



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales



Maestría en Producción Agropecuaria

# ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE TRES TRATAMIENTOS HORMONALES PARA LA SINCRONIZACIÓN DE ESTRO EN OVEJAS RAZA DORPER EN LA ZONA CENTRO DEL ESTADO DE MICHOACÁN

TRABAJO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MAESTRO EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA QUE PRESENTA

**MVZ. GUILLERMO DAMIÁN GARCÍA**

DIRECTOR:

Dr. José Herrera Camacho

CODIRECTOR:

Dr. Karlos Edmundo Orozco Durán

COMITÉ TUTORIAL

Dra. Ernestina Gutiérrez Vázquez

Dr. Guillermo Salas Razo

Dr. Miguel Ángel Bautista Hernández

Morelia Michoacán, junio 2025.

## **AGRADECIMIENTOS**

Tomar la decisión de retomar mi proyecto de superación profesional con el posgrado, después de tiempo de concluir mis estudios de licenciatura y de desempeñarme durante 24 años en la administración pública federal, resultó ser un reto personal, que gracias a mi familia tuve la motivación necesaria para emprender.

Hoy quiero agradecer a todos y cada una de las personas que influyeron en la culminación de este trabajo. En especial a:

### **A mis Padres:**

Por ser mi soporte, ejemplo a seguir, con quien siempre puedo confiar, quien me fortalece en los momentos de mayor incertidumbre y que sin duda contribuyeron con su tiempo, sus consejos y su esfuerzo a la culminación de este proyecto.

### **A mis Hijos:**

Memo y Leo quienes son mi motor, la mayor motivación para asumir el reto de este proyecto de superación profesional, son el regalo más grande que la vida me dio. Sin duda el mayor compromiso para crecer personal y profesional, quiero ser un referente y el soporte que necesiten para su crecimiento.

### **A mi Esposa:**

Por ser además de mi compañera de vida, mi complemento, por su apoyo incondicional durante el desarrollo de este trabajo. Su presencia y aliento han sido fundamentales para el logro alcanzado. "Eres mi inspiración y motivación. Gracias por creer en mí y por estar a mi lado en cada paso de este camino. Gracias por ser mi roca y mi sistema de apoyo.

### **A mi Director de Tesis:**

Gracias Dr. Herrera, por todo su apoyo, las enseñanzas, por compartir conmigo su tiempo, su experiencia, por incentivar mi trabajo. Sin duda es parte fundamental de este proyecto. Gracias también por darme el honor de su amistad...

## ÍNDICE GENERAL

	APARTADO	Página
<b>1. RESUMEN</b>		1
<b>2. ABSTRACT</b>		2
<b>3. INTRODUCCIÓN</b>		3
<b>4. ANTECEDENTES</b>		6
4.1. Situación Actual de la Ovinocultura en México.		5
4.2. Los Sistemas de Producción Ovina en Michoacán.		8
4.3. Los desafíos de la Ovinocultura.		9
4.4. La Ovinocultura con visión empresarial.		11
4.5. La raza Dorper.		13
4.6. Anestro (La estacionalidad de la actividad reproductiva).		14
4.7. Ciclo estral de la oveja.		15
4.8. Manejo del ciclo estral del ovino.		16
4.8.1 Progestágenos.		17
4.8.2. Prostaglandina (PG).		18
4.8.2. Gonadotropinas.		19
4.8.2. Dispositivos de liberación de progestágenos.		20
4.9. Tratamientos hormonales para inducción y/o sincronización de estro en hembras ovinas		21
4.9.1. Progesterona (P <sub>4</sub> ).		21
4.9.2. Prostaglandina (PGF <sub>2α</sub> ).		22
4.9.3. Progesterona + Prostaglandina.		22
4.9.4. Progesterona + Gonadotropina coriónica equina.		23
4.9.5. Progesterona + Prostaglandina + Gonadotropina coriónica equina.		23
4.9.6. Hormona liberadora de gonadotropina + prostaglandina + Gonadotropina coriónica equina.		24
4.9.7. Hormona liberadora de gonadotropina + prostaglandina + Hormona liberadora de gonadotropina.		24
4.9.8. Beneficios de la aplicación de tratamientos hormonales.		25
<b>5. HIPÓTESIS</b>		28
<b>6. OBJETIVO GENERAL</b>		28

6.1 Objetivos Específicos	28
<b>7. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>29</b>
7.1 Área de Estudio	29
7.2 Diseño experimental	29
7.3 Manejo reproductivo	29
7.3.1 Detección del Celo.	30
7.3.2 Inseminación Artificia.	30
7.3.3 Diagnóstico de Gestación	30
7.4 Análisis estadístico	30
7.5 Análisis de pertinencia económica	30
<b>8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</b>	<b>31</b>
8.1 Época de baja actividad reproductiva (Anestro)	31
8.2 Época reproductiva.	32
<b>9. CONCLUSIONES.</b>	<b>34</b>
<b>10. LITERATURA CITADA.</b>	<b>35</b>

## **1. RESUMEN**

La eficiencia reproductiva es determinante en la rentabilidad de la ovinocultura, alcanzarla requiere adecuar el manejo reproductivo ovino, con tecnologías económicamente factibles, como el uso de tratamientos hormonales, poco o nulamente utilizado en Michoacán, posiblemente por el costo de implementación. El objetivo evaluar técnica y económicamente tres tratamientos hormonales en el anestro. Utilizando 45 ovejas Dorper multíparas de  $42.0 \pm 2.5$  kg de peso vivo, no lactantes; distribuidas en 3 grupos: T1) con aplicación intramuscular (im) de 200 $\mu$ g de gonadorelina (día 0), día 7, 265mg de cloprostenol; día 9, 200 $\mu$ g de gonadorelina. T2) Dos aplicaciones intramusculares de 265mg de cloprostenol, con intervalo de 11 días. T3) Aplicación intravaginal de esponja de poliuretano impregnada de medroxiprogesterona 60mg, día 7, aplicación im de 265mg de cloprostenol, día 8, retiro de esponja y aplicación im de 500UI de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG). La detección de celo se realizó con machos provistos de mandil, 48 horas postratamientos, por 2 horas am/pm. Las hembras en celo fueron inseminadas por laparoscopía, con semen criopreservado. El diagnóstico de gestación se realizó por ultrasonografía. Los resultados obtenidos: Celos manifiestos únicamente en tratamiento T3) MAP+eCG a  $48.8 \pm 10.8$  h postratamiento; fertilidad en T2) CLOPROSTAAB IA 73.3%; mayor prolificidad en T3) con  $1.8 \pm 0.7$  corderos/parto; relación beneficio costo de 1.17 en T2).

Palabras Clave: (Estro, eCG, Gonadorelina, Closprotenol)

## **2. ABSTRACT**

Reproductive efficiency is a determining factor in the profitability of sheep farming; achieving it requires adapting sheep reproductive management with economically feasible technologies, such as the use of hormonal treatments, little or not used in Michoacán, possibly due to the cost of implementation. The objective is to technically and economically evaluate three hormonal treatments in anestrus. Using 45 multiparous Dorper ewes of  $42.0 \pm 2.5$  kg live weight, non-lactating; distributed in 3 groups: T1) with intramuscular application (im) of 200 $\mu$ g of gonadorelin (day 0), day 7, 265mg of cloprostenol; day 9, 200 $\mu$ g of gonadorelin. T2) Two intramuscular applications of 265 mg of cloprostenol, with an interval of 11 days. T3) Intravaginal application of polyurethane sponge impregnated with 60 mg medroxyprogesterone, day 7, im application of 265 mg of cloprostenol, day 8, removal of sponge and im application of 500 IU of Equine Chorionic Gonadotropin (eCG). Heat detection was carried out with males provided with an apron, 48 hours after treatments, for 2 hours am/pm. Females in heat were inseminated by laparoscopy, with cryopreserved semen. The diagnosis of pregnancy was made by ultrasonography. The results obtained: Manifest heat only in treatment T3) MAP+eCG at  $48.8 \pm 10.8$ h post-treatment; fertility in T2) CLOPROSTAAB IA 73.3%; greater prolificacy in T3) with  $1.8 \pm 0.7$  lambs/birth; benefit-cost ratio of 1.17 in T2).

Keywords: (Estrus, eCG, Gonadorelin, Cloprostenol)

### **3. INTRODUCCIÓN**

Diversos factores como las modificaciones en los patrones ambientales atribuido al cambio climático, así como las fluctuaciones de mercado respecto de la disponibilidad y alza de precio de insumos (principalmente granos), repercuten principalmente en el incremento de costos de producción especialmente la alimentación y en consecuencia la rentabilidad de las unidades de producción ovina. En este contexto, contar con un manejo eficiente de la reproducción en los ovinos, favorece la rentabilidad de la ovinocultura nacional, la cual es considerada sin duda un pilar determinante de sostenibilidad de la actividad a largo plazo; esto reviste particular importancia en el entorno actual de globalización y competitividad de mercados. Para alcanzar dicha eficiencia, se hace necesario hacer uso de herramientas biotecnológicas para modificar el manejo reproductivo del ganado ovino, considerando la utilización de tecnologías económicamente factibles, las cuales permitan incrementar la productividad en los rebaños, con base en el incremento en número de partos por oveja por año y/o el índice de prolificidad (IP, número de corderos nacidos por parto) (Abecia, 2008), el IP es definido como el porcentaje de corderos nacidos por hembra expuesta a carnero o IA (Alonso, 1981). Los empadres fuera de época reproductiva con alto índice de fertilidad, es factible de llevar a cabo mediante la manipulación hormonal del ciclo estral, esto se considera como factible de implementar en los rebaños de ovinos en el Estado de Michoacán, tomando en consideración la diversidad de condiciones ambientales y de sistemas de producción en que se desarrolla. Para poner en práctica dicha tecnología, es necesario la utilización de hormonas exógenas que permita modificar la secuencia de cambios en las estructuras ováricas y concentraciones de hormonas que intervienen durante el ciclo estral (Lozano *et al.* 2012), con el propósito de inducir o sincronizar que las ovejas manifieste conducta estral en un corto periodo de tiempo, de forma agrupada, con el objetivo de implementar técnicas reproductivas como la inseminación artificial, que permita a su vez, la reducción del intervalo entre partos, así como, agrupar nacimientos y programar destetes, que asegure la producción de corderos en los momentos donde requiere la demanda de mercado; esto resulta de particular interés para aquellos productores que necesitan de una producción constante de corderos durante todo el año; así como, aquellos que buscan un mejoramiento genético acelerado, tal como lo refieren Hernández *et al.* (2013).

La hembra ovina presenta la característica reproductiva de ser poliéstrica estacional, que significa que su conducta reproductiva está influenciada por las estaciones, en específico por efectos de las variaciones diurnas de la luz (fotoperíodo), originando que se presenten épocas de baja actividad reproductiva (anestro) en momentos de mayor hora-luz (Lozano *et al.*, 2012). Para minimizar estos efectos en la reproducción de los ovinos, han desarrollado diversos estudios que pretenden atender esta limitante, enfocando el análisis en el uso de los protocolos de sincronización, mediante la aplicación de hormonas exógenas, como progesterona o progestágenos sintéticos, los cuales

simulan la acción de un cuerpo lúteo (CL), como lo refieren Cadena *et al.* (2018), dichos tratamientos son aplicados en diferentes dosis, tiempos y vías de administración, con resultados y respuesta variables, estos sin llegar a determinar cuál es el costo beneficio de implementar dichos tratamientos, con relación a una mayor eficiencia en los índices de concepción, preñez, manifestación de celos, así como mínimas reacciones adversas, diferenciados tanto en época reproductiva como en anestro. De lo anterior hace necesario ampliar la información relacionada que permita comunicar a los productores, de las alternativas que se tienen para revertir los efectos de esta época improductiva, considerando las ventajas económicas respecto de los costos que se general por su implementación.

Los protocolos de sincronización basados en el uso de progesterona en combinación con prostaglandina PGF2a, son uno de los esquemas más utilizados como tratamientos para inducir y sincronizar los estro y la ovulación en ovinos, sin embargo en diversas investigaciones los resultados obtenidos son variables, dependiendo de factores como la duración de los mismos, tal como lo refieren Martínez *et al.* (2019), y Essam *et al.* (2016); quienes obtuvieron resultados del 80% a 90% de fertilidad en temporada de reproducción con protocolos a corto plazo, y de 77% de fertilidad en protocolo clásico de 14 días; para temporada no reproductiva los resultados fueron de 79.2% para protocolos cortos y 80% para protocolo clásico, hasta 100% para protocolo a doble aplicación de prostaglandina. Adicionalmente, se han desarrollado protocolos que adicionan otros principios activos como es caso de Hormona liberadora de gonadotropina también conocida como GnRH (Hashem *et al.*, 2015), gonadotropina coriónica equina o eCG (Essam *et al.*, 2016), acetato de medroxiprogesterona (MAP) en combinación con eCG (Verdoljak *et al.*, 2017; Miranda *et al.*, 2018); en combinación con eCG, cloprostenol sódico y acetato de gonadorelin (Oliveira *et al.*, 2019); dispositivo intravaginal de liberación de progesterona (PRID) en combinación con Prostaglandina F2a (Essam *et al.*, 2016).

De los resultados obtenidos en diversas investigaciones, se observaron que bajo las condiciones en que se realizaron los experimentos, los resultados obtenidos para el indicador de tasa de estro, son significativamente diferentes entre todos los protocolos, tal como lo señalan Essam *et al.* (2016), donde se obtuvieron porcentaje de estros con rangos desde 10 al 100%. Miranda *et al.* (2018), refiere tasa de estro de 55.2 a 72.0% con tasa de gestación de entre 59.7 a 60.8%. Martínez *et al.* (2019) refieren resultados de fertilidad a tasa de entre 76.7 al 90% y prolificidad de 2.8 corderos por parto.

La Ovinocultura es una actividad económica que se refiere de una importancia social, una visión según lo refiere Aguilera (2017), desde un punto de vista empresarial, requiere de profundizar y alcanzar uno de los objetivos más importantes como es la rentabilidad, sin dejar de lado otros conceptos importantes. Señala que sin la rentabilidad no es posible la permanencia de la actividad a mediano y largo plazos, para que pueda considerar como empresa, los ingresos tienen que ser

mayores que los egresos, es decir, es preciso que los ingresos por ventas sean superiores a los costos. Señalando como premisa, que para lograr este objetivo resulta indispensable la implementación de la herramienta de análisis del Beneficio-Costo (B/C), cuya definición del concepto según refiere, es el resultado de la deduciendo los costos totales de los ingresos totales, por tanto, la diferencia entre lo que se gasta en la producción o prestación de un servicio y el precio de la venta es la ganancia obtenida (Aguilera, 2017).

Para precisar lo anterior, con el presente trabajo de investigación, se busca identificar para cada época reproductiva, que tratamiento hormonal obtienen indicadores positivos para las variables de estudio, incidencia de celo, intensidad celo, así como, el mayor indicador en la relación beneficio costo de implementación en los rebaños ovinos en características y condiciones que se desarrolla en la zona centro del Estado de Michoacán, que nos permita mejorar la eficiencia productiva.

## 4. ANTECEDENTES

Desde las primeras etapas de la humanidad, con la domesticación de la especie ovina (*Ovis aries*) el hombre se ha hecho llegar de diversos beneficios y satisfacciones a lo largo de su historia, los primeros registros datan de 4 o 5 mil años A.C., con el uso de sus fibras y pieles, ha confeccionado vestido, así como su carne y leche han constituido parte importante de su dieta. Otros subproductos como grasas y excretas sirven para abonos o para la fabricación de jabón y champú, su fuerza de trabajo como animal de carga también se ha utilizado durante siglos por algunos pueblos asiáticos. Estas virtudes de ser generador de trabajo y riqueza han caracterizado al ovino hasta nuestros días (Retes, et al. 2012). Existe diversidad de razas, cuyas características fenotípicas de tamaño y color son variables, con cuerpo y patas generalmente robustas, con un origen probable en muflón europeo (*O. musimon*) (Álvarez y Medellín, 2005).

México tienen 1'964,375 km<sup>2</sup> de superficie territorial, por extensión ocupa la posición número 14 de las naciones más grandes del mundo. En su superficie para 2014 se estimó que 109.8 millones de hectáreas fueron destinadas para la ganadería (Atlas Agroalimentario 2015). De acuerdo a información oficial, en México 762 mil personas trabajan y dependen del sector pecuario y pesquero, situando al país en el lugar número 22 en el ámbito mundial por el número de personas dedicadas a dicho sector. La ganadería es una actividad multifuncional, que más allá de generar alimento e ingreso, el ganado es un activo valioso que actúa como un factor de estabilidad financiera para muchas familias del sector rural en momentos de crisis.

En el ámbito económico mexicano, el sector agropecuario y pesquero se encuentra posicionado con un 1.4% del valor de las exportaciones mundiales. Dentro de la economía 49.8 millones de mexicanos trabajan, de los cuales son 709 mil los que lo hacen en la cría y explotación de especies ganaderas. Tan solo en la producción total del volumen de producción agropecuaria, el sector pecuario representó 19.7 millones de toneladas y 346 miles de millones de pesos, representando el 44.7% del valor total agropecuario (Atlas Agroalimentario 2015).

### 4.1 Situación Actual de la Ovinocultura en México

La Ovinocultura en México se desarrolla a lo largo y ancho del territorio nacional, las cifras oficiales del inventario nacional nos indican que el hato nacional está compuesto por 8 millones 725 mil 882 cabezas de ganado ovino al cierre del año 2020 (SIAP-SIACON 2021), con una tasa de crecimiento media anual de 0.67% durante la última década, no obstante que la producción se desarrolla en todo el territorio nacional, destacan seis Estados (Méjico, Hidalgo, Veracruz, Jalisco, Puebla, Zacatecas) que concentran poco más del 54.1% de la producción nacional, siendo el Estado de Méjico e Hidalgo

los principales productores, con 13.9% y 10.7% respectivamente. La región centro-occidente en donde está situado el Estado de Michoacán aporta el 27.9% de la producción ovina. Generalmente se ha considerado como una actividad secundaria o de traspatio, ligada a las actividades de cultivo de maíz principalmente de pequeños productores con mano de obra familiar, en sistema de producción extensivo también denominado pastoreo tradicional en terrenos abruptos o áridos (Bobadilla, *et al.* 2021), con escasa aplicación de herramientas tecnológicas y una baja productividad, donde el destino de la producción en un gran porcentaje (más de 90%), es para la elaboración de barbacoa (alimento típico), resultado de la cocción de la canal ovina, cubierta en pencas de maguey, en horno subterráneo o en bote de metal, que se degusta principalmente en fines de semana y eventos sociales, en los Estados del centro (Ciudad de México, Estado de México, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala). si bien existe otras formas de consumo como cortes finos, cordero al ataúd, barbacoa enlatada o conservada para calentar en microondas (Orona, *et al.* 2014), este se encuentra asociado a núcleos de población con mayor desarrollo urbano y polos de desarrollo turístico e industrial, en donde el poder adquisitivo es mayor. La producción de carne de ovino nacional registró una tendencia de crecimiento de 17.81% durante la última década, situando su producción en 2020 en las 64,758.31 toneladas (SIAP-SIACON 2021), no obstante, existe un déficit de entre el 43.5 al 50% del volumen de producción respecto a la demanda del mercado nacional (Carrera, 2008 y Martínez, *et al.* 2010), donde se estima un consumo per cápita de entre 0.8 y 1.0 kg., con una marcada estacionalidad de la producción según refieren Bobadilla, *et al.* (2017), en donde se advierte una baja oferta en la producción de corderos en los meses de enero a mayo, lo que origina requerimiento de importaciones principalmente de canales congeladas de países como Australia y Nueva Zelanda, para satisfacer la demanda, según refieren Jiménez, *et al.* (2019); por lo anterior, surge la interrogante en diversos autores sobre ¿por qué cuesta tanto el crecimiento y expansión de la actividad ovina en México? si existe una demanda insatisfecha y esta representa una clara oportunidad de desarrollo, con precios estables y un crecimiento del mercado interno (Hernández *et al.* 2017).

Hernández *et al.* (2017), señalan que en México la Ovinocultura tradicional en los últimos años ha experimentado cambios significativos, ha dejado de ser una actividad considerada como de traspatio o de subsistencia, que se desarrolla en agostaderos de zonas marginales. Donde hoy en día se visualiza como una actividad económica con potencial de desarrollo de la producción, ya que se tiene buenos precios y estabilidad en el mercado, con una constante demanda insatisfecha, con opciones de diversificación y valor agregado a la producción.

## **4.2 Los Sistemas de Producción Ovina en Michoacán**

En el contexto nacional la producción ovina en Michoacán se posiciona en el 12º lugar a nivel nacional, con un inventario de 252,886 cabezas, produce 3,260.4 toneladas de carne al año, con un valor de la producción de 107 millones 371 mil 187 pesos, que representa el 2.6% de la producción nacional (SIAP- SIACON 2020), si bien la producción de carne de ovino ocupa las últimas posiciones en cuanto a la participación del volumen total de producción de carne en el Estado, constituye un eslabón importante en la economía rural, sobre todo en un sector vulnerable que es el estrato de pequeños productores, la producción ovina se desarrolla principalmente en las zonas oriente, bajío y centro del estado, que corresponde a la demarcación territorial de los distritos de desarrollo rural de Zitácuaro, La Piedad, Uruapan, Morelia y Zamora, la mayor producción ovina se concentra principalmente en la región oriente limítrofe con el Estado de México, concentra poco más del 50% del inventario y producción estatal de esta especie, donde destacan los municipios de Epitacio Huerta, Hidalgo y Contepec, en esta región presenta un potencial de crecimiento, por su cercanía al mercado de carne de ovino que representa los Estados de México y Querétaro (Olivo, 2015), cuya demanda se considera estable durante todo el año. La zona centro del Estado de Michoacán, en particular el ámbito de circunscripción territorial del Distrito de Desarrollo Rural 092 Morelia, al cierre del año 2020, la Ovinocultura registra un inventario a producción de 249 mil 434 toneladas de carne al año, con un valor de la producción de 9 millones 875 mil 111 pesos, que representa el 7.7% de la producción estatal.

Esta actividad económica se desarrolla en tres diferentes tipos de sistema de producción, cada uno presentan diferente nivel tecnológico, capacidad productiva y uso de recursos (Espejel *et al.* 2015), el sistema de producción predominante en el Estado es el extensivo, caracterizado por la práctica tradicional de pastoreo en terrenos agrestes, zonas de conservación, a borde de caminos rurales, y en terrenos forestales considerados no aptos para la producción de ganado bovino, prácticamente sin inversión en los rubros de alimentación y sanidad, así como la escasa utilización de infraestructura productiva y basado en el uso de mano de obra generalmente familiar. El sistema semi – intensivo es utilizado en menor proporción, basado en práctica de alimentación mixta, donde se hace uso y aprovechamiento de cultivos forrajeros como avena (*Avena sativa*), ebo (*Vicia sativa*), así como granos y esquilmos de cosecha principalmente maíz (*Zea mays*), mismos que son producidos en las tierras de los propios productores (Herrera-Haro *et al.*, 2019), donde se cuenta con infraestructura básica (cobertizo para resguardo, comederos rústicos), con algunas prácticas de manejo sanitario. Por último, el sistema que menores unidades de producción cuenta, es el denominada como intensivo, el cual se basa en la utilización de instalaciones tecnificadas (corrales, comederos, bebederos) donde los animales permanecen en confinamiento, haciendo uso a su vez, de innovaciones tecnológicas en manejo productivo, reproductivo y de nutrición, registros de datos

económicos y productivos, semovientes de razas genéticamente mejoradas, sistemas de sanidad e inocuidad. Estos sistemas de producción pecuaria son considerados como la estrategia social, económica y cultural más apropiada para mantener el bienestar de las comunidades, debido a que es la única actividad que puede simultáneamente proveer seguridad en el sustento diario, conservar ecosistemas, promover la conservación de la vida silvestre y satisfacer los valores culturales y tradiciones, tal como lo ha referido la SAGARPA (2015).

#### **4.3 Los desafíos de la Ovinocultura**

La Ovinocultura enfrenta retos importantes, cubrir la demanda insatisfecha, el desarrollo de nuevos mercados, como actividad generadora de empleos y de oportunidades de desarrollo a los pequeños productores. Se requiere de una transformación radical, modificando los sistemas llamados tradicionales, donde no aplican ningún manejo de alimentación, reproductivo, ni sanitario, por otros gradualmente tecnificados (Martínez, *et al.* 2010), buscando subsanar el principal problema o limitante que enfrenta desde hace muchos años, la pobre eficiencia productiva y reproductiva de los rebaños tal como lo refieren Bobadilla, *et al.* (2017); haciendo un rápido análisis de las cifras, nos arrojan que, si la población nacional es de 8.7 millones de cabezas y se sacrifican 3.1 millones, nos indica que solo se sacrifica el 36,3 % de la población, cuando en otros países rebasan el 50 % (Martínez, *et al.* 2010), en lo que respecta a Michoacán, estas cifras resulta menor ya que según cifras oficiales en 2020 (SIAP-SIACON) solamente se sacrificó el 33.46% del inventario estatal, aunado a la poca aplicación de las tecnologías, resulta que la productividad ovina en Michoacán registra un índice de productividad de 77 (inventario de animales/toneladas de producción de carne) que la sitúa en la posición 24 en productividad ovina, de las entidades que registran mayor producción de carne de ovino, el Estado de México tiene un índice de 77, Hidalgo 83, Veracruz 65 y Jalisco con 46. Este indicador entre menor sea su numerador se considera como de mayor productividad (Martínez, *et al.* 2010), por lo que, si bien el hecho de que una entidad se posicione como la de mayor inventario no necesariamente la actividad ovina que desarrolla es la más productiva, destaca el vecino Estado de Jalisco como la entidad con mayor productividad ovina, con el que se comparte además de límite territorial, condiciones agronómicas y climáticas muy semejantes.

Para lograr afrontar estos retos en mejora de la producción a través del manejo reproductivo, existen dos alternativas, se requiere de incrementar la eficiencia biológica y mejorar la rentabilidad económica de las unidades de producción, para lograrlo, existen dos alternativas, desde el aspecto reproductivo se puede mejorar la eficiencia reproductiva (fertilidad y prolificidad) incrementando la cantidad de corderos nacidos vivos anualmente por hembra expuesta a la reproducción, así como por una reducción del intervalo entre partos. Sin embargo, existen algunos factores que inciden en

la eficiencia reproductiva como son, la tasa de concepción, la estacionalidad de la actividad reproductiva y la estructura de edad del rebaño.

La investigación científica juega un papel importante al generar nuevos conocimientos que permite innovar y mejorar las técnicas de producción, para hacerlas factibles de aplicar en los sistemas de producción animal. No obstante, existe una desvinculación entre los resultados de investigación y la transmisión del conocimiento al campo productivo, en particular en el estrato de pequeños productores, aunado a la falta de visión, registro de datos e indicadores económicos en las explotaciones que repercute en una menor productividad y rentabilidad de la unidad de producción.

En este contexto, existen técnicas que nos permiten mejorar la eficiencia productiva, algunas de estas son: esquemas de cruzamiento, selección, diagnósticos de gestación, manejo de empadres fuera de época reproductiva, destete precoz, uso de registros de producción, inducción y/o sincronización de estro y ovulatorio mediante el uso de hormonas exógenas, así como, la intensificación de la producción a través de partos más continuos. Una técnica poco aplicada en este segmento de productores es el manejo reproductivo en los ovinos, esencial para mejorar la eficiencia reproductiva e incrementar la producción ovina ya sea de pie de cría o cordero para abasto, que se puede ver reflejado en un mayor número cordero destetados por hembra por año tal como refieren diferentes autores como (Buckrell 1987 y Alonso, 1981). El uso de tecnologías de reproducción asistida (TRA) tiene el potencial de aumentar significativamente la eficiencia (Daly *et al.* 2020).

De lo anterior Espinosa (2016) señala que la Ovinocultura representa una oportunidad de mejora económica para los productores, requiere de implementar estrategias que permitan incrementar la productividad y los niveles tecnológicos por unidad de producción, así como mejorar los esquemas de comercialización y organización de los productores; para alcanzar estos objetivos requiere la aplicación de registros productivos y económicos, herramientas claves que permiten tener los elementos para evaluar resultados e información para la toma de decisiones (Espinosa, 2016). El registro y análisis de la información es la única forma de conocer los beneficios que se logran al incorporar innovaciones tecnológicas en las unidades de producción, evaluar la productividad, y, sobre todo, ayuda a detectar si la actividad es rentable y competitiva (Espinosa, 2016). La mayoría de las empresas ovinas en México carece del registro de información económica básica, como es el cuanto se gasta en la compra de insumos o cuanto es el ingreso por venta de productos. Esta carencia se considera como un problema estructural. El llevar a cabo un registro simple de datos económicos como, cuanto se gasta y cuál es el ingreso que se recibe por la venta de productos, nos permite tener elementos de información útil, que permita tomar decisiones sobre el proceso productivo, donde hay que mejorar, fortalecer o innovar para mejorar los resultados; este tipo de registros debe de ser sencillo y fácil de aplicar, para evitar dificultades de compresión que desanimen el ponerlos en práctica por el productor.

#### **4.4 La Ovinocultura con visión empresarial**

Aguilera (2017) señala que, desde el punto de vista empresarial, uno de los objetivos más importantes a lograr es la rentabilidad, sin dejar de lado otros conceptos importantes como crecer y el valor agregado. Refiere que sin rentabilidad no es posible la permanencia de la empresa a mediano y largo plazos. Establece a su vez que, para que pueda considerar como empresa, los ingresos tienen que ser mayores que los egresos, es decir, es preciso que los ingresos por ventas sean superiores a los costos. Señalando como premisa, que para lograr este objetivo resulta indispensable la implementación de la herramienta de análisis del Beneficio-Costo (B/C), cuya definición del concepto según refiere, es el resultado de la reducción de los costos totales de los ingresos totales, por tanto, la diferencia entre lo que se gasta en la producción o prestación de un servicio y el precio de la venta es la ganancia obtenida (Aguilera, 2017). Cuando los beneficios exceden los costos, el resultado es positivo o rentable, o sea, genera una utilidad o beneficio neto que permite recuperar la inversión considerando la tasa deseada por el inversionista o empresario; en cambio, si sucede lo contrario, el proyecto resulta no viable.

Relación beneficio/costo (B/C), se define como aquella relación en donde tanto el flujo de las ventas o beneficio como el de los costos de operación se actualizan en una tasa de interés que se considera próxima al costo de oportunidad del capital; se emplea como instrumento en la evaluación de proyectos (Retes *et al.* 2012). Es un esquema para toma de decisiones, permite comparar los beneficios que se obtienen versus los costos totales que se generan con el proyecto, esto permite seleccionar la mejor y más rentable opción, también es conocido como índice neto de rentabilidad, y se obtiene dividiendo el valor actual de los ingresos totales (VAN) también denominado beneficios totales, entre el valor actual de los costos de inversión o de los costos totales (VAC), se representa por la formula  $B/C = VAN / VAC$ . Por lo anterior podemos señalar que B/C es una herramienta de análisis económico que nos permite la toma de decisiones respecto la pertinencia por utilidad o rentabilidad de inversiones que se aplican en un negocio o proyecto (Rodríguez, 2021).

Los pasos para realizar el análisis costo-beneficio serían en primer lugar, definir los objetivos y metas que se pretende alcanzar, analizar los requerimientos y limitantes, determinar y/o estimar los costos y beneficios relacionados con las opciones a evaluar, establecer una relación donde los beneficios sean el numerador y los costos el denominador (beneficios/costos), realizar una comparación de las relaciones beneficios-costos en las diferentes propuestas. La mejor solución es la que ofrece el más alto nivel de relación, evaluar y comparar cada alternativa y, por último, tomar la decisión en función del cumplimiento las metas y los objetivos proyectados (Aguilera, 2017).

Bajo este enfoque, se tiene que cuando la relación B/C es mayor a la unidad (1), indica que los beneficios superan los costos, por consiguiente el proyecto debe ser considerado como positivo, así cuando, la relación B/C es igual a 1, se define como un proyecto donde no se obtendrán ganancias o utilidades, puesto que los beneficios son iguales a los costos, sin embargo, cuando la relación B/C es menor a 1, nos señala que los costos son mayores que los beneficios, por lo que se estará en un estado de perdida, por lo tanto se debe considera como “no pertinente de aplicar”.

La definición de costo generalmente se aplica al recurso económico utilizado para alcanzar un objetivo específico o para la elaboración de un producto, también llamado “costo de transformación” e incluye lo relacionado directamente con las unidades producidas, tales como materia prima y materiales directos y mano de obra directa. De igual forma incluye los gastos indirectos fijos y variables (Sanciprián, 2018). Cuando el objetivo o la elaboración del producto se consiguen, los costos se convierten en gastos, por lo que estos últimos se consideran como un costo que ha producido un beneficio. Está vinculado generalmente a la producción, pero es aplicable a cualquier tipo de actividad. El productor necesita conocer el costo de producción, para en función de esta información le permita medir sus ingresos y fijar el precio de su producto.

Del costo de producción de las explotaciones ovinas, la alimentación del vientre y el cordero representa el mayor porcentaje llegando al 80% del costo total en la etapa de producción de cordero, mientras que la mano de obra, el financiamiento y las prácticas sanitarias representaron el 11%, 7% y 2%, respectivamente refieren Macedo y Castellanos (2004), quienes también señalan que uno de los elementos económicos claves para mejorar la rentabilidad de una explotación ovina lo representa el tener un alto índice de prolificidad y de destete, ya que representa la principal variable productiva que incide sobre las utilidades, dado que, el costo fijo por vientre es básicamente el mismo independientemente de su nivel productivo, o en caso de disminuir el número de corderos nacidos por hembra, Rodríguez, *et al.* (2017). Gran parte de los costos de producción de las explotaciones ovinas está dado por el mantenimiento de ovejas a través de los diferentes periodos de producción. Es así, que los vientres que produzcan más de un cordero por parto reducirán los costos de producción, al reducir los costos de mantenimiento de vientres y la utilización intensiva de los machos, en consecuencia, una alta prolificidad e intensificación de la producción a través de la reducción del intervalo entre partos, que mejora la productividad, como refiere Alonso (1981).

Estudio realizado por Espinosa (2016), determinó que tienen más rentabilidad las granjas que producen píe de cría, igualmente son las que obtienen mayores utilidades. En cambio, las unidades de producción comerciales que producen únicamente para abasto tienen menor rentabilidad, en este mismo estudio observó, que esta baja rentabilidad era atribuida como factor común a la productividad de las unidades de producción, ya que en el 57% de estas granjas presentan elevada tasa de mortalidad de crías, además de porcentajes de partos menores al 60%.

#### **4.5 La raza Dorper**

Los ovinos raza Dorper, tiene su origen en Sudáfrica fue desarrollada como respuesta a la crisis de comercialización de ovinos por un superávit en los años 1930, pero una pobre calidad de canal de los ovinos que se producían en ese momento, para tratar de resolver dicha limitante, fue incorporado a la cruzas de machos de razas foráneas, con hembras nativas no lanudas, como resultado de dichos experimentos probaron que la cría de machos Dorset Horn y hembras Blackhead Persian producían animales con las propiedades deseadas. Es así que para 1942 a cargo del Señor David Engala, como funcionario de Sheep and Wool, dio inicio al desarrollo de la nueva raza, a partir de la media sangre Dorset Horn X Blackhead Persian, de donde proviene su nombre Dorper, la finalidad zootécnica para la cual fue desarrollada es la producción de carne, en condiciones de ambientes severos, con climas y temperaturas extremas en las regiones áridas de Sudáfrica, dentro de sus principales características fenotípicas podemos observar animales de complexión fuertes, provistos de cuello y hombros bien implantados y firmes, cabeza fuerte, larga, ojos grandes, nariz ancha con curvatura (romana), boca y quijada profundas, cuerpo de barril anchos y profundos, con lomos fuertes, largo de línea dorsal recta, una grupa ancha y grande con un gran desarrollo muscular (Lategan, 2015).

Las hembras cuentan con un desarrollado instinto maternal, larga vida productiva y facilidad de parto, lográndose ganancias de pesos al nacimiento y destete. En promedio, bajo condiciones de pastoreo únicamente, los animales alcanzan a la edad de 3.5 meses, pesos entre 36 a 45 kilogramos o más. La carne es suave, magra, y de un sabor que le ha dado actualmente los primeros lugares en calidad, rendimiento y sabor (Téllez, 2013).

Los machos maduros alcanzan pesos entre los 113 a 136 kilogramos, mientras que las hembras oscilan entre los 90 a 102 kilogramos contando con una buena conformación, simétricos, bien proporcionados y compactos, con un temperamento tranquilo, con apariencia vigorosa. Poseen un cuerpo de pelo blanco y cabeza negra o completamente blancos (White Dorper); eventualmente a algunos animales les crece un poco de lana, la cual muda sin dificultad (Téllez, 2013).

Los ovinos de la raza Dorper, en su introducción a México han probado su adaptabilidad con desempeño sobresaliente en condiciones de agroclimáticas y de sistemas de producción que se tiene en el país, característica a las que se suma su bajo costo de mantenimiento, resultando ideal para mejorar la producción de carne al cruzarlo con las razas criollas. En definitiva, la raza Dorper ha demostrado sus virtudes y domina en los nuevos cambios de los avances de la genética ovina. Esta raza, es sin lana y no requiere trasquila, es de fácil cuidado para la producción de carne,

naturalmente tolerante a climas extremos de crudos inviernos o altas temperaturas en trópico húmedo o seco con un alto desempeño en una amplia variedad de ambientes, para producir carne económica. Son también significativamente más tolerantes a los parásitos que los borregos de lana, además son de temperamento y manejo fáciles, como lo refiere Chávez (2011).

#### **4.6 Anestro (La estacionalidad de la actividad reproductiva)**

El anestro es la falta de celo o síndromes de celo en las hembras, tiene su origen multifactorial y se puede clasificar de diferentes maneras, Pal y Rayees (2021) lo refieren en dos partes principales según las causas, es decir, el anestro fisiológico y las causas patológicas del anestro. Esta condición provoca fuertes pérdidas económicas a los productores.

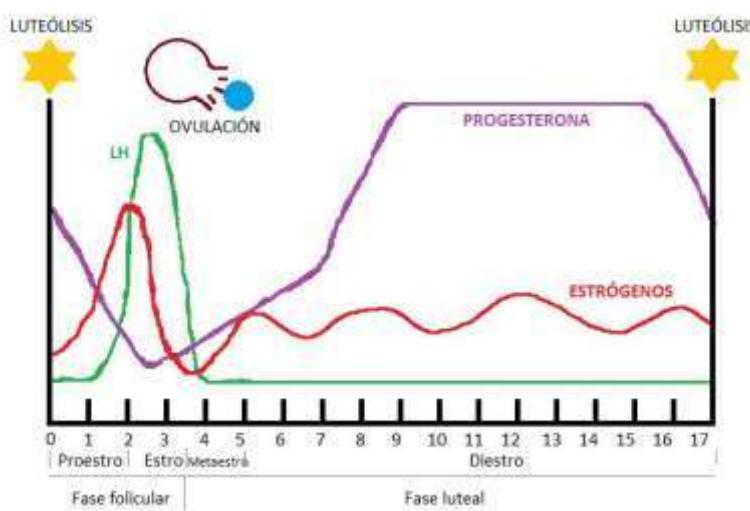
Los ovinos son una especie cuya conducta reproductiva se define como poliéstrica estacional, la época reproductiva varía significativamente en relación con el área geográfica, para el hemisferio norte se establece entre los meses de agosto a febrero (otoño - invierno) su amplitud varía de acuerdo con la ubicación geográfica (latitud) y la raza (Arroyo, 2011, Reyes *et al.* 2021), con manifestación de estro y ovulación espontánea, en la época donde la luz diurna es corta, y termina a principio de primavera, observándose un descenso en la actividad reproductiva, con una disminución o ausencia de ciclos estrales regulares, manifestación de conducta de estro y ovulación, durante esta época coincidente con el momento donde los días con luz diurna prolongada, entre los meses de marzo a julio (principios de primavera a fines del verano), a este periodo se le denomina anestro estacional (Habeeb y Anne 2021; Abecia, *et al.* 2012). Durante este momento la secreción de melatonina es menor, influenciada por las señales luminosas captadas por la retina y trasmitidas a la glándula pineal, se traducen en una disminución en el patrón de secreción de melatonina (alta en la noche y baja en el día) y un aumento de la secreción de dopamina por las neuronas dopaminérgicas en el área retroquiasmática del hipotálamo, inhibiendo la kisspeptina del núcleo arqueado, la baja concentración de 17 $\beta$ -estradiol activa el sistema nervioso inhibitor sensible al 17 $\beta$ -estradiol e inhibe la secreción pulsátil de GnRH (Habeeb y Anne, 2021), provocando cambios en la secreción de hormona LH y de la FSH con efectos en la disminución de la actividad folicular ovárica, todo esto en un complejo circuito neuronal donde intervienen otros sistemas (Ramírez *et al.* 2021). Para minimizar los efectos del anestro estacional, se dispone actualmente de diversos métodos de control reproductivo capaces de inducir y sincronizar el celo en el momento que se requiera (Gatica *et al.* 2012).

Estas variaciones estacionales afectan el comportamiento reproductivo tanto de machos como a las hembras, sin embargo, las modificaciones de la actividad gonadal y el comportamiento sexual son menos pronunciadas en el macho que en la hembra, mientras que en los carneros la

espermatogénesis y la actividad sexual no se detiene, en las ovejas la ovulación y el estro disminuyen o se detienen durante períodos variables (Arroyo, 2011).

#### 4.7 Ciclo estral de la oveja

A partir de la pubertad las hembras ovinas desarrollan la capacidad reproductiva, esto es, el desarrollo y producción de óvulos de manera cíclica, así como un comportamiento sexual manifiesto (Reyes *et al.*, 2021). El ciclo estral de las hembras ovinas según definen Pal y Rayees (2021) es un cambio rítmico que



ocurre en el sistema reproductivo de las hembras, el cual inicia de una fase de celo a otra y tiene una duración de 14 a 19 días (promedio 17 días) (Habeeb y Anne, 2021), siendo más corto en corderas (16.8 días) que en ovejas adultas (17.2 días), se han definido dos fases, una fase lútea (del 2º al 13º día) y 2 etapas que comprenden el metaestro y diestro, y una fase folicular (del día 14 al día 1º) que comprende 2 etapas proestro y estro, (Habeeb y Anne. 2021) entendiéndose como día cero (0) el día de presentación del estro según señalan Lozano *et al.*, (2012). La fase de receptividad (estro) es generalmente de 36 a 40 horas, con variación entre razas de acuerdo a la prolificidad de las mismas, observándose en las razas más prolíficas mayor duración de estro. Durante el ciclo estral ocurren una serie de eventos celulares a nivel ovárico (desarrollo folicular) producto de un complejo control hormonal que ejercen las hormonas secretadas por el hipotálamo, hipófisis, el mismo ovario y útero (Reyes *et. al.*, 2021).

De las hormonas que intervienen en el proceso de la reproducción, se identifica que en las estructuras y células del ovario se secreta progesterona por el CL responsable de mantener la fase lútea del ciclo estral, así como favorecer las condiciones del epitelio en el útero para la implantación del óvulo para una posible gestación, a su vez inhibe la ovulación al ejercer un efecto negativo en las frecuencias de secreción de GnRH y pulsos de LH. La hormona FSH tiene la función de estimular el crecimiento folicular que a su vez es la responsable de la producción de estradiol (E2 o 17 $\beta$ -estradiol) e inhibina, que cumplen la función de retroalimentación negativa para misma secreción de FSH. La PGF2 $\alpha$  es producida en el endometrio por estimulación de la oxitocina, en caso de no darse

la implantación embrionaria en la fase lútea, provocando la lisis del CL, dando paso a la formando la estructura ovárica llamada cuerpo albicans, disminuyendo la producción de progesterona. La disminución de secreción de P<sub>4</sub> e incremento de 17 $\beta$ -e aumenta la frecuencia de secreción de pulsos de GnRH y con esto la frecuencia también en la secreción de pulsos de LH, hasta la descarga preovulatoria e inicio de estro, resultado del incremento de 17 $\beta$ -e y disminución de P<sub>4</sub>, con esto se produce un nuevo CL y se reinicia el ciclo endocrino (Reyes *et al.* 2021).

Los ovinos presentan una duración promedio de gestación de aproximadamente 5 meses y una prolificidad promedio de 2.5 corderos por parto en las razas prolíficas, con lo cual, la producción anual de cordero puede llegar hasta 5 corderos por oveja por año. Sin embargo, en la práctica, la eficiencia reproductiva de los pequeños rebaños es mucho menor, fluctuando en el rango de 1 a 1.5 corderos por hembra por año. Sin duda la diferencia en el manejo reproductivo entre los rebaños genera estas variaciones considerables, así como otros factores, principalmente la diversidad de razas, el manejo del sistema de producción, la alimentación, latitud y condiciones climáticas (Arroyo, 2011).

#### **4.8 Manejo del ciclo estral ovino**

Como una forma de mitigar las pérdidas económicas que genera el anestro, mejorando la productividad de los rebaños, podemos incidir con la manipulación del momento del inicio del estro como una herramienta esencial para un buen manejo reproductivo (Reyes *et al.* 2021). El manejo del ciclo estral ovino se basa principalmente en el uso de hormonas exógenas para imitar, mejorar o manipular la actividad del cuerpo lúteo, combinado con la aplicación de hormonas que imitan la secreción pituitaria de gonadotropinas, según lo refieren González *et al.* (2020). En este contexto es importante primero precisar la diferenciación de los términos sincronización e inducción del ciclo estral, el primero refiere a hembras que presentan CL o también denominado cuerpo albicans (cuerpo blanco) funcional, en donde se pretende agrupar lotes de hembras para lograr manifestación de celo fértil en un periodo determinado; el segundo término refiere a los casos donde las hembras que se encuentran en una etapa de anestro o inactividad ovárica, la cual se requiere interrumpir o acortar. La sincronización del celo es una herramienta ampliamente utilizada en los programas de manejo reproductivo (Manes y Ungerfeld 2015).

En la actualidad se emplean diversos protocolos para inducir y sincronizar el estro y la ovulación, los protocolos basados en prostaglandinas y sus análogos, así como aquellos que utilizan progestágenos, que son los que comúnmente se utilizan en todo el mundo con diferentes métodos, vía de aplicación y dosis. Siendo la vía de aplicación más común en ovejas, las esponjas intravaginales impregnadas con FGA, o MAP o con un dispositivo de liberación controlada de

medicamentos internos (CIDR) que contiene P<sub>4</sub>, mismos que pueden ser utilizados con asociación a gonadotropinas como la eCG y PGF2α, tanto en protocolos de 14 días (clásicos, largos) o de 7 días (cortos) tal como refieren Prieto *et al.* (2011). Aunque se prefieren este tipo de protocolos para manejo de la reproducción del rebaño, estos tienen un potencial de contaminación ambiental debido a la progesterona residual en los dispositivos usados y la adición de antibióticos utilizados para evitar la frecuente vaginitis, según refieren Vasconcelos *et al.* (2016). El uso de PGF2α y/o sus análogos son otra buena alternativa, porque se metabolizan rápidamente y, por lo tanto, no se acumula en los tejidos. De acuerdo con el papel de la PGF2α en la luteólisis del CL, la doble inyección de PGF2α es de uso común para la sincronización de estros, pero su eficacia se limita a la temporada de reproducción, donde el cuerpo lúteo es activo, tal como refiere Ávila *et al.* (2019). Otros protocolos que utilizan combinaciones de P<sub>4</sub> y GnRH o eCG, se han recomendado para la sincronización del estro fuera de la temporada de reproducción, como refieren Martínez *et al.* (2019).

#### **4.8.1 Progestágenos**

Se define como progestágenos a un grupo de hormonas cuya acción principal es pro-gestacional (mantener el embarazo), aunque también tienen un papel preponderante en las diferentes fases del ciclo estral, la progesterona es considerado el principal progestágeno.

La progesterona cuya abreviación en diversa literatura se refiere como P<sub>4</sub>, es una hormona esteroideal que se produce principalmente en los ovarios en la estructura denominada cuerpo lúteo, la cual se forma posterior a la ovulación, así como en la placenta durante el proceso de embarazo, también es segregada, aunque en menor cantidad por las glándulas suprarrenales. Corresponde al grupo de las hormonas denominadas progestágenos. Influye en el desarrollo sexual en la etapa de la pubertad, y dentro de las principales funciones en la reproducción está, estimular el endometrio para favorecer la implantación embrionaria y mantenimiento de la gestación, así como desarrollar las glándulas mamarias en el embarazo y el instinto materno. Previo a la ovulación, se considera que junto a los estrógenos inciden en la manifestación externa del estro (Lozano *et al.*, 2012).

La influencia de la P<sub>4</sub> es importante para el sistema reproductivo, ejerciendo una retroalimentación negativa en el eje hipotálamo-hipófisis-ovario disminuyendo la frecuencia y aumentando la amplitud de los pulsos de la LH, suprimiendo el crecimiento folicular y bloqueando la ovulación, actuando directamente en el ovario e inhibir el folículo dominante (Lozano *et al.*, 2012).

Los tratamientos hormonales para inducción y sincronización de la ovulación basados en la utilización de P<sub>4</sub> o análogos, tienen efectos sobre la fase lútea simulando la acción de la progesterona natural producida por el CL, siendo responsable de inhibir la GnRH y en consecuencia la liberación

de LH y la FSH, controlando la vida del CL, regulando el ciclo estral y desarrollo folicular. Una característica que se identifica en la sincronización del ciclo estral con P<sub>4</sub>, es una menor tasa de fertilidad en el primer estro posterior al tratamiento, esto al provocar la persistencia del folículo dominante y en consecuencia la ovulación de ovocito envejecido y menos fértil (Lozano *et al.*, 2012).

Los tratamientos hormonales basados en el uso de progestágenos son el método más sencillo para la inducción o sincronización del ciclo estral, imitando la presencia de un CL en un ciclo estral natural. Sin embargo, para este tipo de tratamientos se ha cuestionado su uso, debido a las alteraciones que manifiesta en los patrones de liberación de LH, la calidad de la ovulación, el bienestar animal y la salud pública, generando la necesidad de diversos estudios que evalúen resultados de implementar protocolos en cortos periodos, la reducción de dosis y una mayor efectividad de dispositivos de liberación (Lozano *et al.*, 2012).

Los progestágenos que con mayor frecuencia son utilizados en dispositivos de liberación intravaginal (esponja y CIDR) son el FGA en dosis de 20 y 40 mg. y MAP en dosis de 60 mg por dispositivo, se caracterizan por poseer una actividad varias veces más potente que la progesterona, son los dispositivos de elección en rebaños comerciales, principalmente por practicidad y bajo costo de implementar. Los progestágenos tienen un eficiente resultado en la inhibición del ciclo estral (Manes y Ungerfeld, 2015).

#### **4.8.2 Prostaglandina (PG)**

Las prostaglandinas son sustancias lipídicas derivadas de ácidos grasos eicosanoides o icosanoides, por acción de diferentes enzimas como las ciclooxygenasas, lipoxygenasas, el citocromo P-450 y las peroxidases, su estructura está definida por un anillo ciclopentano y constituyen una familia de mediadores celulares, con efectos en diferentes sistemas (nervioso, sanguíneo, músculo liso y reproductor) regulando diversas funciones del organismo. El origen de su nombre proviene de la glándula prostática, ya que en 1935 cuando fueron aisladas por primera vez en el líquido seminal, supuso que formaban parte de las secreciones de dicha glándula.

En 1964 Bergström efectuó la bio-síntesis de PGE 2 a partir del ácido araquidónico y vesículas de oveja (Naranjo, 1981). Las diferentes prostaglandinas pertenecen básicamente a cuatro grupos E, F, A, B, C, D. Estas clases principales se sub-dividen según el número de dobles ligámenes con los números 1.2.3. Las prostaglandinas E y F se describen también como prostaglandinas primarias y de ésta las series E2 y F2α son las más conocidas y estudiadas.

La prostaglandina F2 $\alpha$  se produce en el endometrio, debido a la interacción estradiol-oxitocina, su función principal es la de inducir la regresión del cuerpo n úcleo (luteólisis), su efecto farmacológico se observa entre 15 y 20 horas después de su aplicación, ya sea de origen natural o sintética (cloprostenol, dinoprost y prostianol), su administración a mitad o final de la fase lútea, disminuye la irrigación sanguínea del cuerpo lúteo ocasionando así su lisis y por consiguiente caída en la secreción de P4 y desarrollo de una fase de crecimiento folicular con ovulación. Es una alternativa para la sincronización del estro y ovulación.

La ventaja más notable en el tratamiento con prostaglandina es la vía de administración intramuscular (IM), lo que conlleva a una mejora en el manejo sanitad y bienestar de las hembras ovinas, un inconveniente que presenta el uso de prostaglandina es la necesidad de la existencia de un cuerpo lúteo, por lo tanto, las hembras que estén en fase lútea temprana o fase folicular, serán refractarias al tratamiento (Fierro *et al.* 2013), conociendo la dificultad para determinar con exactitud la fase del ciclo estral de un grupo de hembras, se hace necesaria la aplicación de 2 dosis de prostaglandina con intervalo de 9 o 10 días u 11 o 12 días de diferencia. en la aplicación de la segunda dosis la mayoría de las hembras estarán en la mitad de la fase lútea por lo que el tratamiento será exitoso. Este protocolo es eficaz para la sincronización del estro, pero la fertilidad es del 70%, por lo que se recomienda utilizar el estro siguiente para la monta. la tasa de preñez con este protocolo en inseminación artificial a tiempo fijo es baja, sin embargo, un tratamiento con prostaglandina con 7 o 9 días de diferencia favorece la sincronización de la ovulación mejorando la maduración de los folículos y aumentando de esta manera la fertilidad, pudiendo incluso utilizar en protocolos de reproducción asistida en hembras ovinas y en asociación con progestágenos.

#### **4.8.3 Gonadotropinas**

Se les denomina gonadotropinas o gonadotrofinas al conjunto de hormonas que son secretadas en la hipófisis o glándula pituitaria, mismas que ejercen su función principal en las gónadas (ovarios y testículos), regulando el proceso de reproducción tanto en hembras como en machos.

Dentro de las gonadotropinas encontramos la hormona folículo estimulante, como su nombre lo indica su principal función en la hembra es la estimulación del crecimiento folicular, así como favorecer la producción de estrógenos a partir de andrógenos en las células de la granulosa en ovarios. En el macho su función reproductiva está ligada a regular la espermatogénesis por su acción en las células de Sertoli. La hormona Luteinizante su función está relacionada al proceso de ovulación, tras la ovulación es la responsable de la luteinización del folículo, para crear la estructura ovárica denominada cuerpo lúteo que comenzara a secretar progesterona (P4) y preparar el endometrio para la implantación embrionaria. Así mismo, tiene la función de estimular la producción de andrógenos en las células de la teca ovárica. La hormona eCG antes denominada

gonadotropina sérica de yegua gestante (PMSG) es como su nombre lo indica extraída de suero de yegua preñada, se produce en las copas endometriales de las yeguas gestantes entre los 45 a 100 días de gestación (Habeeb y Anne 2021) y pertenece a la familia de hormonas glicoproteicas, tiene una gran afinidad por los receptores de FSH y LH en los ovarios, que estimulan la secreción de estradiol y progesterona. Fue descrita por primera vez en los años 30, utilizada ampliamente en medicina veterinaria por su efecto similar a la LH y FSH en las especies distintas del caballo, cuya función principal dentro de la reproducción es estimula la maduración final del folículo dominante y la ovulación (De Rensis y López, 2014). La eCG se utiliza en varios de los tratamientos de sincronización e inducción del estro y la ovulación, administrando una inyección de eCG al momento de la retirada de los dispositivos liberadores de progestágenos. Estimula la producción de FSH principalmente y en menor proporción de LH, lo que favorece el crecimiento folicular y el reclutamiento de folículos pequeños, incrementando la tasa ovulatoria, así como la manifestación del estro y de la ovulación de manera más rápida y uniforme. Altas dosis de eCG provoca aumento de la tasa de ovulación, lo que podría ocasionar partos múltiples con crías débiles.

#### **4.8.4 Dispositivos de liberación de progestágenos**

Los dispositivos intravaginales con progesterona o progestágenos son las herramientas más utilizadas para la sincronización del estro (Abecia, *et al.* 2011), su efecto es producir en los animales una prolongación de la fase luteal y una inhibición de la acción de las gonadotropinas y por lo tanto de las etapas finales de maduración de los folículos, al momento de retiro de dispositivos, se anula la administración del progestágeno y con ello la inhibición de las gonadotrofinas, lo que provoca que en corto tiempo la sincronización en la manifestación de las ovejas (Cordova *et al.* 2019). (Gibbons y Cueto, 2007; Urete y Porras, 2013; Aké *et al.* 2014; Martínez, 2017; Manes y Ungerfeld, 2015).

Esponja vaginal. Son dispositivos fabricados a partir de espuma de poliuretano de alta densidad impregnada con análogos sintéticos de progesterona, MAP y Acetato de Fluorogestona (FGA), mismos que pueden incluir diferentes dosis, desde 30, 40 o 45 mg de FGA o con 60 mg de MAP (Abecia *et al.* 2011), frecuentemente son utilizadas en asociación gonadotropina corionica equina y prostaglandinas, en protocolos de 14 días (clásico) o bien en protocolos de sólo 7 días (cortos) según señala Prieto *et al.* (2011).

Dispositivos de silicona, este tipo de dispositivos intravaginales como el CIDR® y el DICO® están elaborados a base de elastómero de silicona inerte (Abecia et al. 2012, Lozano et al. 2012), impregnados con dosis de 0.35 y 0.3 g de P4 respectivamente. El CIDR fue diseñado en Nueva Zelanda en la década de los 80, sin embargo es reciente su aprobación por la Administración de Drogas y Alimentos de los EE.UU. (FDA) y la Dirección de Medicamentos Veterinarios de Canadá

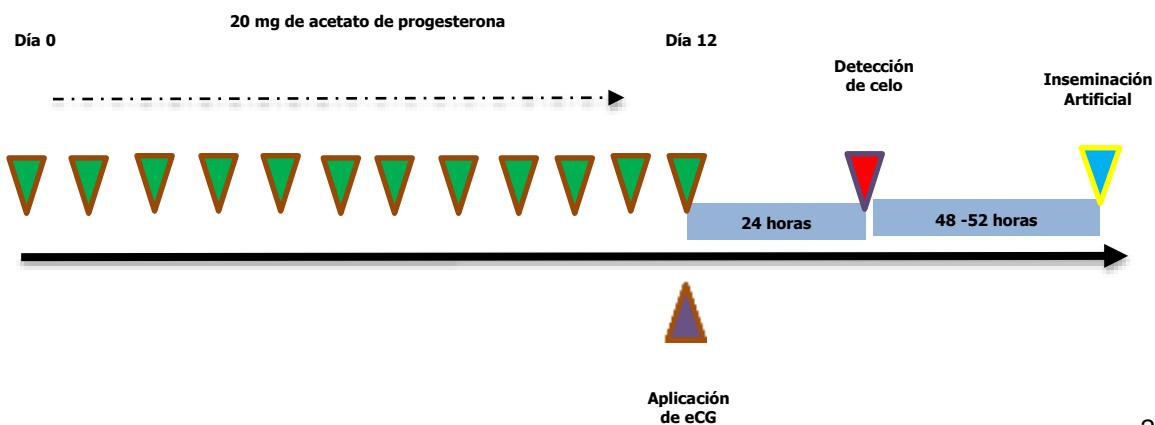
para su uso como inductor del estro en ovejas (Lozano et al., 2012, Abecia et al., 2011). El Crestar® es otro de este tipo de dispositivos siliconados, el cual es impregnado con 3 mg. de progestágeno (Norgestomet), existe presentación para aplicación subcutánea en cara dorsal de la oreja, este tipo de dispositivo es poco recomendable por estrés que ocasiona al momento de su retiro.

Para la administración de los dispositivos intravaginales se requiere utilizar un aplicador específico siguiendo un procedimiento previo de limpieza y desinfección del mismo, utilizando una solución antiséptica no irritante; así mismo se utiliza material de protección (guantes estériles desechables) para manipular los dispositivo e introducir en el aplicador, evitando la contaminación del dispositivo previo a su aplicación; Aplicar una pequeña cantidad de lubricante obstétrico o vaginal sobre el extremo del aplicador cargado; Limpiar la vulva y el perineo; Introducir suavemente el aplicador en la vagina, primero con una inclinación de 45° y después horizontalmente; Verificar que el hilo de extracción está suelto, presionar el embolo del aplicador y dejar que se desplace el dispositivo esto liberará los brazos con lo que se retendrá el dispositivo en el interior de la vagina; Extraer el aplicador dejando 10 cm del hilo de extracción saliendo de la vulva; El aplicador se debe limpiar y desinfectar antes de ser utilizado en otro animal. Transcurrido el tiempo de administración de tratamiento, el dispositivo se extrae jalando suavemente del hilo, en algunas ocasiones el hilo sujeto del dispositivo puede no resultar visible por fuera del animal, en esos casos se puede localizar en parte posterior de la vagina.

#### **4.9 Tratamientos hormonales para inducción y/o sincronización de estro en hembras ovinas**

##### **4.9.1 Progesterona (P<sub>4</sub>)**

El tratamiento consiste en la administración IM diaria de 20 mg de acetato de progesterona durante un periodo de 12 días, con la aplicación de 500 UI de eCG el último día de tratamiento (Essam et al. 2016).



#### 4.9.2 Prostaglandina (PGF<sub>2α</sub>)

Un primer protocolo de sincronización inicia con la administración IM de 175 µg de análogo de PGF<sub>2α</sub>, con un intervalo de 9 días, se aplicó una segunda dosis de 175 µg de análogo de PGF<sub>2α</sub>, simultáneamente con 500 UI de eCG (Essam *et al.* 2016).

Otro protocolo consiste en la administración IM de dos dosis de 10 mg de prostaglandina con intervalo de 7 a 12 días. La presentación del estro se manifiesta de 25 a 48 h luego de la última aplicación, con ovulación dentro de las 10 a 12 h de inicio de estro, el mismo se presenta con baja tasa de fertilidad (Lozano *et al.* 2012).



#### 4.9.3 Progesterona + Prostaglandina

Consiste en la aplicación de dispositivos de liberación de progestágeno (Tampón, esponja, dispositivo subcutáneo), ya sea sintético o natural con 30 a 60 mg. de MAP y FGA. El día de la inserción del dispositivo es considerado el día 0, la colocación es intravaginal en el caso de la esponja, tampón o dispositivo siliconado, teniendo en cuenta medidas sanitarias en el proceso de manipulación y aplicación, uso de antibióticos y asepsia del instrumental y equipo a utilizar. En caso del dispositivo subcutáneo debe permanecer por 9 días, y entre 9 a 14 días si se trata de dispositivos intravaginales. Al momento de la inserción del dispositivo o de su retirada, se aplica una dosis I.M. de prostaglandina que oscila de 0,12 a 0,30 µg según el producto utilizado. Se espera que el estro se presente de 36 a 48 h y la ovulación 10 h más tarde como señala Lozano *et al.* 2012.



#### 4.9.4 Progesterona + Gonadotropina coriónica equina

La P<sub>4</sub> se maneja igual que en el protocolo con PGS. Cuando se usa implante subcutáneo al momento de su aplicación se aplica valerato de estradiol. En hembras ovinas, el uso del valerato de estradiol está en discusión pues algunos autores citan una mayor vida media afectando así la fertilidad. Luego de retirado el dispositivo, se aplica la eCG ya sea dos días antes de la retirada del dispositivo o al momento de la retirada. La dosis que se aplica es de 250 a 400 UI vía I.M. Como dosis única, aunque se consideran que la dosis efectiva en ovinos es de 550 a 600 UI (Kermani *et al.*, 2012). El porcentaje de hembras que presentan estro es del 96,7% al 100%. El estro se manifiesta de 36 a 48 h después de retirado el dispositivo y aplicada la eCG, y la ovulación de 10 a 12 h después del estro (Lozano *et al.* 2012).

La ovulación inducida por eCG puede causar menor desarrollo embrionario e incrementar la mortalidad fetal, aunque presenta una alta tasa de fertilidad y un mayor porcentaje en la presentación de gestaciones múltiples. La inducción de la ovulación realizada en repetidas ocasiones con eCG incrementa los estros tardíos por anticuerpos anti-eCG. Este protocolo hace que la sincronización sea efectiva reduciendo el intervalo estro-ovulación (Lozano *et al.* 2012).

#### 4.9.5 Progesterona + Prostaglandina + Gonadotropina coriónica equina

En este protocolo de sincronización el dispositivo con el progestágeno se utiliza de igual manera que en los dos protocolos anteriores 48 h antes de retirar el dispositivo, se administran dosis únicas de eCG y PG (250 a 400 UI y 10 mg, respectivamente) ambas por vía I.M. El estro se presentará 24 a 48h (Suárez, 2010) y la ovulación 10 a 12 h después de iniciados los signos de estro, el cual es considerado fértil (Lozano *et al.* 2012).

El día 0 se realiza la aplicación intravaginal de esponja de poliuretano impregnada de MAP 60 mg, mediante aplicador estéril, 7 días después una aplicación vía IM de 265 mg de cloprostenol, el día 8 se realiza el retiro de la esponja y se aplica vía IM 500 UI de eCG.



#### **4.9.6 Hormona liberadora de gonadotropinas + Prostaglandina + Gonadotropina coriónica equina**

Este es un método eficaz para la sincronización del estro en ovejas. Consiste en la administración de GnRH o sus análogos a dosis de 10 mg vía I.M.; seis días después se aplica PGF<sub>2α</sub> a dosis 10 mg vía I.M. Como dosis única, a las 48 h de la aplicación de la PGF<sub>2α</sub> se aplica eCG a dosis de 400 UI vía I.M. La presentación del estro se espera a las 47,6 h luego de aplicada la eCG ((Lozano et al. 2012)).



#### **4.9.7 Hormona liberadora de gonadotropinas + Prostaglandina + Hormona liberadora de gonadotropinas**

Este método evita el uso de dispositivos intravaginales y permite una predicción precisa del ciclo estral, permitiendo realizar inseminación a término fijo (IATF). Consiste en la aplicación de una dosis inicial de 4 µg de GnRH para sincronizar la ovulación, 5 días después se aplica 175 µg de PGF<sub>2α</sub> para eliminar el CL que se presenten, la segunda dosis de 4 µg de GnRH, se administra 2 días después de la aplicación de la PGF<sub>2α</sub> (día 7), que permite sincronizar la ovulación (Essam et al. 2016). La IATF se realiza entre 10 y 14 h después de la última dosis de GnRH (Lozano et al. 2012).

Un segundo protocolo, consiste en la aplicación de 200 µg vía IM de gonadorelina, análogo de GnRH. 7 días posterior una aplicación vía IM de 265 mg de cloprostenol sódico. Dos días después la segunda aplicación de 200 µg vía IM de gonadorelina.



#### **4.9.8 Beneficios de la aplicación de tratamientos hormonales**

El control farmacéutico de la reproducción en los ovinos es posible, mediante la administración de hormonas o análogos relacionados con el ciclo estral, como la progesterona, las prostaglandinas y/o la melatonina (Abecia *et al.* 2011, Abecia *et al.* 2012). La utilización de estas tecnologías reproductivas tiene su base en la necesidad de mejorar la fertilidad y prolificidad de las ovejas, la aplicación de estas hormonas exógenas es una práctica de uso continuo en el mundo desde hace poco más de 4 décadas, sin embargo su uso no está generalizado en la Ovinocultura (Olivera y Gil 2005), ya sea por desconocimiento o por considerarlas de costo elevado para ser implementadas masivamente en los sistemas de producción que predominan.

Dicha situación hace necesario realizar un análisis económico productivo, que permita determinar la relación beneficio-costo de la aplicación de diferentes esquemas de tratamientos hormonales, que se utilizan en la reproducción asistida como es la inseminación artificial (IA) o programa de producción más intensivos con empadre fuera de temporada reproductiva también conocido como anestro estacional, generalmente durante los meses de marzo, abril y mayo, donde los tratamientos sustituyen la secreción normal de hormonas y se denominan tratamientos de inducción del estro o celo, que permita disponer de la producción de corderos en épocas de mejores condiciones de mercado como menor oferta y alta demanda de producto, así como, mejorar la eficiencia productiva de los rebaños, con un enfoque a la mayor prolificidad por hembra por año, consiste en el uso principalmente de estrógenos. Así mismo, otro concepto muy importante a tomar en consideración es la mejora genética en la producción, ya que también se considera como estratégica si se busca mejorar la productividad y por consecuencia la rentabilidad, en donde los tratamientos hormonales juegan un papel importante al sincronizar celos, agrupando en un corto periodo la presentación de celos haciendo factible el implementar otras tecnologías como la inseminación artificial, o bien agrupar hembras con un mismo estado fisiológico, que permita hacer un uso eficiente de instalaciones, mano de obra para cuidados, manejo y alimentación, así como, en donde existe una amplia gama de productos hormonales, como prostaglandinas, gonadotropinas.

El implementar un programa de producción intensivo, tiene que considerar el uso de hormonas para lograr el empadre en época de anestro estacional, ya que sin estos elementos se tendría poca o nula actividad reproductiva en las hembras. Diversos estudios han señalado que, mediante el uso de terapia hormonal, se lograron incrementos en el número de corderos logrados por hembra por año, alcanzando porcentajes de incrementos de corderos de 62% anual, logrando intervalo entre partos de 8 meses. Con esta actividad se estaría mejorando la productividad y rentabilidad de las unidades de producción ovina, con índice en la relación costo beneficio favorable, respecto del incremento del

costo de los tratamientos hormonales, con la producción adicional de corderos, producto de la intensificación de producción.

Sin embargo, como señala Essam *et al.* (2016), pocos estudios han utilizado GnRH en la sincronización de la ovulación (OVS) en ovinos. Los protocolos basados en GnRH son utilizados durante la temporada no reproductiva con la finalidad de proporcionar una fuente de progesterona (P4) para inducir la ovulación o la luteinización de los folículos. Además, el tiempo requerido para lograr este protocolo es más corto que otros métodos. Aunque, según refiere Swelum *et al.* (2015), la administración de progestágenos intravaginales como FGA o CIDR durante 10-16 días seguidos de la aplicación de inyección IM de eCG, puede ser el método más práctico para la sincronización del estro en ovejas. Existen otras investigaciones que demuestran que la administración de protocolos prolongados puede resultar en bajas tasas de concepción. Mientras tanto, los protocolos a corto plazo permiten facilitar las tareas de manejo, minimizan el flujo vaginal y los riesgos de infección y por lo tanto aumentan las tasas de fertilidad. De hecho, los tratamientos con esponja a corto plazo (5-7 días) han tenido éxito en ovejas independientemente de la temporada de reproducción (Oliveira *et al.* 2019).

Cabe señalar, que la eCG es un hormonal incorporado de forma rutinaria en los protocolos basados en progestágenos, estos son utilizados para inducir la ovulación en ovejas en temporada de anestro. Sin embargo, hay muchos factores que pueden influir en el efecto de eCG en el control de reproducción incluyendo la dosis de progestágeno y de eCG, así como la duración del tratamiento con progestágenos. Recientemente, Essam *et al.* (2016) ha concluido que los dispositivos PRID que contienen 20 mg de Chronorges pueden ser reducido a la mitad para una sincronización de estro más económica en condiciones de campo, con resultados en tasas de gestación altas, pero no se recomienda reducir a la mitad la dosis recomendada de eCG (600 UI) ya que podría disminuir la tasa de fecundidad.

De lo anterior se advierte, la necesidad de retomar algunos de los experimentos, para evaluar la respuesta de los tratamientos hormonales en la manipulación del estro en hembras ovinas, que nos permita identificar, el tipo de tratamiento hormonal que sea factible de implementar, brinde mejores resultados y de menor costo económico en cada temporada reproductiva, tomando en consideración las diferentes variables en las condiciones en las que se desarrolla la actividad productiva de la Ovinocultura en el Estado de Michoacán. Tal como refiere Olivera y Gil (2005) es de interés tanto para consumidores, productores y de nuestra profesión en particular, incentivar el uso de tratamientos hormonales, inocuos que no dejen residuos en carne, leche y/o medio ambiente, que demanden menos mano de obra, y que su costo permita su masificación en las explotaciones ovinas.

La mejora genética tiene como objetivo aumentar los ingresos del productor a través de una mayor producción por unidad de recurso (cantidad) y un mayor valor por unidad de producto (calidad) así lo refiere Roa y Marriault (2018). La inseminación artificial (IA) es considerada como la técnica reproductiva más poderosa que tanto fisiólogos reproductivos y genetistas han proporcionado al sector ganadero para el mejoramiento genético, tan como lo señala Smith *et al.* (2018), es a su vez un herramienta que permite mejorar la eficiencia productiva del rebaño, sin embargo, el costo de implementación de esta tecnología, no permite su acceso a los pequeños y medianos productores de ovinos, ya que representa en muchos casos una inversión que no pueden realizar, no obstante que según los refiere Muller *et al.* (2016), existe un amplio margen para aumentar el beneficio económico en la cadena de valor ovina a través del mejoramiento genético. Del costo unitario de implementar un protocolo para inseminación artificial en Michoacán es de aproximadamente \$435.00 por hembra, sin considerar el material genético, de los cuales el 55% de dicho costo corresponde a tratamiento hormonal, por lo que, para facilitar el acceso a esta tecnología reproductiva, es necesario evaluar el costo-beneficio de aplicar tratamientos hormonales que permitan la sincronización del estro con un bajo costo.

## **5. HIPÓTESIS**

La utilización de tratamientos hormonales basados en la aplicación de hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), progestágenos (Acetato de flurogestona), gonadotropina crónica equina (eCG), así como los que incluyen la aplicación de cloprosteno sódico, mejoran la eficiencia productiva de las hembras de la raza Dorper, para inducción y sincronización de celo, tanto en temporada de anestro como de actividad reproductiva, con un bajo costo de implementación.

## **6. OBJETIVO GENERAL**

Determinar que tratamiento hormonal permite mejorar la eficiencia productiva en respuesta positiva y homogénea a la sincronización de celo, porcentaje de fertilidad y prolificidad en hembras de la raza Dorper, tanto en temporada de anestro como de actividad reproductiva, con un bajo costo de implementación, en la zona centro del Estado de Michoacán, en el ciclo reproductivo 2021.

### **6.1 Objetivos específicos**

- 1) Evaluar la efectividad de los tratamientos hormonales para sincronización de estro, en la respuesta positiva y homogénea a la sincronización, en hembras ovinas de la raza Dorper, tanto en temporada de anestro como de actividad reproductiva.
- 2) Evaluar el porcentaje de fertilidad de los tratamientos hormonales para sincronización de estro, durante la estación de anestro y de actividad reproductiva, de las hembras ovinas de la raza Dorper.
- 3) Evaluar el índice de prolificidad de las hembras ovinas de la raza Dorper, sometidas a los dos tratamientos hormonales para la sincronización de estro, durante la estación de anestro y de actividad reproductiva, de las hembras ovinas de la raza Dorper.
- 4) Analizar el costo - beneficio de cada tratamiento hormonal para sincronización de estro, aplicados durante la temporada de anestro y de actividad reproductiva, sobre la manifestación de tasa de celo, el porcentaje de fertilidad y prolificidad.

## **7. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **7.1 Área de estudio**

El estudio se realizó en la unidad de producción ovina Desarrollo Ganadero La Custodia, ubicada en la comunidad de Santiago Undameo, municipio de Morelia Michoacán, en las coordenadas 19°35'20.56" N, 101°17'40.01"O, a una altura de 2,027 msnm, en dos momentos, el primero (época de anestro) de 25 de abril al 5 de junio de 2021 y el segundo (época reproductiva) de 13 de octubre a 23 noviembre 2021. Se utilizaron en ambos periodos 45 hembras multíparas de la raza Dorper, no lactantes, con condición corporal de 3 (tres) a 3.5 (tres punto cinco) (escala 1 a 5), con peso vivo promedio de  $45.0 \pm 2.5$  kg, todas inmunizadas con bacterina (BIOBAC® 11 VÍAS) indicada para la prevención del carbón sintomático, edema maligno, hepatitis necrótica infecciosa, enterotoxemias, miositis, pasteurelosis, infecciones por Mannheimia haemolytica e Histophilus somni; se aplicó un desparasitante oral (Koptisin Ovine®) parásitos internos tremátodos, nemátodos, céstodos y oestrus ovis; así mismo, aplicación parenteral de suplemento vitamínico y mineral (SELEJECT B12®), 30 días previo al inicio de tratamientos, el manejo utilizado fue estabulado, con alimentación promedio diaria de 2 kilogramos por oveja, de una dieta integral con 14.39% PC, 3.4 Mcal EM/kg MS, agua y sales minerales ad libitum.

### **7.2 Diseño experimental**

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con una distribución aleatorio en 3 grupos, a las que se aplicó uno de tres tratamientos: T1) Sincronización de la ovulación (Ovsynch) = el día 0 reciben una aplicación de 0.2 mg vía IM de gonadorelina, análogo de GnRH (GnRH, Sanfer® Animal Health.), seguido, 7 días después, de una aplicación vía IM de 265 mcg de cloprostenol (SINCROPLEX, Animal Care Products®) y, en el día 9, la segunda aplicación de 2 mg vía IM de gonadorelina. T2) CLOPROSTAAB IA = dos aplicaciones vía IM de 265 mcg de cloprostenol (SINCROPLEX, Animal Care Products®) análogo de PGF2a. con intervalo de 11 días (Ávila et al., 2019). T3) Día 0 aplicación intravaginal de esponja de poliuretano impregnada de Acetato de Medroxiprogesterona 60 mg (SERIGAN® Esponjas Ovejero, México), insertado con un aplicador estéril, seguido, 7 días después, de una aplicación vía IM de 265 mg de cloprostenol (SINCROPLEX, Animal Care Products®) y, en el día 8, retiro de esponja y aplicación IM de 500 UI de eCG (SERIGAN® PMSG Ovejero, México).

### **7.3 Manejo de proceso reproductivo**

#### **7.3.1 Detección de Celo**

La detección de estro se realizó dos veces al día, por períodos de dos horas (de 8:00 a 10:00 y de 17:00 a 18:00 horas) con la introducción de machos enteros, provistos de mandil protector para evitar la copula, iniciando a 8 horas después de la aplicación de prostaglandina para T1 y 24 horas después de la segunda dosis de prostaglandina para T2, para T3, 8 horas después de retiro de esponja y aplicación de eCG.

### **7.3.2 Inseminación artificial**

La inseminación artificial se realizará mediante la técnica por laparoscopia, utilizando semen criopreservado de un solo semental probado en fertilidad, en dosis de  $50 \times 10^6$  espermatozoides, la cual se llevó a cabo a tiempo fijo, 16 después de la última aplicación de GnRH para tratamiento (T1), y de 72 a 76 horas después de la segunda dosis de cloprostenol para tratamiento (T2), respectivamente,

### **7.3.3 Diagnóstico de gestación**

Para el diagnóstico de gestación se realizó por ultrasonido transabdominal a los 30 días post-inseminación.

## **7.4 Análisis estadístico**

Las variables de respuesta consideradas en este estudio fueron: manifestación de celo (MC, receptividad al macho), incidencia de celo (IC, ovejas en celos / ovejas tratadas), intensidad del celo (DC duración del celo / horas), Fertilidad (F, ovejas gestantes / ovejas inseminadas) y Prolificidad (P, número de corderos nacidos / ovejas paridas). Las variables de respuesta categórica serán evaluadas estadísticamente mediante la prueba de Chi cuadrada ( $\chi^2$ ), mientras que las cuantitativas (el tiempo de respuesta e intensidad de celo), serán evaluadas en un diseño completamente al azar mediante ANOVA unidireccional, incluido análisis de comparación de medias, mediante la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de  $p > 0.05$ .

## **Análisis de pertinencia económica**

Para el análisis se tomó como indicador de referencia la relación beneficio costo donde destacan para su determinación la referencia del costo de producción, que considera la suma del costo por implementación de tratamiento y alimentación del lote por periodo de 6 meses, entre el ingreso obtenidos por número de corderos nacidos vivos a precio de oportunidad en mercado regional para pie de cría de la raza Dorper.

## **8. RESULTADOS Y DISCUSION**

### **8.1 Época de baja actividad reproductiva (Anestro)**

Para la época de baja actividad reproductiva, también conocida como anestro estacional, encontramos que únicamente las hembras a las cuales se aplicó el tratamiento T3: MAP + eCG presentaron respuesta manifiesta a conducta estral, siendo un índice de IC del 100%, con un tiempo de respuesta a inicio la misma de  $48.8 \pm 10.8$  h, mediante el examen de ecografía se determinó que el índice de fertilidad fue del 46.7%, corroborado al momento del parto donde el índice de prolificidad fue de  $1.8 \pm 0.7$  corderos por parto (Cuadro 1). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Córdova *et al.* (2019) y Verdoljak *et al.* (2017) quienes observaron en temporada anestro, que los tratamientos con esponjas intravaginales con 20 mg de Cronolone y 400 U.I de eCG IM 24 horas antes de retirar las esponjas; el porcentaje de incidencia de estro fue 92% y 57.1%, el porcentaje de fertilidad 76% y 56% y la prolificidad de 1.0 para el estudio de Cordova *et al.* (2019) y 1.33 para el estudio Verdoljak *et al.* (2017) respectivamente. Essam *et al.* (2015) obtuvo resultados de 100% de estros para tratamientos con esponjas intravaginales con 20 mg de Acetato de flurogestona y 500 U.I de eCG al momento de retirar las esponjas, fertilidad de 66.6% y prolificidad de 1.75 corderos por parto.

De los resultados obtenidos se pudo observar que si bien las hembras sometidas al tratamiento T2: CLOPROSTAAB IA, no presentaron una conducta de estro manifestó, el 73.3% de las hembras fueron cubiertas por monta directa del semental, lo que nos indica según reportes de otros autores podrían las hembras sometidas a este tipo de tratamiento tener ovulaciones sin la manifestación del estro y considerarse como celos silenciosos, pero fértiles, con una prolificidad de  $1.4 \pm 0.6$  corderos por parto, esto coincide con lo reportado por Cadena *et al* (2018). El resultado del tratamiento T1: OVSYNCH solo se identificó la gestación de una hembra, que de acuerdo a la fecha de parto, se considera producto de un celo posterior, no atribuido a efecto del tratamiento.

**Cuadro 1. Resultados en época de baja actividad reproductiva (Anestro)**

Variables	T1: OVSYNCH	T2: CLOPROSTAAB IA	T3: MAP + eCG
n	12	15	15
Hembras en Celo (%)	0	0	15 (100)
Tiempo de respuesta (h)	0	0	48.8 ± 10.8 h
Fertilidad (%)	1* (6.7)	11* (73.3)	7 (46.7)
Prolificidad	1	1.4 ± 0.6	1.8 ± 0.7

\* Gestaciones logradas un ciclo posterior al tratamiento.

No obstante los resultados previamente señalados, una vez realizado el análisis en cuanto a la relación costo beneficio (B/C) de aplicación de tratamientos, el T3: MAP + eCG tiene un B/C de 0.95 que aunado a que refleja respuesta positiva a los parámetros técnico evaluados, se considera como viable para implementar en esta época determinada; Sin embargo, considerando como resultado el número de corderos obtenidos en el periodo de estudio, se observó que T2: CLOPROSTAAB IA obtuvo un índice de 1.17, que nos refiere que es económicamente viable la implementación de este tratamiento (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Relación Beneficio-Costo**

Tratamiento	Corderos Nacidos	Ingresos por Corderos (\$)	Costo Total (A+B\$)	Relación B/C
T1: OVSYNCH	1	2,000.00	27,298.00	0.07
T2: CLOPROSTAAB IA	16	32,000.00	27,256.27	1.17
T3: MAP + eCG	13	26,000.00	27,386.45	0.95

## 8.2 Época reproductiva

Para la época de mayor actividad reproductiva, encontramos que una vez realizado el análisis estadístico de los datos, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos respecto a los índices de respuesta manifiesta a conducta estral (IC), de Fertilidad (%) y prolificidad; en donde se observó únicamente diferencia significativa es en cuanto al tiempo de respuesta a la manifestación de celo, destacando en los resultados el tratamiento T3: MAP + eCG, en donde se observó respuesta al estro  $28.1 \pm 4.1$  h pos retiro del tratamiento (Cuadro 3). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Ávila-Castillo *et al.* (2019) encontró el inicio del estro (IC) de  $31.55 \pm 1.04$  h, con un porcentaje de gestación de 90% y prolificidad de  $2.12 \pm 0.12$  corderos por parto; Alavez *et al.* (2014)

observó que el intervalo de inicio del estro en tratamiento con esponjas se presentó a las  $30 \pm 8,2$  h; y en el tratamiento de cloprostenol a las 44 h después de la última aplicación, con fertilidad de 53,3 y 60,0 %, respectivamente; Olivera y Gil (2005), igualmente en tratamientos con esponja (MAP12+eCG) con fertilidad de 50%; Prieto *et al.* (2011), describe resultados para tratamiento de dos aplicaciones de PGF2 $\alpha$ , incidencia de celos observó de 95%, un 70.6% de fertilidad; encontrando a su vez coincidente con el análisis económico de nuestro estudio diferencia de costo entre tratamientos de MAP y Prostaglandinas de 44% más caro el uso de MAP. Cadena *et al.* (2018) obtuvo los siguientes resultados en ovejas sincronizadas con dos dosis de 250  $\mu$ g de Cloprostenol con intervalo de siete días, Estro en 13% de las ovejas, inicio del estro  $72.53h \pm 6.05$ , con gestación de 48% y prolificidad 2.16

**Cuadro 3. Resultados en época reproductiva.**

Variables	T1: OVSYNCH	T2: CLOPROSTAAB IA	T3: MAP + eCG
n	12	15	15
Hembras en Celo (%)	11(91.67)a	13 (86.6)a	15 (100)a
Tiempo de respuesta (h) *	$46.3 \pm 4.2$ a	$44.1 \pm 11.9$ a	$28.1 \pm 4.1$ b
Fertilidad (%)	25a	46.7a	60a
Prolificidad	$1.33 \pm 0.33$ a	$1.43 \pm 0.43$ a	$2 \pm 0.33$ a

Del análisis en cuanto a la relación costo beneficio (B/) de aplicación de tratamientos, para la época reproductiva, se observó que el T3: MAP + eCG tiene el mejor índice de relación B/C con 1.31, que aunado a que presenta la mejor respuesta positiva a los parámetros técnico evaluados, se considera como la opción con mayor viabilidad para implementar en esta época reproductiva (Cuadro 2).

**Cuadro 4. Relación Beneficio-Costo**

Tratamiento	Corderos Nacidos	Precio de Cordero (\$)	Ingreso por Corderos (\$)	Costo Total (A+B\$)	Relación B/C
T1: OVSYNCH	4	2,000.00	8,000.00	27,298.00	<b>0.29</b>
T2: CLOPROSTAAB IA	7	2,000.00	14,000.00	27,256.27	<b>0.51</b>
T3: MAP + eCG	18	2,000.00	36,000.00	27,386.45	<b>1.31</b>

## **9. CONCLUSIONES**

En conclusión, de los resultados obtenidos durante la presente investigación, podemos definir que los tratamientos basados en la aplicación de aplicación intravaginal de esponja de poliuretano impregnada de Acetato de Medroxiprogesterona 60 mg, con aplicación vía IM de 265 mg de cloprostenol y 500 UI de eCG, son la opción que mejores resultados se obtienen tanto en época de anestro, como en la época de reproductiva, considerados como una opción técnica y económica viable. Sin embargo, también se advierte que el tratamiento basado en la aplicación de dos dosis de 265 mcg de Cloprostenol podría ser una herramienta efectiva en la sincronización del estro en ovinos, siempre y cuando se realice con el uso de monta natural, considerando a su vez las ventajas sobre un menor costo, facilidad en la aplicación del mismo y una menor incidencia de efectos secundarios como infecciones vaginales.

## 10. LITERATURA CITADA

- Abecia, J.A. (2008). Estrategias reproductivas frente a los cambios en los sistemas de producción ovina. *Tierras*. 1:147. 88-93.
- Abecia, J.A., Forcada, F. y González, A. (2011). Pharmaceutical control of reproduction in sheep and goats. The Veterinary clinics of North America. Food animal practice, 27(1), 67–79. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.10.001>
- Abecia, J.A., Forcada, F., y González, A. (2012). Hormonal control of reproduction in small ruminants. Animal reproduction science, 130(3-4), 173–179. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.01.011>
- Aguilera, A. (2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofin Habana*, 11(2), 322-343. Recuperado en 01 de diciembre de 2022, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2073-60612017000200022&lng=es&tlang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022&lng=es&tlang=es).
- Alavez, A., Arroyo, J., Montes, R., Zamora, R., Navarrete, L.F. y Magaña H. (2014). Estrus synchronization using progestogens or cloprostrenol in tropical hair sheep. Tropical Animal Health and Production. 46, 1515–1518. <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0660-z>
- Alonso, J. (1981). Manejo de la reproducción en el ovino. *Ciencia veterinaria*, 3, 434-466. Consultado en: <https://fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol3/CVv3c13.pdf>
- Álvarez, J. y Medellín R. A. (2005). Ovis aries (doméstica). Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Consultado en: [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/fichaexoticas/Ovisaries%20\\_domestica\\_00.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/fichaexoticas/Ovisaries%20_domestica_00.pdf)
- Arroyo, J. (2011). Estacionalidad reproductiva de la oveja en México. Tropical and subtropical agroecosystems, 14:3, 829-845. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-0462201100030001&lng=es&tlang=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-0462201100030001&lng=es&tlang=es).
- Ávila, B.R., García, E.O., Molina, P., Sánchez-Torres, M.T. (2019) Sincronización del estro en ovejas de pelo mediante protocolos basados en prostaglandinas + GnRH. CienciaUAT. 13:2. 141-151. <https://doi.org/10.29059/cianciuat.v13i2.1012>
- Avila, J.G., Arboleda, D.I., Monter, A., Ramírez, R., y Pliego, B. (2019). Sincronización de celos para inseminación artificial en ovejas de pelo utilizando progestágenos más eCG o prostaglandinas. Revista Académica Ciencia Animal. 17:1,382-384.
- Bobadilla, E.E., Flores J.P. y Perea M. (2017). Comercio exterior del sector ovino mexicano antes y después del Tratado de Libre Comercio con América del Norte. Revista economía y sociedad XXI. 37. 35-49. Consultado: <https://www.redalyc.org/pdf/510/51054506003.pdf>

- Bobadilla, E.E., Ochoa. F., y Perea M. (2021). Dinámica de la producción y consumo de carne ovina en México 1970 a 2019. Revista Mesoamericana. 32. 963-982.  
<http://dx.doi.org/10.15517/am.v32i3.44473>.
- Bobadilla, E.E., Salas, G., Flores J.P. y Perea M. (2015). Unit displacement of sheep production in México by effect of imports. International Journal of Development Research. Consultado: [https://www.researchgate.net/publication/324173926\\_UNIT\\_DISPLACEMENT\\_OF\\_SHEEP\\_PRODUCTION\\_IN\\_MEXICO\\_BY\\_EFFECT\\_OF\\_IMPORTS](https://www.researchgate.net/publication/324173926_UNIT_DISPLACEMENT_OF_SHEEP_PRODUCTION_IN_MEXICO_BY_EFFECT_OF_IMPORTS)
- Bobadilla, E.E. y Perea M. (2018). Evolución de la Ovinocultura en México. Sabermás, Volumen 38, 12-14. <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/323-numero-38/583-evolucion-de-la-ovinocultura-en-mexico>.
- Buckrell B. C. (1987). Management of reproduction of sheep. The Canadian veterinary journal = La revue veterinaire Canadienne. 28(6). 374–377. Consultado: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1680640/>
- Cadena, S., Arévalo, M., Gallegos, J., y Hernández, A. (2018). Estrus synchronization in ewes with PGF<sub>2α</sub> and biostimulated with male effect. Abanico veterinario. 8:3, 94-105. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2018.83.7>
- Cadena, S., Vaquera, H., Pérez, P., Cortez, C., Hernández, J.A. y Gallegos. J. ( ). Prolificidad en ovelas pelibuey destetadas y sincronizadas con progestágenos en época reproductiva con “efecto macho” y un reconstituyente metabólico.
- Carrera, C.B. (2008). La Ovinocultura en México: ¿alternativa para los productores rurales? Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Avances Cuadernos de Trabajo 207: 1-17. Consultad <http://www3.uacj.mx/DGDCDC/SP/Documents/avances/Documents/2008/Avances%20207.%20Benjam%C3%ADn%20Carrera.pdf>
- Chávez, A. (2011). Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo de las razas Pelibuey, Kathadyn y Dorper bajo condiciones de estabulación en la región de la comarca lagunera de Coahuila. Tesis. Consultado: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3243/AZUCENA%20CHAVEZ%20GAMBOA.pdf?sequence=1>
- Córdova, A., Iglesias, A., Guerra, E., Villa, A., Huerta, R., y Sánchez, R. (2019). Uso de esponjas intravaginales comerciales vs caseras, para la sincronización de estros de ovejas anéstricas. *Abanico Agroforestal*, 1.
- Daly, J., Smith, H., McGrice, H., Kind, K.L. y Van Wettere, W. (2020). Towards Improving the outcomes of assisted reproductive technologies of cattle and sheep, with particular focus on recipient management. Journals *Animals*. 10 (2). 293. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani10020293>

- De Rensis, F., y López, F. (2014). Use of equine chorionic gonadotropin to control reproduction of the dairy cow: a review. *Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene*, 49(2), 177–182.  
<https://doi.org/10.1111/rda.12268>
- Espinosa, M.A., González. M.A., Buendía, G., Jiménez S. y Villaseñor F. (?). Reproductive response of hair ewes to short or long term estrus synchronization protocols using controlled internal drug realease (CIDR) devices.
- Espinosa, M.A., González. M.A., Buendía, G., Jiménez S. y Villaseñor F. (2018). Oestrus synchronization of ewes with intravaginal progesterone releasing devices and different doses of equine chorionic gonadotropin. *Memoria Reunión Nacional de Investigación Pecuaria*. 4 (1).
- Espinosa, J.A. (2016). El valor de los registros económicos en la producción ovina. 8 Congreso internacional del borrego y la cabra. Consultado: [http://www.borrego.com.mx/wp-content/uploads/2019/06/el\\_valor\\_de\\_los\\_registros\\_economicos\\_en\\_la\\_produccion\\_ovina.pdf](http://www.borrego.com.mx/wp-content/uploads/2019/06/el_valor_de_los_registros_economicos_en_la_produccion_ovina.pdf)
- Essam, A., Mohey, A., Ismail, E., Bassiouni, H. y El-Sayed, F. (2016). Efficacy of various synchronization protocols on the estrus behavior, lambing rate and prolificacy in Rahmani Egyptian ewes during the non-breeding season. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* 11: 34-43.
- Fierro, S., Gil, J., Viñoles, C., y Olivera, J. (2013). The use of prostaglandins in controlling estrous cycle of the ewe: a review. *Theriogenology*, 79(3), 399–408.  
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.10.022>
- González, A., Menchaca, A., Martin, G. B., Martínez-Ros, P. (2020). Seventy years of progestagen treatments for management of the sheep oestrous cycle: where we are and where we should go. *CSIRO. Reproduction, Fertility and Development* 32: 441-452.
- Habeeb, H. M. H., y Anne, M. (2021). Estrus Synchronization in the Sheep and Goat. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 37(1), 125–137.  
<https://doi:10.1016/j.cvfa.2020.10.007>
- Hameed, N., Khan, M.IuR., Zubair, M. et al. Approaches of estrous synchronization in sheep: developments during the last two decades: a review. *Trop Anim Health Prod* 53, 485 (2021).  
<https://doi.org/10.1007/s11250-021-02932-8>
- Hashem, N., El-Azraq, K., Nour El-Din A.N, Taha T.A. y Salem M.H. (2015). Effect of GnRH treatment on ovarian activity and reproductive performance of low-prolific Rahmani ewes. *Theriogenology* 83:192-198.
- Hernández, N., Faustino, B., Gómez, L.E., Saldaña, P., Cordero, J.L. y Martínez. J.C. (2013). Protocolo para la sincronización de estros en ovejas de lana. *Memorias 25° Encuentro Nacional de Investigación Científica y Tecnológica del Golfo de México*. 189-192.

- Hernández, J.A., Valencia, M., Ruíz, J.E., Mireles, A.I., Cortez, C. y Gallegos, J. (2017). Contribución de la Ovinocultura al Sector Pecuario en México. Agroproductividad. 10:3. 87-93. Recuperado: <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/975>
- Jiménez, R.A., Chávez. L.M., Rendón, M.C., y Alonso, A. (2019). La multifuncionalidad de la Ovinocultura en los sistemas campesinos. [https://www.researchgate.net/profile/Randy-Jimenez/publication/334729650\\_La\\_multifuncionalidad\\_de\\_la\\_ovinocultura\\_en\\_los\\_sistemas\\_campesinos\\_The\\_multifunctionality\\_of\\_ovine-culture\\_in\\_peasant\\_systems/links/5d3d3870299bf1995b509199/La-multifuncionalidad-de-la-ovinocultura-en-los-sistemas-campesinos-The-multifunctionality-of-ovine-culture-in-peasant-systems.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Randy-Jimenez/publication/334729650_La_multifuncionalidad_de_la_ovinocultura_en_los_sistemas_campesinos_The_multifunctionality_of_ovine-culture_in_peasant_systems/links/5d3d3870299bf1995b509199/La-multifuncionalidad-de-la-ovinocultura-en-los-sistemas-campesinos-The-multifunctionality-of-ovine-culture-in-peasant-systems.pdf)
- Lategan, D. (2015). Dorpers en el nuevo siglo. Manual oficial de capacitación. 3a. Ed.
- Lozano, J.F., Uribe, L.F. y Henry, J. (2012). Control hormonal de la reproducción en hembras ovinas (Ovisaries). Rev. Veterinaria y Zootecnia. 6:2. 134-147. <https://link.gale.com/apps/doc/A680551259/IFME?u=anon~86379d1c&sid=googleScholar&xid=0b5f4ce>.
- M.C. Gatica, M.C., Celi, I., Guzmán, J.L., y Zarazaga, L.A. (2012). Utilización de fotoperiodo e implantes de melatonina para el control de la reproducción en caprinos Mediterráneos. Revista electrónica de Veterinaria. 13:10. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101012.htmlM>
- Macedo, R. y Castellanos, Y. (2004). Rentabilidad de un sistema intensivo de producción de ovino en el trópico. Avances en investigación agropecuaria. 8. Consultado [https://www.researchgate.net/publication/238753274\\_Rentabilidad\\_de\\_un\\_sistema\\_intensivo\\_de\\_produccion\\_ovino\\_en\\_el\\_tropico](https://www.researchgate.net/publication/238753274_Rentabilidad_de_un_sistema_intensivo_de_produccion_ovino_en_el_tropico)
- Manes, J. y Ungerfeld R. (2015). Sincronización de celos en ovejas y cabras con dispositivos intravaginales liberadores de progestágenos: alteraciones en ambiente vaginal y su relación con la fertilidad. Revista Brasileña de Reproducción Animal. Vol. 39:1. pp 104-108. Disponible en: [http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag104-108%20\(RB537\).pdf](http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag104-108%20(RB537).pdf)
- Martínez, P., González, A., García, E., Ríos, A. y Astiz, S. (2019). Effects of short-term intravaginal progestagen treatment on fertility and prolificacy after natural breeding in sheep at different reproductive seasons. Journal of Applied Animal Research. 47:1, 201–205. <https://doi.org/10.1080/09712119.2019.1599899>
- Martínez, S., Aguirre, J., Gómez, A.A., Ruiz, M., Lemus, C., Macias, H., Moreno, L.A., Salgado, S. y Ramírez, M.H. (2010). Tecnologías para mejorar la producción ovina en México. Revista Fuente. Consultada en: <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/498>

- Menchaca, A., Dos Santos-Neto, P., Cuadro, F., Souza-Nevez, M. y Crispo M. (2018). From reproductive technologies to genome editing in small ruminants: an embryo's journey. 10th International Ruminant Reproduction Symposium. *Anim. Reprod.* 15:1. 984-995
- Miranda, V.O., Oliveira, F.C., Dias, J.H., Vargas Júnior, S.F., Goularte, K.L., Sá Filho, M.F., et al. (2018) Estrus resynchronization in ewes with unknown pregnancy status. *Theriogenology*. 106, 103-107. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.10.019>.
- Muller, J.P., Vozzi, P.A., Giovannini, N. y Álvarez, J.M. (2016). Beneficio del progreso genético en ovinos de la Argentina. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/2016\\_ria\\_mueller\\_beneficio\\_del\\_progreso\\_genetico.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/2016_ria_mueller_beneficio_del_progreso_genetico.pdf)
- Naranjo, G. (1981). Prostaglandinas. *Act. Méd. Cost.* 24:3. 245-248 <https://repositorio.binasssa.cr/repositorio/bitstream/handle/20.500.11764/2520/art8v24n3.pdf?sequence=1>
- Núñez, R., De Castro, T., García, C., Bó, G., Piaggio, J., y Menchaca, A. (2014). Ovulatory response and luteal function after eCG administration at the end of a progesterone and estradiol' based treatment in postpartum anestrous beef cattle. *Animal Reproduction Science*. 146. 111-116. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.02.017>
- Oliveira, I., Álvarez, M.F., Nunes, E.K., Rodríguez J.D., Da Silva, A.B., Pérez, R., Ungerfeld R. y Zandonadi, F. (2019). Hormonal protocols for early resynchronization of ovulation in ewes: The use of progestagens, eCG, and inclusion of early pregnancy diagnosis with color Doppler ultrasound. *Theriogenology*. 133, 113- 118. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.04.033>
- Olivera, J. y Gil, J. (2005). Estudio de diferentes alternativas para la sincronización de celos en ovinos, descripción y valorización económica. XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría. 195-196. Consultado: [https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/342/JB2005\\_195-196.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/342/JB2005_195-196.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Orona, I., López, J.D., Vázquez, C., Salazar, E. y Ramírez M.E. (2014). Análisis microeconómico de una unidad representativa de producción de carne de ovino en el Estado de México bajo un sistema de producción semi intensivo. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 34, 720-728.
- Pal, P., y Rayees, M. (2021). Induction and Synchronization of Estrus. IntechOpen. Doi: 10.5772/intechopen.90769
- Prieto, M., García Martínez, G., Lateulade, I., y Villa, M. (2011). Sincronización de celos en ovinos con doble dosis de prostaglandina. *Rev Ganadería*, 39, 175-8.
- Qu, J., Yin, X., Li, Y., Wang, Q., Wang, J., & Sun, X. (2022). The Efficacy of Three Different Estrus Synchronization Protocols on Reproductive Performance in Chinese Hu Sheep. *Indian Journal of Animal Research*, 56(4), 407-411.

- Ramírez, A. I., Delgado, G. I., Cruz, F., Herrera, A. C., y Gallegos, J. (2021). Photoperiod and its relationship to sheep reproduction. Agro productividad. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i10.1620>
- Retes, R., Domínguez, K., Moreno, S., Denogean, F., Ibarra, F. y Martín, M. (2012). Determinación de la rentabilidad de la producción de ovinos raza Pelibuey en el norte de Sonora. Revista Mexicana de Agronegocios. DOI: <http://dx.doi.org/10.22004/ag.econ.120497>
- Reyes, D. S., Osorio, Y., Hernández, M.P., Santiago, X., Gallegos, J., y Fraire, S. (2021). Sheep reproductive management. Agro productividad. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i8.2100>
- Roa, M. A., y Marriault, C. A. (2018). Inseminación artificial en ovinos: Costos servicio 2018. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA Digital. Consultado: <https://inta.gob.ar/documentos/inseminacion-artificial-en-ovinos-costos-servicio-2018>
- Rodríguez, N. (2021). Cómo realizar un análisis de costo-beneficio paso a paso. Hubspot. Consultado: <https://blog.hubspot.es/sales/analisis-costo-beneficio>
- Rodríguez, J.C., Moreno, S., Robles, M. y Rodríguez, E.L. (2017). El indicador CASI en la rentabilidad ovina. Revista Mexicana de Agronegocios, Vol.42. pp 764-777
- Rosa, H.J.D. y Bryant, H.J.D. (2003). Seasonality of reproduction in sheep. Small ruminant research. 48(3). 155-171. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(03\)00038-5](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00038-5)
- Rubianes, E., Menchaca, A., y Carbajal, B. (2003). Response of the 1–5 day-aged ovine corpus luteum to prostaglandin F<sub>2α</sub>. Animal Reproduction Science. 78, 47-55. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(03\)00046-0](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(03)00046-0)
- Sanciprián, E. (2018). Qué es el costo de producción o transformación. Revista digital IDC. Consultado: <https://idconline.mx/fiscal-contable/2018/12/21/que-es-el-costo-de-produccion-o-transformacion>
- Smith, M., Geisert, R., Parrish, J.J. (2018). Reproduction in domestic ruminants during the past 50 yr: discovery to application. *Journal of Animal Science*. 96, 2952–2970. <https://doi.org/10.1093/jas/sky139>
- Swelum, A.A.A., Alowaimer, A.N. y Abouheif, M.A. (2015). Use of fluorogestone acetate sponges or controlled internal drug release for estrus synchronization in ewes: Effects of hormonal profiles and reproductive performance. *Theriogenology*. 84:4, 498-503. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.03.018>.
- Tellez, J.R. (2013). Dorper. Expresiones veterinarias, publicación en línea de la biblioteca de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. Consultado: <https://www.expresionesveterinarias.com/2013/12/dorper.html>
- Ungerfeld, R. y Rubianes, E. (2016). Effectiveness of short-term progestogen primings for the induction of fertile oestrus with eCG in ewes during late seasonal anoestrus. *Animal Science*. 68, 349-353. <https://doi.org/10.1017/S1357729800050347>

- Vasconcelos C.O., Zandonadi, F., Martins, G., Penna, B., Goncalves J.M., Lilenbaum, W. (2016). Qualitative and quantitative analysis of bacteria from vaginitis associated with intravaginal implants in ewes following estrus synchronization. Ciencia Rural, Santa María. 46:4. 632-636. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150365>
- Verdoljak, J.J., Vásquez. R., Casco, J.F., Pereira, M.M., Gándara, L., Acosta, F.A., Fernández, C., Castillo, S.P. y Martínez, J.C. (2017). Protocol for induction of estrus in anestrus wool sheep and their productive performance. Rev Inv Vet Perú. 28:4, 904-910. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i4.12979>

# Guillermo Damian Garcia

## ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE TRES TRATAMIENTOS.pdf

 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

---

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:402878667

18 Páginas

Fecha de entrega

7 nov 2024, 8:52 a.m. GMT-6

11,924 Palabras

Fecha de descarga

7 nov 2024, 8:58 a.m. GMT-6

62,759 Caracteres

Nombre de archivo

ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE TRES TRATAMIENTOS.pdf

Tamaño de archivo

237.9 KB

# 31% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Fuentes principales

- |     |   |
|-----|---|
| 31% |  Fuentes de Internet                           |
| 2%  |  Publicaciones                                 |
| 0%  |  Trabajos entregados (trabajos del estudiante) |

## Marcas de integridad

### N.º de alerta de integridad para revisión

#### Texto oculto

75 caracteres sospechosos en N.º de página

El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

# Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

- Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo.
- Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias.
- Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento.
- Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Datos del manuscrito que se presenta a revisión		
Programa educativo	MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA, OPCIÓN TERMINAL EN EL ÁREA PECUARIA	
Título del trabajo	ANÁLISIS TÉCNICO Y CONÓMICO DE TRES TRATAMIENTOS HORMONALES PARA LA SINCRONIZACIÓN DE ESTRO EN OVEJAS RAZA DORPER EN LA ZONA CENTRO DEL ESTADO DE MICHOACÁN.	
Nombre	Nombre	Correo electrónico
Autores	GUILLERMO DAMIÁN GARCÍA	1926059h@umich.mx
Director	JOSÉ HERRERA CAMACHO	jose.herrera@umich.mx
Codirector	KARLOS EDMUNDO OROZCO DURÁN	k-orozco
Coordinador del programa	DR. JUAN PABLO FLORES PADILLA	mae.prod.agropecuaria.agricola@umich.mx

Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Asistencia en la redacción	NO	

# Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



## Uso de Inteligencia Artificial

Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Traducción al español	NO	
Traducción a otra lengua	NO	
Revisión y corrección de estilo	NO	
Análisis de datos	NO	
Búsqueda y organización de información	NO	
Formateo de las referencias bibliográficas	NO	
Generación de contenido multimedia	NO	
Otro	NO	

## Datos del solicitante

Nombre y firma	GUILLERMO DAMIÁN GARCÍA
Lugar y fecha	MORELIA MICHOACÁN, 3 DE JUNIO DE 2025