	7.5	8.59		
Rendimiento canal, %	57.07[c]	57.42 [b]	57.71 [a]	0.08	0.01
Noviembre-enero:					
Peso inicio, kg	461.42	465.92	463.58	6.89	0.90
Peso final, kg	581.88	603.5	598.58	8.57	0.18
Kg incrementados	120.47	137.58	134.6	5.48	0.06
Consumo de alimento, kg	1153.50[ab]	1134.83[b]	1163.83[a]	7.38	0.02
Conversión alimenticia, Kg/kg	9.84 [a]	8.33 [c]	8.77 [b]	0.13	0.01
Peso canal caliente, kg	338.50	347.16	346.32	4.84	0.38
Kg extra de canal	-----	8.66	7.82		
Rendimiento canal, %	58.20 [a]	57.60 [b]	57.86 [ab]	0.13	0.01

[abc] Literales diferentes en renglón indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

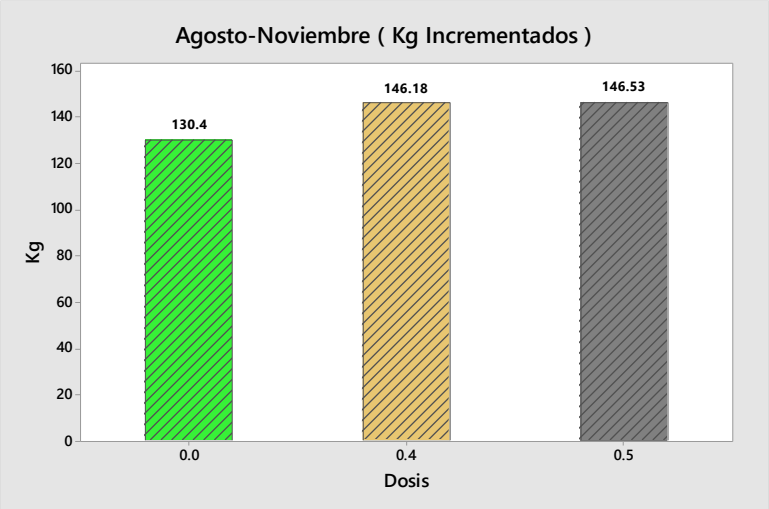
Cuadro 13. Influencia del periodo sobre el efecto de los tratamientos con MGA en los parámetros productivos.

Parámetro	Agosto-Noviembre	Noviembre-enero	EEM	P
Peso inicio, kg	451.06	463.64	4.03	0.03
Peso final, kg	592.09	594.52	5.00	0.73
Kg incrementados	141.04	130.88	2.86	0.02
Consumo de alimento, kg	1,122.11	1,150.72	4.61	0.01
Conversión alimenticia, kg/kg	7.98	8.98	0.06	0.01
Peso canal caliente, kg	337.85	343.99	2.84	0.13
Kg extra de canal	-----	6.14		
Rendimiento canal, %	57.06	57.89	0.06	0.01

Época agosto-noviembre 2022

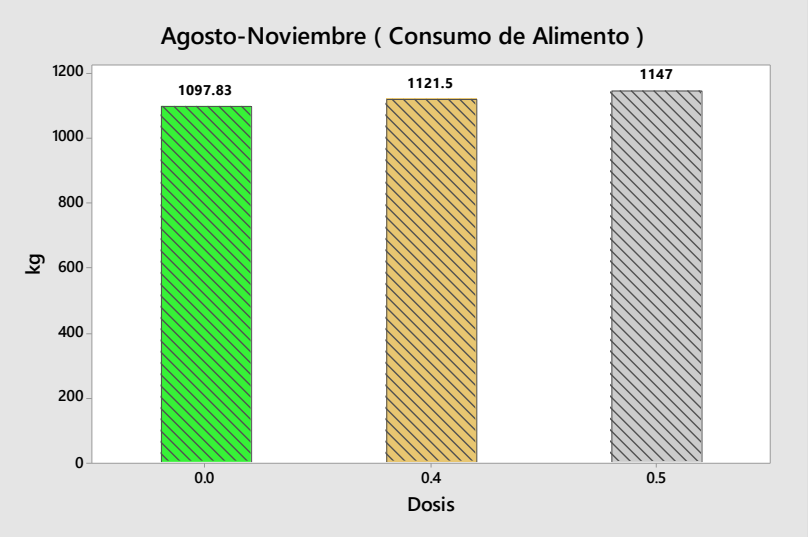
En la variable de respuesta kg incrementados, se observa que conforme aumenta la dosis de MGA aumentan los kg incrementados, los tratamientos con dosis de 0.4 y 0.5 mg de MGA (146.18 y 146.53 kg), entre ellos son estadísticamente iguales y comparados con el tratamiento testigo 0 mg de MGA (130.40 kg), existe diferencia numérica de 15.78 kg y una diferencia estadística con un valor de P= 0.02, estos resultados coinciden con los reportados por Henricks (1997) y Meder (2000).

Figura 4: Kilogramos incrementados agosto-noviembre.



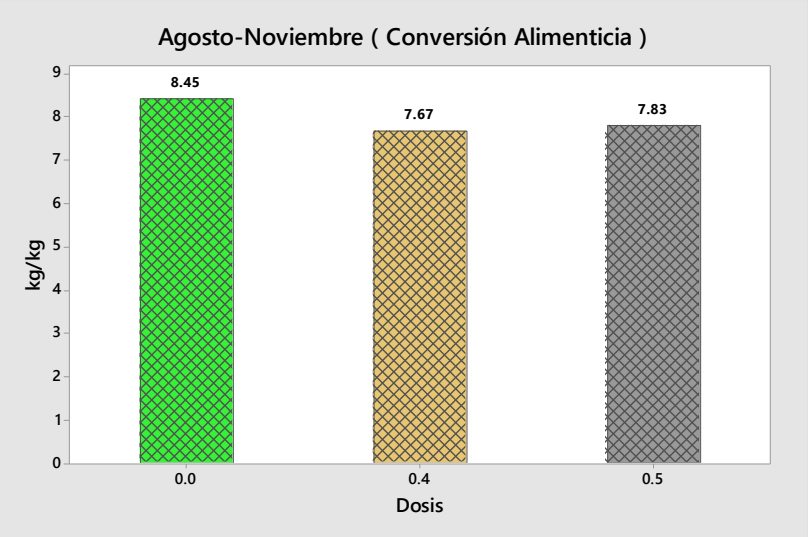
En la variable de respuesta de consumo de materia seca, se observa que, conforme se aumenta la dosis de MGA también aumenta el consumo de alimento, el tratamiento de la dieta testigo con dosis 0 mg de MGA (1097.83 kg), es estadísticamente igual al tratamiento con dosis de 0.4 mg (1121.50 kg), de igual forma el tratamiento con dosis 0.5 mg (1147.50 kg) y dosis 0.4 mg son estadísticamente iguales, los tratamientos que presentan diferencia estadística es la comparación de dosis 0.5 mg vs testigo 0 mg, con un valor de p= 0.01. En ese sentido, Ribeiro (2020) reportó un aumento del 8.1% en el consumo de alimento en vaquillas alimentadas con MGA, de la misma manera Meder (2000), también reportó aumento del consumo de materia seca, lo cual coincide con los resultados del presente experimento a la dosis de 0.5 mg de MGA.

Figura 5. Consumo de alimento agosto-noviembre.



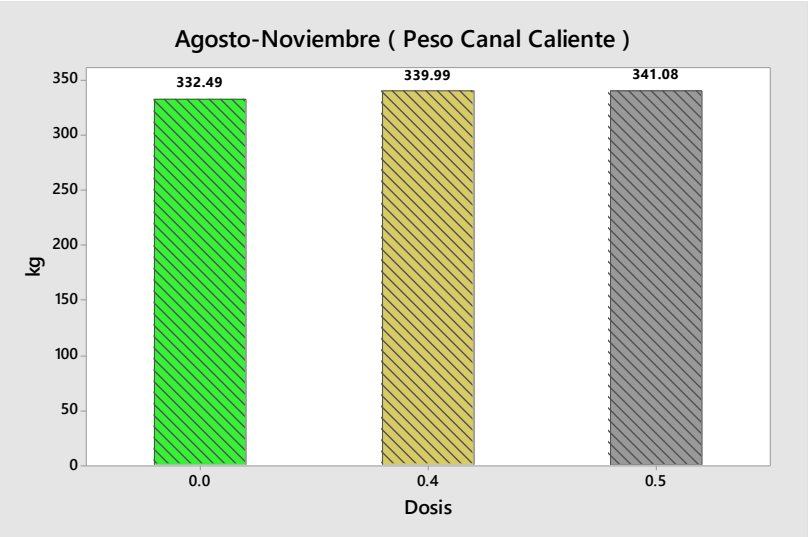
En la variable de respuesta de conversión alimenticia, se observa que los tratamientos con dosis de 0.4 y 0.5 mg de MGA (7.67 y 7.83 kg/kg), son estadísticamente iguales y comparados con el tratamiento testigo 0 mg MGA (8.45 kg/kg) existe diferencia numérica de 0.78 kg de alimento para formar 1 kg de peso vivo y diferencia estadística con un valor de P= 0.01. Ribeiro (2020), reportó una mejoría del 7 % para esta variable, Henricks (1997), una mayor eficiencia alimenticia y Ryan (1975), coincide con mejoras del 8% en la conversión alimenticia.

Figura 6. Conversión alimenticia agosto-noviembre.



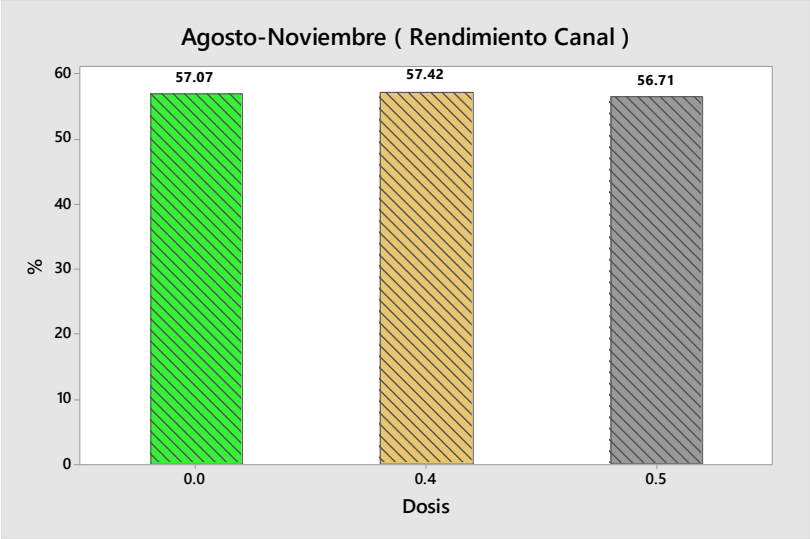
En la variable de respuesta peso canal caliente, no se encontraron diferencias significativas, sin embargo, se observa que conforme aumenta la dosis de MGA aumenta el peso de la canal caliente, dando como resultado 7.5 kg más con la dosis de 0.4 mg y de 8.6 kg más con la dosis de 0.5, cuando son comparados con el tratamiento testigo.

Figura 7. Peso canal caliente agosto-noviembre.



En la variable de respuesta rendimiento en canal, se observa que conforme aumenta la dosis de MGA aumenta el rendimiento en canal, siendo el tratamiento con dosis de 0.5 mg (57.71 %) el que presento el mejor comportamiento para esta variable, seguido de la dosis de 0.4 mg (57.42%), comparando ambas dosis son mejores que el testigo (57.07 %) con una diferencia estadística de P=0.01. Ribeiro (2020), reportó mejoras del 4.7% más en el peso de la canal, Henricks, (1997) reportó mejor rendimiento y marmoleo en canales de vaquillas alimentadas con MGA.

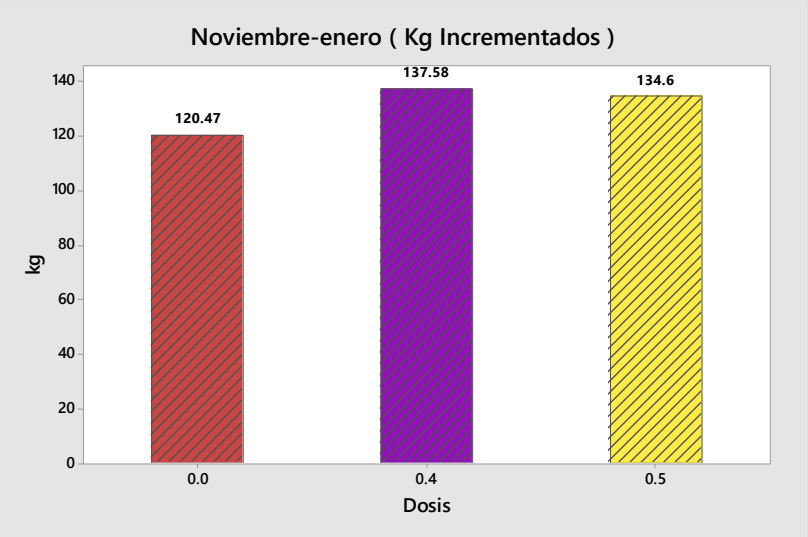
Figura 8. Rendimiento en canal agosto-noviembre.



Época noviembre-enero 2023

No se encontraron diferencias significativas para las variables de peso final y kg incrementados, pero si una tendencia para esta última, aumentando los kg ganados para la suplementación del MGA (P= 0.06), siendo la diferencia numérica para el tratamiento con dosis de 0.4 mg de 17.11 kg y para la dosis de 0.5 mg de 14.13 kg en el periodo de tratamiento, con respecto al tratamiento testigo.

Figura 9: Kilogramos incrementados noviembre-enero.



En la variable de respuesta consumo de alimento, el tratamiento testigo fue similar a la suplementación de MGA, a pesar de que al comparar los tratamientos de 0 y 0.05 mg de MGA la diferencia numérica fue de 10.33 Kg. Al comparar los tratamientos de 0.4 y 0.5 de MGA se encontró una diferencia significativa (P=0.02) siendo la diferencia numérica de 29 kg, esto tuvo un impacto sobre la conversión alimenticia, puesto que al no encontrar diferencias sobre los kg incrementados pero si un menor consumo para la dosis de 0.4 mg de MGA la conversión se vio disminuida para dicho tratamiento, seguido de la dosis 0.5 y 0 respectivamente. En ese sentido, Ryan, (1975), Henricks (1997) y Ribeiro (2020), reportaron mejoras del 7 y 8 % en la conversión alimenticia en vaquillas alimentadas con MGA.

Figura 10. Consumo de alimento noviembre-enero.

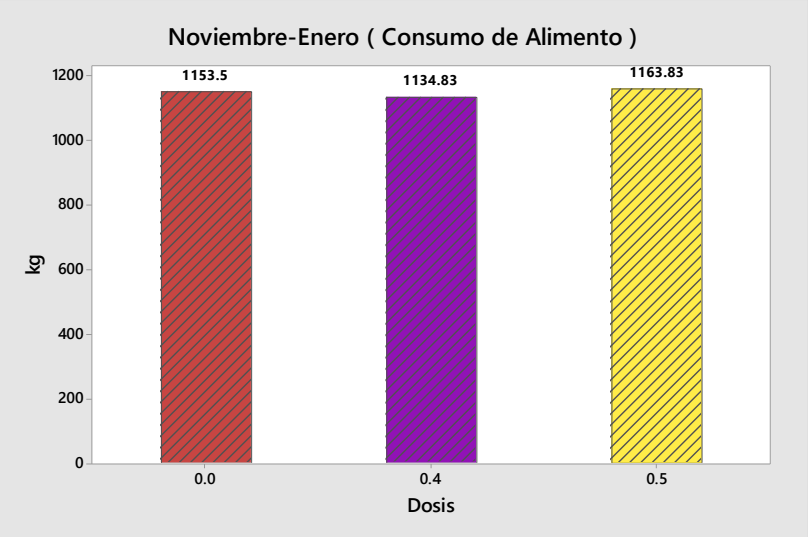
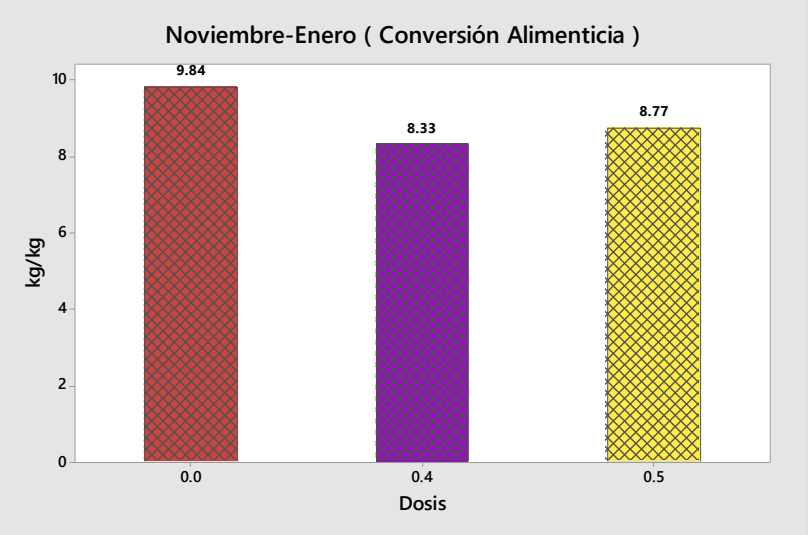


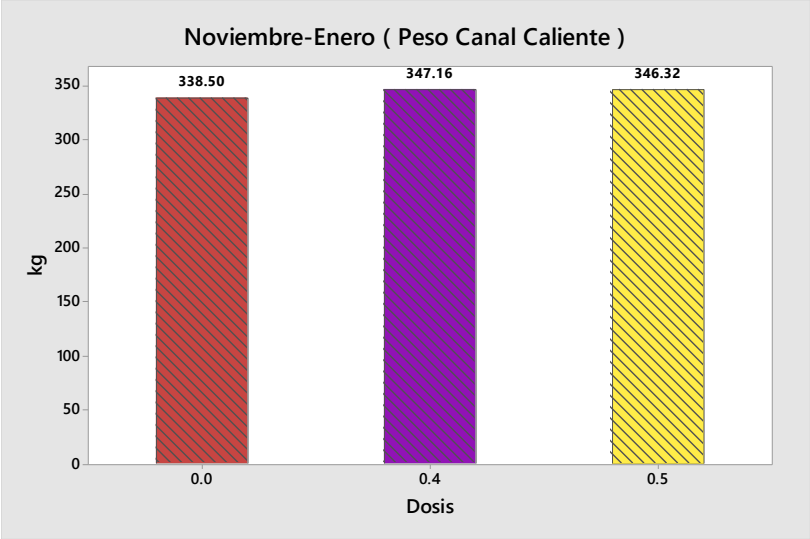
Figura 11. Conversión alimenticia noviembre-enero.



En la variable de respuesta peso de canal caliente, no se encontraron diferencias significativas, sin embargo, se observa que conforme aumenta la dosis de MGA aumenta numéricamente el peso de la canal caliente, dando como resultado que los tratamientos con dosis de 0.4 mg aumentaron 8.66 kg más comparado con el grupo testigo, mientras

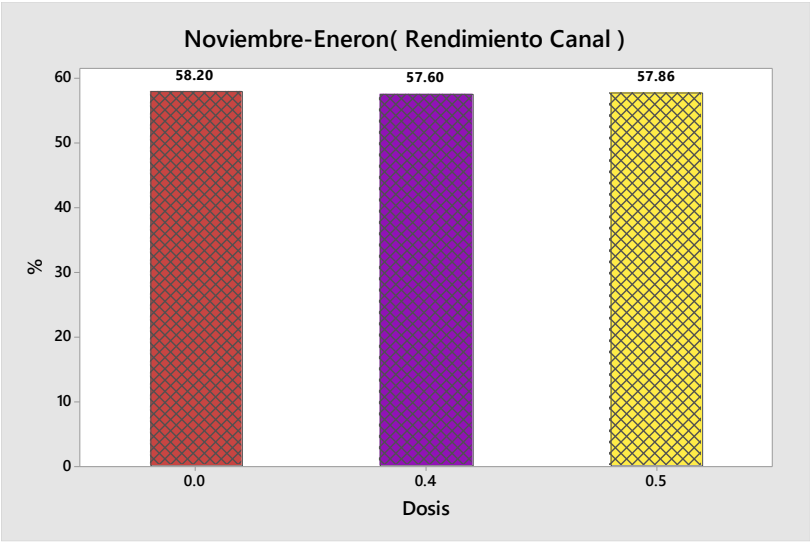
que para la dosis de 0.5 mg, fueron 7.82 kg más de canal caliente comparados con el grupo testigo.

Figura 12. Peso canal caliente noviembre-enero.



En la variable de respuesta rendimiento en canal (%), se observó una diferencias significativa entre los tratamientos testigo y la dosis de 0.4 mg de MGA, siendo mayor en 0.6 puntos porcentuales el tratamiento testigo. Al comparar los tratamientos testigos y 0.5 mg de MGA se observa una diferencia numérica de 0.34 puntos porcentuales, siendo mayor el tratamiento testigo

Figura 13. Rendimiento de canal noviembre-enero.

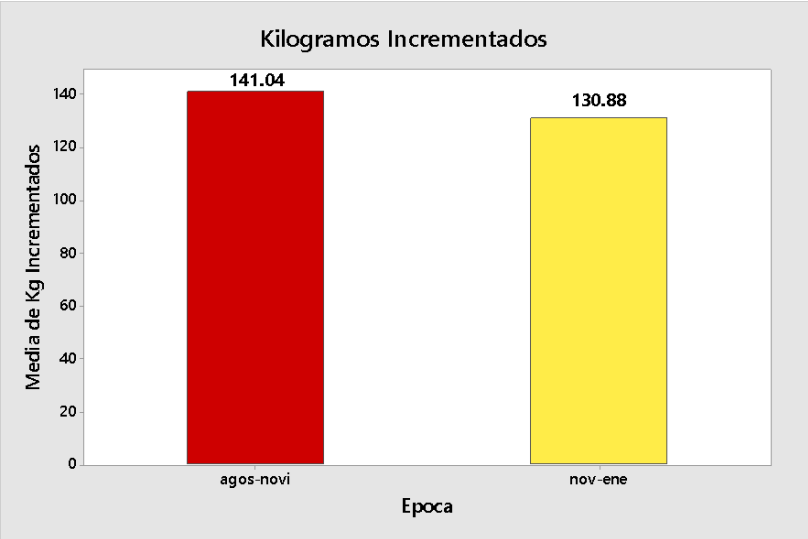


Los resultados comparando época (agosto-noviembre 2022 y noviembre-enero 2023).

Se observa diferencia estadística en el efecto de los periodos con respecto a los parámetros productivos y rendimiento en canal.

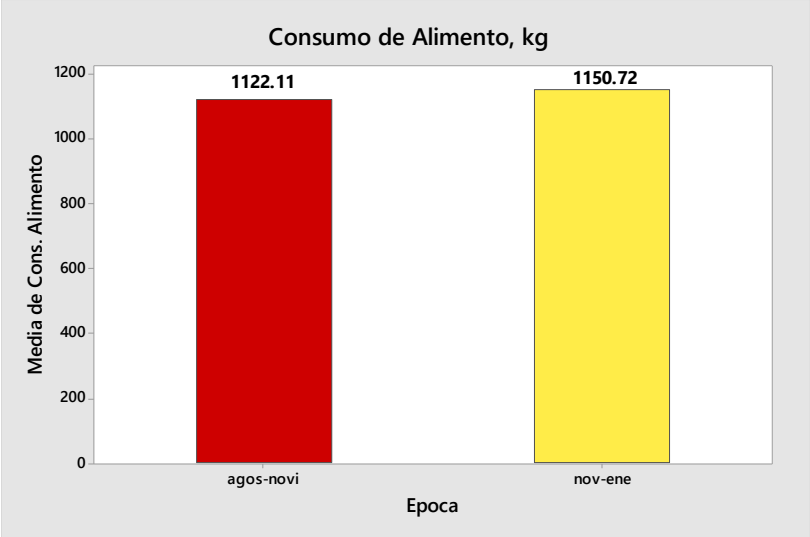
En la variable de respuesta kg incrementados, se observa que hay efecto de la época, obteniendo mayor ganancia de kg en la época agosto-noviembre 2022 (141.04 kg) vs noviembre-enero 2023 (130.88 kg), representando una diferencia de 10.16 kg, con diferencia estadística y un valor de P= 0.02.

Figura 14. Comparación de kilogramos incrementados por época.



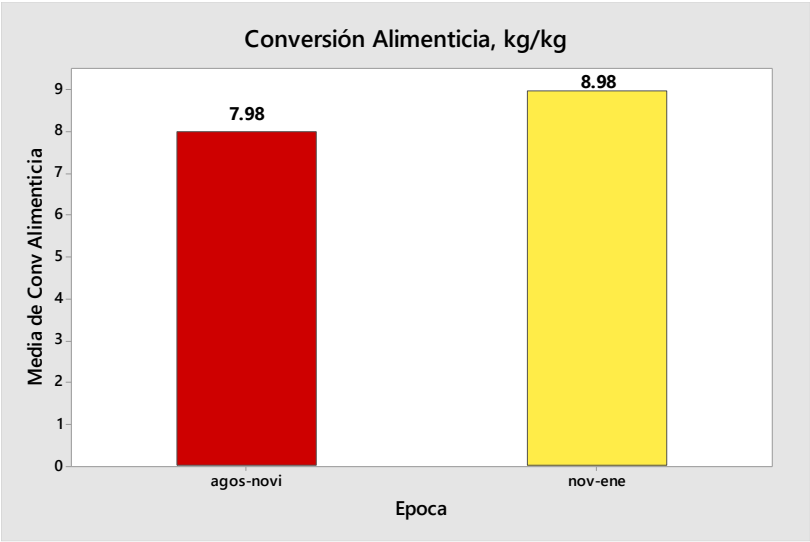
En la variable de consumo de alimento, se observa que hay efecto de época, aumentando el consumo en noviembre-enero (1150.72 kg) vs agosto-noviembre (1122.11 kg) con una diferencia numérica de 28.61 kg (P=0.01). Este efecto, está ligado a las altas temperaturas que se registraron al momento del experimento en la época agosto-noviembre.

Figura 15. Comparación de consumo de alimento entre épocas.



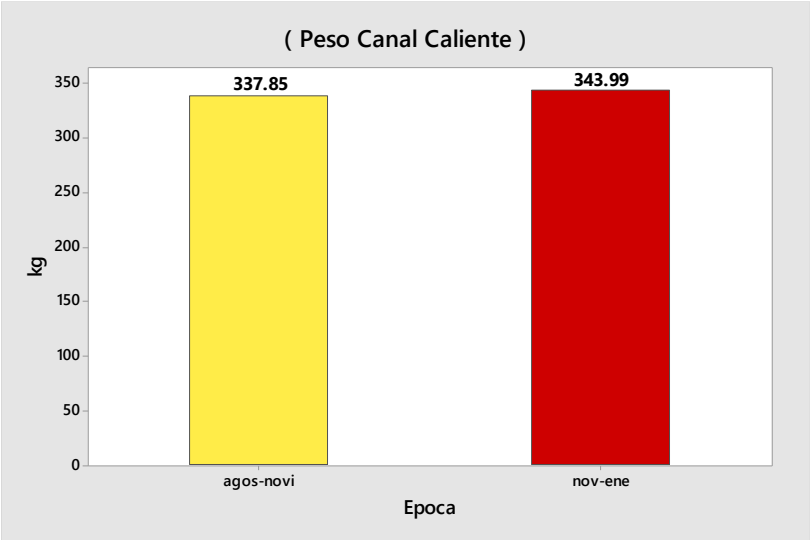
En la variable de respuesta conversión alimenticia, se observa que hay efecto de época, obteniendo mejores resultados en agosto-noviembre 2022 (7.98 kg/kg) vs noviembre-enero 2023 (8.98 kg/kg), con diferencia numérica de 1 kg menos de alimento para ganar el mismo kg de peso vivo (P= 0.01). Aunque los consumos fueron mejores en la época noviembre-enero no se vio reflejado en la conversión de alimento ya que los kg incrementados en esta época fueron menores.

Figura 16. Comparación de conversión alimenticia entre épocas.



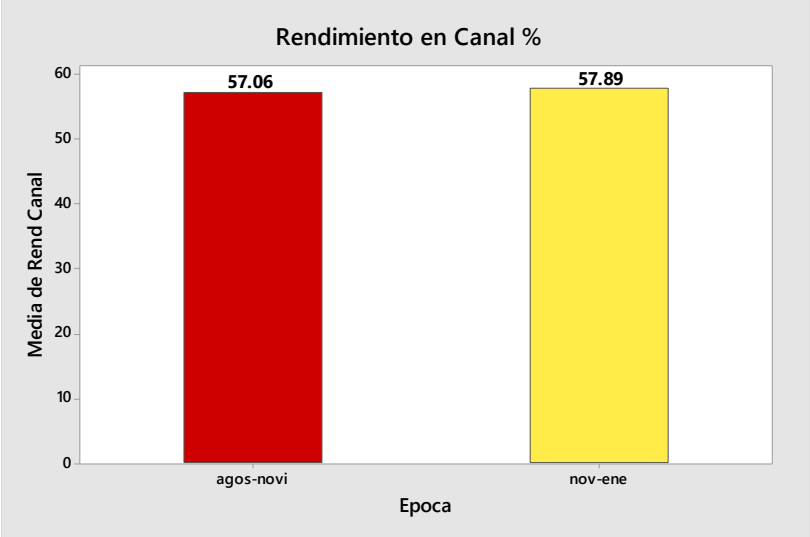
En la variable de respuesta peso canal caliente kg, no se observó efecto de época, aunque la diferencia numérica fue de 6.14 kg más de canal para la época noviembre-enero.

Figura 17. Comparación de peso canal caliente entre épocas.



En la variable de respuesta rendimiento en canal (%), se observa que hay efecto de época (P=0.01), obteniendo mejores resultados en noviembre-enero 2023 (57.89 %) vs agosto-noviembre 2022 (57.06 %), con diferencia numérica de 0.83 %. Aun teniendo una menor eficiencia de alimento en la época noviembre-enero obtuvo mejores rendimientos en canal, este resultado se atribuye a las condiciones climatológicas más frías.

Figura 18. Comparación de rendimiento en canal entre épocas.



VII. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

El uso de MGA en vacas de descarte en engorda intensiva tratadas con dosis de 0.4 y 0.5 mg por animal por día, inhibe al 100% la manifestación de estro (celo), por lo que es una alternativa para inhibir los efectos indeseables del estro (montas, gasto de energía, consumo bajo de alimento, fracturas y contusiones en la canal).

El uso de MGA mejora los parámetros productivos en kg incrementados, mayor ganancia diaria de peso, un incremento en la conversión alimenticia y mejor consumo de materia seca.

El uso de MGA en vacas de descarte, mostro un mejor comportamiento productivo en la época de agosto a noviembre, observándose un incremento en los Kg incrementados (141.04 vs 130.88 kg), menor consumo de alimento y una menor conversión alimenticia (7.98 vs 8.98 kg/kg).

VIII. LITERATURA CITADA

1. Arias, R. (2013). Uso correcto de implantes promotores del crecimiento en bovinos productores de carne. http://www. academia. edu/5439882/Uso_correcto_de_implantes_anabolicos_en_el_ganad o_de_carne_2013.

2. Arronis, V.D. (2017). Sistemas intensivos sostenibles de producción de carne como estrategia para enfrentar el cambio climático. Segunda Edición. http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/04/Manual_de_recomendaciones_sobre_sistemas_Intensivos_de_producci%C3%B3n_de_carne-min.pdf

3. Arteaga, W.Y. J., Estrada, A.A., Ríos, R.F.G., Castro, P.B.I., Mendoza, C.D.A., Manriquez, N.O. M., Plascencia, A. (2021). The effects of feeding a standardized mixture of essential oils vs monensin on growth performance, dietary energy and carcass characteristics of lambs fed a high energy finishing diet. Small Ruminant Research, 205, 106557.

4. Atuesta, J.E., Gonella, D.A.M. (2011). Control hormonal del ciclo estral en bovinos y ovinos. Revista Spei Domus. Vol. 7(14). Pág. 15-25.

5. Badii, M.H., Rodríguez, M.C., Wong, A., Villalpando, P. (2007). Diseños experimentales e investigacion cientifica. Innovaciones de negocios, 4 (8).

6. Bellido, M.M., Escribano, S.M., Mesías, D.F., Rodríguez, L.A., Pulido, G.F. (2001). Sistemas extensivos de producción animal. Archivos de Zootecnia. Vol. 50 (192). Pág. 465-489. ISSN: 0004-0592. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49519203

7. Boyazoglu, J. (1998). Livestock farming as a factor of environmental, social and economic stability with special reference to research. Livestock Production Science, 57: 1-14. https://doi.org/10.1016/S0301-6226(98)00193-6.

8. Callejas, J.N., Rebollar, R.S. (2021). Análisis de la demanda de bovinos carne en pie en los centros de sacrificio de México, 2000-2018. Rev. mex. de cienc. pecuarias vol.12 no.3 Mérida. https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i3.5569

9. Carvajal, A.M., Martínez, M.E. (2020). El ciclo estral en la hembra bovina y su importancia productiva. Instituto De Investigaciones Agropecuarias - Informativo N° 246. https://hdl.handle.net/20.500.14001/4022.

10. Compendio agropecuario. (2012). Observatorio agroambiental y productivo. https://www.bivica.org/files/compendio-agropecuario.pdf.

11. Consejo Mexicano de la Carne. (2023). Compendio estadístico 2023. https://comecarne.org/compendio-estadistico-2023/

12. Correal, H. (2009). Uno de anabólicos en bovinos. Méd. Vet. Zoot. Disponible: www.produccion-animal.com.ar

13. Desdémona, M.E. (2019). Promotores de crecimiento utilizados en ganado para producción de carne. BM Editores. https://bmeditores.mx/ganaderia/promotores-del-crecimiento-utilizados-en-ganado-para-produccion-de-carne-2443/.

14. Estévez, R.R.M. (2016). Estudio histórico del uso y prohibición de los promotores del crecimiento en la ganadería española.

15. Fajardo, Z.Á.L., Méndez, C. F.J., Molina, L.H. (2011). Residuos de fármacos anabolizantes en carnes destinadas al consumo humano. Universitas Scientiarum. 16 (1), 77-91.

16. Fajardo, Z.Á.L., Méndez, C.F.J., Molina, L.H. (2011). Residuos de fármacos anabolizantes en carnes destinadas al consumo humano Universitas Scientiarum, vol. 16, núm. (1), pp. 77-91. ISSN:0122-7483. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49917579007

17. Galbraith, H. (2002). Hormones in international meat production: biological, sociological and consumer issues. Nutrition Research Reviews, 15, 293–314.

18. Gimeno, E.J. (2000). Anabólicos, su interpretación técnica y económica. Veterinaria Argentina, 17(167), 517-522.

19. Herd D.B., Sprott L.R. (1986). Body condition, nutrition and reproduction of beef cows. En: Texas Agricultural Extension Service. Texas A & M Univ. B-1526.

20. Hernández, C.J. (2016). Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros. UNAM. Primera edición. https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/publicaciones/archivos/Fisiologia_Clinica.pdf

21. Huamám, C.N. (2005). Uso de anabólicos (Boldenona y Rumigal Engorde) en el engorde de toretes en un sistema extensivo y su efecto económico, en Tingo María. Tesis de Universidad Nacional Agraria de la Selva.

22. Huertas, V.E., Ponce, G.E., Rubio, R.R. (1972). Efecto del acetato de melengestrol (MGA) y del benzoato de estradiol sobre la eficiencia reproductiva en ganado de leche. Revista ICA. Vol. 7. Núm. 4. Pág. 465-471. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/22669/21587_1617.pdf?sequence=1&isAllowed=y

23. Itana, D.D., Duguma, A. (2021). The Role and Impacts of Growth Hormones in Maximizing Animal Production-A review. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 9(6), pp. 975-981.

24. Kojima, F.N., Bergfeld, E.G.M., Wehrman, M.E., Cupp, K.E., Fike., Mariscal, A. D.V., Sanchez, T.T., Garcia, M.W., Clopton, D.T., Roberts, A.J., Kinder. J.E. (2003). Frequency of luteinizing hormone pulses in cattle influences duration of persistence of dominant ovarian follicles, follicular fluid concentrations of steroids, and activity of insulin-like growth factor binding proteins. Animal Reproduction Science. Vol. 77, Núm. 3–4. Pág. 187-211. ISSN 0378-4320. https://doi.org/10.1016/S0378-4320(03)00038-1

25. Lamb, G. C., Smith, M. F., Perry, G. A., Atkins, J. A., Risley, M. E., Busch, D. C., Patterson, D. J. (2010). Reproductive Endocrinology and Hormonal Control of the Estrous Cycle. The Bovine Practitioner. Vol. 44(1). Pág. 18–26. https://doi.org/10.21423/bovine-vol44no1p18-26

26. Ledezma, G.B.A. (2014). Utilización de implantes en producción de carne bovina. Para obtener título de zootecnista. Programa de zootecnia.

27. Lucy, M.C. 2006. Estrus: Basic Biology and Improving Estrous Detection. Proc. Dairy Cattle Reproductive Conference. Pág. 29-37. 1207 PD: Estro: Biología básica y mejora de la detección del estro - | Ag Orgulloso (agproud.com)

28. Martínez, B.I. (2012). Efecto del acetato de melengestrol sobre el perfil metabólico en vaquillas. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/1852/IIAF-M-2012-0002.pdf?sequence=1#:~:text=El%20acetato%20de%20melengestrol%20es,et%20al.%2C%202004).

29. Matamoros, P.R., Salinas, P.P. (2017). Fundamentos de fisiología y endocrinología reproductiva en animales domésticos. Primera Edición.

30. Motta, D.P.A., Ramos, C.N., González, S.C.M., Castro, R.E.C. (2011). Dinámica folicular en la vida reproductiva de la hembra bovina. vet. zootec. Vol. 5(2). Pág. 88-99. http://vetzootec.ucaldas.edu.co/downloads/v5n2a08.pdf

31. Pereira, M.C.A., Maycotte, M. C.C., Restrepo, B.E., Mauro, Francesco., Calle, M.A., Velarde, M.J. (2011). Sistemas de producción animal I. Primera Edición. https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4782/sistemas_produccion_animal_i.pdf.

32. Perry, G.A., Welshons, W.V., Bott, R.C., Smith, M.F. (2005). Basis of melengestrol acetate action as a progestin. Domest. Anim. Endocrinol. Vol. 28(2). Pág. 147-61. doi: 10.1016/j.domaniend.2004.07.002. PMID: 15713363.

33. Quesada, H.R., Monge, D.C. (2001). Utilización de implantes en ganado de carne. Tecnología en Marcha, ISSN 0379-3962. Vol. 13, N. 4. Págs. 13-19. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835480

34. Rico, A.G. (1983). Metabolismo de agentes anabólicos endógenos y exógenos en bovinos. Revista de Ciencia Animal. 57(1): 226–232. doi:10.2527/jas1983.571226x

35. Rippe, C.A. (2009). El ciclo estral. Servicios Técnicos, ABS Global Inc. Dairy Cattle Reproduction Conference. (PDF) EL CICLO ESTRAL (researchgate.net).

36. Shearer, J.K. 2003. Reproductive Anatomy and Physiology of Dairy Cattle. Animal Science Department, Florida Cooperative Extension Service. University of Florida. Original publication date September 1992. Reviewed. http://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/47/52/00001/DS11500.pdf

37. Shearer, J.K. (2003). Reproductive Anatomy and Physiology of Dairy Cattle. Animal Science Department, Florida Cooperative Extension Service. University of Florida. Reviewed. http://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/47/52/00001/DS11500.pdf

38. SIAP. 2022. https://nube.siap.gob.mx/poblacion_ganadera/.

39. Sintex. (2005). Fisiología reproductiva del bovino. Laboratorio de Especialidades Veterinarias. Sitio Argentino de Producción https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/71-fisiologia_reproductiva_del_bovino.pdf

40. Valencia, T.L. (2009). Modulo Sistema de Producción Bovino. Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

41. Valencia, H.A., Sanchez, A.D., Baldrich, R.N. (2017). Ciclo reproductivo y dinámica folicular en ganado Bos indicus. ISSN. 2539-178X. Vol. 9 Núm. 2. https://editorial.uniamazonia.edu.co/index.php/fagropec/article/view/355.

42. Vega, M., Bravo, S., Arias, R. (2021). Implantes promotores de crecimiento en ganado bovino. Vol. 49 Núm. 2 . DOI: https://doi.org/10.4206/agrosur.2021.v49n2-05.

43. Wiltbank, M.C., Gümen A., Sartory, R. (2006). Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. Proc. Bovine Reproduction: Education and Discussion. Solutions for the Practicing Veterinarian. Theriogenology. Vol. 57 (1): Pág. 93-125. DOI: 10.1016/s0093-691x(01)00656-2.