



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN
Campus Loma Bonita

LICENCIATURA EN ZOOTECNIA

**COMPARACIÓN DE DOS PROTOCOLOS COMERCIALES DE
SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO Y SU RESPUESTA REPRODUCTIVA EN
OVEJAS PELIBUEY**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN ZOOTECNIA

PRESENTA:

JOSÉ ALFREDO RUÍZ LÓPEZ

DIRECTOR DE TESIS

DRA. GLADIS MORALES TERÁN

CO - DIRECTOR DE TESIS

DRA. SILVIA FRAIRE CORDERO

LOMA BONITA, OAXACA, MEXICO, 2022.



Universidad del Papaloapan

FECHA:	02 de Marzo del 2022
ÁREA:	Vice-Rectoría Académica
OFICIO NÚMERO:	UNPA/VRA/059/2022
ASUNTO:	Autorización de Impresión de tesis.

**C. JOSE ALFREDO RUIZ LOPEZ
P R E S E N T E:**

En base al artículo 120 del reglamento de alumnos, por medio de la presente se aprueba la impresión de la tesis titulada **“Comparación de dos protocolos comerciales de sincronización del estro y su respuesta reproductiva en ovejas pelibuey”** así como la programación del examen profesional bajo la dirección de la Dra. Gladys Morales Terán.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente,
terra ubérrima, mens aperta
Bou Lo-tama, chi jí jú

MC. HÉCTOR LÓPEZ ARJONA
Vice-Rector Académico.



VICE-RECTORIA
ACADEMICA



C.c.p. Dra. Tania Zúñiga Marroquín Jefe de Carrera de la licenciatura en Zootecnia
C.c.p. L.P. Yesenia Barrientos Arenal. Jefa del Departamento de Servicios Escolares
C.c.p. Dra. Gladys Morales Terán. Director de tesis.
C.c.p. Archivo.



Universidad del Papaloapan

Licenciatura en Zootecnia

Loma Bonita, Oaxaca a 1 de marzo de 2022

M.E. Yesenia Barrientos Arenal
Jefa del Departamento de Servicios Escolares
PRESENTE

Mediante la presente, le informo que esta jefatura, con el visto bueno de la Vice-rectoría Académica, ha designado a los siguientes profesores como sinodales del examen profesional del exalumno **C. José Alfredo Ruiz López**, quien defenderá su trabajo de tesis titulado "**Comparación de dos protocolos comerciales de sincronización del estro y su respuesta reproductiva en ovejas pelibuey**", para obtener el título de Licenciado en Zootecnia.

Titulares:

Presidente: Dr. Miguel Ángel Sánchez Hernández
Secretario: Dr. Wilber Hernández Montiel
Vocal: Dra. Gladis Morales Terán

Suplentes:

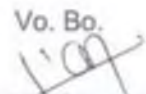
Dra. Silvia Fraire Cordero
Dr. Nicolás Valenzuela Jimenez

Sin más por el momento, le envió un cordial saludo.

Atentamente



Dra. Tania Zuñiga Marroquín
Jefa de Carrera de Lic. en Zootecnia

Vo. Bo.

M.C. Héctor López Arjona
Vice-rector Académico



C.c.p.: M.C. Hector López Arjona. Vicerector académico. Para su conocimiento
C.C.p: Archivo



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Campus Loma Bonita

LA PRESENTE TESIS TITULADA "COMPARACIÓN DE DOS PROTOCOLOS COMERCIALES DE SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO Y SU RESPUESTA REPRODUCTIVA EN OVEJAS PELIBUEY" PRESENTADA POR EL PASANTE JOSÉ ALFREDO RUIZ LÓPEZ, BAJO LA DIRECCIÓN DE LA DRA. GLADIS MORALES TERÁN, HA SIDO REVISADA Y ACEPTADA POR EL JURADO REVISOR, COMO UN REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN ZOOTECNIA.

JURADO EXAMINADOR

DRA. GLADIS MORALES TERÁN

DIRECTOR

DRA. SILVIA FRAIRE CORDERO

CO - DIRECTOR

DR. WILBER HERNÁNDEZ MONTIEL

ASESOR

DR. MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ HERNÁNDEZ

ASESOR

LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO, 2022

DEDICATORIA

Esta tesis es dedicada para mi madre Sara López Valencia y a mi padre Alfredo Ruiz Hernández que me dieron su apoyo incondicionalmente durante todo este proceso de formación académica, les estaré eternamente agradecido toda mi vida por haberme apoyado en todo momento.

También a mi hermana y familiares que me apoyaron, los cuales siempre me daban ánimos para seguir y concluir una meta y a todas las personas las cuales de cierta forma en algún momento me apoyaron en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por darme fuerza y salud.

A PRODEP-SEP, por financiar el proyecto “Sincronización e inducción de la ovulación durante el anestro postparto en ovejas Pelibuey mediante el efecto macho en el trópico” (SEP-PROMEP/10.3.5/13/6702/).

A la Universidad del Papaloapan campus Loma Bonita, por brindarme la oportunidad de forjarme de manera profesional.

A la Dra. Gladis Morales Terán. Por permitirme trabajar de la mano y brindarme su confianza, tiempo y esfuerzo para poder realizar este proyecto.

A los profesores (as). Que formaron parte de mi formación durante toda la carrera los cuales me compartieron todo su conocimiento.

INDICE

	PÁGINAS
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo general	4
2.2. Objetivo específico	4
3. HIPÓTESIS	5
4. REVISIÓN DE LITERATURA	6
4.1. Inventario nacional de ovinos	6
4.2. Ciclo estral	7
4.2.1. Fases del ciclo estral	8
4.2.1.1. Fase lútea	8
4.2.1.2. Fase folicular	8
4.2.2. Etapas del ciclo estral	9
4.2.2.1. Proestro	10
4.2.2.2. Estro	10
4.2.2.3. Metaestro	10

4.2.2.4. Diestro	11
4.3. Sincronización	11
4.4. Métodos farmacológicos y naturales para la sincronización estral	12
4.4.1. Métodos hormonales o farmacológicos	12
4.4.1.1. Progéstagenos	13
4.4.1.1.1. Esponjas vaginales	14
4.4.1.1.2. Dispositivos de liberación controlada de progesterona (CIDR)	15
4.4.1.2. Prostaglandinas	16
4.4.2. Efecto macho	17
4.4.3. Gonadotropina coriónica equina	18
4.4. Fertilidad	19
4.5. Prolificidad	20
5. MATERIALES Y MÉTODOS	22
5.1. Localización del área de estudio	22
5.2. Animales	22
5.3. Alimentación	22
5.4. Manejo sanitario	23
5.5. Tratamientos	23
5.6. Sincronización del estro	23
5.7. Diagnóstico de gestación	24
5.8. Variables de respuesta	25

5.9. Diseño experimental	26
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
6.1. Porcentaje de ovejas en estro	27
6.2. Inicio del estro	29
6.3. Duración del estro	31
6.4. Retorno a estro	32
6.5. Porcentaje de gestación	33
6.6. Porcentaje de fertilidad	34
6.7. Porcentaje de parición	35
6.8. Prolificidad	36
7. CONCLUSIONES	38
8. RECOMENDACIONES	39
9. LITERATURA CITADA	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Respuesta al estro, inicio de estro y duración del estro en ovejas sincronizadas con CIDR y eCG (Folligon; Pregnecol).....	28
2	Porcentaje de retorno al estro en ovejas Pelibuey sincronizadas con CIDR y eCG (Folligon y Pregnecol)	33
3	Respuesta en el porcentaje de gestación, porcentaje de fertilidad y porcentaje de parición en ovejas sincronizadas con CIDR y eCG (Folligon; Pregnecol)	35
4	Prolificidad en ovejas sincronizadas con CIDR y eCG (Folligon; Pregnecol)	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Representación esquemática del ciclo estral de ovejas y las variaciones de las principales hormonas a lo largo del ciclo (Thiéry y Martin, 1991).....	9
2	Curvas de supervivencia que muestran el inicio del estro en ovejas Pelibuey. T1: CIDR + eCG (Folligon), T2: CIDR + eCG (Pregnecol).	28

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo comparar dos protocolos de sincronización de estro, utilizando dos productos comerciales que contienen gonadotropina coriónica equina (eCG) (Pregnecol: Bioniche® y Folligon: Intervet®) en la eficiencia reproductiva en ovejas de la raza Pelibuey. El experimento se realizó en la Posta Zootécnica de la Universidad del Papaloapan campus Loma Bonita, Oaxaca. En 24 ovejas de la raza Pelibuey con peso promedio de 35 ± 5 kg, se probaron dos tratamientos: T1; dispositivo intravaginal de liberación controlada (CIDR; 0.3 g) + eCG (Folligon; 400 UI) y T2; CIDR + eCG (Pregnecol; 400 UI), los CIDR permanecieron por nueve días y 48 h antes del retiro se aplicó 1 ml de prostaglandina $F_{2\alpha}$ (Lutalize; Zoetis®) y eCG según el tratamiento. El análisis de los datos se realizó mediante el procedimiento PROC LOGISTIC en las variables porcentaje de estro, porcentaje de retorno a estro, porcentaje de gestación, porcentaje de fertilidad y porcentaje de parición. El inicio del estro se analizó con el método de curvas de supervivencia Log-Rank, mediante el procedimiento LIFE TEST, la duración de horas del estro y la prolificidad mediante análisis de varianza usando el procedimiento del modelo lineal general (GLM) del programa estadístico SAS (SAS, 2010). No se encontraron diferencias entre tratamientos en el porcentaje de estros (T1 y T2, 100 %). En las horas del inicio a estro hubo diferencia entre tratamientos ($P < 0.05$) para T2 en comparación con T1 (17.17 ± 2.5 h y 32.87 ± 3.5 h, respectivamente). El porcentaje de retorno del estro, gestación, fertilidad, parición y prolificidad no mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos. Con base en los resultados

obtenidos se concluye que el uso de eCG (Pregnecol®), reduce las horas del inicio de estro, sin embargo, ambos tratamientos pueden ser usados como alternativa en la sincronización de estro en ovejas Pelibuey.

Palabras clave: eCG, prolificidad, ovejas de pelo, parámetros reproductivos.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare two oestrus synchronization protocols, using two commercial products containing equine chorionic gonadotropin (eCG) (Pregnenol: Bioniche® and Folligon: Intervet®) on reproductive efficiency in Pelibuey ewes. The experiment was carried out at the Zootecnia Posta of the University of Papaloapan campus Loma Bonita, Oaxaca. Two treatments were tested on 24 Pelibuey ewes with an average weight of 35 ± 5 kg: T1; controlled release intravaginal device (CIDR; 0.3 g) + eCG (Folligon; 400 IU) and T2; CIDR + eCG (Pregnenol; 400 IU), the CIDRs remained for nine days and 48 h before withdrawal one ml of prostaglandin F₂α (Lutalize; Zoetis®) and eCG were applied according to treatment. Data analysis was performed using the PROC LOGISTIC procedure for the variables oestrus percentage, return to oestrus percentage, gestation percentage, fertility percentage and calving percentage. The onset of oestrus was analyzed with the Log-Rank survival curves method, using the LIFE TEST procedure, the duration of oestrus hours and prolificacy by analysis of variance using the general linear model (GLM) procedure of the SAS Statistical Analysis System Software (SAS, 2010). No differences were found between treatments in the percentage of oestrus (T1 and T2, 100 %). In the hours from onset of oestrus there was a difference between treatments ($P < 0.05$) for T2 compared to T1 (17.17 ± 2.5 h and 32.87 ± 3.5 h, respectively). The percentage of return to oestrus, gestation, fertility, parturition and prolificacy showed no statistical differences between treatments. Based on the results obtained, it is concluded that the use of eCG (Pregnenol®), reduces the hours of oestrus onset,

however, both treatments can be used as an alternative in the synchronization of oestrus in Pelibuey ewes.

Key words: eCG, prolificacy, hair ewes, reproductive parameters.

1. INTRODUCCIÓN

En México la industria ovina a lo largo de los años ha cambiado en función de la distribución de la tierra y de sus objetivos de producción. En el siglo XX México exportaba lana, carne y piel cuando las condiciones de posesión de la tierra permitieron practicar una ovinocultura extensiva, trashumante y con grandes rebaños de ovinos productores de lana, los rebaños productores de lana se encontraban en climas templados, fríos y parte de ellos en zonas áridas (Arteaga, 2007).

De acuerdo con Arteaga (2007), las principales razas que se producen en México son: Rambouillet, Dorset, Hampshire, Suffolk, Katahdin, Pelibuey, Black Belly, Saint Croix y Dorper. Otras, con poblaciones menores son: Romanov, Texel, Charollais, East Friesian, Il de France y Damara. También, mencionó que el potencial productivo de las razas desarrolladas, su condición sanitaria, la disponibilidad de razas para climas tropicales y subtropicales y diversos factores han hecho posible la adaptabilidad de las ovejas en una diversidad de climas, siendo estos elementos importantes en el desarrollo de la ovinocultura nacional.

Con respecto a razas ovinas para climas tropicales y subtropicales, las razas de pelo como la Pelibuey son las que predominan al distribuirse por todo el territorio mexicano en los diferentes climas. Esta raza es altamente adaptable a diversos ambientes, de fácil manejo y reproductivamente activa la mayor parte del año (Avendaño-Reyes *et al.*, 2004). Arroyo (2011), indicó que en las regiones

tropicales más del 60 % de los ovinos de la raza Pelibuey muestra actividad ovulatoria durante todo el año.

En la actualidad se han realizado varios estudios (programas de sincronización) para implementar estrategias que ayuden a incrementar la productividad de la raza Pelibuey y mantenerla durante todo el año en forma constante. Estas estrategias consisten en el uso de protocolos de sincronización del estro a base de progestágenos y hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) (Rosado, 1998; Avendaño-Reyes *et al.*, 2007; González-Reyna *et al.*, 2014). A través de la aplicación de estas hormonas exógenas se ha logrado inducir el estro en la época de baja actividad reproductiva de acuerdo con Arroyo (2011), esta se presenta en los meses de mayo y abril en la oveja Pelibuey, así como mejorar la tasa de ovulación, y, por ende, la cantidad de partos.

La principal hormona gonadotropina que se utiliza en combinación con progestágenos (esponjas o dispositivos intravaginales), para mejorar la tasa ovulatoria, en los programas de inseminación artificial o monta natural es la eCG, con resultados satisfactorios en la eficiencia reproductiva de las ovejas. En el mercado existen productos comerciales que proveen la hormona eCG como es el producto Folligon que generalmente es el más utilizado por los beneficios en la sincronización del estro y tasa ovulatoria, actualmente otros productos han salido al mercado como el Pregnecol el cual ha sido poco probado en la respuesta reproductiva de ovejas (Rosado, 1998; Avendaño-Reyes *et al.*, 2007; González-Reyna *et al.*, 2014).

Por ello, el objetivo de la investigación, fue comparar dos protocolos de sincronización de estros, utilizando dos productos comerciales que proveen eCG (Pregnecol: Bioniche® y Folligon: Intervet®) en la sincronización de estros y la eficiencia reproductiva de ovejas Pelibuey.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar dos productos comerciales, que proveen eCG (Pregnecol: Bioniche y Folligon: Intervet) en la sincronización de estros y la eficiencia reproductiva de ovejas Pelibuey.

2.2. Objetivo específico

Obtener y evaluar el porcentaje de estros, inicio del estro, duración del estro, porcentaje de retorno a estro, porcentaje de gestación, porcentaje de parición y prolificidad obtenidas con dos productos comerciales que contienen la hormona eCG en la sincronización de estros en ovejas Pelibuey.

3. HIPÓTESIS

El uso del producto comercial Pregnecol (hormona eCG) en el protocolo de sincronización del estro, mejora las variables reproductivas en ovejas Pelibuey.

Los productos comerciales Pregnecol y Folligon (hormona eCG) utilizados en un protocolo de sincronización del estro generan respuestas similares en las variables reproductivas en ovejas Pelibuey.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Inventario nacional de ovinos

El ovino de pelo originario de Cuba, representa el mayor inventario de ovinos en México, es una raza difundida en todos los climas y estados de la República, con un crecimiento constante, en esta raza existen tres variedades: canelo, blanco y pinto. Se utiliza como raza materna, base para cruzamientos y producción de corderos para sacrificio, animales rústicos, prolíficos de ciclo reproductivo abierto (AMCO, 2007).

La producción ovina es una actividad importante dentro del subsector ganadero, y reconocida por el alto valor que representa al constituir un lugar importante para la economía del campesino de bajos recursos económicos y por la gran demanda de sus productos entre la población urbana, principalmente en las grandes ciudades como la Ciudad de México y su área conurbada del Estado de México, Guadalajara y Monterrey (Villegas *et al.*, 2001).

El inventario de ganado ovino en el país en el año 2018 fue de 8, 683, 835 cabezas (SIAP, 2021), su distribución en el país se ubica un 52 % en la región centro, con gran parte de razas de lana productoras de carne como Suffolk, Hampshire, Rambouillet y Dorset; el 23 % del inventario en la zona sur con ganado de pelo (cruzas de Pelibuey, Black Belly, Katahdin y Dorper); en la región del occidente, alrededor del 14 % de rebaños con razas de pelo cruzadas con razas de lana y, el 11 % restante se encuentra en la región norte en donde existen básicamente inventarios de Rambouillet y cruzas de ganado de pelo. Por lo

anterior, Orona *et al.* (2014) señalaron que en la última década el tipo ovino en México ha cambiado, y domina el ganado de pelo.

4.2. Ciclo estral

En los ovinos, el ciclo reproductivo se caracteriza por dos periodos: el primero es el estado de anestro o la época no reproductiva, y el segundo una época reproductiva, donde la hembra es receptiva al macho, se observan una serie de conductas asociadas como quedarse inmóvil al acercarse el macho, inmovilidad al producirse la monta, orinar con frecuencia y levantar repetidamente la cola (Calderón y Latorre, 2012). Este segundo periodo se caracteriza por tener ciclos estrales que tienen una duración de 16-17 días.

El ciclo estral es un conjunto de cambios morfológicos, histológicos y hormonales en los órganos reproductores y de comportamiento, con el propósito de prepararlos para sus eventos más esenciales que son: la ovulación, fertilización, implantación y gestación (Hansel *et al.*, 1983; Márquez, 2014), estos cambios, se repiten sucesivamente, definiéndose como el intervalo entre dos estros consecutivos (Atuesta y Gonella, 2011; Márquez, 2014).

Durante el ciclo estral se caracterizan dos fases, fase folicular corta de dos a tres días y una fase lútea de 13-14 días (Padilla *et al.*, 1988). El ciclo estral es más corto en corderas que en ovejas adultas, 16.8 y 17.2 días, respectivamente (Uribe-Velásquez *et al.*, 2009).

Durante la época reproductiva, la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), producida en el hipotálamo, tiene un papel central, actúa sobre la hipófisis, estimulando la producción y liberación de la hormona folículo estimulante (FSH) y de la hormona luteinizante (LH), éstas, estimulan el crecimiento, desarrollo folicular y la ovulación (Moenter *et al.*, 1990).

4.2.1. Fases del ciclo estral

4.2.1.1. Fase lútea. Abarca la ovulación hasta la regresión del cuerpo lúteo, la estructura ovárica dominante es el cuerpo lúteo y la principal hormona reproductiva es la progesterona (Senger, 2003), donde ésta, alcanza valores superiores a 1 nanogramo por mililitro (ng ml^{-1}) hasta 2.5 ng ml^{-1} entre los días cuatro a nueve del ciclo estral, valores que coinciden con la presencia de un cuerpo lúteo funcional (Arroyo *et al.*, 2009; Arroyo *et al.*, 2011).

La función de la P_4 es efectuar un proceso de retroalimentación negativa a nivel hipotalámico e inhibe la secreción pulsátil de GnRH, por lo tanto, de LH (Martin, 1988).

4.2.1.2. Fase folicular. La fase folicular comprende la etapa del proestro y estro, en ella, la concentración de P_4 es basal, por efecto de la destrucción del cuerpo lúteo, inducida por las prostaglandinas ($\text{PGF}_{2\alpha}$) (Arroyo *et al.*, 2011).

Esto ocasiona un aumento del estradiol a través de las células de la granulosa, provocando un incremento de la hormona en la circulación periférica, induciendo

el pico preovulatorio de la hormona GnRH por ende LH, reflejándose en la ovulación (Evans *et al.*, 2000; Arroyo *et al.*, 2011). En la fase folicular el estradiol (E₂) tiene un efecto de retroalimentación positiva, (Noakes *et al.*, 2001).

De tal manera que el crecimiento folicular está regulado por dos hormonas, las gonadotropinas, que, liberadas en el torrente sanguíneo por la glándula hipofisaria, ejercen su acción en el ovario, éstas son la hormona FSH y LH. La FSH es la encargada de estimular el crecimiento temprano de los folículos, mientras que la LH es necesaria para completar la fase final de su crecimiento. Asimismo, la LH, estimula a los folículos en la secreción de estrógenos. Cuando el nivel de estrógenos en sangre es suficientemente alto, se produce la liberación de un pico de LH (Pérez, 2010).

4.2.2. Etapas del ciclo estral. Consta de cuatro etapas, las cuales son: proestro, estro, metaestro y diestro (Figura 1).



Figura 1. Representación esquemática del ciclo estral de ovejas y las variaciones de las principales hormonas a lo largo del ciclo (Thiéry y Martin, 1991).

4.2.2.1. Proestro. Esta etapa se diferencia por la ausencia del cuerpo lúteo, debido a la acción de las prostaglandinas, ocasionada por el mecanismo de luteólisis (provoca la caída en las concentraciones de progesterona) donde el aparato reproductor se prepara para la siguiente fase (Rodríguez, 2005). Lo que permite el incremento de la frecuencia en los niveles de secreción de LH que ayudan a la maduración final del folículo ovulatorio y el incremento de estradiol que desencadena el estro (Joseph *et al.*, 1995; Senger, 2003).

El proestro tiene una duración de dos días y las manifestaciones clínicas que se observan en las ovejas son: intranquilidad, inapetencia, intento de monta entre las hembras (Cobos, 2011).

4.2.2.2. Estro. Es la etapa posterior al proestro, en donde existen cambios en la secreción de hormonas para que la hembra acepte la monta, tiene una duración que varía de 24 a 36 h (Jainudeen y Hafez, 1996). Se presenta un aumento en el estradiol el cual es producido por el folículo preovulatorio y por la falta de un cuerpo lúteo (Hernández, 2016). Además, el estradiol es la hormona dominante durante esta etapa y responsable de la receptividad sexual en las hembras (Atuesta y Gonella, 2011).

4.2.2.3. Metaestro. Es el periodo entre la ovulación y formación funcional del cuerpo lúteo, donde la progesterona y el estradiol son relativamente bajos tiene una duración de dos días y es la etapa que precede al estro, donde en los restos del folículo ovulado se transforman en una glándula endocrina

llamada cuerpo lúteo (Atuesta y Gonella, 2011), se presenta un incremento considerable de progesterona hasta alcanzar niveles mayores de 1 ng ml⁻¹, momento considerado como madurez del cuerpo lúteo, otro evento hormonal que se presenta es la presentación del pico preovulatorio de FSH, lo cual desencadena una primer oleada folicular (Hernández, 2016).

4.2.2.4. Diestro. Es la etapa más larga del ciclo estral con una duración de 11-14 días, donde el cuerpo lúteo mantiene su máxima funcionalidad y una alta secreción de progesterona (Senger, 2003; Atuesta y Gonella, 2011). Si ocurre la preñez, el cuerpo lúteo se mantiene e inhibe el siguiente ciclo estral. Si la preñez no ocurre, esta etapa finaliza con la destrucción del cuerpo lúteo (Senger, 2003), por acción de las prostaglandinas que se produce en las paredes del útero.

4.3. Sincronización de estros

La sincronización de estros (SE) consiste en manipular las fases del ciclo estral; en la fase lútea es donde mayor oportunidad de manejo hay, ya que, es de mayor duración y más sensible de maniobrar (Wildeus, 2000). Esto permite que las hembras entren en estro aproximadamente al mismo tiempo (Cortez y Gallegos, 2014).

Las estrategias para lograr simular y extender la fase lútea es mediante el suministro de progesterona exógena o progestágenos sintéticos o naturales, aplicados vía vaginal por medio de esponjas o dispositivos intravaginales (Cortez

y Gallegos, 2014) con la finalidad de acortar esta fase induciendo la regresión del cuerpo lúteo.

4.4. Métodos farmacológicos y naturales para la sincronización estral

En los métodos farmacológicos destaca el uso de progesterona y sus análogos, así como sustancias luteolíticas como la prostaglandina (PFG_{2α}). También existen métodos naturales, como el uso de la bioestimulación ejercida por la presencia del carnero, estímulo conocido como “efecto macho” (Álvarez y Zarco, 2001).

4.4.1. Métodos hormonales o farmacológicos. Destaca el uso de progesterona y sus análogos, administrados principalmente en forma de esponjas intravaginales, los más empleados son acetato de fluorogestona (FGA) y acetato de medroxiprogesterona (MAP), otro método es el dispositivo intravaginal de liberación interna controlada de progesterona (CIDR), el cual produce estros altamente sincronizados los cuales se presentan entre las 36 a 44 h después de retirado el dispositivo (Bister *et al.*, 1999; Sharkey *et al.*, 2001) o sustancias luteolíticas como el uso de prostaglandinas o sus análogos, administrados vía intramuscular que provocan la regresión del cuerpo lúteo (Cortez y Gallegos, 2014).

Tales métodos pueden ir seguidos de la administración de estrógenos y la hormona FSH en forma de gonadotropina sérica de yegua gestante (PMSG), que

actualmente se denomina gonadotropina coriónica equina (eCG) la cual ejerce un mecanismo principal de FSH y en menor grado de LH; de manera adicional, se puede utilizar GnRH (González, 1980; Wildeus, 2000).

4.4.1.1. Progestágenos. Son los encargados de simular la acción de un cuerpo lúteo mediante la liberación lenta de progesterona. Los cuales se colocan en la vagina de la hembra por 12-14 días, periodo que iguala o excede el tiempo de vida del cuerpo lúteo (Pérez, 2010). Cortez y Gallegos, (2014), recomendaron la colocación de dispositivos intravaginales (CIDR) por nueve días.

Los tratamientos con progestágenos o la hormona natural, ayudan a la disminución de la pulsación de LH a valores similares a la de una fase lútea del ciclo estral, simulan la acción de la progesterona natural producida en el CL después de la ovulación (Mejía y María, 2010), además, es la responsable de inhibir la GnRH, LH y FSH (Olivera *et al.*, 2011; Abecia *et al.*, 2012).

Existen varias vías de aplicación, que pueden ser por vía oral, intramuscular, subcutánea e intravaginal. Una de las más utilizadas es la aplicación intravaginal, por medio de esponjas de poliuretano impregnadas con un progestágeno (Wildeus, 2000), los más comúnmente utilizados son el FGA y el MAP, con una eficacia similar (Steffan *et al.*, 1982). También en forma de "CIDR" (Rhodes *et al.*, 1988).

La progesterona es producida en los ovarios, y tiene como función principal, detener la maduración de los folículos, bloqueando al mismo tiempo el proceso de ovulación y anulando la presencia del estro (Pérez, 2010).

4.4.1.1.1. Esponjas vaginales. Son dispositivos fabricados a partir de espuma de alta densidad de poliuretano impregnadas con progestágenos de 30, 40, 45 mg de acetato de fluorogestona (FGA) o con 60 mg de acetato de medroxiprogesterona (MAP) (Abecia *et al.*, 2011).

Hay dos tipos de esponjas comerciales disponibles en la actualidad, a base de FGA, comercializado como Chronogest (Intervet, Angers, Francia), o MAP, con nombre comercial Veramix (Pharmacia & Upjohn, Orangeville, Canadá) (Wildeus, 2000).

Cada esponja intravaginal tiene una cuerda para facilitar su retiro. Las esponjas se insertan dentro de la vagina con la ayuda de un aplicador, constituido por un tubo de plástico y una varilla (Evans *et al.*, 1990).

El aplicador debe sumergirse en una solución antiséptica para desinfectarlo y lubricarlo con vaselina para una mayor facilitación en el momento de la introducción. La esponja se introduce dentro del aplicador y se empuja al otro extremo con la varilla, quedando la cuerda fuera. Luego el aplicador, junto con la varilla se insertan en la vagina de la hembra a una profundidad de 10-15 cm. Cuando se encuentra en posición, la esponja es empujada por la varilla, siendo depositada en la parte anterior de la vagina (Córdova-Izquierdo *et al.*, 2008).

Al retirar el aplicador, una porción de la cuerda debe quedar de 15 a 20 cm fuera de la vagina. Luego el aplicador debe ser desinfectado para evitar la contaminación de microorganismos patógenos que pudieran tener las ovejas (Evans *et al.*, 1990). Las esponjas se retiran después de 9-14 días en ovejas, jalando la cuerda hacia fuera e inclinándola ligeramente hacia abajo (Córdova-Izquierdo *et al.*, 2008).

Es común que estos dispositivos se inserten por períodos de 9 a 14 días y se utilicen en combinación con eCG; en particular, para inducir estros y ovulaciones fuera de la época reproductiva, se inyecta en el momento del retiro de las esponjas o 48 h antes de la extracción de la esponja (Wildeus, 2000; Bretzlaff y Romano, 2001). Córdova *et al.* (2008), mencionan que el porcentaje de hembras en estro es de alrededor de 94.4 %, considerando que para elevar su efectividad debe estar asociado a la administración de eCG (Avendaño *et al.*, 2007).

4.4.1.1.2. Dispositivos de liberación controlada de progesterona (CIDR). Cada CIDR viene impregnado con 0.3 g de P₄, está elaborado con elastómero de silicona inerte (Abecia *et al.*, 2012), dentro de sus ventajas es que son de fácil inserción, extracción y altas tasas de retención, además no hay acumulación de secreciones vaginales comparado cuando se usan esponjas que son descargadas al momento de su retiro (Aké-López *et al.*, 2014). El porcentaje de hembras en estro es cercano al 100 % (Córdova *et al.*, 2008).

En los primeros estudios en ovejas ovariectomizadas implantadas con CIDR, la progesterona en plasma alcanzó su punto máximo 2 h después de la inserción (5.5 ng ml^{-1}), con un rápido descenso a partir de ese momento (Ainsworth y Downey, 1986).

4.4.1.2. Prostaglandina F_{2α}. El uso de prostaglandinas (PGF_{2α}) o sus análogos, no puede usarse en hembras no ciclando durante periodos anovulatorios (Cortez y Gallegos, 2014), ya que promueve la ruptura del CL; de manera contraria, la progesterona o los progestágenos, se utilizan en la fase lútea o durante el anestro e inhiben la secreción pulsátil de GnRH/LH, evitando la ovulación (Hackett *et al.*, 1981).

Las prostaglandinas inducen luteólisis del cuerpo lúteo maduro, el cual es susceptible 4-5 días después del estro. El estro usualmente se presenta 36-48 horas después de la administración del fármaco. Sharkey *et al.* (2001), mencionan que aproximadamente el 100 % de las ovejas ciclando responden a la segunda inyección de prostaglandinas que son administradas con 11 días de diferencia, existiendo bajas tasas de fertilidad, con mayor relación al uso de prostaglandinas que con progestágenos, esto se debe a una falla lútea prematura.

Cuando las ovejas se encuentran a la mitad o final de la fase lútea del ciclo estral, el cuerpo lúteo se puede destruir administrando PGF_{2α}. Una vez realizado este

proceso la hipófisis inicia una liberación de gonadotropinas las cuales estimulan el crecimiento folicular y el estro se presenta a los 2 o 3 días (Evans *et al.*, 1990).

Los análogos de prostaglandinas, administrados vía intramuscular (IM), como el cloprostenol, son más potentes que la forma natural, como el Prosolvin® (Intervet). Una dosis de 125 mg de cloprostenol es efectiva para producir la regresión del cuerpo lúteo en ovejas y cabras. Lutalyse® (Upjohn) es una forma natural de prostaglandina y se recomienda a dosis de 15 mg para ovejas. El estro aparece en la mayoría de las hembras a los 2 o 3 días después de la segunda inyección (Arroyo-Ledezma *et al.*, 2013).

4.4.2. Efecto macho. Es un método natural que consiste en la introducción de un macho para inducir la actividad sexual de las hembras anovulatorias, este fenómeno es conocido como efecto macho (Delgadillo, 2005). Para describir a este fenómeno se le ha dado el termino bioestimulación sexual (Álvarez y Zarco, 2001).

Hawken *et al.* (2007), indicaron que el efecto macho constituye un estímulo social que actúa para iniciar la actividad reproductiva tanto en ovejas como en cabras y puede ser utilizado como una alternativa no farmacológica para la sincronización de estros en los rebaños.

Del total de hembras expuestas al semental, un porcentaje alto ovula dentro de los primeros tres a cinco días. En ambas especies, la introducción del macho ayuda al aumento en la frecuencia para la liberación de pulsos de LH, seguido

por un pico preovulatorio de la misma gonadotropina y ovulación (Flores *et al.*, 2000; Álvarez y Zarco, 2001; Delgadillo *et al.*, 2009).

Se ha señalado que las ovejas solamente pueden responder al efecto del carnero con un periodo de aislamiento (Cortez y Gallegos, 2014). Álvarez y Zarco (2001), declararon que las ovejas, sometidas a un aislamiento de dos semanas es suficiente para obtener una mayor respuesta positiva. Y que una exposición de las ovejas a los carneros por periodos cortos (mayores de tres horas) no comprometen la respuesta endocrina al repetir la exposición 24 horas más tarde (Martin *et al.*, 1986).

4.4.3. Gonadotropina coriónica equina. Es una glucoproteína compleja encontrada en la sangre de las yeguas preñadas (Fraire-Cordero, 2010). Esta gonadotropina es secretada por las copas endometriales del útero de la yegua preñada que estimulan el crecimiento de los folículos ováricos debido al efecto de FSH ejercido por la eCG y formación de cuerpos lúteos, ya que también tiene actividad de LH (Hafez, 2002).

La dosis de eCG varía de 200 a 400 UI para la sincronización del estro en la inseminación artificial de ovejas, considerando el peso, raza y época del año. La respuesta de altas dosis de eCG por si solas, llegan a ser menos eficientes a diferencia cuando se combinan con progestágenos exógenos (Uribe-Velásquez *et al.*, 2012) en los protocolos de sincronización.

La aplicación de la dosis de eCG en los protocolos de sincronización de estros, se realiza a las 48 horas o al momento del retiro del progestágeno (Abecia *et al.*, 2011; Lozano-González *et al.*, 2012).

4.4. Fertilidad

La fertilidad se calcula como el número de ovejas paridas entre el total de ovejas servidas por monta natural, expresado en porcentaje (Cadena-Villegas, 2018). Siempre es deseable obtener el 100 % de fertilidad ya que esto indica que quedaran preñadas todas las ovejas que se lleguen a sincronizar, de tal manera que, para conseguir estos resultados, se utilizan tratamientos análogos de progesterona para la sincronización en ovejas, se considera que en tratamientos prolongados de 14 días, el estro que es sincronizado tiene menor fertilidad pero usando tratamientos por periodos cortos que pueden ser de 5-6 días se obtienen resultados efectivos en la inducción estros con una mayor fertilidad (Rubianes, 2000); incluso también tratamientos con progestágenos de nueve días (Viñoles *et al.*, 1999; Peralta *et al.*, 2007).

La combinación de progestágenos con la aplicación de hormona coriónica equina (eCG) en los protocolos de sincronización, permite una variabilidad en el porcentaje de fertilidad de acuerdo a la dosis de eCG (Wildeus, 2000).

La fertilidad disminuye al final de la estación reproductiva, también, cuando existen hembras mal nutridas o con sobrepeso, en hembras jóvenes y viejas,

cuando el contenido de estrógeno del forraje es alto, y cuando las hembras están parasitadas o sufren de alguna enfermedad o estrés (INDAP, 2008).

En ovejas tratadas con CIDR + eCG, provoca que la concentración de P₄ aumente haciendo que se inhiba la síntesis de GnRH en el hipotálamo por lo cual la síntesis y liberación de LH hipofisiaria se ve reducida, causando la prevalencia del folículo ovárico dominante; y por lo contrario una disminución de la fertilidad (Viñoles *et al.*, 1999).

4.5. Prolificidad

La prolificidad se expresa como el número de corderos nacidos por hembra parida por año (Aké-López, 2015).

La prolificidad en la oveja Pelibuey a través del año ha sido de 1.47 a 1.69 corderos por parto, en México, los mayores índices se obtienen en los meses de junio y julio y los menores de octubre a noviembre (Perón, 1991).

Valores de 1.07 y 1.42 corderos por oveja se han encontrado en trabajos realizados en México, en ovejas Pelibuey, obteniendo los mayores índices de septiembre a diciembre y los menores de enero a abril (Valencia *et al.*, 1981; Valencia, 1985; Trejo *et al.*, 1990). Galina *et al.* (1996), reportaron en el trópico prolificidades de 1.19 a 1.49 corderos en promedio por parto. La prolificidad en la oveja, está influenciada por diversos factores como: genéticos, raza, variación individual y/o factores ambientales, como el nivel de nutrición antes y después

del empadre, la edad al parto, el número de parto y tratamientos hormonales (Rojas y Rodríguez, 1995).

Estudios con tratamientos hormonales con progestágenos (esponjas, implantes o CIDR's), en combinación con la aplicación de eCG, han demostrado que las prolificidades difieren de 1.29 hasta 2.7 en gran parte por las diferentes dosis de eCG empleadas, o debido al tipo de raza utilizada como ovejas cruzadas con Finnish Landrace, Suffolk, Shropshire, Dorset Horn, y East Friesian, que son razas más prolíficas que la oveja Pelibuey (Aké-López *et al.*, 2015).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del área de estudio

El estudio se realizó en la Posta Zootécnica de la Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita Oaxaca, en los meses de octubre del 2018 a marzo del 2019. Se ubica a 18° 06' 25'' LN y 95° 52' 50'' LO y a una altura de 25 msnm. El clima del lugar es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano. La temperatura media anual es de 24.7 °C y precipitaciones de 1845 mm (INEGI, 2017).

5.2. Animales

Se utilizaron 24 ovejas vacías de la raza Pelibuey de 2, 3, y 4 partos con un peso corporal vivo promedio de 35 ± 5 kg. La condición corporal fue de 3.0-3.5 en una escala de 1 a 5 (Romero, 2015).

5.3. Alimentación

Las ovejas consumieron por día 300 g de alimento comercial ovina 14 (14 % de proteína; Purina®) y 50 g de sales minerales (Fosforisal; Purina®); cada tercer día, además pastorearon en praderas a base de pasto estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*) de 8:00 a 11:00 y de 16:00 a 18:00 horas y se les ofreció agua a libre acceso.

5.4. Manejo sanitario

Todas las ovejas se desparasitaron, con L-vermizol (Levamisol; Aranda®) aplicando vía intramuscular de 1.5 a 2.5 ml dependiendo del peso de la oveja, con la finalidad de dar tratamiento contra parasitosis pulmonares y gastrointestinales.

Cada oveja fue vitaminada con 1 ml de Polivit® B12 + ADE vía intramuscular y se les aplicó la Bacterina toxoide 11 vías (Laboratorios PIER®) (2.5 ml por oveja) vía intramuscular a todas, con la finalidad de prevenir enfermedades clostridiales, y pasteurelisis.

5.5. Tratamientos

Las ovejas se asignaron a dos tratamientos:

Tratamiento 1 (T1; n=12): CIDR + eCG (Folligon® Intervet) + prostaglandinas (Lutalyse® Zoetis).

Tratamiento 2 (T2; n=12): CIDR+ eCG (Pregnecol® Bioniche) + prostaglandinas (Lutalyse® Zoetis).

5.6. Sincronización de estros

Se colocaron dispositivos vía intravaginal (CIDR, 0.3 g de progesterona; Intervet®) a todas las ovejas por un periodo de 9 días, 48 h antes del retiro del CIDR se aplicó una dosis de 400 UI de la hormona eCG utilizando los productos

comerciales Pregnenol® Bioniche o Folligon® Intervet, dependiendo del protocolo de sincronización de estros y una dosis de 1 ml de prostaglandina F_{2α} (Lutalyse® Zoetis) vía intramuscular a todas las ovejas.

En el día nueve del protocolo, se retiraron los dispositivos y se inició la detección de estros por 15 min cada cuatro horas por tres días. La detección de estros se realizó utilizando dos carneros de la raza Pelibuey, provistos de un mandil. Se consideró que una oveja presentó estro cuando permaneció inmóvil y aceptó la monta del carnero. Las ovejas detectadas en estro fueron servidas por el carnero, repitiéndose la monta 12 h después. Cada oveja servida fue marcada con crayón en la grupa y llevada a otro corral, donde se siguió metiendo al carnero cada cuatro horas hasta que la oveja ya no aceptó la monta, esto con la finalidad de determinar la duración del estro.

El retorno a estro se efectuó a los 16 días posteriores al servicio por monta natural, se les colocó un mandil a los carneros y se introdujeron al corral de las ovejas, con el fin de verificar si alguna oveja presentó estro.

5.7. Diagnóstico de gestación

El diagnóstico de gestación en las ovejas se realizó a los 35 días después de la monta natural, para ello se utilizó un ecógrafo portátil (UMS – 900, Universal Medical System Inc, NY), equipado con transductor rectal de 3.5 – 7.0 MHz.

5.8. Variables de respuesta

Porcentaje de estro: Se determinó después de haber retirado el CIDR contabilizando el número de ovejas que manifestaron estro con respecto al número total de ovejas presentes en el experimento.

Porcentaje de retorno a estro: Se obtuvo a partir de que se determinó el número de ovejas que retornaron a estro después de la monta natural.

Inicio del estro: Fueron las horas transcurridas desde el retiro del CIDR hasta la manifestación externa del estro.

Duración del estro: Se determinó como el resultado de la diferencia entre el inicio y fin del estro, esto se consideró introduciendo al carnero cada cuatro horas después de la manifestación del estro hasta que la oveja ya no aceptó la monta.

Porcentaje de gestación: Se generó a partir de que se conoció el número de borregas preñadas a los 35 días con relación al número de borregas servidas y el dato se multiplicó por cien.

Porcentaje de fertilidad: Número de hembras paridas en relación con el total de hembras servidas por el macho.

Porcentaje de parición: Se realizó mediante el número de ovejas paridas entre el número de ovejas gestantes por cien.

Prolificidad: Es el número de corderos nacidos entre el número de ovejas paridas.

5.9. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable respuesta

μ = Media poblacional

T_i = Efecto del i ésimo tratamiento (i = folligon, pregnecol)

E_{ij} = Error aleatorio $E_{ij} \sim N(0, \delta^2)$

El análisis de los datos se realizó mediante el procedimiento LOGISTIC en las variables expresadas en conteos en porcentaje de estro, inicio al estro, porcentaje de gestación, porcentaje fertilidad y porcentaje de parición, para la variable horas a inicio de estro se analizó con el método de curvas de supervivencia Log-Rank, mediante el procedimiento LIFE TEST, la duración de horas en estro y la prolificidad con un análisis de varianza usando el procedimiento del modelo lineal general (GLM) del programa estadístico SAS (SAS, 2010).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Porcentaje de ovejas en estro

El producto comercial, no influyó ($P>0.05$) en la respuesta al estro en las ovejas sincronizadas con dispositivos intravaginales (CIDR) que recibieron una dosis de 400 UI de eCG (Pregnecol) con respecto a aquellas ovejas que se trataron con eCG (Folligon) con una misma dosis (Cuadro 1), el 100 % de las ovejas sincronizadas presentaron estro, resultado que coincide con lo indicado por Arroyo *et al.* (2013), quienes reportaron 100 % de manifestación de estros en el tratamiento con CIDR más 400 UI de eCG en ovejas Pelibuey y difiere de lo reportado por Quintero-Elisea *et al.* (2011), quienes encontraron 92.7 % (100 UI de eCG), 95.8 % (200 UI de eCG) y 91.7 % (400 UI de eCG) de estros en ovejas de pelo.

Macías-Cruz *et al.* (2009) y Quintero-Elisea *et al.* (2011), mencionaron que la respuesta a la sincronización del estro es generalmente alta, de 100 % en ovejas de pelo, y de acuerdo con Arroyo *et al.* (2007), los ovinos de pelo no presentan una clara estacionalidad en regiones tropicales, debido a ello se tienen porcentajes elevados de manifestación de estro.

Además, el uso de dispositivos siliconados de uso vaginal, han mostrado que el porcentaje de hembras en estro es cercano al 100 % (Córdova *et al.*, 2008), si se compara con esponjas intravaginales.

Existen autores que reportan, un porcentaje bajo de estro en ovejas, cuando la eCG es aplicada 24 horas antes de retirar el dispositivo intravaginal, a diferencia de aquellas que reciben la dosis de eCG al momento del retiro del dispositivo intravaginal (Eppleston *et al.*, 1991). Uribe (1997), reportó 100 % de incidencia de estros, cuando la eCG se aplicó 48 h antes o al momento de remover el dispositivo intravaginal en ovejas. En este estudio no se afectó la respuesta al estro al aplicar la eCG 48 h antes, ya que el 100 % de las ovejas en los dos tratamientos manifestaron estro.

La aplicación exógena de eCG estimula el crecimiento folicular, lo cual se refleja en una mayor producción de estrógenos, incrementando consecuentemente la proporción de animales en estro (Wildeus, 2000) y la ovulación (Abecia *et al.*, 2011).

Cuadro 1. Respuesta al estro, inicio y duración del estro en ovejas Pelibuey sincronizadas con CIDR y eCG (Folligon; Pregnecol).

Tratamiento	N	Ovejas en estro (%)	Inicio del estro (h)	Duración del estro (h)
T1	12	100 _a	32.87 ± 3.5 _a	31.14 ± 2.7 _a
T2	12	100 _a	17.17 ± 2.5 _b	30.64 ± 2.7 _a

^{a,b}Valores con diferente literal en la columna difieren estadísticamente (P<0.05). T1: CIDR + eCG (Folligon), T2: CIDR + eCG (Pregnecol).

6.2. Inicio del estro

La hormona eCG (Pregnecol) influyó ($P < 0.05$) en el inicio del estro en las ovejas sincronizadas con CIDR (Cuadro 1), haciendo que este se presentará más rápido.

El inicio del estro analizado mediante curvas de supervivencia (Figura 2), indica que las ovejas sincronizadas con CIDR más una dosis de eCG (Pregnecol) iniciaron el estro en un menor tiempo, se observa que a las 30 h del retiro del dispositivo intravaginal (CIDR) el 100 % de las ovejas manifestaron estro, comparadas con aquellas que recibieron eCG (Folligon).

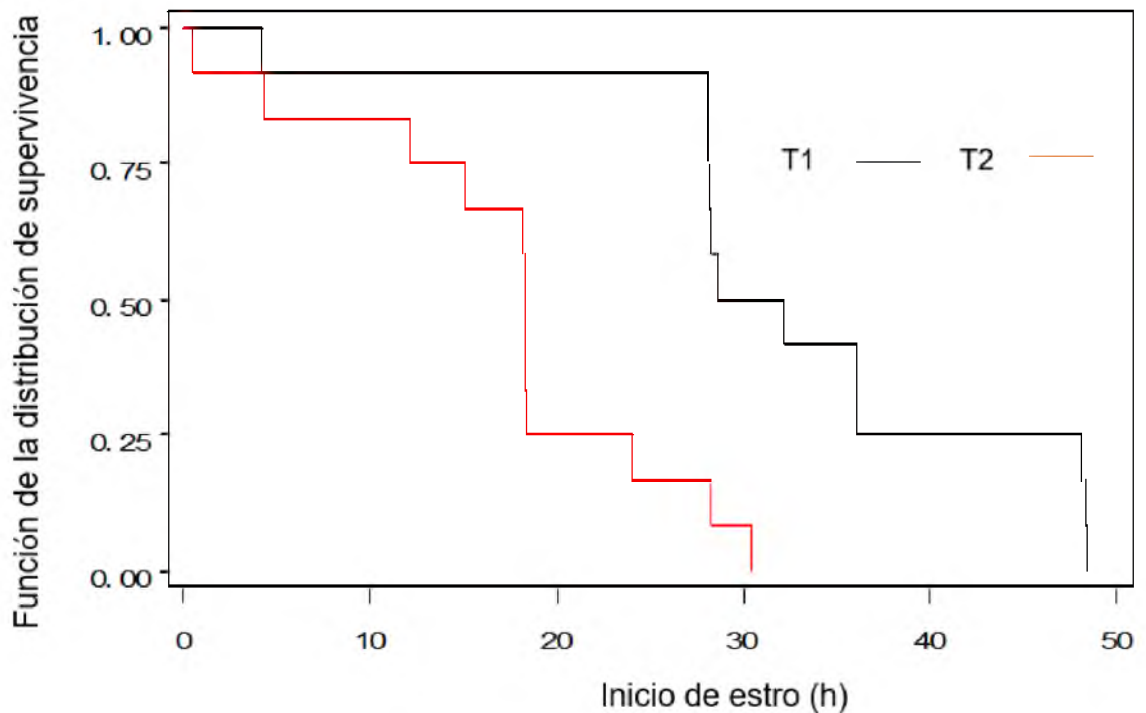


Figura 1. Curvas de supervivencia que muestran el inicio del estro en ovejas Pelibuey. T1: CIDR + eCG (Folligon), T2: CIDR + eCG (Pregnecol).

De acuerdo con Suárez (2010), al aplicar dosis únicas de eCG (Folligon) y prostaglandinas (250 a 400 UI y 10 mg, respectivamente), 48 horas antes de retirar el dispositivo, el estro se presentó de 24 a 48 h después del retiro del dispositivo intravaginal. Cortés, (2016), observó que la aplicación de 333 UI eCG (Intervet, Boxmeer, Holland) 24 horas antes del retiro de la esponja intravaginal, el estro se presentó a las 24.26 ± 7.27 horas.

Los resultados obtenidos en este estudio se encuentran dentro de los rangos reportados con anterioridad para esta especie animal (Gordon, 1997; Arroyo, 2013); incluso las ovejas que recibieron la dosis de eCG producto comercial Pregnecol, presentaron en promedio estros a las 17.17 h, es decir 15.68 h con menor tiempo que las ovejas con la aplicación de eCG del producto comercial Folligon.

El intervalo horas al inicio del estro parece ser influenciado por la dosis de eCG ya que, al aumentar la liberación de estradiol, promueve un acortamiento en dicho intervalo (Chemineau *et al.*, 1982). Sin embargo, en el presente estudio, la dosis fue la misma para los dos tratamientos. De tal manera que el papel que tiene la eCG, es aumentar la ocurrencia y velocidad de la ovulación, favoreciendo que éstas se produzcan en un intervalo de tiempo más corto, además tiene la función de estimular sincrónicamente el crecimiento de los folículos, que se refleja en la presentación y sincronización del estro en las ovejas tratadas (Aké López *et al.*, 2013), y permite que una hembra sea inseminada o se le proporcione monta natural para que pueda concebir.

La variación de las horas de inicio al estro en las ovejas del T2 con respecto al T1, pudo deberse a un mayor desarrollo folicular y número de folículos dominantes que estaban en fase de crecimiento y con la aplicación de eCG, pudo incrementar la concentración de estradiol, favoreciendo a que el inicio del estro ocurriera en un intervalo más corto, es decir, que posiblemente influyó el estado fisiológico del ovario, es decir, el tipo de estructuras ováricas presentes en las ovejas.

6.3. Duración del estro

En el presente estudio no hubo diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$) en la duración del estro (Cuadro 1). Martínez-Ros *et al.* (2018) indicaron que los factores que influyen en la duración del estro es el tiempo que dura los niveles de estradiol, lo cual depende de la cantidad y tamaño de folículos dominantes y la cantidad de P_4 presente durante la fase lútea previa al estro. Cambellas (1993), argumentó que la duración del estro en ovejas sincronizadas varía debido al factor raza y al protocolo de sincronización utilizado. Al respecto, Arroyo-Ledezma *et al.* (2013), encontraron que en las ovejas Pelibuey la duración del estro al usar CIDR + eCG fue de 54.2 ± 2.6 h, comparado con el uso de cloprostenol (prostaglandinas) 51.8 ± 2.6 h, sin embargo, la duración del estro obtenida en la presente investigación fue menor a la reportada por los autores citados.

Debido a lo anterior se sugiere que en este estudio las variaciones hormonales fueron similares en los tratamientos probados, además, el resultado obtenido en esta variable se encuentra dentro del rango señalado para esta especie de acuerdo a Gordon (1997), quien señaló que la duración del estro en ovinos varía de 24 a 56 h y llega a aumentar hasta 50 % en ovejas con ovulación múltiple.

6.4. Retorno a estro

En el presente estudio, no se observó diferencia significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos, en el retorno a estro (Cuadro 2). Los resultados encontrados en la investigación difieren en las hembras que manifestaron estro después del servicio, posiblemente no se realizó una detección correcta del estro o porque los cuerpos lúteos inducidos no funcionan normalmente como indicó Mauleon, (1979), que después de un tratamiento con progestágenos y eCG, la calidad de la ovulación parece inadecuada porque los cuerpos lúteos inducidos no funcionan normalmente lo que se refleja en una disminución de la liberación de progesterona provocando que un gran número de embriones a los 7 días muestren retraso en su desarrollo, muriendo a los 12 días, por incapacidad de asegurar la señal embrionaria que promueve el sostenimiento del cuerpo lúteo, observando un retorno al estro de los animales a los 16 días posteriores al servicio y esto pudo repercutir en el retorno al estro en algunas ovejas.

Recientemente de-Brun *et al.* (2016), sugirieron que el medio endocrino entre los días 7 a 18, condiciona el desarrollo del producto ocasionando la pérdida de la

preñez después del día 18, de tal manera que, aquellas ovejas que tienen las más altas concentraciones de progesterona, llevan a término su gestación.

Cuadro 2. Porcentaje de retorno al estro en ovejas Pelibuey sincronizadas con CIDR y eCG (Folligon y Pregnecol).

Tratamiento	N	Retorno a estro (%)
T1	12	25.0 (3) ^a
T2	12	16.6 (2) ^a

^{a,b}Valores con diferente literal en la columna difieren estadísticamente ($P < 0.05$). T1: CIDR + eCG (Folligon), T2: CIDR + eCG (Pregnecol).

6.5. Porcentaje de gestación

No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en el porcentaje de gestación (Cuadro 3), los resultados difieren a los obtenidos por Espinosa-Martínez *et al.* (2020), quienes administraron en ovejas Pelibuey un tratamiento de 6 días con CIDR y al momento del retiro proporcionaron 400 UI de eCG, donde obtuvieron un porcentaje de gestación del 91.3 %. En un estudio realizado por Moradi *et al.* (2012), reportaron un porcentaje de gestación del 79.78 % en ovejas de la raza Kermani fuera de la estación de apareamiento sincronizadas con CIDR y 350 UI de eCG al momento del retiro del dispositivo. Quintero-Elisea *et al.* (2011) obtuvieron porcentajes de gestación de 77.3, 69.6 y 81.8 % al aplicar dosis de 100, 200 y 300 UI de eCG, respectivamente, en ovejas Pelibuey.

El papel que tiene la eCG, es aumentar la ocurrencia y velocidad de la ovulación, favoreciendo que éstas se produzcan en un intervalo de tiempo más corto,

además tiene la función de estimular sincrónicamente el crecimiento de los folículos, que se refleja en la presentación y sincronización del estro en las ovejas tratadas (Aké López *et al.*, 2013), y permite que una hembra sea inseminada o se le proporcione monta natural para que pueda concebir. Además, Luther *et al.* (2007) indicaron que en ovejas tratadas con progestágenos más eCG se reporta un mayor porcentaje de gestación, atribuido a una mayor tasa ovulatoria y por lo tanto a un mayor nivel de progesterona circulante, comparado con aquellas ovejas que solo son tratadas con progestágenos.

6.6. Porcentaje de fertilidad

Con respecto al porcentaje de fertilidad no existieron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$), entre los dos productos comerciales (Pregnecol vs Folligon) (Cuadro 3). En un estudio realizado por Pérez (2015), utilizando esponjas intravaginales y aplicando 500 UI de eCG (Folligon; Intervet®) y eCG (Pregnecol; Bayer®), se observó un porcentaje de fertilidad de 78 y 84 %, respectivamente, indicando una mínima diferencia entre tratamientos a favor de Pregnecol Bayer®, sin embargo, el autor propuso realizar más estudios. Los datos encontrados en el trabajo difieren con el autor. Esto nos indica que ambos tratamientos son efectivos para realizar un tratamiento de sincronización del estro utilizando CIDR más una dosis de 400 UI eCG, independientemente del producto comercial Folligon o Pregnecol.

Gatti *et al.* (2011), mencionaron que la monta natural conlleva a una reducción de la fertilidad de los rebaños ovinos debido a alteraciones en el transporte de los espermatozoides y cambios fisicoquímicos en el aparato reproductor de la oveja, provocado por la inserción de esponjas vaginales y el uso de CIDR.

Cuadro 3. Respuesta en el porcentaje de gestación, porcentaje fertilidad y porcentaje de parición en ovejas sincronizadas con CIDR y eCG (Folligon, Pregnecol).

Tratamiento	N	Porcentaje de gestación (%)	Fertilidad (%)	Porcentaje de parición (%)
T1	12	75.0 (9/12) _a	58.3 (7/12) _a	77.7 (7/9) _a
T2	12	83.3 (10/12) _a	66.6 (8/12) _a	80.0 (8/10) _a

^{a,b}Valores con diferente literal en la columna difieren estadísticamente ($P < 0.05$). T1: CIDR + eCG (Folligon, T2: CIDR + eCG (Pregnecol).

6.7. Porcentaje de parición

No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en el porcentaje de parición de las ovejas (Cuadro 3). Sin embargo, hubo dos ovejas en el T1 y dos ovejas en el T2 que fueron diagnosticadas como gestantes pero no llevaron a término la gestación, quizá por una baja concentración de progesterona no pudieron mantener la gestación hasta el parto, con respecto a ello de-Brun *et al.* (2016), mencionaron que ovejas con bajas concentraciones de progesterona no pueden mantener la gestación hasta el parto y observaron que las ovejas que mostraron más altas concentraciones de progesterona mantuvieron la gestación hasta el parto,

indicando que el medio endocrino entre los días 7 al 18 condiciona el desarrollo del producto.

6.8. Prolificidad

La prolificidad no fue estadísticamente diferente (Cuadro 4), los valores obtenidos son inferiores a los descritos por Espinosa-Martínez *et al.* (2020) quienes proporcionaron dosis con 300, y 400 UI de eCG en ovejas Pelibuey, obteniendo 1.95 ± 0.15 y 1.76 ± 0.12 de prolificidad, respectivamente, resultados superiores a los encontrados en este estudio. Martínez *et al.* (2006), al aplicar 150 y 300 UI de eCG al momento del retiro del CIDR en ovejas Pelibuey obtuvieron 1.0 de prolificidad con ambas dosis.

Cuadro 4. Prolificidad en ovejas sincronizadas con CIDR y eCG (Folligon, Pregnecol).

Tratamiento	N	Prolificidad
T1	12	$1.3 \pm 0.38_a$
T2	12	$1.6 \pm 0.0_a$

^{a,b}Valores con diferente literal en la columna difieren estadísticamente ($P < 0.05$). T1: CIDR + eCG (Folligon) T2: CIDR + eCG (Pregnecol).

En una investigación donde se usaron esponjas impregnadas de 40 mg de acetato de fluorogestona y aplicación de 500 UI de eCG dos días antes del retiro de esponjas e inseminando a las ovejas a tiempo fijo a las 55 h post retiro de las

esponjas, obtuvieron una prolificidad de 1.53 (Folligon; Intervet®) y 1.25 (Pregnecol: Bayer®), respectivamente (Pérez, 2015), obteniendo valores inferiores a los encontrados en el presente trabajo. Lo cual indica que, si se aplican 400 UI de eCG antes del retiro del dispositivo intravaginal independientemente del producto comercial que se use Folligon o Pregnecol, la prolificidad esperada en ovejas Pelibuey es similar.

7. CONCLUSIONES

Los productos comerciales Pregnecol y Folligon aplicados en dosis de 400 UI de eCG y PGF_{2α} 48 h antes del retiro del CIDR en un protocolo de sincronización del estro por nueve días, son efectivos en la sincronización de estro en ovejas Pelibuey.

Sin embargo, el uso de Pregnecol permitió el inicio del estro a las 17.17 h después del retiro del CIDR en las ovejas, por lo que puede ser una alternativa a utilizar en protocolos de inseminación a tiempo fijo.

8. RECOMENDACIONES

Implementar protocolos de sincronización de estro en ovejas con mayor número de animales.

Realizar muestreos sanguíneos y determinar los valores de progesterona en plasma sanguíneo con la finalidad de conocer con más detalle el funcionamiento hormonal que rige la respuesta reproductiva en las ovejas.

9. LITERATURA CITADA

- Abecia J.A., Forcada F., González-Bulnes A. 2011. Pharmaceutical Control of Reproduction in Sheep and Goats. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 27:67-79.
- Abecia J.A., Forcada F., González-Bulnes A. 2012. Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Animal Reproduction Science* 130:173-179.
- Ainsworth L., Downey B.R. 1986. A controlled internal drug-release dispenser containing progesterone for control of the estrous cycle of ewes. *Theriogenology*. 26:846-856.
- Aké L. J.R., Aké V. J.J., Aké V.N. Y., Mukul Y. J. M., Cuicas H.R. 2015. Fertilidad y prolificidad de ovejas Pelibuey sincronizadas con esponjas intravaginales o implantes subcutáneos reciclados. *Bioagrobiencias* 8(1):44-49.
- Aké-López J.R., Centurión-Castro F.G., Alfaro-Gamboa M.E., Aké-Villanueva J. R., Aké-Villanueva N.R. 2013. Sincronización del estro e inseminación artificial en ovinos. Ed. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. 44 p.
- Aké-López J.R., Centurión-Castro F.G., Magaña-Monforte J., Aké-Villanueva R. 2014. Efecto del progestágeno y de la dosis de la gonadotropina coriónica equina en la sincronización del estro y la tasa de gestación en ovejas Pelibuey inseminadas por laparoscopia. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 1(3): 261-268.
- Álvarez R.L and Zarco Q.L.A. 2001. Los fenómenos de la bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Veterinaria México*. 32(2):117-129.
- AMCO (Asociación Mexicana de Criadores de Ovino). 2007. Razas ovinas. Disponible en: http://www.uno.org.mx/razas_ovinas/catalogo_razas. Consultado el 15 de diciembre 2019.
- Arroyo L.J., Magaña S. H., Camacho E. M. A. 2009. Regulación neuroendocrina del anestro posparto en la oveja. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 10(3):301-312.
- Arroyo L.J. 2011. Estacionalidad reproductiva de la oveja en México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14:829-845.
- Arroyo L.J., Gallegos-Sánchez J., Villa-Godoy A., Berruecos J.M., Perera G., Valencia J. 2007. Reproductive activity of Pelibuey and Suffolk ewes at 19° north latitude. *Animal Reproduction Science*. 102:24-30.
- Arteaga, C.J. 2007. Diagnóstico actual de la situación de los ovinos en México. Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos. Disponible en:

<http://www.Borrego.com.mx/opini3n/diagnostico-actual-de-los-ovinos-en-mexico/>. Consultado en febrero 2021.

- Atuesta E.J., Gonella D.A.M. 2011. Control hormonal del ciclo estral en bovinos y ovinos. *Revista Spei Domus* 7(14):15-25.
- Avendaño-Reyes L., Álvarez-Valenzuela F.D., Molina-Ramírez, L., Rangel-Santos R., Correa-Calder3n, A., Rodríguez García J., Cruz-Villegas, M., Robinson P.H., Famula T.R. 2007. Reproductive performance of Pelibuey ewes in response to estrus synchronization and artificial insemination in Northwestern Mexico. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 6:807-812.
- Avendaño-Reyes L., F.D., Álvarez-Valenzuela S., Quintero L., Molina F.J., Cisneros. 2004. Assessment of some productive traits of the Pelibuey sheep in northwestern Mexico: Preliminary results. *Cuban Journal Agriculture Science* 38:129-134.
- Bister J.L., Noël B., Perrad B., Mandiki S.N., Mbayahaga J., Paquay R. 1999. Control of ovarian follicles activity in the ewe. *Domestic Animal Endocrinology* 17:35-328.
- Bretzlaff K.N., Romano J.E. 2001. Advanced reproductive techniques in goats. *Review Food Animal Practice*. 17:421-434.
- Cadena-Villegas S., Ar3valo-Díaz M., Gallegos-Sánchez J., Hernández-Marín A. 2018. Sincronización del estro en ovejas con PGF2 α y bioestimuladas con "efecto macho". *Abanico Veterinario*. 8(3):94-105.
- Calder3n V.A., Latorre V.E. 2012. El ciclo reproductivo y el efecto macho. INIA. Instituto de Informaciones Agropecuarias. Informativo No.97. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/4751/NR40693.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Consultado el 22 abril 2020.
- Cambellas B.J. 1993. Comportamiento reproductivo en ovinos tropicales. *Revista Científica. FCV-LUZ*. 3:135-141.
- Chemineau P., Gauthier D., Poirier J.C., Saumande J. 1982. Plasma levels of LH, FSH, prolactin, oestradiol-17 β and progesterone during natural and induced oestrus in the dairy goat. *Theriogenology*. 17(3):313-323.
- C3rdova-Izquierdo A., C3rdova- Jiménez M., C3rdova C. A., Guerra-Liera J.E. 2008. Procedimientos para aumentar el potencial reproductivo en ovejas y cabras. *Revista Veterinaria*. 19(1):67-79.
- Cort3s L.M.A. 2016. Efecto de la PMSG en la sincronización del estro sobre el comportamiento reproductivo de ovejas de pelo (Tesis de Licenciatura). Universidad Aut3noma del Estado de M3xico. Temascaltepec de Gonz3lez, M3xico. 44 p.

- Cortez R.C y Gallegos S.J. 2014. Biotecnologías reproductivas, moleculares y génicas en ovinos. 1ª edición. Biblioteca Básica de Agricultura. Colegio de Postgraduados. 282 p.
- de Brun V, Meikle A., Fernández-Foren A., Forcada F., Palacín I., Menchaca A., Sosa C., Abecia J. A. 2016. Failure to establish and maintain a pregnancy in undernourished recipient ewes is associated with a poor endocrine milieu in the early luteal phase. *Animal Reproduction Science*. 173:80-86.
- Delgadillo J.A. 2005. Métodos para controlar el comportamiento sexual, en Inseminación Artificial en Caprinos. Editorial Trillas. México. pp. 43-55.
- Delgadillo J.A., Gelez H., Ungerfeld R., Hawken P.A.R., Martin G.B. The “male effect” in sheep and goats: revisiting the dogmas. *Behavioral Brain Research*. 200:304-314.
- Eppleston J., Evans G., Roberts M. E. 1991. Effect of time of PMSG and GnRH on the time of ovulation, LH secretion and reproductive performance after intrauterine insemination with frozen ram semen. *Animal Reproduction Science*. 26:227-237.
- Espinosa-Martínez M., Montiel-Olguín L., Villaseñor-González F., Jiménez-Severiano H. 2020. Sincronización de estros en ovejas Pelibuey utilizando CIDR y diferentes dosis de eCG. *Abanico Veterinario*. 10(1):1-7.
- Evans A.C.O., Duffy P., Hynes N., Boland M.P. 2000. Waves of follicle development during the estrous cycle in sheep. *Theriogenology*. 53:699-715.
- Evans G., Maxwell W.M 1990. Inseminación artificial de ovejas y cabras. Acribia, Zaragoza, España. pp. 119-122.
- Flores J.A., Véliz F.G. Pérez-Villanueva J.A., Martínez de la Escalera G., Chemineau P., Poindron P., Malpoux B. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biology Reproduction*. 62:1409-1414.
- Fraire C.S. 2010. Selenio y vitamina E en la fertilidad de ovejas Pelibuey sincronizadas con progesterona (Tesis de Maestría en Ciencias). Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. 82 p.
- Galina M.A., Morales R., Silva E., López B. 1996. Reproductive performance of Pelibuey and Black belly sheep under tropical management systems in Mexico. *Small Ruminant Research*. 22:31-37.
- Gatti M., Zunino P., Ungerfeld R. 2011. Changes in the aerobic vaginal bacterial mucous load after treatment with intravaginal sponges in anestrus ewes: Effect of medroxyprogesterone acetate and antibiotic treatment use. *Reproduction in Domestic Animals*, 46(2):205-208.
- González T. 1980. Uso de hormonas exógenas en la reproducción ovina (Tesis de Licenciatura). FMVZ-UNAM. México. pp. 3-16.

- González-Reyna A., Lucero-Magaña F.A., Briones-Encina F., Vázquez-Armijo J. F., Limas-Martínez A.G., Martínez-González J.C. 2014. Factores que alteran la conducta de estro en ovejas de pelo sincronizadas con acetato de fluorogestona y gonadotropina de suero de yegua preñada. *Abanico Veterinario*. 4(2):13-20.
- Gordon I. 1997. *Controlled reproduction in sheep and goats*. Wallingford, Oxford, Uk. CAB International. 480 p.
- Hackett A.J., Robertson H.A., Wolynetz M.S. 1981. Effects of prostaglandin F2 and pregnant Mare's serum gonadotropin (PMSG) on the reproductive performance of fluorogestone acetate- PMSG- treated ewes. *Journal. Animal Science*. 53:154-159.
- Hafez E. 2002. *Reproducción e inseminación en animales*. 6ª edición México. McGraw-Hill Interamericana. 542 p.
- Hansel W., Convey E.M. 1983. Physiology of the estrous cycle. *Journal of Animal Science*. 57(2):404-424.
- Hawken P.A.R., Beard A.P., Esmaili T., Kadokawa H., Evans A. C. O., Blache D., Martin G.B. 2007. The introduction of rams induces an increase pulsatile LH secretion in cyclic ewes during the breeding season. *Theriogenology*. 68:56-66.
- Hernández C. J. 2016. *Fisiología clínica de la reproducción en bovinos lecheros*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. 1ª edición. México 87 p.
- INDAP (Instituto de Desarrollo Agropecuario). 2008. *Manual de producción ovina para extensionistas*. Fundación Chile. Disponible en: <https://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-document-library/manual-de-produccion-ovina-para-extensionistas.pdf?sfvrsn=0>. Consultado el 24 de marzo del 2021.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2017. "Mapa geográfico". Disponible en: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjIzLiMyMDA4LGxvbjotMTAxLiUwMDAwLHo6MSxsOmMxMTFzZXJ2aWNpb3N8dGMxMTFzZXJ2aWNpb3M=>. Consultado el 19 marzo del 2020.
- Jainudeen H.N., Hafez E.S.E. 1996. Ovejas y cabras. En: *Reproducción e inseminación artificial en animales*. E.S.E. Hafez (Ed) McGraw-Hill Interamericana, México, D. F. pp. 311-322.
- Joseph I.B.J.K., Ravindra J.P., Rawlings N.C. 1995. Oestradiol and the preovulatory surges of luteinizing hormone and follicle stimulating hormone in ewes during the breeding season and transition into anestrus. *Animal Reproduction Science*. 40:291-298.

- Lozano-González, J. F., Uribe-Velásquez O. J. H. 2012. Control hormonal de la reproducción en hembras ovinas (*Ovis aries*). *Veterinaria y Zootecnia* 6(2):134-147.
- Luther J. S., Grazul-Bilska A.T., Kirsch J.D., Weigl R.M., Kraft K.C., Navanukram C., Pant D., Reynolds L.P., Redmer D.A. 2007. The effect of GnRH, eCG and progesterin type on estrous synchronization following laparoscopic AI in ewes. *Small Ruminant Research*. 72:227-231.
- Macías-Cruz U., Álvarez-Valenzuela F.D., Correa-Calderón A., Molina-Ramírez M., González-Reyna A., Soto-Navarro S., Avendaño-Reyes L. 2009. Pelibuey ewe productivity and subsequent pre-weaning lamb performance using hair-sheep breeds under a confinement system. *Journal of Applied Animal Research* 36:255-260.
- Márquez H.L. 2014. Reproducción ovina en Colombia. *Revista Ciencia Animal* 8:67-83.
- Martin G.B., Price C.A., Thiery J.C., Webb R. 1988. Interactions between oestradiol and progesterone in the control of gonadotrophin secretion in the ewe. *Journal Reproduction Fertility*. 82:319-328.
- Martin G.B., Oldham C.M., Cognie Y., Pearce D.T. 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams. A review. *Livestock Production Science*. 15(3):219-247.
- Martínez T., Torres J.J., Alanis E.M.T., Mendoza B.L., Cordero M.G.D., Villanueva M.O. 2006. Efecto de eCG e inseminación laparoscópica sobre el comportamiento reproductivo en ovejas F1 (Damara x Merino). *Revista Científica* 12(1):72-77.
- Martínez-Ros P., Astiz S. García-Rosello, E., Rios-Abellan., González-Bulnes A. 2018. Effects of short-term intravaginal progestagens on the onset and features of estrus, preovulatory LH surge and ovulation in sheep. *Animal Reproduction Science*. 197:317-323.
- Mauleon P. 1979. Manipulation of the breeding cycling. In: *Sheep Breeding*. G. J. Tomes, D.E. Robertson, R. J. Lightfoot y W. Haresing. International Sheep Breeding Congress. Butterworth & Co. Muresk y Perth, western Australia. pp. 439-449.
- Mejía O., María P. 2010. Características reproductivas de los ovinos. In: *Curso teórico-práctico técnicas de reproducción asistida en ovinos*. Guamo (Tolima). *Memorias Asociación de Ovinocultura*. pp. 66-72.
- Moenter S.M., Caraty A., Karsch F.J. 1990. The estradiol-induced surge of gonadotropin-releasing hormone in the ewe. *Endocrinology* 127:1375-1384.
- Moradi K.N., Sadeghi S., Ziaei N. 2012. Comparison reproductive Performance in Kermani ewes treated with two synchronization methods and subsequent

- eCG treatment out of the breeding season. *International Journal of Biological and Medical Research* 3 (2):485-1489.
- Noakes D.E., Parkinson T.J., England G.C.W. 2001. Endogenous and exogenous control of ovarian cyclicity. In: Noakes, D.E. (ed.). *Veterinary Reproductions and Obstetrics*. 8ª edition. London. Sanders. pp.1-53.
- Olivera J., Fierro S., López V. 2011. Comparison of prostaglandin and progesterone-based protocols for timed artificial insemination in sheep. *Theriogenology*. 75(7):1232-1238.
- Orona C.I., López M.J.D., Vázquez V.C., Salazar S.E., Ramírez R.M.E. 2014. Análisis microeconómico de una unidad representativa de producción de carne ovino en el estado de México bajo un Sistema de producción semi intensivo. *Revista Mexicana de Agro negocios* 34:720-728.
- Padilla R.F.J., Mapes S.G.E., Jiménez K.F. 1988. Perfiles hormonales durante el ciclo estral de la oveja. *Técnica Pecuaria en México*. 28:96-108.
- Peralta J.G., Sánchez M.T., García E.O. 2007. Oestrus synchronization of ewes, using norgestomet combined with PGF2 α and hCG in the reproductive season. *Research Journal of Animal Sciences*. 1(1):44-48.
- Pérez-Hernández P., Gallegos-Sánchez J. 2010. Efecto macho en la reproducción de las hembras bovinas. En: Cuadernos Científico Girarz 8. N Madrid-Bury (ed). Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. pp. 125-136.
- Pérez L. 2015. Estudio comparativo de dos protocolos comerciales de sincronización del estro y su respuesta en la tasa de fertilidad y prolificidad en ovejas en el Valle de Toluca (Tesis Licenciatura). 34 p. Disponible en: http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/49472/P%C3%89RE_Z%20L%C3%93PEZ%20CARLOS%20DANIEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Consultado el 18 de enero del 2021.
- Perón N., Limas T., Fuentes J.L. 1991. El ovino Pelibuey de Cuba: Revisión bibliográfica de algunas características reproductivas. *Animal Zootecnia*. 66:32-39.
- Quintero-Elisea J.A., Macías-Cruz U., Álvarez-Valenzuela F.D., Correa-Calderón A., González-Reyna A., Lucero-Magaña F.A., Soto-Navarro S.A., Avendaño-Reyes L. 2011. The effects of time and dose of pregnant mare serum gonadotropin (PMSG) on reproductive efficiency in hair sheep ewes. *Tropical Animal Health and Production* 43(8):1567-1573.
- Rhodes L., Nathanielsz P.W. 1988. Comparison of a controlled internal drug release device containing progesterone with intravaginal medoxiprogesterone sponges for estrus synchronization in ewes. *Theriogenology*. 4:831-836.

- Rodríguez F.C. 2005. Bases de la producción animal. Volumen 61 de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. 512 p.
- Rojas R.O y Rodríguez R.O.L. 1995. Factores que modifican la prolificidad en ovejas Black belly en clima tropical. *Técnica Pecuaria México* 33(3):159-167.
- Romero Y.O. 2015. Evaluación de la condición corporal y edad de los ovinos [en línea] Temuco: Informativo INIA Carrillanca. No. 79. Disponible en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40188.pdf>. Consultado el 25 nov del 2020.
- Rosado J., Silva E., Galina M.A. 1998. Reproductive management of hair sheep with progesterone and gonadotropins in the tropics. *Small Ruminant Research*. 27:237-242.
- Rubianes E., Ungerfeld R., de Castro T. 2000. Inducción y sincronización de celos en ovejas y cabras. Publicación del Departamento de Fisiología. Facultad de Veterinaria. Montevideo Uruguay. pp.104-108.
- SAS Institute Inc. 2010. SAS/STAT 9.22. User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc., Cary NC, USA. 8444 p. Disponible en: <http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/63347/PDF/default/statug.pdf>. Consultado en septiembre del 2019.
- Senger P.L. 2003. Pathways to pregnancy and parturition 2 ed. Washington State University Research, Estados Unidos de Norteamérica. Current Conceptions Inc. 367 p.
- Sharkey S., Callan R.J., Mortimer R., Kimberling C. 2001. Reproductive techniques in sheep. *Review Food Animal Practice*. 17: 435-455.
- SIAP (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera). 2021 Producción ganadera: Población ganadera. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/564332/Inventario_2019_Resumen.pdf. Consultado el 10 de enero del 2021.
- Steffan J., Poissonet P., Thiber M. 1982. Control of oestrus in ewe lambs and yearling ewes with medroxiprogesterone acetate and fluorogestone acetate. *Animal Reproduction Science*. 5:191-198.
- Suárez L.M. 2010. Comparación de la efectividad de tres protocolos de sincronización de celo en ovejas de raza merina (Tesis de Maestría) en producción. Córdoba Argentina: Universidad de Córdoba, Departamento de Genética. 24 p.
- Thiéry J.C., Martin B.G. 1991. Review neurophysiological control of the secretion of gonadotrophin-releasing hormone and luteinizing hormone in the sheep. *Reproduction Fertility Development*. 3:137-173.
- Trejo G.A., Pérez R.Y., Soto G.R., González D.F., Frey S.E. 1990. Algunos parámetros productivos y reproductivos en ovinos Pelibuey en un rebaño

- comercial de Chalma, Edo. México. Memorial del III Congreso Nacional de Producción Ovina. Tlaxcala, México. 117 p.
- Uribe G.M. 1997. Efecto de la edad y tiempo de administración de PMSG en la sincronización de celos en ovinos (Tesis de Licenciatura). Universidad Autónoma Chapingo. México. 51 p.
- Uribe-Velásquez L.F., Correa-Orozco A., Henry O.J. 2009. Características del crecimiento folicular ovárico durante el ciclo estral en ovejas. *Biosalud* 8(1):117-131.
- Uribe-Velásquez L.F., Oba E. Lara-Herrera L.C. 2012. Respuestas endócrinas e ovariánicas asociadas con el folículo de primera onda folicular en ovejas sincronizadas con CIDR o u PGF α . *Revista Brasileira de Zootecnia*. 31(2):944-953.
- Valencia M. Fisiología del ovino Pelibuey 2004. Curso de Actualización. Producción de Ovinos en Zonas Tropicales. Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 33 p.
- Valencia Z.M., Heredia M.A., González P.E. 1981. Estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey. Memorias de la XV Reunión Anual del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. México, D. F. 34 p.
- Villegas, D.G., Bolaños M.A., y Olgún P.L. 2001. La Ganadería en México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía. México. Editorial Plaza y Valdez. 158 p.
- Viñoles C., Meikle A., Forsber M., Rubianes E. 1999. The effect of subluteal levels of exogenous progesterone on follicular dynamics and endocrine patterns during the early luteal phase of the ewe. *Theriogenology*. 51:1351-1361.
- Wildeus, S. 2000. Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. *Journal Animal Science*. 77:1-14.