



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC

LICENCIATURA DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

TESIS

QUE PRESENTA:

LUIS ÁNGEL AGUILAR RÍOS

**COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**RESPUESTA REPRODUCTIVA DE OVEJAS DORSET IMPORTADAS DE
NUEVA ZELANDA TRATADAS CON DOS NIVELES DE eCG, INSEMINADAS
POR LAPAROSCOPIA**

DIRECTOR DE TESIS

DRA. FRANCISCA AVILÉS NOVA

ASESORES DE TESIS

I.A.Z. LUIS MANUEL RÍOS GARCÍA

DR. EN C. JOSÉ FERNANDO VÁZQUEZ ARMIJO

TEMASCALTEPEC, MÉXICO. NOVIEMBRE, 2017

RESUMEN

El presente estudio se realizó en El Peñón, municipio de Temascaltepec, México con el objetivo de evaluar la respuesta reproductiva de ovejas Dorset importadas de Nueva Zelanda tratadas con dos niveles de Gonadotropina coriónica equina (eCG), inseminadas por vía laparoscópica. Se utilizaron 19 ovejas Dorset con una edad promedio de 20 meses \pm 3 y un peso promedio de 50 kg \pm 4, Las cuales se trataron con esponjas intravaginales impregnadas con 20 mg de Cronolona micronizada durante 14 días. En el día 14 las ovejas se distribuyeron al azar en dos grupos, se les retiró la esponja y a cada oveja del grupo uno se les administró 400 UI de eCG (TI) y a cada oveja del grupo dos se le administró 600 UI de eCG (TII) vía intramuscular. Las ovejas fueron inseminadas vía laparoscópica 53 horas post retiro de las esponjas. Los variables porcentaje de parición, porcentaje de partos simples, porcentaje de partos dobles, prolificidad fueron obtenidas una vez concluido los partos. La variable peso al nacimiento se obtuvo 24 horas post parto. El análisis de datos se realizó mediante la prueba de Chi-cuadrada y la Prueba de Two-Simple-T-Test con un $\alpha=0.05$. Los resultados del porcentaje de parición mostraron diferencias significativas entre tratamientos TI: 22.22% vs TII: 50%, ($P<0.05$). La prolificidad no fue afectada por los tratamientos ($P>0.05$) TI: 1.5 ± 0.71 y TII: 1.6 ± 0.55 . El porcentaje de partos simples y los pesos al nacimiento de los corderos no mostraron diferencias significativas en ambos tratamientos ($P>0.05$). El porcentaje de partos dobles presentó diferencia estadística TI: 50% VS TII: 60%, ($P<0.05$). Se concluye que las ovejas Dorset tratadas con los niveles: 400 UI o 600 UI de eCG, inseminadas por laparoscopia, presentaron resultados similares en la prolificidad, porcentaje de partos simples y pesos al nacimiento de los corderos. Las ovejas Dorset tratadas con el nivel de 600 UI de eCG inseminadas por laparoscopia presentaron valores más altos en la respuesta reproductiva debido a que obtuvieron mayor porcentaje de parición y porcentajes de partos dobles.

DEDICATORIA

Este apartado está dedicado especialmente a mis padres José Guadalupe Aguilar Fuentes y Ana Berta Rojas Jaramillo, pues ellos me dieron la gran oportunidad que no muchos tienen en estos tiempos que es tener una carrera. Les agradezco porque sobre todas las cosas nunca me faltó nada en mi educación y mi formación académica y además la formación de mi persona.

Agradecido estoy para toda la vida...

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Francisca Avilés Nova por todo el apoyo y tiempo que me proporciono durante toda mi permanencia en la Universidad, y de quien aprendí mucho en las aulas de estudio; pero más que nada la paciencia y buenos consejos en la elaboración de este proyecto.

Al ingeniero Luis Manuel Ríos García por abrirme las puertas de su rancho junto con la doctora Francisca pues fue donde aprendí grandes cosas referente a la agronomía y zootecnia durante todo el trayecto.

Al Doctor José Fernando Vázquez Armijo por su tiempo dedicado a este proyecto y quien siempre se ha mostrado accesible a todas mis dudas y a las cuales me ha ayudado a entender.

No he de desaprovechar la oportunidad para expresar mi profundo agradecimiento al Médico Veterinario Zootecnista Corache García Pulido quien desde mi estancia en el Centro de Mejoramiento Genético Ovino me transfirió la pasión por la ovinocultura y por la cual desde entonces he enfocado todo mi tiempo y energía. No sin olvidar todas sus enseñanzas, consejos y apoyo desde entonces me ha ayudado de manera eficacísima en todas las materias que abarcan sus vastos conocimientos y su excelente juicio.

Al Doctor Ernesto Joel Dorantes Coronado y al Medico German Gómez Tenorio por su ayuda y buen criterio puestos en este proyecto y a quienes he considerado siempre grandes personas.

A mis padres y hermanos quienes por sobre todas las cosas han estado a mi lado con su apoyo incondicional y quien admiro mucho.

A mi novia Miryam Gómez Estrada por su tiempo y gran apoyo en todo momento.

CONTENIDO

RESUMEN.....	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
CONTENIDO	IV
ÍNDICE DE CUADROS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	5
III. HIPÓTESIS	6
IV. OBJETIVOS	7
4.1 OBJETIVO GENERAL:	7
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	7
V. REVISIÓN DE LITERATURA	8
5.1 ORIGEN Y BREVE HISTORIA DEL OVINO	8
5.2 CONTEXTO E IMPORTANCIA DE LOS OVINOS EN EL MUNDO	8
5.3 SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN OVINA EN MÉXICO.....	9
5.4 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN OVINA EN MÉXICO	10
5.5 PANORAMA GENERAL DE LA ALIMENTACIÓN EN LA PRODUCCIÓN OVINA	11
5.6 RAZAS OVINAS QUE DIERON ORIGEN A LAS OVEJAS F1 DE LANA IMPORTADAS DE NUEVA ZELANDA:	11
5.6.1 DORSET	11
5.6.2 EAST FRIESIAN.....	12
5.6.3 TEXEL	12
5.6.4 BORDER LEICESTER.....	12
5.7 REPRODUCCIÓN OVINA.....	13
5.7.1 SISTEMA REPRODUCTOR DE LA HEMBRA OVINA (ANATOMÍA)	13
5.7.2 FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LA OVEJA.....	14
5.7.3 IMPORTANCIA DE LA REPRODUCCIÓN EN LA ESPECIE OVINA	15
5.7.4 CONDUCTA REPRODUCTIVA DE LA OVEJA.....	15
5.7.5 CICLO ESTRUAL	16
5.7.5.1 FASE FOLICULAR.....	17
5.7.5.2 FASE LUTEAL.....	18
5.7.6 FOLICULOGÉNESIS. MODELO FUNCIONAL DE CRECIMIENTO FOLICULAR	19

5.7.7 DESARROLLO EMBRIONARIO TEMPRANO Y RECONOCIMIENTO MATERNO DE LA GESTACIÓN	21
5.7.8 SECRECIÓN HORMONAL DURANTE EL ANESTRO ESTACIONARIO	21
5.7.9 DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN LA ESPECIE OVINA	22
5.7.10 MÉTODOS DE INDUCCIÓN Y SINCRONIZACIÓN DE ESTROS	23
5.7.10.1 TRATAMIENTOS HORMONALES DE SINCRONIZACIÓN DE ESTROS EN OVEJAS ..	23
5.7.10.2 SINCRONIZACIÓN DE ESTROS MEDIANTE ESPONJAS INTRAVAGINALES	24
5.7.10.3 FUNCIONALIDAD DE LOS PROGESTÁGENOS	25
5.7.10.4 LA GONADOTROPINA CORIÓICA EQUINA (ECG)	26
5.7.10.5 MECANISMO DE ACCIÓN DE LA GONADOTROPINA CORIÓICA EQUINA (ECG) ..	28
5.7.10.6 MÉTODO DE SINCRONIZACIÓN DE ESTROS EN OVEJAS MEDIANTE ECG	28
5.7.11 INSEMINACIÓN ARTIFICIAL POR LAPAROSCOPIA.....	29
5.7.12 FACTORES PREDISONENTES A MODIFICAR LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA	31
5.7.13 EFECTOS DEL FOTOPERIODO SOBRE EL EJE REPRODUCTIVO	31
5.7.14 EFECTOS DE LA NUTRICIÓN SOBRE EL EJE REPRODUCTIVO	32
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	33
6.1 LOCALIZACIÓN DEL LUGAR Y CONDICIONES CLIMÁTICAS	33
6.2 MATERIAL BIOLÓGICO.....	34
6.3 MANEJO Y ALIMENTACIÓN	35
6.4 MANEJO REPRODUCTIVO Y SINCRONIZACIÓN DE ESTRO EN LAS OVEJAS MEDIANTE ESPONJAS INTRAVAGINALES Y ECG	37
6.5 INSEMINACIÓN ARTIFICIAL POR LAPAROSCOPIA EN LAS OVEJAS	39
6.6 PORCENTAJE DE PARICIÓN:	42
6.7 PROLIFICIDAD DE LA OVEJA:.....	42
6.8 PORCENTAJE DE PARTOS SIMPLES, DOBLES, ETC.:	43
6.9 PESO AL NACIMIENTO	43
6.10 TRATAMIENTOS	43
6.11 COLECTA DE DATOS	43
6.12 ANÁLISIS ESTADÍSTICO:	44
VII. RESULTADOS	45
VIII. DISCUSIÓN	52
IX. CONCLUSIÓN	58
X. RECOMENDACIÓN	59
XI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	60

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del ovino	8
Cuadro 2. Datos de laboratorio de la evaluación del semen.....	43
Cuadro 3. Porcentaje de partos en ovejas neozelandesas tratadas con diferente dosis de eCG* en la sincronización del estro e inseminadas vía laparoscópica ...	46
Cuadro 4. Prolificidad de ovejas neozelandesas tratadas con diferente dosis de eCG*	47
Cuadro 5. Porcentaje de partos simples en ovejas tratadas con dos diferentes dosis de eCG* e inseminadas vía laparoscópica	48
Cuadro 6. Porcentaje de partos dobles en ovejas tratadas con dos diferentes dosis de eCG* e inseminadas vía laparoscópica	49
Cuadro 7. Peso al nacimiento promedio de corderos en ovejas neozelandesas tratadas con dos diferentes dosis de eCG* e inseminadas vía laparoscópica	50
Cuadro 8. Comparación de porcentaje de partos, prolificidad, porcentaje de partos sencillos, porcentaje de partos dobles, porcentaje de partos triples y peso promedio al nacimiento de la inseminación vía laparoscópica y esta misma más monta de repaso.....	51
Cuadro 9. Comparación de porcentaje de partos, prolificidad, porcentaje de partos sencillos, porcentaje de partos dobles, porcentaje de partos triples y peso promedio al nacimiento de la inseminación vía laparoscópica y esta misma más monta de repaso.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación entre el hipotálamo, la hipófisis y el ovario durante las fases folicular y luteal del ciclo estral en rumiantes	16
Figura 2. El Peñón, Temascaltepec, México	34
Figura 3. Ovejas F1 de lana importadas de Nueva Zelanda.....	35
Figura 4. Sistema de producción semi intensivo en El Peñón, Temascaltepec. ...	36
Figura 5. Corral general del rebaño, en la foto las ovejas reciben una alimentación balanceada para complementar el pastoreo.	36
Figura 6. Alimento preparado para la alimentación de las ovejas del experimento, Proporción: 50% forraje: 50% granos, pre mezcla de vitaminas y minerales.....	37
Figura 7. Esquila de ovejas antes de iniciar el experimento	37
Figura 8. Diagnóstico de gestación antes de colocar esponjas intravaginales, para eliminar aquellas ovejas gestantes.....	38
Figura 9. Esponjas intravaginales impregnadas de 20 mg de Cronolona Chrono-gest CR®.....	38
Figura 10. Semen del semental Dorset, del Centro de Mejoramiento genético Ovino.	42

I. INTRODUCCIÓN

Los ovinos se distribuyen ampliamente en el mundo y se han adaptado exitosamente a los ambientes más diversos, desde los desiertos hasta el Ártico y la Sub-Antártida, y desde las planicies hasta las montañas (Dwyer, 2008). Fue de las primeras especies domesticadas por el humano hace 8.000 o 10.000 años (Fisher y Mathews, 2001; Rutter, 2002). La versatilidad de productos derivados del ovino (lana, piel, carne y leche) junto con su docilidad, lo hizo atractivo para la domesticación y actualmente existen más de 2000 razas (Nowak *et al.*, 2008).

Por tal motivo debido a la importancia en la producción de productos derivados en los ovinos en el mundo principalmente la producción de carne, México tiene por la tanto un área de oportunidad en la explotación y producción de la misma en base a los siguientes datos. La producción de carne ovina anual en México para el año 2016 fue de 1, 879,318 toneladas. Mientras que la población ovina nacional para el año 2015 fue de 8, 710,781 millones de cabezas, encontrándose la mayor población de ovinos en el Estado de México con 1, 410,238 cabezas (SIAP, 2017). Sin embargo, se requiere importar carne de otros países para satisfacer la demanda nacional. En el año 2012, se importó de USA el 15.04% (equivalente a 2, 018,580 Ton.), Australia 13.2% (equivalente a 1, 183,210 Ton.), Chile 4% (equivalente a 394,608 Ton.) y el mayor que fue Nueva Zelanda con 67.5% (equivalente a 4, 632,884Ton.) (SIAP, 2013). Por lo anterior, se requiere que la cría ovina sea competitiva, siendo necesaria una transformación radical e ir cambiando los sistemas llamados tradicionales donde no aplican ningún manejo racional, nutritivo, reproductivo, ni sanitario, por otros gradualmente tecnificados.

La especie ovina Dorset es poliéstrica estacional, lo que significa que su conducta reproductiva está ligada a las estaciones, específicamente al fotoperiodo, por lo tanto, se presenta un período de anestro durante una gran parte del año, afectando de esta manera la producción (Porrás *et al.*, 2003). De tal forma, las razas ovinas originarias de latitudes medias o altas (>30° según Lincoln, 1992; >40° según

Cheminau *et al.*, 1992), donde la variación anual en la longitud del día es grande, exhiben variaciones estacionales en su actividad reproductiva (Chemineau *et al.*, 1992). En regiones cercanas al Ecuador la duración del fotoperiodo varía menos durante el año, por lo que algunos autores han sugerido que los ovinos tropicales pueden reproducirse sin restricciones estacionales a lo largo del año (Cruz *et al.*, 1994; Jainudeen y Hafez, 1996).

Las tecnologías asistidas de la reproducción se han utilizado en la ganadería por muchas décadas para aumentar el potencial reproductivo de los animales domésticos de granja (Grazul *et al.*, 2007). El conocimiento de la actividad endócrina y la determinación de las concentraciones plasmáticas de las hormonas que intervienen en el establecimiento y caracterización del ciclo sexual de las distintas especies de mamíferos, ha permitido el desarrollo de metodologías factibles para manipular el ciclo estral, su base es la aplicación exógena de estas mismas hormonas o sus análogos. Sin embargo, es importante tener en cuenta la variabilidad en producto comercial para la aplicación del progestágeno y a las características, dosis y duración del tratamiento progestacional (Sebastián, 2000).

La inducción del estro y de la ovulación en ovejas consiste en el uso de métodos farmacológicos efectivos y fácilmente aplicables (Quintero, 2007), que permiten manipular la fisiología reproductiva de las hembras ovinas, permitiendo la implementación de programas reproductivos que permitan optimizar la producción y reproducción (Córdova *et al.*, 1999).

La gonadotropina coriónica equina (eCG) se utiliza en varios de los tratamientos de sincronización e inducción del estro y la ovulación (Mejía y María, 2010). Se administra una inyección de eCG al momento de la retirada de los dispositivos liberadores de progestágenos (Abecia *et al.*, 2011). La eCG se debe administrar a dosis recomendadas en un rango de (250-750 UI de eCG) ya que a dosis altas (≥ 750 UI de eCG) provoca el aumento de la tasa de ovulación (Abecia *et al.*, 2011), pudiendo ocasionar partos múltiples con crías débiles (Durán, 2008).

La inseminación artificial (I.A.) es el método reproductivo en el que se obtiene el semen del macho para introducirlo posteriormente en el tracto reproductor de la hembra (Evans 1991; Maxwell,1986), siendo la herramienta más importante desarrollada para el mejoramiento genético animal (Hafez,1994). La inseminación artificial intrauterina presenta porcentajes de gestación similares a los reportados para semen fresco por vía cervical (de 50 a 80%) (Olivera *et al.*, 2011). La técnica posee la ventaja de que al depositar el semen directamente en los cuernos uterinos, se puede reducir el número de espermatozoides necesarios para la inseminación (40-80 millones para semen fresco y 80-100 millones para semen congelado) (Gibbons, 1995).

La inseminación artificial intrauterina ha sido generalmente adoptada en la mayor parte de países productores de ovejas (Evans, 1991; Haresing, 1992). Es un método confiable con buenos resultados y previsible en la producción de corderos.

El Estado de México es considerado como una entidad líder en el número de cabezas de ganado ovino, así como en la oferta de ovejas y sementales para pie de cría a nivel nacional; en la producción de carne y el sacrificio de ovinos, sin dejar de reconocer que es uno de los estados en donde se transforma esta carne en el delicioso platillo conocido como barbacoa, además de cortes selectos.

El Centro de Mejoramiento Genético Ovino, está considerado por la SAGARPA como Laboratorio y Centro de Procesamiento de Semen, procedente de carneros de las razas de mayor difusión, atendiendo a la demanda de los productores de ganado ovino del Estado. Los sementales con los que cuenta el Centro son descendientes de rebaños de prestigio a nivel nacional y de países líderes en la producción de razas como la Suffolk, Hampshire, Dorset y Pelibuey, además de ofertar aquellas que en la actualidad son reconocidas por su influencia en la ovinocultura mexicana como el Charollais, Texel, Dorper y East Friesian, entre otras. La incorporación en los rebaños mexiquenses ovinos a la reproducción asistida, gracias a la introducción de biotecnologías aprobadas y aplicadas comercialmente,

tales como la inducción o sincronización del estro, la utilización de la inseminación artificial y el diagnóstico oportuno de la gestación, son entre otras prácticas, opciones que han llevado a tener un acercamiento con pequeños productores de ovinos y asociaciones especializadas de ovinocultores en pro del mejoramiento de sus hatos. Tales actividades complementadas con las políticas de fomento pecuario por parte de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de México y la misión y visión de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México, han permitido que desde el inicio de sus actividades, el Centro de Mejoramiento Genético Ovino, haya beneficiado a más de 1000 ovinocultores, con aproximadamente 30,200 ovejas inseminadas en 44 municipios, por Médicos Veterinarios Zootecnistas con Especialización en Producción Ovina (CeMeGO, 2017).

En la última década, se importaron 700,000 ovejas de Australia, Nueva Zelanda, Estados Unidos y Canadá, empleadas principalmente en repoblación de los estados del centro del país (UNO, 2012). El último embarque proveniente de Nueva Zelanda fue de 45,000 ovejas en el año 2015. Para repoblar y mejorar la calidad genética de los rebaños. De ahí la importancia de generar bases sobre la eficiencia reproductiva de tales animales importados y su adaptación a las condiciones de explotación de México.

II. JUSTIFICACIÓN

La capacidad de reproducción bajo sistemas tradicionales en las diferentes especies y razas es un factor limitante para acelerar el progreso genético (Gibbons y Cueto, 2013). Por lo que establecer biotecnologías reproductivas como los protocolos de sincronización de estros y técnicas de inseminación por vía laparoscópica tienen un efecto a mediano y largo plazo para revertir este proceso e incrementar la producción ovina de este tipo de sistemas.

Lo mencionado anteriormente ha llevado a la realización de investigaciones en reproducción aplicada en diferentes condiciones ambientales, razas, sistemas de explotación sobre el uso de las distintas técnicas y protocolos actuales, así como a la modificación de los mismos en cuanto a duración de los protocolos, niveles y tipo de hormonas usadas, el tipo de tecnología usada, en función a la información obtenida mediante experimentación. En general la búsqueda de la efectividad de la aplicación del método.

El objetivo evidente de toda esta inversión de tiempo, dinero y trabajo es conseguir romper la época de anestro en la cual los animales están reproductivamente frenados y, por supuesto, obtener beneficios.

En base a lo anterior se planteó la presente investigación, buscando generar información acerca de la efectividad del proceso más común usado en reproducción ovina sobre la respuesta reproductiva de ovejas importadas; a base de esponjas intravaginales con progestágenos más dos diferentes dosis de gonadotropina coriónica equina (eCG), y la aún desconocida inseminación artificial por laparoscopía en la región de Temascaltepec, México.

III. HIPÓTESIS

La respuesta de parámetros reproductivos en ovejas Dorset importadas de Nueva Zelanda, inseminadas por laparoscopia en Temascaltepec, México; es diferente entre ambos grupos de ovejas tratadas con diferentes dosis de eCG.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general:

Evaluar la respuesta reproductiva de ovejas Dorset importadas de Nueva Zelanda, utilizando dos niveles de gonadotropina coriónica equina (eCG) inseminadas por laparoscopia en El Peñón Temascaltepec, México.

4.2 Objetivos específicos:

Evaluar la respuesta reproductiva en las siguientes variables;

- Porcentaje de parición de las ovejas.
- Prolificidad de las ovejas.
- Porcentaje de partos simples.
- Porcentaje de partos dobles.
- Porcentaje de partos triples.
- Peso al nacimiento.

V. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1 Origen y breve historia del ovino

Es seguro que los ovinos domésticos provienen de lanares salvajes de Europa y Asia. Se cree que los ovinos domésticos descienden principalmente de dos razas salvajes: los muflones (*Ovis musimon* y *Ovis orientalis*), y el urial de Asia (*Ovis vignei*), (Ensminger, 1976).

El origen de la raza determina el comportamiento reproductivo estacional; por lo tanto, las razas originarias de latitudes altas (>35°) presentan una marcada estacionalidad reproductiva (Hafez, 1952; Legan y Karsch, 1979; Karsch *et al*, 1984; Robinson y Karsch, 1984; Robinson *et al.*, 1985; Malpaux *et al.*, 1987) y los ovinos de origen mediterráneo o ecuatorial, expresan estacionalidad reproductiva reducida y en ocasiones inexistente (Porras, 1999; Cerna *et al.*, 2000; Valencia *et al.*, 2006; Arroyo *et al*, 2007).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del ovino

REINO	ANIMAL
SUBREINO	VERTEBRADOS
CLASE	MAMMALIA
ORDEN	ARTIODACTYLA
RAMA	RUMIANTES
FAMILIA	BOVIDAE
SUBFAMILIA	CAPRINAE
GENERO	OVIS
ESPECIE	ARIES

Fuente: (Ensminger, 1976).

5.2 Contexto e importancia de los ovinos en el mundo

La importancia de los pequeños rumiantes (ovinos y caprinos) radica en que contribuyen al bienestar socioeconómico de la población sobre todo de países en

vías de desarrollo en términos de nutrición, ingresos y beneficios intangibles (representan una forma de ahorro o seguridad para hacer frente a emergencias económicas, con propósitos culturales y sociales) que no pueden ser subestimados (Kosgey, 2004).

La población mundial de ovinos es de aproximadamente 1,078.9 millones de cabezas (FAO, 2012). Existen enormes variaciones de producción ovina entre las diferentes partes del mundo y sus porcentajes. La mayor producción de ovinos es observada en Asia, seguido por África, representando alrededor del 42 y 28% respectivamente, con ello, estos continentes concentran alrededor del 70% de la producción mundial de ovinos. El porcentaje menor de ovinos es encontrado en América, ya que se figura un porcentaje cercano al 9%, con alrededor de 93 millones de cabezas ovinas (Hernández *et al.*, 2014).

Las tendencias en el contexto mundial indican que la producción de cordero se mantendrá estable en los próximos años, pero se prevé un aumento en el precio porque habrá más demanda, sobre todo en los países en vías de desarrollo (FAO, 2013).

5.3 Situación de la producción ovina en México

A pesar de que México ha ido avanzando en mejorar su productividad, sólo genera el 70% de la carne ovina que consume, por lo que tiene un mercado interno potencial de unas 30,000 toneladas anuales. Además, nuestro país ha recibido la petición de exportar carne y animales a países como Jordania, Turquía, Libia, India y Corea del sur, además de Centroamérica (Arteaga, 2012).

Además, en México se producen ovinos en casi todo el territorio nacional, y existe una gran variedad de sistemas de producción y cada uno se distingue por tener condiciones muy particulares en cuanto a la raza, o cruzamientos utilizados, el régimen de la alimentación, la edad y peso a la venta y el origen de la producción, entre otros (Hernández *et al.*, 2014).

El Estado de México es la entidad que cuenta con el mayor número de ovinos en el país, cercano a 1.3 millones de cabezas, equivalentes a 15% del total nacional (Hernández *et al.*, 2014).

5.4 Breve descripción de los sistemas de producción ovina en México

En México se tienen registradas alrededor de 53,000 unidades de producción ovina, que están distribuidas aproximadamente de la siguiente forma: 53% en el centro, 24% en el sur-sureste y 23 % en el norte (PROGAN, 2010).

La ovinocultura de carne se desarrolla bajo un esquema de tipo regional, en la zona central se produce carne y pieles con razas de lana como Suffolk, Hampshire, Ramboulliet y Dorset; y de pelo (Katahdin, Dorper y Pelibuey), la región sur-sureste se orienta principalmente a la producción de carne con razas de pelo (Pelibuey, Black Belly, Katahdin y Dorper) y produce un poco de lana para uso artesanal con animales criollos en Oaxaca y Chiapas, y la zona norte ahora de dedica a la producción de carne, no obstante fue la principal proveedora de lana en épocas pasadas, por lo que aún se mantiene una población de animales de la raza Ramboulliet, pero más recientemente se han introducido razas de pelo (Katahdin, Dorper y Pelibuey) (Partida *et al.*, 2013).

Existen varios sistemas de producción ovina, que se desarrollan en pastoreo, en estabulación o en la combinación de estas dos modalidades. De acuerdo con la intensidad de su régimen de producción se dividen en: intensivo, semi-intensivo y extensivo, y según su propósito fundamental se dividen en comerciales y de autoconsumo. A su vez, los sistemas comerciales pueden ser intensivos, semi-intensivos o extensivos, y por lo general, los de autoconsumo son de traspatio y, en algunos casos muy limitados de trashumancia (Partida *et al.*, 2013).

5.5 Panorama general de la alimentación en la producción ovina

Por su gran adaptación, los ovinos pueden ser criados en todos los climas, aunque para ello será necesario elegir la raza o tipo de animal más adecuado para una región determinada (Koeslag, 2014).

La alimentación de los ovinos se realiza principalmente con base en el pastoreo. Durante el pastoreo, los ovinos comen arbustos y malas hierbas, pero prefieren gramíneas y leguminosas más tiernas y jugosas. Los ovinos también pueden ser alimentados con forrajes conservados, como el heno, pero deben acostumbrarse a los ensilajes. Además de que se les puede suministrar concentrados comerciales. Cuando esto no es posible, se emplean subproductos agrícolas y esquilmos (Koeslag, 2014).

El rumiante necesita un aporte diario de todos los nutrientes requeridos para mantenimiento, producción de leche, y lana, crecimiento y gestación (Wilson *et al.*, 1987).

5.6 Razas ovinas que dieron origen a las ovejas F1 de lana importadas de Nueva Zelanda:

5.6.1 Dorset

El Dorset viene del sur de Inglaterra. Existen dos variedades, con cuernos y sin ellos, también se encuentran hembras en la variedad con cuernos. Son de tamaño intermedio. El macho pesa de 75 a 120 Kg y la hembra, de 55 a 70 Kg. Las hembras producen de 2 a 3.5 Kg de lana blanca y densa. Las Dorset pueden ser cruzadas durante casi todo el año y pueden parir 3 veces en el lapso de dos años. Las borregas producen gran cantidad de leche y poseen un elevado instinto materno, lo cual las lleva a producir crías de crecimiento sorprendente y elevados rendimientos en pie y canal (54-60%), (Koeslag, 2014).

5.6.2 East Friesian

Es la mejor raza productora de leche del mundo. Durante su lactancia, que dura entre 220 y 250 días, es posible obtener entre 700 y 800 litros y en ocasiones hasta 1,000 litros. Tienen ubres bien implantadas y de gran capacidad. También producen lana, entre 5.5 y 6 Kg los machos y entre 4.5 y 5 Kg las hembras. La cabeza, patas, cola y ubres están desnudas. Generalmente son de color blanco, aunque los hay negros y blancos con manchas color café (Koeslag, 2014).

Es una raza de animales grandes; los machos alcanzan un peso de entre 90 y 120 Kg, y las hembras de entre 80 y 100 Kg. Carecen de cuernos. Son muy fértiles y prolíficos. No son estacionales. Es una raza precoz, y pueden parir entre los 14 y 16 meses de edad, con gran instinto materno (Koeslag, 2014).

5.6.3 Texel

Son ovejas grandes, las hembras pesan hasta más de 70 Kg, mientras que los machos alcanzan los 120 Kg. Son muy prolíficos y son buenos productores de carne. Su canal es magra y pesada. De buen desarrollo y proporción, cuadrado, con buena masa muscular (Koeslag, 2014).

Su vellón es blanco cremoso con muy buen lustre, con lana larga y gruesa que alcanza los 6 Kg anuales. Se utiliza su cruce para mejorar otras razas lecheras o cárnicas (Koeslag, 2014).

5.6.4 Border Leicester

La raza Border Leicester, originaria de la zona limítrofe de Inglaterra y Escocia, se desarrolló en la región de las colinas Cheviot a partir de algunos animales del plantel Leicester de los hermanos Culleys y del plantel del famoso criador inglés, Robert

Bakewell, con ovinos de la raza Cheviot. Presenta un tamaño de mediano a grande, logrando el macho pesos de entre 100 a 135 kg y la hembra entre 65 y 100 kg. Presenta la cara y extremidades descubiertas de lana, con labios y fosas nasales de color negro. Desde el punto de vista reproductivo, es prolífica, presentando las ovejas madres una excelente habilidad materna. La lana, de color blanco, es considerada más bien gruesa, aunque más fina que la de la raza Lincoln o Costwold, con un diámetro que va desde las 30 a 38 micras, con un peso de vellón limpio de 3,5 a 5,5 kg; presenta un rendimiento de un 60 a 70% y una longitud de mecha de 15 a 25 cm. No presentan cuernos. Se caracteriza porque su progenie madura temprano, engorda rápido y sus cruza son excelentes, destacándose en Gran Bretaña, su lugar de origen, el cruce con hembras Cheviot. Por sus buenas características, en su lugar de origen, llegó a ser la raza dominante (Koeslag, 2014).

5.7 Reproducción ovina

5.7.1 Sistema reproductor de la hembra ovina (anatomía)

Las hembras de pequeños rumiantes presentan características reproductivas originales comparadas a las de otros rumiantes o animales de granja. La originalidad más importante es la presencia de un anestro estacional, heredado de sus ancestros salvajes, que tiene consecuencias mayores sobre la conducta reproductiva de las hembras en los rebaños y sobre la economía de las explotaciones de renta.

En las hembras de los ovinos el sistema reproductor se encuentra directamente por debajo del recto, separado de éste por el saco rectogenital, e incluye las siguientes estructuras: los ovarios, oviductos, cuernos uterinos, útero, cuello uterino o cérvix, vagina y vulva.

Los ovarios son órganos bilaterales pequeños (0.5 a 3 gramos) de forma ovalada, cuya función principal es la de producir gametos femeninos u óvulos y secretar

hormonas como los estrógenos, la progesterona, la oxitocina, la inhibina y la activina. Los ovarios contienen principalmente folículos ováricos en diferentes estadios de crecimiento o desarrollo (folículos primarios, secundarios y preovulatorios) y el cuerpo lúteo y/o el cuerpo lúteo en regresión.

Los oviductos, con un recorrido tortuoso de unos 10-20 cm de largo, conectan los ovarios con los cuernos uterinos; una delgada hoja de peritoneo (mesosalpinx) forma parte del ligamento que sostiene al útero. En su extremo en contacto con los ovarios, los cuernos uterinos presentan un agrandamiento o infundibulum que está cubierto por amplias vellosidades, cuya función es dirigir el óvulo hacia su interior una vez producida la ovulación. Además existe una porción relativamente ancha llamada ampolla, donde suele producirse la fecundación.

El útero conecta el oviducto con la vagina y está formado por dos cuernos (9-16 cm de largo) y un pequeño cuerpo uterino (3-5 cm). El útero se abre hacia la vagina a través de un canal cervical simple (cuello uterino). El cuello uterino (4-7 cm) separa al útero del medio externo. La función principal del cuello es producir mucus, el cual fluye desde el cérvix hacia el exterior y permite no sólo lubricar la vagina durante el coito, sino también el ascenso de los espermatozoides hacia el útero durante el celo.

La porción anterior de la vagina es el lugar donde el macho deposita el semen durante la copula. En la porción posterior, o vestíbulo comunica el aparato reproductor con el exterior, a través de la vulva (Hugo y Chemineau, 2004).

5.7.2 Fisiología reproductiva de la oveja

La reproducción es un fenómeno fisiológico muy complejo, presentándose características particulares en cada especie animal que es conveniente conocerlas para establecer programas de mejoramiento genético, sistemas de producción entre otras actividades (Estrada *et al.*, 2006). Siendo una característica en las ovejas la estacionalidad reproductiva, que condujo al desarrollo de mecanismos

especializados que le permiten la detección de señales ambientales, permitiendo determinar el momento óptimo para la actividad reproductiva (Arroyo *et al.*, 2009).

5.7.3 Importancia de la reproducción en la especie ovina

La eficiencia reproductiva, definida como el número de descendientes viables producidos anualmente por cada hembra destinada a la reproducción, es uno de los factores más importantes que determina la eficiencia productiva y por lo tanto económica de los sistemas de explotación ovina (Azzarini, 2002).

5.7.4 Conducta reproductiva de la oveja

La especie ovina es poliéstrica estacional, lo que significa que su conducta reproductiva está ligada a las estaciones, específicamente al fotoperiodo, por lo tanto, se presenta un período de anestro durante una gran parte del año, afectando de esta manera la producción (Porras *et al.*, 2003).

Uno de los rasgos más importantes de la reproducción ovina es la estacionalidad, aunque por supuesto, esto no es algo exclusivo de las ovejas. Siendo en estas una reproducción que sigue un patrón estacional: es decir existe una alternancia entre los periodos de anestro y de actividad sexual; sin embargo, en lugares cercanos al Ecuador o en regiones más tropicales son poliéstricas todo el año, siendo lo contrario en climas templados o lejanos al Ecuador donde la estacionalidad está influenciado por el fotoperiodo o duración de la luz diurna considerándose a estas “reproductoras de días cortos” (Rosa and Bryan, 2003).

La estación reproductiva se caracteriza por la sucesión de ciclos estrales regulares y su duración depende fundamentalmente de factores tales como el fotoperíodo, la nutrición y la genética (Karsch *et al.*, 1984; Chemineau *et al.*, 1988).

El eje hipotálamo-hipofisario-gonadal es el encargado del control neuroendocrino del ciclo estral en la hembra (figura 1).

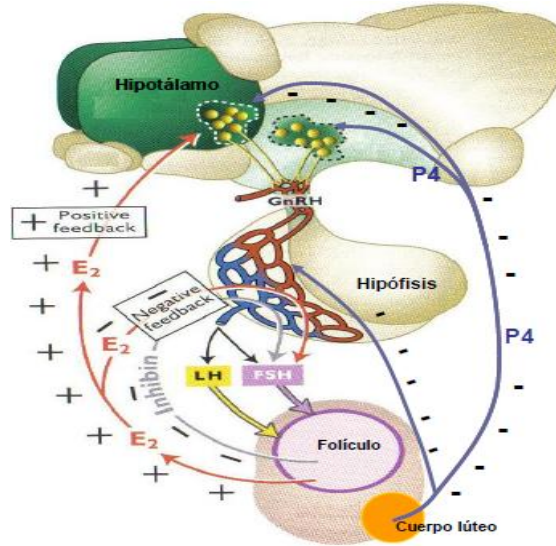


Figura 1: Relación entre el hipotálamo, la hipófisis y el ovario durante las fases folicular y luteal del ciclo estral en rumiantes.

5.7.5 Ciclo estrual

El ciclo estrual tiene una duración promedio de 17 días, y posee dos fases una fase folicular considerada desde el día 14 al día 1 y una luteal más extensa que va del día 2 al día 13, considerando el inicio del estro el día 0 de este ciclo (Pugh & Baird, 2012).

Durante el ciclo estral, el tracto reproductivo de la hembra también sufre cambios morfológicos, bioquímicos y fisiológicos que tienden a establecer un microambiente adecuado que es esencial para la maduración final de los gametos, capacitación de los espermatozoides, transporte de los gametos y embriones, fecundación y divisiones tempranas en el desarrollo embrionario. En el caso en que la fecundación si se produzca, tendrá lugar un mecanismo de señalización entre el embrión, el endometrio y el ovario a fin de evitar la regresión del CL, asegurando de esta manera

la producción y secreción de Progesterona (P4), lo que favorece el desarrollo temprano del embrión (Nancarrow y Hill, 1995; Buhi, 2002).

Este ciclo está controlado totalmente por las hormonas, lo que ha generado una constante investigación, creando un mejor entendimiento de los mecanismos de acción fisiológicos en busca de estrategias que puedan mejorar los resultados y eficiencia de los tratamientos con hormonas exógenas, incluyendo tratamientos como: sincronización de celos, inseminación artificial (IA), MOET, aumentando el número de embriones recuperados y reduciendo la mortalidad embrionaria (Phillips & Jahnke, 2016).

5.7.5.1 Fase folicular

Esta fase se extiende desde la luteólisis hasta la ovulación consta de dos etapas, proestro y estro.

Proestro: Al caer los niveles de progesterona (P4) por debajo de 1ng/ml da lugar a la lisis del cuerpo lúteo (CL) inducida por la secreción de oxitocina por parte del CL provocando en el endometrio la descarga de PGF2 α la cual actúa reduciendo el flujo sanguíneo al CL y uniéndose a receptores para reducir la síntesis de P4 inhibiendo el transporte intracelular y dando lugar a una apoptosis (Aisen, 2004; Gibbons & Cueto, 2013).

Una vez completada la luteólisis la inhibición de la GnRH cesa permitiendo su síntesis en el hipotálamo basal medio y con los bajos niveles de estradiol circulante incapaces de inhibir la secreción pulsátil de GnRH hacia el sistema porta-hipofisario actuando en células de la hipófisis anterior para una posterior liberación de LH (hormona luteinizante) y FSH (folículo estimulante) (Galina, 2008; Hafez, E. & Hafez, 2002). Dichas hormonas son sintetizadas y almacenadas como gránulos secretorios en las células basófilas de la hipófisis anterior (gonadotropos) para luego ser secretadas a través de exocitosis, y tienen como tejidos diana las células ováricas (Gordon, 2004; UNAM, 2008).

El aumento de la FSH y LH facilita la maduración de los folículos ováricos (foliculogénesis), dando lugar al aumento de estradiol circulante cesando la producción de gonadotropinas hipofisarias facilitando la presentación del estro y una consiguiente ovulación (A. Abecia & Forcada, 2010; Aisen, 2004).

Estro: Éste debe ser entendido como el momento en que la hembra se muestra receptiva al macho teniendo una duración de 24-40 horas, siendo más duradero en hembras prolíficas y adultas. El pico preovulatorio de LH se da 2-6 horas después de iniciado el celo y la ovulación de 24-32 horas del inicio del mismo (Abecia & Forcada, 2010).

La ovulación se da tras un incremento del estradiol plasmático que produce un exagerado aumento de la concentración de LH hasta la ovulación donde el folículo maduro elabora la hormona inhibina cuya función es inhibir la liberación de FSH impidiendo el crecimiento folicular adicional (Aisen, 2004).

5.7.5.2 Fase luteal

Se extiende desde la ovulación hasta la luteólisis presenta dos etapas el metaestro y el diestro.

Metaestro: Empieza luego de la ovulación cuando el folículo de Graff se convierte en cuerpo hemorrágico, a consecuencia de la secreción preovulatoria de LH, las células de la granulosa se transforman en células luteínicas y secretan P4 (Aisen, 2004).

Diestro: Durante esta fase los niveles plasmáticos de P4 aumentan progresivamente alcanzando valores entre 1-5 ng/ml, durante esta fase se observan ondas de desarrollo folicular, las 2 primeras terminaran en atresia folicular y la tercera dará un folículo ovulatorio. Durante esta etapa la progesterona ejerce una retroalimentación negativa, limitando la liberación de GnRH y LH la secreción constante de P4 actúa en el endometrio incrementando el almacenamiento de fosfolípidos y actividad enzimática para la posterior conversión del ácido

araquidónico a $\text{PGF2}\alpha$, para que se lleve a cabo la luteólisis si no hay implantación (A. Abecia & Forcada, 2010; Pugh & Baird, 2012).

Al inicio de la gestación la P4 es muy importante, pero la suplementación de P4, puede generar altos niveles exógenos inhibiendo la producción endógena por retroalimentación negativa (Gordon, 2004).

Una hormona que posiblemente tenga una acción antiluteolítica indirecta es la GnRH que actúa suprimiendo la secreción de estradiol 17β y $\text{PGF2}\alpha$ foliculares, mejorando en yeguas las tasas de gestación, administrada de 8-11 días luego de la ovulación y la IA. y en ovinos estudios indican que puede mejorar la supervivencia embrionaria al día 12 de la gestación (Gordon, 2004).

5.7.6 Foliculogénesis. Modelo funcional de crecimiento folicular

La foliculogénesis es el proceso por el que tiene lugar el crecimiento y la maduración de los folículos, que son las principales unidades funcionales del ovario de los mamíferos. La función de cada folículo es proporcionar el soporte necesario para que el oocito que contiene alcance su máximo potencial y pueda unirse con el espermatozoide para producir el subsiguiente embrión. Para ello las células somáticas del folículo son vitales en el crecimiento y desarrollo del mismo, así como en el control de la maduración nuclear y citoplasmática del oocito en los folículos seleccionados para ovular (Forcada, 2010).

Los productos de secreción folicular mejor conocidos son los esteroides. Hay tres tipos de esteroides producidos en los folículos ováricos (Forcada, 2010):

- **Progestinas:** de la cual la más conocida es la progesterona, intermediario en la síntesis de otros esteroides y producto final de la secreción en el periodo periovulatorio y del cuerpo lúteo en el posovulatorio.

- **Andrógenos:** el folículo es una fuente significativa de andrógenos ováricos, de manera que la androstenodiona y la testosterona son precursores inmediatos de los esteroides estrogénicos, estrona y estradiol.
- **Estrógenos:** la estrona y el estradiol son los esteroides foliculares más importantes a nivel fisiológico. Su papel fundamental es inducir la receptividad sexual (celo).

En el ovario ovino existe una reserva de folículos primordiales; hay entre 40,000 y 300,000 en el ovario de ovejas jóvenes. Permanecen en un estado quiescente a la espera de un desarrollo posterior. Apenas se produce atresia en ellos no vuelven a estado quiescente, de manera que el siguiente estadio de desarrollo son los folículos comprometidos, folículos preantrales con una baja de atresia. En estos folículos tiene lugar la diferenciación de células de la teca a partir de las células del estroma ovárico. Existen unos 4,000 folículos comprometidos simultáneamente en una oveja y su desarrollo no depende de las gonadotropinas; las células de la granulosa de estos folículos adquieren receptores de FSH y las de la teca receptores de LH. El desarrollo de estos folículos se basa en un estímulo de la división celular, donde algunos factores de crecimiento, en particular el IGF-1 (*Insulin Growth Factor*) y el EGF (*Epidermal Growth Factor*), producidos en las células de la granulosa y la teca respectivamente, juegan un papel muy activo (Forcada, 2010).

El siguiente estadio de desarrollo folicular es el de folículos con respuesta a las gonadotropinas (FRG). Por tanto, es a partir de este estadio de desarrollo cuando los folículos se convierten en la fuente más importante de síntesis de esteroides ováricos durante el ciclo sexual en respuesta a la FSH y LH (Forcada, 2010).

Conforme avanza el desarrollo folicular, los FRG se transforman en folículos dependientes de gonadotropinas (FDG). Sólo 1 o 2 folículos alcanzan este estadio de desarrollo en el ciclo sexual de la oveja. El fenómeno por el que el folículo

ovulatorio impide el desarrollo de los (FDG) se conoce con el nombre de dominancia folicular (Forcada, 2010).

No obstante, hay que tener claro que la dominancia folicular se ejerce asimismo mediante una acción intraovárica.

5.7.7 Desarrollo embrionario temprano y reconocimiento materno de la gestación

La gestación en las ovejas tiene una duración aproximada de 5 meses; sin embargo, al igual que en otros mamíferos, los eventos que transcurren durante los primeros días siguientes a la ovulación son determinantes para la supervivencia embrionaria. En condiciones normales, después del momento de la cubrición (natural o artificial), el oocito ovulado es fecundado durante su tránsito por el oviducto, produciendo un embrión que, aproximadamente el día 5 tras el celo, en el estadio embrionario de mórula compacta alcanza el cuerno uterino. Hacia el día 6 se forma el blastocito que en su forma esférica está rodeado de la membrana pelúcida pero alrededor del día 8 o 9 eclosiona. Luego comienza a adoptar una forma tubular y elongada para convertirse en un embrión filamentoso entre los días 12 y 16 tras el celo (Wintenberger-Torres y Flechon, 1974). Hasta el momento de la implantación (aproximadamente día 16 tras el celo), el embrión se desarrolla libremente tanto en el oviducto como en el útero, dependiendo de las secreciones de ambos órganos reproductivos para su supervivencia (Ashworth, 1995; Spencer et al., 2004).

5.7.8 Secreción hormonal durante el anestro estacionario

El anestro estacionario se caracteriza por la ausencia de comportamiento de celo y por tanto de ovulación, consecuencia de la ausencia de picos preovulatorios de LH

y FSH, con lo que niveles plasmáticos de progesterona permanecen basales (Forcada, 2010).

Hay evidencias que demuestran que la sensibilidad del eje hipotálamo-hipofisario a los esteroides ováricos no está alterada durante el anestro. Sin embargo, la frecuencia de secreción pulsátil de LH durante dicho periodo es incluso inferior que la que tiene lugar en la fase luteal del ciclo, mientras que los niveles de FSH durante el anestro y la fase luteal no parecen ser diferentes. Por lo tanto, se podría decir que el anestro estacionario es debido a una inadecuada secreción tónica de LH para promover las fases finales del crecimiento y desarrollo folicular, con lo que las concentraciones de estradiol necesarias para provocar la retroalimentación positiva, y por lo tanto la descarga preovulatoria de LH, no se alcanzan nunca (Forcada, 2010).

Es posible inducir la ciclicidad durante el periodo de anestro mediante un tratamiento con progestágenos (esponjas vaginales), que imitan a la fase luteal del ciclo, con lo que su retirada e inyección de eCG para inducir crecimiento folicular (importante) se consigue la ovulación y subsiguiente ciclicidad si la raza no es muy estacional.

5.7.9 Definición de los parámetros reproductivos en la especie ovina

A la hora de abordar cualquier aspecto relativo a la reproducción ovina, se hace imprescindible conocer lo que representan exactamente los diferentes parámetros reproductivos. La utilización correcta de los mismos y el conocimiento de lo que representa cada uno de ellos tienen una gran importancia en la interpretación de los resultados de las cubriciones y en la subsiguiente programación de las estrategias reproductivas que se adoptaran en el rebaño.

Teniendo que la fertilidad y la prolificidad son parámetros reproductivos de uso generalizado y los cuales tienen un mayor reflejo en la eficiencia reproductiva, lo que permite comparar resultados y poder proponer estrategias y objetivos para su mejora (Forcada, 2010).

5.7.10 Métodos de inducción y sincronización de estros

Debido a la reproducción estacional que presentan las ovejas, la inducción del celo y la ovulación son dos alternativas para hacer más productivo un sistema de explotación ovina independientemente de su nivel de tecnificación; para lograrlo se han desarrollado diversos métodos y técnicas que tienen como objetivo aumentar la fertilidad y prolificidad, dichas técnicas deben complementarse con una buena alimentación, genética y sanidad para obtener resultados alentadores (Arellano et al., 2002).

La inducción del estro y de la ovulación en ovejas consiste en el uso de métodos farmacológicos efectivos y fácilmente aplicables (Quintero, 2007), que permiten manipular la fisiología reproductiva de las hembras ovinas, permitiendo la implementación de programas reproductivos para optimizar la producción y reproducción (Córdova *et al.*, 1999).

Dentro de un programa reproductivo, el inducir estro, permite que un grupo de ovejas manifieste estro en periodo corto de tiempo, para realizar monta natural o inseminación artificial en el momento más adecuado, lo que permite agrupar nacimientos, programar destetes y vender animales por partidas (Alencastre, 1997). En consecuencia permitirán un mejor manejo de crías, madres y mejorar la explotación de ovinos (Azzarini, 2001). Sincronizar el ciclo en la hembra, tiene lugar controlando la liberación de hormonas hipofisarias, gonadales que están involucradas en la luteólisis y desarrollo folicular (Rubianes, 2000).

5.7.10.1 Tratamientos hormonales de sincronización de estros en ovejas

Existe una amplia variedad de métodos utilizados para la sincronización de estro, buscando hacer eficaz esta práctica. Así, se conoce el uso de las Prostaglandinas (PGF₂α), progestágenos como el acetato de medroxiprogesterona (MAP), acetato

de fluorogestona (FGA) impregnados en esponjas y dispositivo de liberación controlada interna de droga (CIDR) que presenta la particularidad de liberar progesterona.

Los métodos farmacológicos se clasifican de acuerdo a su acción. Observándose que al colocar progestágenos como (MAP) o (FGA) impregnados en esponjas estas simularán la acción de un cuerpo lúteo, suprimiendo la liberación de gonadotropinas. Al término del tratamiento, la hipófisis liberará concentraciones crecientes de gonadotropinas (FSH) y (LH) que estimularán el crecimiento de los folículos con la subsecuente ovulación, (Cueto *et al.*, 1992).

5.7.10.2 Sincronización de estros mediante esponjas intravaginales

Hasta 1964, la progesterona se administraba en inyecciones diarias o por vía oral mezclada con los alimentos, las inyecciones diarias suponen una gran demanda de mano de obra, lo que la hicieron impracticable y por otro lado la administración oral hace que las dosis consumidas sean muy variables, lo que cesó su uso (Moeini *et al.*, 2007); la administración de progestágenos de manera práctica llegó cuando se fabricaron esponjas de poliuretano que podían impregnarse con progesterona sintética que se colocaban intravaginalmente para liberar la progesterona a través de la pared vaginal y alcanzar la sangre, desde aquel momento, se han realizado trabajos de investigación para determinar el tipo de progestágeno, la dosis, la duración del tratamiento y sus efectos en cada tratamiento (Quesada y Pérez, 2004).

Es tal el éxito de estas esponjas intravaginales de poliuretano impregnadas con (FGA) a la dosis de 30-45 mg por 14 a 16 días, que se han convertido en los progestágenos sintéticos más usados, el acetato de fluorogestona (FGA) o cronolona y el acetato de medroxiprogesterona (MAP) impregnados en esponjas, ambos de aplicación intravaginal siendo su efectividad similar (Burgos *et al.*, 2002). La duración del tratamiento debe igualar o exceder la vida media del cuerpo lúteo,

es decir entre 10 a 14 días, manifestándose estro durante las primeras 48 horas posterior al retiro del dispositivo (Simonetti, 2008).

Siendo un método práctico para la sincronización de celo la aplicación de esponjas impregnadas con (MAP) más la aplicación de hormonas progestacionales como la gonadotropina coriónica equina (eCG) al retiro de las esponjas (Mellizo, 2006), manifestándose celo entre 24 a 48 h. periodo en el que se realiza la inseminación artificial (Moeini *et al.*, 2007). En pequeños rumiantes la sincronización de celo está afectado por la estación reproductiva (Gutiérrez *et al.*, 2010). Durante el anestro en ovejas el celo no solo tiene que ser sincronizado, si no iniciado (Orozco *et al.*, 2005). Las esponjas intravaginales son usadas tradicionalmente en la sincronización de celo de pequeños rumiantes, durante la estación reproductiva o anestro (Moeini *et al.*, 2007).

Las terapias a base de progesterona son métodos comunes de inducción de estros fértiles durante anestro y estación reproductiva en la borrega y tratamientos cortos (5 días) con P4 estimulan un estro fértil tan efectivamente como tratamientos largos (12 días) en borregas anovulatorias (Azzarini, 2001).

5.7.10.3 Funcionalidad de los progestágenos

En la sincronización de celo en ovejas mediante esponjas intravaginales impregnadas con de acetato de medroxiprogesterona (MAP) se encontró menores intervalos de tiempo desde el retiro hasta el servicio y mayores tasas de fertilidad y natalidad para una dosis de 30 mg de (MAP) impregnados en la esponja en comparación con una dosis de 60 mg de (MAP) (Pevsner *et al.*, 2006). El modo de acción de los dispositivos intravaginales con progesterona, consisten en la liberación de progesterona al torrente sanguíneo en una tasa controlada, lográndose así la inhibición de la maduración folicular por la retroalimentación negativa de esta hormona (Azzarini, 2001), que inhibe la secreción de las gonadotropinas del hipotálamo sobre todo la hormona liberadora de las

gonadotropinas (GnRH) y la hormona luteinizante (LH) ejercido por intermedio de la hipófisis anterior (Rubianes, 2000).

El acetato de medroxiprogesterona (MAP) impregnado en esponjas ejerce un efecto de retroalimentación negativa en la secreción de gonadotropinas, llegando éstas a niveles basales. Sin embargo, una vez que este dispositivo se retira, los niveles de progesterona (P4) caen provocando un incremento en la secreción de gonadotropinas hipofisarias (Vivanco, 2000), al incrementar la secreción de las gonadotropinas del hipotálamo y la disminución de la acción de (P4) sobre el útero, permite que la concentración de estrógeno (E2) se incremente produciendo de este modo la presentación del estro dentro de las 24 a 48 h. (CL) produciendo su regresión (Rubianes, 2000).

El uso de esponjas impregnadas con 750 mg de (MAP), está asociado a altas amplitudes de ondas de LH y más altas tasas de preñez en borregas Fínncross en anestro (Vivanco, 2000). Por otro lado la utilización de progestágenos durante el anestro estacional es prácticamente inefectiva salvo que se le asocie con tratamientos gonadotróficos al momento o poco antes de retirar las esponjas (Rubianes, 2000) como la administración de estrógenos, hormona folículo estimulante (FSH), eCG (equine chorionic gonadotrophin) o la hormona liberadora de gonadotropinas, GnRH que permiten la presentación de estro y ovulación (Daza, 1997).

5.7.10.4 La gonadotropina coriónica equina (eCG)

La gonadotropina coriónica equina (eCG) se utiliza en varios de los tratamientos de sincronización e inducción del estro y la ovulación (Mejía y María, 2010). En ovejas la eCG presenta un prolongado tiempo de vida en plasma, por lo cual es una hormona comúnmente utilizada para la inducción y sincronización de celos en

ovejas (Roy *et al.*, 1999). Se administra una inyección de eCG al momento de la retirada de los dispositivos liberadores de progestágenos (Abecia *et al.*, 2011). La eCG se debe administrar a dosis recomendadas ya que a dosis altas provoca el aumento de la tasa de ovulación (Abecia *et al.*, 2011), pudiendo ocasionar partos múltiples con crías débiles (Durán, 2008).

Desde el punto de vista endocrinológico es importante resaltar dos valiosas características de la eCG: La primera es el hecho de poseer actividad similar a FSH y LH en proporciones de 1.4:1 cuando es administrada en especies distintas al equino, en donde sólo posee actividad similar a LH (Allen, 2005; Sintex, 2005).

La segunda característica es su alto contenido en carbohidratos, lo cual le confiere características propias desde el punto de vista farmacocinético, como una vida media prolongada que favorece su uso en una sola dosis a diferencia de FSH cuya vida media es extremadamente corta y requiere aplicaciones múltiples (Allen y Stewart, 2001; Sintex, 2005).

La eCG es aislada del suero sanguíneo de yeguas preñadas y aparece en la sangre alrededor de los 36 a 40 días de preñez y luego su concentración aumenta rápidamente hasta los 60 a 70 días, para hacerse no detectable entre los 150 a 170 días. La eCG es una hormona de alto peso molecular y no es posible atravesar los glomérulos renales, y no se le detecta en la orina, la vida media de la eCG exógena es variable en las diferentes especies: en la yegua 6 días, en vacas de 118 a 123 horas y en borregas aproximadamente 21 horas (Cabodevila, 2000).

La eCG es una de las hormonas más usadas en el campo de la producción animal, debido a su actividad hormonal, tiempo de vida media en los animales de importancia doméstica, por su utilidad en tratamientos de infertilidad, inducción de ovulación, regulación del ciclo estral, su uso como antígeno para la producción de anti PMSG usada en el diagnóstico de infertilidad en cabras, inducir desarrollo sexual de hembras inmaduras, así como estimulación de súper ovulación (García *et al.*, 1999; López *et al.*, 1999). También estimula el crecimiento de las células

intersticiales del ovario, así como el crecimiento y maduración de los folículos en la hembra.

5.7.10.5 Mecanismo de acción de la gonadotropina coriónica equina (eCG)

Su acción es ejercida mediante el AMPc, presentando una actividad tanto de FSH y LH cuando es inyectada en una especie distinta a la Equina. Aunque predomina la actividad de FSH, sin embargo la relación FSH:LH resulta muy variable en función de factores tales como la raza y el momento de gestación de las yeguas de las cuales se obtienen, siendo el mecanismo de la eCG estimular el desarrollo folicular de la población folicular incrementando la secreción y la multiplicación de las células de la granulosa e induciendo la liberación endógena de LH (Bettencourt *et al.*, 2008).

Al tener un elevado contenido de ácido siálico, la eCG no atraviesa el filtro renal, siendo de este modo el periodo de acción bastante largo, teniendo una vida media de aproximadamente 21 horas, siendo esta característica la que le confiere una utilidad práctica de administración única siendo el tratamiento de estimulación de celo y ovulación más sencillo (Bettencourt *et al.*, 2008). Se puede observar que al suministrar dosis elevadas, producirá un mayor tiempo de crecimiento folicular, haciendo que el periodo de ovulación sea más largo, ocasionando que la ovulación en borregas sea de manera desincronizada (Grazul *et al.*, 2007).

5.7.10.6 Método de sincronización de estros en ovejas mediante eCG

La eCG es utilizada para mejorar la concentración de los celos, la maduración folicular, la fertilidad y la tasa ovulatoria, en dosis que varían de 200 a 600 UI., según raza, peso del animal, época de año, lactancia, efecto macho u otros factores ambientales (Maxwell W.M.C., 1986; Romano J.E. y cols., 1996; Wildeus S., 2000; Boscós C.M. Y cols., 2002; Leboeuf, B., 2003).

Además Boland M.P y cols. (1981) probaron que la eCG aumenta el porcentaje de partos en pequeños rumiantes de una manera dependiente de la dosis por un incremento de la tasa de la ovulación y del estro sincronizado.

Los tratamientos largos de 18 días con progestágenos se han asociado con una menor fertilidad. Al disminuir el tiempo de los tratamientos se facilita el manejo, se reduce al mínimo el posible flujo vaginal e infección y se incrementa la fertilidad (Viñoles C. y cols., 2001; Diskin M.G. y cols., 2002). Por esto, cada vez más se practican tratamientos cortos de 5-12 días más la administración de una dosis de prostaglandina y eCG desde 48 horas antes de la retirada de las esponjas hasta en el mismo momento de la retirada (Wildeus S., 2000; Holtz W., 2005).

5.7.11 Inseminación artificial por laparoscopia

La inseminación artificial (I.A.) es el método reproductivo en el que se obtiene el semen del macho para introducirlo posteriormente en el tracto reproductor de la hembra por medio de instrumentos especiales (Evans, 1991; Maxwell, 1986), siendo la herramienta más importante desarrollada para el mejoramiento genético animal (Hafez, 1984). Obteniendo porcentajes de preñez similares a los reportados para semen fresco por vía cervical (de 50 a 80%) (Olivera *et al.*, 2011). La técnica posee la ventaja de que al depositar el semen directamente en los cuernos uterinos, se puede reducir el número de espermatozoides necesarios para la inseminación (40-80 millones para semen fresco y 80-100 millones para semen congelado) (Gibbons, 1995).

Esta técnica de I.A. ha sido generalmente adoptada en la mayor parte de países productores de ovejas (Evans, 1991; Haresing, 1992). Es un método confiable con buenos resultados y previsible en la producción de corderos.

Las ovejas deben ser sometidas a un ayuno de 24 horas de comida y 12 horas de agua previo a la inseminación, los animales se colocan en posición decúbito dorsal, sobre una camilla reclinable con un ángulo de aproximadamente 45° con referente

al suelo (Stockebrand, 2003). Se perfora la pared abdominal 6 a 10 cm craneal a la glándula mamaria y 2 a 4 cm hacia la izquierda de la línea media ventral (Pierson *et al.*, 2005). Luego se perfora la pared abdominal mediante un segundo trocar, 2 a 4 cm a la derecha de la línea media y paralelo al primer trocar, donde se coloca el forceps con el que se manipulan los ovarios. Los folículos observados pueden ser clasificados en dos grupos, menores de 5 mm diámetro y mayores de 5 mm, tomando como referencia el bisel de la aguja que es 3 mm (Rubianes *et al.*, 1995).

Cuando se utiliza la inseminación artificial con semen congelado la fertilidad obtenida es menor en comparación con la utilización de semen fresco, puesto que en los procesos de congelación y descongelación los espermatozoides mueren hasta en un 20 – 50 % (Rodríguez *et al.*, 2007). Se observó una tasa de fertilidad de 50% al utilizar pajillas de 0.25 ml, por otro lado se observó una fertilidad de 37.3% al utilizar pajillas de 0.5 ml y para semen congelado en pellet la fertilidad fue de 56.5%, en ovinos de la raza corriedale y criollo respectivamente (Atahui, 2010). En trabajos de investigación similares, empleando pajillas de 0.25 ml por vía laparoscópica se obtuvo un promedio de 43.13% de fertilidad en borregas Corriedale, a sí mismo, se reporta una tasa de preñez de 38.5% y 71.4% al utilizar pajillas de 0.5 ml y pellet mediante inseminación laparoscópica (Rodríguez *et al.*, 2007).

Mediante inseminación laparoscópica, en época no reproductiva no se observaron diferencia en la tasa de preñez utilizando semen congelado en ovejas maduras a las 12 horas de detectado el estro encontrándose 62.9% de preñez, frente a la inseminación laparoscópica a tiempo fijo (60h) posteriores a la remoción de dispositivos intravaginales (esponja), obteniéndose una fertilidad de 59.2%. De igual modo se reporta una tasa de fertilidad del 66.67% mediante inseminación artificial laparoscópica en época no reproductiva en borregas Corriedale, al realizar la ecografía a los 26 días (Pérez *et al.*, 2009).

5.7.12 Factores predisponentes a modificar la eficiencia reproductiva

La nutrición, el fotoperiodo y el estrés ejercen efectos profundos sobre la actividad reproductiva (Martin, 1995). A pesar de los esfuerzos y recursos puestos históricamente en el manejo reproductivo, las pérdidas por fallas reproductivas siguen siendo considerables (Kleemann y Walker, 2005).

En la especie ovina, hasta un 40% de las ovulaciones no se corresponden con embriones viables el día 12 de gestación (Ashworth, 1995). De hecho, se ha observado que entre un 25 y un 55% de todos los embriones mamíferos se pierden durante la gestación temprana (Niswender y Nett, 1994). Se ha postulado que la mortalidad embrionaria en la etapa de pre-implantación se debe a problemas en la señalización entre el embrión y la madre (Goff, 2002). Hasta la implantación, el embrión se desarrolla libremente en el oviducto y en el útero y depende de sus secreciones (Ashworth, 1995; Fleming *et al.*, 2004; Spencer *et al.*, 2004). Una sincronía estricta entre el ambiente materno y el embrión es esencial para asegurar la supervivencia embrionaria: tanto el endometrio como el embrión, sintetizan y secretan a la interfase embrio-maternal una miríada de factores de crecimiento, proteínas, citoquinas, hormonas y otras sustancias que afectan a ambas partes, ya sea en forma autócrina o parácrina, y que determinan dicha sincronía (Martal *et al.*, 1997).

5.7.13 Efectos del fotoperiodo sobre el eje reproductivo

El fotoperiodo es el principal factor regulador de la estacionalidad reproductiva en las ovejas, siendo sus efectos más intensos a medida que nos alejamos del ecuador hacia latitudes más altas, ya sea norte o sur (Karsch *et al.*, 1984). El traductor endógeno de la información fotoperiódica es la melatonina, hormona que es liberada por la glándula pineal como respuesta a la percepción de horas de oscuridad y que

actúa a nivel de hipotálamo para modular la secreción pulsátil de GnRH (Karsch et al., 1984; Robinson et al., 1985).

5.7.14 Efectos de la nutrición sobre el eje reproductivo

Como ha sido mencionado previamente, la nutrición es uno de los principales factores que afectan la supervivencia embrionaria en los rumiantes. La compleja relación existente entre la nutrición y sus efectos sobre la reproducción ha sido objeto de numerosos estudios (Schillo, 1992; Rhind, 1992; Chilliard et al., 1998; O'Callaghan y Boland, 1999; Scaramuzzi et al., 2006). Aunque uno de los aspectos más estudiados de esa relación ha sido el efecto de la sobrealimentación o suplementación (flushing), como herramienta para incrementar la tasa de ovulación (Rhind, 1992), también existe documentación que avala el efecto de la subnutrición sobre el eje hipotálamo-hipofisogonadal en los rumiantes (Robinson, 1996; Boland et al., 2001; Forcada y Abecia, 2006).

Al respecto, se ha observado que ovejas subnutridas, a largo y a corto plazo, presentaron una disminución de las concentraciones de FSH y LH, así como también una disminución en la frecuencia de pulsos de LH (Thomas et al., 1990; O'Callaghan et al., 2000). Dado que Foster et al. (1989) lograron revertir la baja frecuencia de descargas de FSH y LH con la administración de GnRH a corderas subnutridas, se sugiere que la deficiencia de gonadotropinas durante el período de subnutrición estaría causada por una deficiencia en la liberación endógena de GnRH, teniendo por tanto su origen a nivel hipotalámico. Algunos trabajos han encontrado una menor tasa de ovulación en ovejas subnutridas (McNeilly et al., 1987; Rhind et al., 1989a), mientras que otros autores no han encontrado diferencias (Lozano et al., 2003; Kakar et al., 2005).

La subnutrición es uno de los problemas que se presenta con mayor frecuencia en los rebaños ovinos, debido a que el esquema nutricional de los sistemas extensivos está basado en el pastoreo, con lo cual la disponibilidad de alimento es muy fluctuante a lo largo del año (Lindsay et al., 1993).

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Localización del lugar y condiciones climáticas

El trabajo se realizó en El Peñón, Temascaltepec, México (figura 2). Ubicado entre los paralelos 18°59' y 19°14' de latitud norte; los meridianos 99°49' y 100°14' de longitud oeste; altitud entre 1 100 y 2 800 m. Con temperaturas que oscilan entre los 18 – 22°C y una precipitación pluvial de 700 – 900 mm anuales (INEGI, 2009).

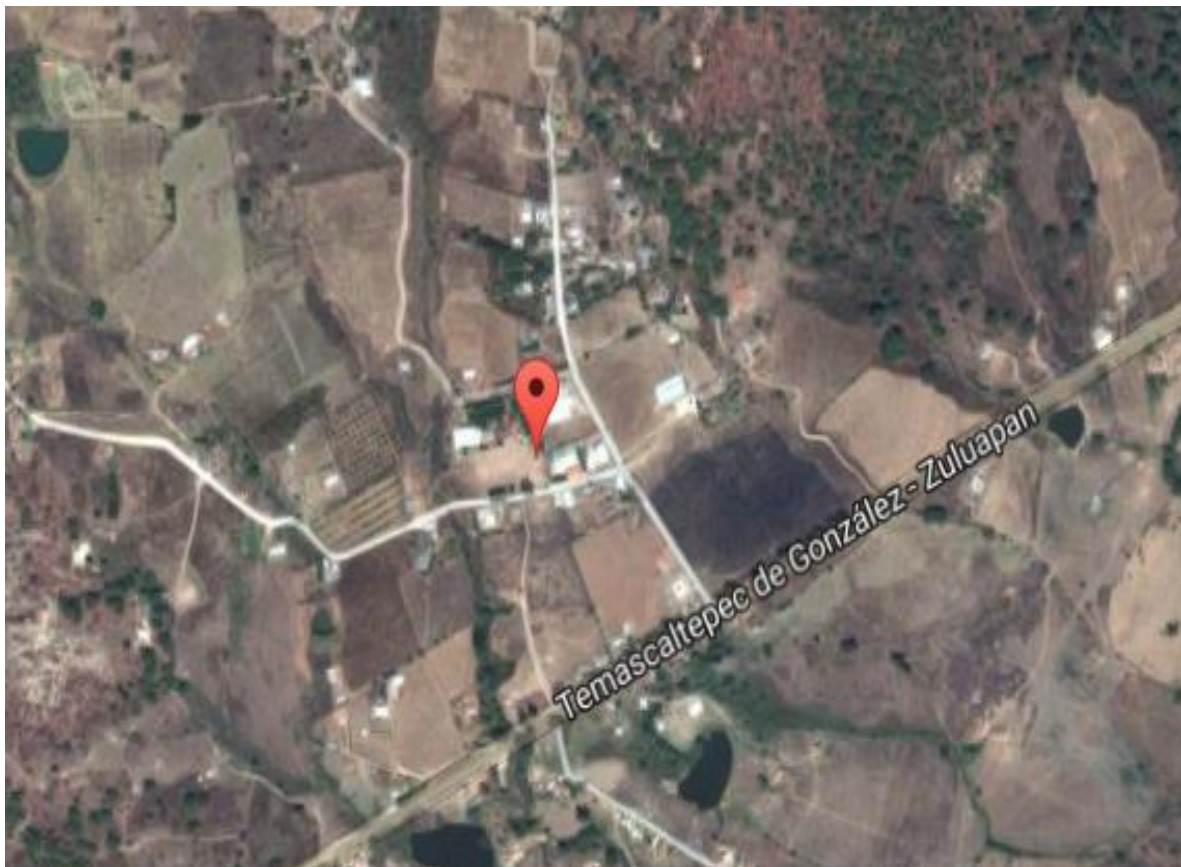


Figura 2: El Peñón, Temascaltepec, México.

6.2 Material biológico

Para el presente trabajo se utilizaron 19 ovejas de lana F1 (figura 3) Dorset; con una edad promedio de 20 meses y un peso vivo promedio de 50 kg y una condición corporal media de 2.5-3 escala (1-5).



Figura 3: Ovejas F1 de lana importadas de Nueva Zelanda

6. 3 Manejo y alimentación

El experimento y manejo de los animales se llevó a cabo bajo un sistema de producción semi intensivo; esto con pastoreo en pastizales nativos por la mañana y parte de la tarde con una duración de 7-8 horas al día (figura 4), para su posterior encierro en corral y la inclusión de una pequeña porción de dieta preparada (figura 5); de la cual todas las ovejas recibieron similar alimentación.



Figura 4: Sistema de producción semi intensivo en El Peñón, Temascaltepec.



Figura 5: Corral general del rebaño, en la foto las ovejas reciben una alimentación balanceada para complementar el pastoreo.

La dieta la cual fue balanceada para cubrir los requerimientos de las ovejas, estaba compuesta en una proporción de 50% forraje y 50% granos, sal mineral y una pre mezcla comercial (figura 6). El suministro de agua fue mediante bebederos automáticos, por lo cual siempre hubo disponibilidad de ella.



Figura 6: Alimento preparado para la alimentación de las ovejas del experimento, Proporción: 50% forraje: 50% granos, pre mezcla de vitaminas y minerales.

Antes del inicio del experimento las ovejas se sometieron a un manejo minucioso: se esquilan, se desparasitan y vitaminyan, así como el arreglo de pezuñas, revisión del buen estado de las ubres, la condición corporal y el diagnóstico de gestación para descartar que estuvieran preñadas) (figuras 7 y 8). Además de mantener al semental apartado de las ovejas para evitar montas no controladas.



Figura 7: Esquila de ovejas antes de iniciar el experimento.

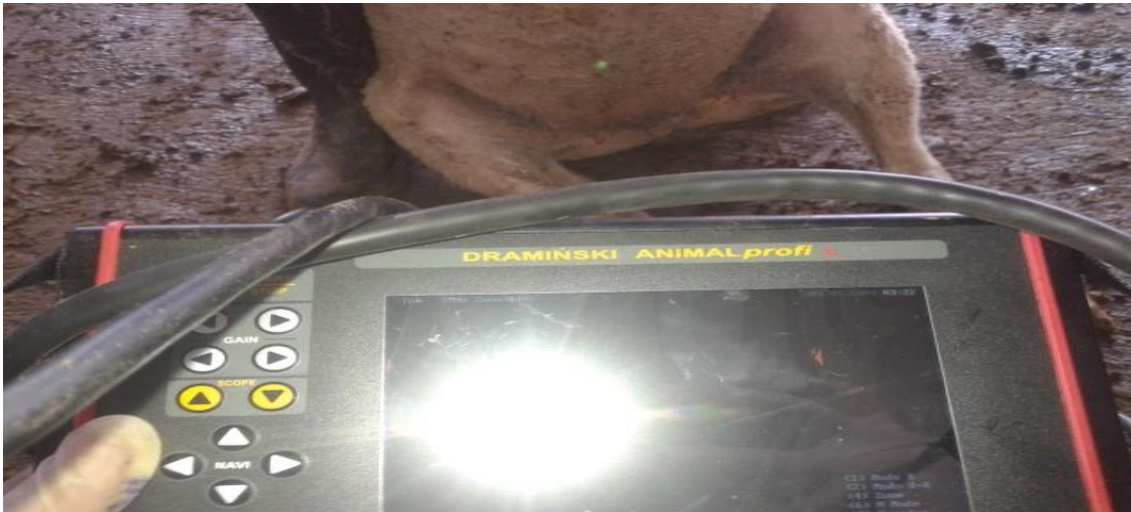


Figura 8: Diagnóstico de gestación antes de colocar esponjas intravaginales, para eliminar aquellas ovejas gestantes.

6.4 Manejo reproductivo y sincronización de estro en las ovejas mediante esponjas intravaginales y eCG

Al inicio del experimento se registraron los números de aretes de las ovejas y permanecieron juntas durante todo el experimento.

Una vez realizado el manejo general correspondiente en las ovejas, se llevó a cabo la correspondiente sincronización de estros mediante esponjas intravaginales impregnadas con 20 mg de cronolona micronizada (Chrono-gest CR®) y al momento del retiro la inyección intramuscular de una dosis de eCG (Folligon) (figura 9).



Figura 9: Esponjas intravaginales impregnadas de 20 mg de Cronolona Chrono-gest CR®.

Cronología de actividades de la sincronización de estros:

Día 0: se colocaron esponjas intravaginales impregnadas con 20 mg de cronolona micronizada (Chrono-gest CR®) en ambos tratamientos. Esto manualmente mediante el uso de guantes de látex y colocando un poco de yodo diluido en agua en la esponja para lubricar y desinfectar.

Día 14: se retiraron las esponjas y se aplicó una inyección intramuscular de eCG (Folligon) de 400 U.I. en un grupo de ovejas y 600 U.I. en el otro grupo. A partir del retiro de esponjas y aplicación de eCG se inseminó vía laparoscópica a tiempo fijo a las 53 horas.

Una vez inseminadas las ovejas 17 días después se introdujo el semental para que repasara a aquellas ovejas que no queden preñadas con la inseminación.

Previo al retiro de las esponjas intravaginales se asignaron los dos tratamientos de manera aleatoria de acuerdo a la siguiente forma:

- Tratamiento I: inyección intramuscular de 400 U.I. de eCG (Folligon) (n=10).
- Tratamiento II: inyección intramuscular de 600 U.I. de eCG (Folligon) (n=10).

6.5 Inseminación artificial por laparoscopia en las ovejas

Material y equipo para la inseminación artificial por laparoscopia

- Camillas especiales reclinables.
- Mesa de trabajo.
- Ropa de trabajo (overol).
- Fuente de electricidad.
- Compresor y filtro estéril para aire.
- Baño maría.
- Termómetro.
- Semen fresco.
- Laparoscopio con fuente de luz y fibra óptica.
- Endoscopio.
- Trocares de 7 mm y 5 mm de diámetro.
- Aplicador de semen, áspic, pajillas, torundas.
- Benzal para desinfección de material entre cada inseminación.
- Manipulador.
- Hojas de rasurar.
- Yodo.
- Cicatrizante en aerosol.

Cronología de actividades de la inseminación artificial

Preparación de las ovejas para inseminar:

- Se dietó 24 horas antes de la inseminación sin alimento a las ovejas tratadas y 12 horas sin agua.

- Unos minutos antes de la inseminación se preparó un lugar que permitió el trabajo, limpio, cubierto de la lluvia, sol y viento, se colocó una mesa para el equipo, suministro de energía eléctrica y personal para el manejo eficiente de los animales.
- Una vez listo todo lo anterior se realizó la inseminación, sujetando primero los animales a una camilla reclinable asegurando perfectamente sus miembros anteriores y posteriores para seguridad de todos.
- Una vez sujetas las ovejas se rasuró el abdomen de los animales; una franja de pelo o lana aproximadamente de 15 cm. por delante de la glándula mamaria y 10 cm. a cada lado de la línea media. Y se desinfecto la zona con yodo diluido en agua para tener un menor riesgo de contaminación al realizar la punción o trocarización.
- Después se insufló la cavidad abdominal con aire para evitar daños a los órganos internos con las punciones de los trocares.
- La primera punción se realizó con un trocar de 7mm de diámetro y por el cual se introdujo el endoscopio para visualizar los cuernos uterinos y los ovarios para determinar la respuesta al tratamiento.
- La segunda punción se realizó con un trocar de 5mm de diámetro y por el cual se introdujo el aplicador de semen con áspic y una pajilla de 0.25 ml de semen fresco.
- Una vez ubicados los cuernos e introducido el aplicador con áspic y pajilla se depositó la mitad en cada cuerno uterino.

- Se finalizó retirando los trocares y expulsando el aire introducido; se colocó cicatrizante con antibiótico en aerosol, y se liberaron las ovejas para que pastorearan.
- Se utilizó semen fresco (figura 10) de un semental Dorset*(cuadro 2) del Centro de Mejoramiento Genético Ovino.
- Se introdujo al semental con las hembras inseminadas al siguiente ciclo después de la inseminación artificial esto con el fin de quedar cubiertas las ovejas que retornan al estro.



Figura 10: Semen del semental Dorset, del Centro de Mejoramiento genético Ovino.

Cuadro 2. Datos de laboratorio de la evaluación del semen

*Dorset # 2135	
Motilidad masal (tabla de Evans y Maxwell)	3.5
% espermatozoides vivos	90
Motilidad individual (escala 0-100)	85
Volumen de eyaculado	1.4 ml
Dilución	1:3.5
Hora de dilución-refrigeración	9:12
Perímetro testicular (cm)	43.5

6.6 Porcentaje de parición:

Se cuantificó el número de ovejas que parieron entre la cantidad de ovejas inseminadas.

Se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

- $\text{Porcentaje de parición} = \frac{\text{número de ovejas paridas}}{\text{número de ovejas inseminadas}} \times 100$

6.7 Prolificidad de la oveja:

Es la cantidad de crías que pare una borrega. Este parámetro se obtendrá de los corderos nacidos por ovejas paridas.

Se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

- $\text{Prolificidad} = \frac{\text{número de corderos nacidos}}{\text{número de ovejas paridas}}$

6.8 Porcentaje de partos simples, dobles, etc.:

Es el total de corderos nacidos por oveja parida. Se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

- Porcentaje de partos simples = $\frac{\text{número de ovejas de parto simple}}{\text{número de ovejas paridas}} \times 100$
- Porcentaje de partos dobles = $\frac{\text{número de ovejas de parto doble}}{\text{número de ovejas paridas}} \times 100$
- Porcentaje de partos triples = $\frac{\text{número de ovejas de parto triple}}{\text{número de ovejas paridas}} \times 100$

6.9 Peso al nacimiento:

Es el total de kilogramos que pesa el cordero al poco tiempo de su nacimiento en un lapso de 24 horas. Se obtuvo del pesaje del cordero mediante una báscula.

6.10 Tratamientos

- Tratamiento I: inyección intramuscular de 400 U.I. de eCG (Folligon) (n=10).
- Tratamiento II: inyección intramuscular de 600 U.I. de eCG (Folligon) (n=10).

6.11 Colecta de datos

Los datos se recolectaron una vez que parieron las ovejas en relación a las variables porcentaje de parición, prolificidad, porcentajes de partos simples, dobles y triples. La variable de peso al nacimiento se tomó alrededor de 24 horas post nacimiento.

6.12 Análisis estadístico:

Los datos en relación a los porcentajes se analizarán utilizando Chi-cuadrada. Y los datos como lo es prolificidad y pesos al nacimiento se analizarán con la Prueba de Two-Simple-T-Test con un $\alpha=0.05$ (SAS, 2009).

VII. RESULTADOS

La respuesta a los tratamientos sobre el porcentaje de partos se plasma en el Cuadro 3, en el cual se observa que hubo diferencia ($P < 0.05$) para las ovejas del tratamiento II las cuales recibieron 600 U.I. de eCG respecto al grupo de ovejas que recibieron 400 U.I. de eCG (gonadotropina coriónica equina). El porcentaje de partos mayor, fue en las ovejas a las cuales se les administró 600 U.I. de eCG (gonadotropina coriónica equina).

Cuadro 3. Porcentaje de partos en ovejas neozelandesas tratadas con diferente dosis de eCG* en la sincronización del estro e inseminadas vía laparoscópica.

TRATAMIENTO	N	n	%
TI aplicación de 400 UI DE eCG al momento de retiro de la esponja intravaginal**	9	2	22.22 ^b
TII aplicación de 600 UI DE eCG al momento de retiro de la esponja intravaginal**	10	5	50 ^a

Porcentajes con diferente literal son diferentes ($P < 0.05$).

*eCG: Folligon, Intervet.

* Chronogest CR, Intervet.

En el cuadro 4 se observa la prolificidad en ovejas de lana importadas, en respuesta con la sincronización de estro mediante esponjas intravaginales y diferentes dosis de aplicación de eCG al retiro de éstas. No se observaron diferencias entre tratamientos, siendo las respuestas del tratamiento I de 400 U.I. de eCG (1.5 ± 0.71) iguales a la respuesta del tratamiento II de 600 U.I. de eCG (1.6 ± 0.55).

Cuadro 4. Prolificidad de ovejas neozelandesas tratadas con diferente dosis de eCG*.

TRATAMIENTO	N	N	Prolificidad***
TI aplicación de 400 UI DE eCG al momento de retiro de la esponja intravaginal**	2	3	1.5 ± 0.71
TII aplicación de 600 UI DE eCG al momento de retiro de la esponja intravaginal**	5	8	1.6 ± 0.55

*eCG: Folligon, Intervet.

* Chronogest CR, Intervet.

***Prolificidad: Número de corderos nacidos por oveja parida.

En el cuadro 5 se muestra la respuesta de las ovejas a la incidencia de partos simples o únicos mediante sincronización del estro con esponjas intravaginales y la administración de diferentes dosis de eCG al retiro de éstas. El cuadro muestra que no hubo diferencia significativa entre ambos tratamientos en relación al porcentaje de partos simples ($P>0.05$).

Cuadro 5. Porcentaje de partos simples en ovejas tratadas con dos diferentes dosis de eCG* e inseminadas vía laparoscópica.

TRATAMIENTO	N	N	%
TI aplicación de 400 UI DE eCG al momento de retiro de la esponja intravaginal**	2	1	50 ^a
TII aplicación de 600 UI DE eCG al momento de retiro de la esponja intravaginal**	5	2	40 ^a

Porcentajes con diferente literal son diferentes ($P<0.05$).

*eCG: Folligon, Intervet.

* Chronogest CR, Intervet.

En el cuadro 6 podemos observar la respuesta de las ovejas a los tratamientos en función de incidencia de partos dobles o gemelares, mediante sincronización del estro con esponjas intravaginales y la administración de diferentes dosis de eCG al retiro de estas. En el cual se muestra que si hubo diferencia ($P < 0.05$) entre tratamientos. Siendo el tratamiento II en el que se administró 600 U.I. de eCG con mayor porcentaje de partos dobles o gemelares que el tratamiento I en el que se administró 400 U.I. de eCG.

Cuadro 6. Porcentaje de partos dobles en ovejas tratadas con dos diferentes dosis de eCG* e inseminadas vía laparoscópica.

TRATAMIENTO	N	N	%
TI aplicación de 400 UI DE eCG al momento de retiro de la esponja intravaginal**	2	1	50 ^b
TII aplicación de 600 UI DE eCG al momento de retiro de la esponja intravaginal**	5	3	60 ^a

Porcentajes con diferente literal son diferentes ($P < 0.05$).

*eCG: Folligon, Intervet.

* Chronogest CR, Intervet.

En el cuadro 7 se observan los pesos al nacimiento de los corderos de ambos tratamientos de ovejas importadas sincronizadas con esponjas vaginales y la administración de diferentes dosis de eCG al retiro de éstas. Podemos observar que no se encontró diferencia significativa ($P=>0.05$) entre ambos tratamientos; tratamiento I (2.638 ± 0.48) y tratamiento II (2.559 ± 0.61).

Cuadro 7. Peso al nacimiento promedio de corderos en ovejas neozelandesas tratadas con dos diferentes dosis de eCG* e inseminadas vía laparoscópica.

TRATAMIENTO	N	Promedio (Kg).
TI aplicación de 400 UI DE eCG al momento de retiro de la esponja intravaginal**	3	2.638 ± 0.48
TII aplicación de 600 UI DE eCG al momento de retiro de la esponja intravaginal**	8	2.559 ± 0.61

*eCG: Folligon, Intervet.

* Chronogest CR, Intervet.

En el cuadro 8 y 9 se puede observar el aumento de la respuesta reproductiva del manejo reproductivo de inseminación artificial por laparoscopia más la monta de repaso de un semental, que utilizando solo la técnica de inseminación por si sola.

Cuadro 8. Comparación de porcentaje de partos, prolificidad, porcentaje de partos sencillos, porcentaje de partos dobles, porcentaje de partos triples y peso promedio al nacimiento de la inseminación vía laparoscópica y esta misma más monta de repaso.

* I.A.L: Inseminación artificial vía laparoscópica.

MANEJO REPRODUCTIVO I.A.L*	% PARTOS	PROLIFICIDAD	% PARTOS SIMPLES	% PARTOS DOBLES	% PARTOS TRIPLES	PESO PROMEDIO AL NACIMIENTO (KG)
TI aplicación de 400 UI DE eCG al momento de retiro de la esponja intravaginal**	22.22	1.5.	50	50	0	2.638
TII aplicación de 600 UI DE eCG al momento de retiro de la esponja intravaginal**	50	1.6	40	60	0	2.559

** Chronogest CR, Intervet.

Cuadro 9. Comparación de porcentaje de partos, prolificidad, porcentaje de partos sencillos, porcentaje de partos dobles, porcentaje de partos triples y peso promedio al nacimiento de la inseminación vía laparoscópica y esta misma más monta de repaso.

*I.A.L: Inseminación artificial vía laparoscópica.

MANEJO REPRODUCTIVO I.A.L* + MONTA DE REPASO	% PARTOS	PROLIFICIDAD	% PARTOS SIMPLES	% PARTOS DOBLES	% PARTOS TRIPLES	PESO PROMEDIO AL NACIMIENTO (kg)
TI aplicación de 400 UI DE eCG al momento de retiro de la esponja intravaginal**	90	1.67	44.44	44.44	11.11	2.718
TII aplicación de 600 UI DE eCG al momento de retiro de la esponja intravaginal**	90	1.33	66.67	33.33	0	2.597

** Chronogest CR, Intervet.

VIII. DISCUSIÓN

Martínez *et al.* (1997) mencionan que aún siendo posible inducir la actividad ovárica en corderas Pelibuey con progestágenos y PMSG, no garantiza una concepción exitosa. Rangel *et al.* (1997) compararon 500 UI de PMSG contra la no aplicación de PMSG en ovejas Pelibuey inseminadas intrauterinamente, obteniendo un porcentaje de parición de 61% para el tratamiento testigo y un porcentaje de 45% con PMSG, datos superiores a los encontrados en el presente estudio (22.22% y 50% respectivamente), concluyendo que la administración de PMSG reduce el porcentaje de pariciones. Sin embargo, Ainsworth y Shrestha (1985) obtuvieron porcentajes de parición superiores al 70% al utilizar dosis de 250 y 500 UI de PMSG, Barbas *et al.* (2002) utilizó 250 y 500 UI de PMSG, obteniendo porcentajes de parición de 62.5 y 47.5 %, siendo los resultados del presente estudio superiores en el tratamiento II comparado a Barbas *et al.* (2002) utilizando 500 UI de PMSG respectivamente.

Méndez (2003), utilizando 500 UI de PMSG reportó 88.55% de pariciones. Así mismo, Ávila (2001) aplicando 500 UI de PMSG indicó un 76.4% de fertilidad. Datos superiores respecto a los del presente estudio (22.22% y 50% respectivamente).

Pérez *et al.*, (2009) utilizando ovejas de la raza Corriedale sincronizadas con P4 más inseminación laparoscópica 14 horas después de detectado el celo en un grupo y el otro grupo sincronizadas con esponjas intravaginales impregnadas de acetato de medroxiprogesterona (MAP) más 333.33 UI de eCG al retiro de las mismas reportan resultados donde el porcentaje de parición para las dos épocas posterior a la inseminación fueron similares estadísticamente (66.6 y 53.3%), después de la inseminación laparoscópica en época reproductiva y no reproductiva respectivamente. Siendo los resultados de la época no reproductiva 53.3% (Pérez *et al.*, 2010) similares a los del presente estudio para el tratamiento II 50%.

Lo que no sucedió en el presente estudio, donde las ovejas gestantes se mantuvieron hasta la parición en pastos nativos y suplementación de alimento

preparado donde no se tenía control del consumo voluntario, factor que afectó en la pérdida embrionaria y por ende la disminución en la parición.

La calidad de la ovulación es inadecuada después de un tratamiento progestágenos-PMSG porque hay demasiados huevos de edad inconstante, siendo ésta una causa de la baja tasa de fertilidad, por otra parte, la calidad de ovulación parece inadecuada porque los cuerpos lúteos inducidos no funcionan normalmente provocando que la síntesis o liberación de progesterona sea disminuida (Mauleon, 1979). Las dificultades continúan durante el desarrollo embrionario. Un gran número de huevos a los 7 días muestran un retraso en su desarrollo, muriendo desde los 12 días por incapacidad de asegurar la señal embrionaria que promueve el mantenimiento del cuerpo lúteo, retornando al estro a los 16 días posteriores a la inseminación artificial (Mauleon, 1979). Evans y Maxwell (1990) mencionan que los factores de stress al momento de la inseminación artificial y/o durante la gestación afectan negativamente la fertilidad.

Una causa por la cual estas ovejas no respondieron en base a lo esperado, es atribuido a que esas ovejas presentaban una capa de lana, la cual en condiciones de estrés calórico (como se hizo este estudio) podría contribuir a incrementar la temperatura corporal del animal y reducir algunos mecanismos de termorregulación (disipación de calor por piel). Así, las altas temperaturas ambientales y corporales pueden alterar la eficiencia reproductiva de los animales.

Los tratamientos con progestágenos por periodos largo (12 a 14 días) son muy usados para sincronizar estro en pequeños rumiantes. Como resultado del tratamiento, un alto porcentaje de ovejas muestran estro (Mellisho *et al.*, 2006), pero la fertilidad es inferior a la de celo natural (Robinson *et al.*, 1970). Esta baja fertilidad posiblemente es debido a los cambios hormonales, dando como resultado una asincronía entre el estro, la ovulación y transporte espermático (Scaramuzzi *et al.*, 1988).

(Seillant et al., 2006) reportan en un periodo de 2004-2006 donde se inseminaron artificialmente ovejas vía laparoscópica multíparas de las razas Ideal y Corriedale, donde la sincronización de celos se llevó a cabo mediante la colocación de esponjas intravaginales impregnadas con 60 mg de medroxiprogesterona (MAP) por el término de 14 días. Al momento del retiro de las EIV se aplicó por vía intramuscular una dosis de 400 UI de eCG. La inseminación artificial a tiempo fijo se llevó a cabo por vía laparoscópica a las 60/65 horas de retiradas las esponjas. Se utilizó semen congelado/descongelado de diferentes carneros.

Los datos obtenidos de porcentaje de parición del Tratamiento II (50%) y para prolificidad (TI: 1.5 ± 0.71 y TII: 1.6 ± 0.55) de ambos tratamientos del presente estudio entran dentro de los rangos descritos por (Seillant et al., 2006), donde los resultados obtenidos durante 3 años fueron de 60.03% de parición para el total de animales y de $58.29 \pm 11.42\%$ de parición para la media de los lotes, con un rango del 30% al 73.91%. La prolificidad media fue de 1.22 ± 0.13 con un rango de 1 a 1.36. Para cada uno de los años el porcentaje de parición y el índice de prolificidad fueron de 51.3% y 1.17, 64.74% y 1.22, y 61.96% y 1.23 respectivamente para los años 2004, 2005 y 2006. El rango del porcentaje de parición y del índice de prolificidad para el semen congelado de cada uno de los machos utilizado en las inseminaciones artificiales fueron de 47.06% al 73.91% y de 1.03 a 1.36.

La variabilidad de los resultados expresada por diferentes autores se debe a los diversos factores que influyen sobre la resultante del proceso de inseminación por vía laparoscópica. Cada rebaño inseminado posee características propias tales como la raza o cruce, tipo productivo, genética, estatus sanitario y nutricional que influyen sobre la fertilidad del rebaño sometido a un proceso tecnológico, especialmente aquellas explotadas en sistemas extensivos donde los animales se encuentran sometidos a las condiciones medio ambientales variables en el tiempo (Anel et al., 2005; King et al., 2004; Hill et al., 1998; Romano et al., 2002; Sánchez et al., 1999; Windsor et al., 1994). Así, Cueto y Gibbons (2004) obtuvieron, sobre un total de 6015 ovinos merinos inseminados a lo largo de 11 años en la región

patagónica Argentina, un 49% de parición, menor al obtenido en este trabajo en el tratamiento II, pero se utilizaron diferentes razas en un medio ambiente contra opuesto al de este trabajo. King. *et al.*, (2004) obtuvieron entre el 58% y 69% de parición en los diferentes lotes, Hill *et al.*, (1998), sobre un total de 28,447 ovejas merino australiano obtuvieron un 71,7% de preñez. En contraposición, Windsor, *et al.*, (1994) obtuvieron el 48% de gestación.

Sin embargo los resultados del presente estudio para prolificidad TI: 1.5 ± 0.71 y TII: 1.6 ± 0.55 son similares a los que reporta Martínez *et al.* (2006), comparando dosis de 150 vs 300 UI en ovejas F1 Damara x Merino sincronizadas con CIDR, encontrando que la prolificidad fue mayor en la dosis más alta (1.0 vs 1.4 corderos/oveja parida).

Del mismo modo los resultados de prolificidad del presente estudio son similares a los reportados por Cortés (2016), donde la prolificidad fue mayor ($P < 0.01$) en las ovejas que recibieron 333 UI de PMSG, en comparación a las ovejas que recibieron 0 UI de PMSG (1.667 y 1.000 VS 1.5 ± 0.71 y 1.6 ± 0.55 del presente estudio).

Además en una investigación hecha por Moeini *et al.* (2007), observaron que la fertilidad y la prolificidad no varió entre ovejas Lori y Sanjabi tratadas con CIDR o esponjas impregnadas de FGA y una inyección de 400 UI al momento de retirar el progestágeno; no obstante, una tendencia a ser mayor la fertilidad en ovejas Lori fue detectada (63 vs 55%). Tampoco Emsen y Yaprak (2006) reportaron diferencias en fertilidad, prolificidad y porcentaje de partos triples y cuádruples entre ovejas Awwasi y Red Karaman después de ser sincronizadas con FGA y 500 UI PMSG, sin embargo, el porcentaje de partos sencillo y dobles fueron mayores y menores, respectivamente, en ovejas Red Karaman comparado con las Awwasi. Por su parte, Rekik *et al.* (2002) encontraron que las ovejas cruzadas de D'Man x QFO (Queue Fine de l'Ouest) tuvieron 27% más fertilidad que las ovejas puras QFO, pero en cuanto a prolificidad fueron similares. Posiblemente estas diferencias entre resultados de la literatura y los de este estudio, se deban variaciones genéticas

relacionadas con la prolificidad de cada raza. Moeini et al. (2007) y Rekik et al. (2002) mencionan que las razas prolíficas tienden a presentar una mejor respuesta a los tratamientos con progestágenos y PMSG que las menos prolíficas.

Ponce (2011) por otra parte reportó que a dosis bajas de PMSG (140 vs 280 UI), no influyó sobre el comportamiento reproductivo (fertilidad 74.5%, prolificidad 2.03, porcentaje de partos sencillos 18% y múltiple 82% de las ovejas tratadas. Resultados que en prolificidad son superiores a los encontrados en el presente estudio TI: 1.5 ± 0.71 y TII: 1.6 ± 0.55 , pero que son menores en el porcentaje de partos sencillos (18% VS 40-50% del presente estudio respectivamente). Mientras que para porcentaje de partos dobles o múltiples los resultados de Ponce (2011) son superiores (82% VS 50-60% del presente estudio respectivamente).

Consistentemente con estos resultados, Quintero-Elisea et al. (2011) observaron que la fertilidad, el porcentaje de parto sencillo y múltiple, y la prolificidad fueron similares entre ovejas de pelo tratadas con dosis bajas de PMSG (100 o 200 UI); sin embargo, esas ovejas presentaron alrededor de 28% menos fertilidad en relación a las tratadas con 400 UI.

Hidalgo *et al.* (2015) en su estudio reportaron pesos promedio al nacer de las crías de $3,75 \pm 0,09$ y $3,88 \pm 0,09$; resultados superiores a los del presente estudio (2.638 ± 0.48 y 2.559 ± 0.61 respectivamente). El peso promedio al nacer de las crías de partos sencillos fue $4,50 \pm 0,10$ mientras que para las crías de partos dobles resultó ser $3,17 \pm 0,09$.

El peso inferior al nacimiento de la crías del presente estudio comparado a los reportados con Hidalgo *et al.* (2015), podría haber sido influenciado a que las ovejas del estudio compartían comederos y corral con demás ovejas, lo cual pudo tener consecuencias de que no todas las ovejas consumieran las mismas cantidades de alimento y por ende menor crecimiento del feto en el último tercio de gestación.

Los resultados obtenidos se podría deber a muchos factores que resaltando su importancia menciona Romano et al. (2002), que la respuesta del ovario de ovejas a sincronización de estro con progestágenos y PMSG, puede ser alterada por varios factores entre los que destacan: raza de la hembra, estrés, medio ambiente, estado fisiológico, entre otros.

IX. CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación sobre el uso de esponjas intravaginales impregnadas de progesterona sintética más la inyección de dos diferentes dosis de eCG (gonadotropina coriónica equina) 400 UI Y 600 UI en la sincronización de estros y la posterior inseminación vía laparoscópica sobre respuestas reproductivas, se concluye que la aplicación de 400 UI Y 600 UI de eCG produce similares respuestas en las condiciones propias del lugar del estudio para prolificidad, porcentaje de partos simples y pesos al nacimiento, encontrando diferencias solo en las variables de porcentaje de partos y porcentajes de partos dobles en la aplicación de 600 UI de eCG.

Además en virtud de los resultados obtenidos en este trabajo y tratándose un estudio realizado en condiciones climáticas no aconsejables para el ganado de lana, debido a las altas temperaturas y humedad durante el experimento, se puede concluir que la utilización de esponjas impregnadas con análogos de la progesterona para la inducción o sincronización del estro y el uso de eCG para la ovulación en ovejas es un método favorable.

En cuanto a la técnica de inseminación vía laparoscópica aún falta generar más información de campo en relación a su funcionalidad en las condiciones ambientales del sur del estado, así como su aplicación en los diferentes sistemas de explotación y las razas utilizadas para los cruzamientos.

X. RECOMENDACIÓN

En base a la conclusión obtenida en el presente trabajo, se recomienda la administración de 400 UI de eCG pues genera similares resultados reproductivos que a dosis mayores (600 UI).

Los resultados obtenidos, hasta ahora, sobre aplicación de técnicas de reproducción asistida en El Peñón, Temascaltepec ofrece información interesante, sin embargo, debe ponerse especial atención en cada elemento del proceso reproductivo, para de esta manera poder mejorar la productividad de los rebaños.

Además se recomienda investigar la técnica de inseminación vía laparoscópica en ganado ovino de pelo predominante de la región, ya que es una técnica para mejorar la productividad de los rebaños.

Se recomienda utilizar el manejo reproductivo de inseminación artificial vía laparoscópica más la monta de repaso en el ciclo siguiente pues mejora la productividad del rebaño.

XI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Abecia, A.; Forcada, F. 2010. Manejo reproductivo en ganado ovino (Primera). Zaragoza: Servet.
- 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*, v.27, n.1, p.67-79.
- Ainsmorth, L.; Shrestha, J.N.B. 1985. Effect of PMSG dosage on the reproductive performance of adult ewes and ewe lambs bred at a progestagen-PMSG synchronized estrus. *Theriogenology* 24(5):479-487.
- Aisen, E. 2004. Reproducción ovina y caprina (Primera). Buenos Aires.
- Alencastre, R. 1997. Producción de Ovinos. 1ra Edición. Editorial A&R Panamericana E.I.R.L. Perú.
- Allen, W.R.; Stewart, F. 2001. Equine placentation. *Reproduction Fertility and Development* 13:623-634.
- Allen, W.R. 2005. Maternal recognition and maintenance of pregnancy in the mare. *Animal Reproduction* 2:209-223.
- Anel, L.; Kaabi, M.; Abroug, B.; Alvarez, M.; Anel, E.; Boixo, J.C.; De la Fuente, L.F.; De Paz, P. 2005 Factors influencing the success of vaginal and laparoscopic artificial insemination in churra ewes: a field assay. *Theriogenology*. 63(4):1235-47.
- Arellano, E.D.; Bermúdez, D.E.J.; Rangel, S.R. 2002. Efecto de la fuente de PMSG en la sincronización de celos en ovejas Katahdin.
- 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.

- Arroyo, J.; H. Magaña-Sevilla.; M.A. Camacho-Escobar. 2009. Regulación neuroendocrina del anestro posparto en la oveja. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 10: 301-312.
- Arteaga, C.J.D. 2012. Mensaje institucional en el acto inaugural del VII foro ovino del Estado de México. INIFAP.ICAMEX.
- Ashworth, C.J. 1995. Maternal and conceptus factors affecting histotrophic nutrition and survival of embryos. *Livest Prod. Sci* 44, 99-105.
- Atahui, M. 2010. Inseminación artificial por vía intrauterina con semen congelado y su efecto sobre la fertilidad y mortalidad embrionaria en borregas Corriedale y Criolla. Tesis. F.M.V.Z. UNA- PUNO.
- Ávila O.J.G. 2001. Comparación de dos progestágenos en la sincronización de celos en ovejas Pelibuey. Tesis de Maestría en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo, México. 67 p.
- Azzarini, M. 2001. Evaluación del efecto de dispositivo intravaginal con Progesterona (CIDR-G) o un Progestágeno sintético (MAP), Sobre la sincronización del ciclo estral y la fertilidad de las Ovejas en Otoño. *Producción Ovina*. Volumen 8. Uruguay.
- Azzarini, M. 2002. Potencial reproductivo de los ovinos. In X Congreso Latinoamericano de Buiatría. Paysandú, Uruguay. Pp. 123-130.
- Barbas, J.; Baptista, C.; Mascareñas, R.; Horta, A.E.M. 2002. Effect of two doses of eCG on fertility, prolificacy and fecundity in Serra da Estrela ewes subjected to double artificial insemination. *Revista Portuguesa de Zootecnia* 2:13-26.
- Bettencourt, E.M.; Bettencourt, C.M.; Chagas, J.; Silva, E.; Ferreira, P.; Manito, C.L.; Matos, C.M.; Romão, R.J.; Rocha, A. 2008. Effect of season and gonadotrophin preparation on superovulatory response and embryo quality in Portuguese Black Merinos. *Small Rumin. Res.* 74, 134-139.
- Boland, M.P.; Crosby, T.F.; Gordon, I., 1981. Effect of mating management and PMSG dose on lambing outcome in ewes bred in late anoestrus. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 91,445-447.

- Boland, M.P.; Lonergan, P.; O'Callaghan, D. 2001. Effect of nutrition on endocrine parameters, ovarian physiology, and oocyte and embryo development. *Theriogenology* 55, 1323-1340.
- Boscos, C.M.; Samartzi, F.C.; Dellis, S.; Rogge, A.; Stefanakis, A.; Krambovitis, E. 2002. Use of progestagen-gonadotrophin treatments in estrus synchronization of sheep. *Theriogenology* 58:1261-1272.
- Buhi, W.C. 2002. Characterization and biological roles of oviduct-specific, oestrogen-dependent glycoprotein. *Reproduction* 123, 355-62.
- Burgos, R.; Hancke, J.; Botana, L.; Landoni, F.; Jiménez, T. 2002. Estrógenos, andrógenos y progestágenos. *Farmacología y terapéutica veterinaria*. 7a Ed. México, Ed. Mc Graw Hill Interamericana, P. 411-434.
- Cabodevila, J. 2000. Superovulación de hembras bovinas. En *biotecnología de la reproducción*. Editado Por: Palma, G. A. 2001.
- Centro de Mejoramiento Genético Ovino, 2017. Disponible en: <http://veterinaria.uaemex.mx/contenidomicro.php?m=16&id=481>
- Cerna, C.; Porras, A.; Valencia, M.J.; Perera, G.; Zarco, L. 2000. Effect of an inverse subtropical (19°13' N) photoperiod on ovarian activity, melatonin and prolactin secretion in Pelibuey ewes. *Animal Reproduction Science*. 60-61: 511-525.
- Chemineau, P.; Martin, G.B.; Saumande, J.; Normant, E. 1988. Seasonal and hormonal control of pulsatile LH secretion in the dairy goat (*Capra hircus*). *J. Reprod. Fertil.* 83, 91-98.
- Cheminau, P.; Malpoux, B.; Delgadillo, J.A.; Guérin, Y.; Ravault, J.P.; Thimonier, J.; Pelletier, J. 1992. Control of sheep and goat reproduction: Use of light and melatonin. *Animal Reproduction Science* 30:157-184.
- Chilliard, Y.; Bocquier, F.; Doreau, M. 1998. Digestive and metabolic adaptations of ruminants to undernutrition, and consequences on reproduction. *Reprod. Nutr. Dev.* 38, 131- 152.
- Córdova, A.; Lang, G.; Oaxaca, J. et al. 1999. Induction and synchronization of heat in creole ewes seasonal anestrus with

impregnated vaginal sponge impregnated in FGA and injectable PMSG. Archivos de Zootecnia, v.48, p.437-440.

- Cortes, L.M.A. 2016. Efecto de la PMSG en la sincronización del estro sobre el comportamiento reproductivo de ovejas de pelo. Tesis de licenciatura, Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Cruz, L.C.; Fernández, B.S.; Álvarez, J.A.; Pérez, H. 1994. Variaciones estacionales en presentación de ovulación, fertilización y sobrevivencia embrionaria de ovejas Tabasco en el trópico húmedo. Veterinaria México 25:19-38.
- Cueto, M.; Gibbons, A.; González, R. 1992. Grupo de reproducción y genética. Curso de entrenamiento en congelamiento de semen e inseminación artificial intrauterina. En Ovinos. Inst. Nac. de Tec. Agrop. (INTA). Bariloche, Río Negro, Argentina, Pp. 57.
- Cueto, M.; Gibbons, A. 2004. Eficiencia de la inseminación artificial con semen congelado en ovinos. IDIA XXI, INTA Buenos Aires. A.4 (7): 73-78.
- Daza, A. 1997. Reproducción y sistemas de explotación del ganado ovino. Ed. Mundiprensa. Esp. Asas 43:175. México.
- Devendra, C.; Mcleroy G. B. 1986. Producción de cabras y ovejas en los trópicos. Edit. El Manual Moderno, S.A de C.V. México. Pp. 2-3.
- Diskin, M.G.; Austin, E.J.; Roche, J.F. 2002. Exogenous hormonal manipulation of ovarian activity in cattle. Dom. Anim. Endocrinol. 23, 211-228.
- Durán, F. 2008. Manual de explotación y reproducción en ovejas y borregos. 1.ed. Bogotá: Grupo Latino Editores. 742p.
- Dwyer, C. M. 2008. Environment and the Sheep. Breed Adaptations and Welfare Implications. En: The Welfare of Sheep. Ed. Dwyer CM. Springer Verlag. Pp. 41-79.

- Emsen, E.; Yaprak, M. 2006. Effect of controlled breeding on the fertility of Awassi and Red Karaman ewes and the performance of the offspring. *Small Rumin. Res.* 66:230-235.
- Ensminger, M. E. 1976. *Producción ovina*. 2° edición. Edit. EL ATENEO, Argentina. Pp. 120-122.
- Estrada, K.M.; C.M. Clay S.; Pompolo, J.T.; Smith.; I.J. Clarke. 2006. Elevated Kiss-1 expression in the arcuate nucleus prior to the cyclic preovulatory gonadotropin-releasing hormone/luteinizing hormone surge in the ewe suggests a stimulatory role for kisspeptin in oestrogen-positive feedback. *Neuroendocrinology*. 18: 806-809.
- Evans, G.; Maxwell, W. M. C. 1990. *Steven Salamon Inseminación artificial de ovejas y cabras*. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 192 p.
- Evans, G. 1991. Application of reproductive technology to the Australian livestock industries. *Reprod. Fertil. Dev.* 3: Pp. 627-650.
- Fisher A.; Matthews L. 2001. *The Social Behavior of Sheep*. En: *Social Behavior in Farm Animals*. Eds. Keeling LJ, HW Gonyou HW. CABI Publishing. Pp. 211-245.
- Fleming, T.P.; Kwong, W.Y; Porter, R.; Ursell, E.; Fesenko, I.; Wilkins, A.; Miller, D.J.; Watkins, D.J.; Eckert, J.J. 2004. The embryo and its future. *Biol Reprod* 71. Pp. 1046-54.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2012. *Agricultural Statics*. On line: <http://faostat.fao.org>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2013. *Agricultural Statics*. On line: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/home.html>
- Forcada, F.; Abecia, J.A. 2006. The effect of nutrition on the seasonality of reproduction in ewes. *Reprod. Nutr. Dev.* 46(4), 355-365.
- Forcada, M.F. 2010. *Bases fisiológicas de la reproducción en la oveja*. *Manejo Reproductivo en Ganado Ovino*. Zaragoza. Pp. 3-17.

- Foster, D.L.; Ebling, F.J.; Micka, A.F.; Vannerson, L.A.; Bucholtz, D.C.; Wood, R.I.; Suttie, J.M.; Fenner, D.E. 1989. Metabolic interfaces between growth and reproduction. I. Nutritional modulation of gonadotropin, prolactin, and growth hormone secretion in the growth-limited female lamb. *Endocrinology* 125, 342-350.
- Galina, C. 2008. Reproducción de animales domésticos (Tercera). México D.F: Editorial Limusa S.A. DE C.V.
- García, Q.F.A.; García, O.; Capote, A.; Barberá, R.; Carol, H. 1999. Diagnóstico de la gestación en yeguas por un método indirecto de inhibición de la aglutinación empleando el reactivo látex. Seminario Inter-Regional: Optimización del proceso de obtención de la hormona PMSG cruda para la reproducción animal. La Habana Cuba. Pp. 60-69.
- Gibbons, A.E. 1995. Manual de inseminación artificial en la especie ovina. INTA Bariloche, Arg.
- Gibbons, A.; Cueto, M. 2013. Transferencia de Embriones en Ovinos (Segunda). Retrieved from: http://produccionbovina.com/produccionovina/inseminacionovinos/01transferencia_embriones.pdf
- Goof, A.K. 2002. Embryonic signals and survival. *Reprod Domest Anim* 37. Pp.133-39.
- Gordon, I. 2004. Reproductive Technologies in Farm Animal. Zaragoza.
- Grazul, B. A. T.; D. Kirsch J.; J. Bilski J.; C. Kraft K.; J. Windorski E.; S. Luther J.; A. Vonnahme K.; P. Reynolds L. A. Redmer D. 2007. Superovulation in sheep: number and weight of the corpora lutea and serum progesterone. *Sheep and Goat Research Journal* 22: 26-31.
- Gutiérrez, C.; Rangel, L.; Lassala, A. 2010. Pubertad, ciclo estral y estacionalidad. Reproducción de los animales domésticos, Editores Galina C. y Valencia J. 3ra. Edición México LIMUSA PP 92-108.
- Hafez, E.S.E. 1952. Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. *Journal Agricultural Science*. 42:Pp. 189-265.

- Hafez, E.S.E. 1994. Reproducción e inseminación artificial en animales. 5° Ed. Mc Graw-Hill. México DF. Pp. 519 - 520.
- Hafez, E.; Hafez, B. 2002. Reproducción e Inseminación Artificial en animales. Séptima Edición. McGraw-Hill (Séptima Ed). México DF.
- Haresing, W. 1992. Manipulation of reproducción in sheep. J. Reprod. Fertil. (Suppl.45): 127 - 139.
- Hernández, L.G.; Rangel S.R.; Rodríguez L.R.; Apodaca, S.C. 2001. Efecto de la tasa ovulatoria en la fertilidad de ovejas Pelibuey sincronizadas. In: XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Noviembre 20-23, La Habana, Cuba.
- Hernández, M. J.; Rebollar, R. S.; Ortiz, R. Ma. I.; Guzmán, S. E.; González, R. F. J. 2014. Economía de la producción y de la comercialización de los ovinos en el sur del Estado de México. 1ª Ed. Edit. Gernika, México.
- Hidalgo, G.; Rodríguez, M.J.; Chango, R.; Mavarez, M.; Morales, R.; Rodríguez, M.; Arunguren, J.A. 2015. Inseminación intrauterina por laparoscopia en ovejas mestizas West African utilizando semen Dorper congelado en pajuelas y pellets. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Zulia. Venezuela.
- Hill, J.R.; Thompson, J.A.; Perkins, N.R. 1998. Factors affecting pregnancy rates following laparoscopic insemination of 28,447 Merino ewes under commercial conditions: a survey. Theriogenology 49(4):697-709.
- Holtz W. 2005. Recent developments in assisted reproduction in goats. Small Ruminant Res. 60: Pp. 95-110.
- Hugo, M.H.; Chemineau, P. 2004. Características anatómicas y funcionales del sistema reproductor de la hembra. Reproducción Ovina y Caprina. Argentina. Pp. 11-25.
- INEGI. 2009. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datosgeograficos/15/15086.pdf>

- Jainudeen, M.R.; 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.
- Kakar, M.A.; Maddocks, S.; Lorimer, M.F.; Kleemann, D.O.; Rudiger, S.R.; Hartwich, K.M.; Walker, S.K. 2005. The effect of peri-conception nutrition on embryo quality in the superovulated ewe. *Theriogenology* 64, 1090-1103.
- Karsch, F.J.; Bittman, L.E.; Foster, L.D.; Goodman, L.R.; Legan, J.S.; Robinson, E.J. 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent Progress in Hormone Research*. 40: Pp. 185-231.
- King, M.E.; McKelvey, W.A.; Dingwall, W.S.; Matthews, K.P.; Gebbie, F.E.; Mylne, M.J.; Stewart, E.; Robinson, J.J. 2004. Lambing rates and litter sizes following intrauterine or cervical insemination of frozen/thawed semen with or without oxytocin administration. *Theriogenology* 62(7):1236-44.
- Kleemann, D.O.; Walker, S.K. 2005. Fertility in south Australian comercial Merino flocks: sources of reproductive wastage. *Therio* 63. Pp. 2075-88.
- Kosgey, I. S. 2004. Breeding Objectives and Breeding Strategies for small Ruminants in the Tropics. Ph. D. Thesis. Wageningen University, The Netherlands, 272 pp. Disponible en: <http://library.wur.nl>
- Leboeuf, B.; Forgerit, Y.; Bernelas, D.; Pougard, J.L.; Senty, E.; Driancourt, M.A. 2003. Efficacy of two types of vaginal sponges to control onset of oestrus, time of preovulatory LH peak and kidding rate in goats inseminated with variable numbers of spermatozoa. *Theriogenology* 50, Pp. 1371-1380.
- Legan, J.S.; Karsch, J.F. 1979. Neuroendocrine regulation of the estrous cycle and seasonal breeding in the ewe. *Biology of Reproduction*, 20: Pp. 74-85.
- Lincoln, G.A. 1992. Photoperiod-pineal-hypothalamic relay in sheep. *Animal Reproduction Science* 28:203-217.

- Lindsay, D.; Martin, G.; Williams, I. 1993. Nutrition and reproduction. In "Reproduction in Domesticated Animals", pp. 459-491. (Elsevier Science, Amsterdam).
- López, S.O.L.; Posada, G.A.; Alés, P.R. 1999. Empleo del ELISA como medio de diagnóstico en la producción de PMSG. Seminario Inter-Regional: Optimización del proceso de obtención de la hormona PMSG cruda para la reproducción animal. La Habana Cuba. Pp. 9-24.
- Lozano, J.M.; Lonergan, P.; Boland, M.P.; O'Callaghan, D. 2003. Influence of nutrition on the effectiveness of superovulation programmes in ewes: effect on oocyte quality and postfertilization development. *Reproduction* 125, 543-553.
- Mcneilly, A.S., Jonassen, J.A., Rhind, S.M. (1987). Reduced ovarian follicular development as a consequence of low body condition in ewes. *Acta Endocrinol (Copenh)* 115, 75-83.
- Malpoux, B.; Robinson, J.E.; Brown, M.B.; Karsch, F.J. 1987. Reproductive refractoriness of the ewe to inductive photoperiod is not caused by inappropriate secretion of melatonin. *Biology of Reproduction*. 36: Pp. 1333-1341.
- Martal, J.; Chene, N.; Camous, S.; Huynh, L.; Lantier, F.; Hermier, P.; L'haridon, R.; Charpigny, G.; Charlier, M.; Chaouat, G. 1997. Recent developments and potentialities for reducing embryo mortality in ruminants: the role of IFN-tau and other cytokines in early pregnancy. *Reprod Fertil Dev* 9. Pp. 355-80.
- Martínez, R.; R. D.; Zarco Q.L.A.; Cruz L.C.; Rubio, R.I. 1997. Inducción de la actividad ovárica en corderas Pelibuey con progestagenos y PMSG. In: XXXIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Noviembre 3-8, Veracruz, Veracruz. P. 159 (Resumen).
- Martínez, T.J.J.; Sánchez T.E.; Bucio, M.T.; Rojo, R. R.; Mendoza, M.C.; Mejía, V.O. 2006. Efecto de eCG e inseminación laparoscópica sobre el

comportamiento reproductivo en ovejas F1 (DAMARA X MERINO) Rev. Cient. 16:72-77.

- Mauleon, P. 1979. Manipulation of the breeding cycle. In: Sheep Breeding. G. J. Tomes, D. E. Robertson, R. J. Lightfoot y W. Haresign. Internacional Sheep Breeding Congress. Butterworth & Co. Muresk y Perth, Western Australia. pp: 439-449.
- Maxwell, W.M.C. 1986. Artificial insemination of ewes with frozen-thawed semen at a synchronized oestrus. Effect of time of onset oestrus ovulation and insemination on fertility. Anim. Repro. Sci. 10: Pp. 301 – 308.
- Mejía, O.; María, P. 2010. Características reproductivas de los ovinos. In: Curso teórico-práctico técnicas de reproducción asistida en ovinos, 2010, Guamo (Tolima). Memorias... Asociación de Ovinocultura. Pp.66-72.
- Méndez, C.G. 2003. Fertilidad de ovejas pelibuey pastoreando praderas de alfalfa (*Medicago sativa* L) o una asociación de ryegrass-orchard (*Lolium perenne* L *Dactylis glomerata* L). Tesis de Licenciatura, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, México. 46 p.
- Mellisho, E. 2006. Manual de laboratorio de reproducción animal. Universidad Agraria La Molina. Lima. Perú.
- Mellisho, E.; Pinazo, R.; Chauca, L.; Cabrera, P.; Rivas, V. 2006. Inseminación intrauterina vía laparoscópica de ovejas Black Belly con semen congelado. *Rev. Inv. Vet. Perú* 17 (2): 131-136.
- Moeini, M.M.; Moghaddam, A.A.; Bahirale, A.; Hajarian, H. 2007. Effects of breed and progestin source on estrus synchronization and Rates of fertility and fecundity in Iranian Sanjabi and Lori Ewes. *Pak. J. Biol. Sci.* 10: 3801-3807.
- Nancarrow, C.D.; Hill, J.L. 1995. Oviduct proteins in fertilization and early embryo development. *J Reprod Fertil Suppl* 49, 3-13.
- Niswender, G.D.; Nett, T.M. 1994. Corpus luteum and its control in infraprimate species. In *Physiol Reprod.* (Eds Knobil, E. y Neill, J.D.) Pp. 781-816. (Raven Press: New York).

- Nowak R.; Porter R.; Blache D.; Dwyer C. 2008. Behavior and the Welfare of the Sheep. En: *The Welfare of Sheep*. Ed. Dwyer CM. Springer Verlag. Pp. 81-134.
- O'Callaghan, D.; Boland, M.P. 1999. Nutritional effects on ovulation, embryo development and the establishment of pregnancy in ruminants. *Animal Science* 68, 299-314.
- O'Callaghan, D.; Yaakub, H.; Hyttel, P.; Spicer, L.J.; Boland, M.P. 2000. Effect of nutrition and superovulation on oocyte morphology, follicular fluid composition and systemic hormone concentrations in ewes. *J. Reprod. Fertil.* 118, 303-313.
- Olivera-Muzantea J.; Fierro S.; López V.; Gil J. 2011. Comparison of prostaglandin- and progesterone-based protocols for timed artificial insemination in sheep. *Theriogenology* 75: Pp. 1232–1238.
- Orozco, E. K.; García, V.S.; Romero, S.G.; Herrera, C.J. 2005. Tiempo y frecuencia de estro en ovejas tratadas con prostaglandinas y acetato de fluorogestona. *BIOTAM* 1: 391-393.
- Koeslag, J.H. *Ovinos*. 2014. 4ª edición. Edit. Trillas. México. SEP. 142 p. Manuales para la educación agropecuaria. Producción animal.
- Partida, A.J.; Braña, V.D.; Jiménez, S.H.; Ríos, R.G.F.; Buendía, R.G. 2013. Producción de carne ovina. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. México.
- Pérez, M.G.; Quispe, T.L.; Aguirre, E.; Quispe, L.L.; Pérez, U.H. 2009. Presentación de gestación y parición en Ovejas usando inseminación laparoscópica con semen congelado. *Rev. IIBO-FMVZ – UNA- PUNO*.
- Pevsner, D.; Rodríguez, R.; Lyunch, G. 2006. Sincronización de celo en Ovejas mediante esponjas intravaginales impregnadas de MAP. Dpto. Agron., Uns. Bahía Blanca. Bs.As. Conicet.
- Phillips, P.; Jahnke, M. 2016. Embryo Transfer (Techniques, Donors, and Recipients). *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 32(2), 365–385. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.01.008>

- Pierson, J.; B. Wang, N.; Neveu, L.; Sneek, F.; Côté, C.; Karatzas H. Baldassarre. 2005. Effects of repetition, interval between treatments and season on the results from laparoscopic ovum Pick-Up in Goats. *Reprod Fert And Development*. 16, 795-799.
- Ponce, C.J.L. 2011. Efecto de dosis bajas de PMSG sobre la eficiencia reproductiva, productividad y rasgos económicos de ovejas Pelibuey y sus cruzas con Romanov sincronizadas con progestágenos. Tesis de Maestría en Sistemas de Producción Animal. Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. México.
- Porras, A.A.I. 1999. Efectos del fotoperiodo artificial sobre la actividad reproductiva de la oveja Pelibuey. Tesis de Doctorado en Ciencias Veterinarias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Porras, A.; Zarco, L.A.; Valencia, J. 2003. Estacionalidad reproductiva en ovejas. *Ciencia Veterinaria*, v.9, p.2-14.
- PROGAN. 2010. Programa Nacional Ganadero. SAGARPA. Disponible en:
<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Programas/Paginas/PROGAN.aspx>
- Pugh, D.; Baird, A. 2012. *Sheep and Goat Medicine (Second)*. Maryland Heights.
- Quezada, C. A.; Pérez, U. D. J. 2004. Sincronización del estro en ovejas mediante esponjas con progesterona y estradiol y fluorogestona, más dosis de eCG. XXVIII Congreso Nacional de Buiatria, Michoacán, México. Agosto. p. 286.
- Quintero, J.F. 2007. Evaluación de dos protocolos de sincronización del estro en ovejas de pelo criollas. Bucaramanga, Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia. 62p. Trabajo de pregrado (Medicina Veterinaria y Zootecnia).

- Quintero, E.J.A.; Macías, C.U.; Álvarez, V.F.D.; Correa, C.A.; González, R.A.; Lucero, M.F.A.; Soto, S.A.; Avendaño, R.L. 2011. The effects of time and dose of pregnant mare serum gonadotropin (PMSG) on reproductive efficiency in hair sheep ewes. *Trop. Anim. Health. Prod.* Doi:10.1007/s11250-011-9843-z.
- Rangel, S. R.; Echegaray T.J.L.; Santos L.R.; Apodaca S.C.; Ayala O.J. 1997. Efecto de la administración de PMSG en ovejas Pelibuey sincronizadas. In: IX Congreso Nacional de Producción Ovina. Junio 2-5, Querétaro, Querétaro. Pp: 8487.
- Rekik, M.; Lassoued, N.; Yacoubi, C. 2002. Reproductive performances in ewe lambs of the Queue Fine de l'Ouest breed and their D'Man crosses following synchronization. *Small Rumin. Res.* 45:75-78.
- Rhind, S.M.; Martin, G.B.; Mcmillen, S.; Tsonis, C.G.; Mcneilly, A.S. 1989. Effect of level of food intake of ewes on the secretion of LH and FSH and on the pituitary response to gonadotrophin-releasing hormone in ovariectomized ewes. *J. Endocrinol.* 121, 325-30.
- Rhind, S.M. 1992. Nutrition: its effect on reproductive performance and its control in female sheep and goats. In "Progress in sheep and goat research", pp. 25-52. Ed. Speedy, A.W. (CAB International, Wallingford).
- Robinson T.J.; Moore N.W.; Lindsay, D.R.; Fletcher, I. C.; Salamon, S. 1970. Fertility following synchronization of oestrus in the sheep with intravaginal sponges. I. Effects of vaginal douche, supplementary steroids, time of insemination, and numbers and dilution of spermatozoa. *Aust. J. Agric. Res.* 21:767-781.
- Robinson, J.E.; Karsch, F.J. 1984. Refractoriness to inductive day lengths terminates the breeding season of the Suffolk ewe. *Biology of Reproduction.* 31: Pp. 656-663.
- Robinson, J.E.; Wayne, N.L.; Karsch, F.J. 1985. Refractoriness to inhibitory day lengths initiates the breeding season of the Suffolk ewe. *Biology of Reproduction.* 32: Pp. 1024-1030.

- Robinson, J.J. 1996. Nutrition and Reproduction. Anim. Reprod. Sci. 42(1-4), 25-34.
- Rodríguez, M.R.; Díaz, L.R.; Franco, F.V.; Villarreal, E.O.; Méndez, M.M.; Huerta, C.R. 2007. Suplementación pre-empadre y su efecto en la presentación y tiempo de respuesta del estro de ovejas Pelibuey. Colegio de Postgraduados.
- Romano, J.E.; Rodas, E.; Ferreira, A.; Lago, I.; Benech, A. 1986. Effects of progestagen PMSG and artificial insemination time on fertility and prolificacy in Corriedale ewes. Small Rumin. Res.23. Pp. 157-162.
- Romano, D.; Terzano, M.G.; Di-Domenico, M.; Ligato, M.S.; Petrone, A.; De Santi, M.; Cavaliere, A.F.; Noia, G. 2002. Fertility rate evaluation by laparoscopic approach in the experimental animal. Clin. Exp. Obstet. Gynecol. 29:110-122.
- Rosa, H.J.D.; M.J. Bryant. 2003. Seasonality of reproduction in Sheep. Small Ruminant Research. 48: 155-171.
- Roy, F.; Combes, B.; Vaiman, D.; Cribiu, P.E.; Pobel, T.; Delétang, F.; Combarous, Y.; Guillou, F.; Maurel, M. 1999. Humoral immune response to Equine chorionic Gonadotropin in ewes. Association with major histocompatibility complex and interference with subsequent fertility. Biology of Reproduction 61:209- 218.
- Rubianes, E.; Castro, T.; Viñoles, V.; Ungerfeld, R.; Carvajal, B.; Kmaid, S. 1995. Superovulación y transferencia de embriones en Ovinos. Departamento de Fisiología. Facultad de Veterinaria. Montevideo, Uruguay.
- Rubianes, E. 2000. Ondas de desarrollo folicular y respuesta ovárica en la Oveja. Tesis Doctoral. Universidad de la Republica. Uruguay.
- Rutter SM. 2002. Behavior of sheep and goats. En: The ethology of domestic animals. An introductory text. Ed. Jensen P. CABI Publishing. Pp. 145-158.

- Sanchez, P.L.G.; Windsor, D.P.; Eppleston, J.; Setchell, B.P.; Maxwell, W.M. 1999. Fertility and its relationship to motility characteristics of spermatozoa in ewes after cervical, transcervical, and intrauterine insemination with frozen-thawed ram semen. *J Androl.* 20(2):280-8
- SAS Institute, 2009. SAS User's Guide: Statistics. Ver 9.0. SAS Institute, Cary, N.C., USA.
- Scaramuzzi, R.J.; Downing, J.A.; Carlipbell, B.K.; Cognie, Y. 1988. Control of fertility and fecundity of sheep by means of hormonal manipulation. *Austr. J. Biol. Sci.* 41:37-45
- Scaramuzzi, R.J.; Campbell, B.K.; Downing, J.A.; Kendall, N.R.; Khalid, M.; Munoz- Gutierrez, M.; Somchit, A. 2006. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reprod. Nutr. Dev.* 46, 339-54.
- Sebastián, A. L. 2000. Reproducción Aplicada en Ganado Ovino y Caprino. Producción ovina y caprina. p 4.
- Seillant, C.; De la Sota, L.; Soto, A.T. 2006. Eficiencia de la inseminación artificial por vía laparoscópica en ovejas de núcleo genético bajo condiciones comerciales en la Mesopotamia Argentina durante el período 2004/06. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de la Plata. Reproducción Animal, Instituto de Teriogenología.
- Senger, P.L. 1997. Pathways to Pregnancy and Parturition. Ed. Current Conceptions, Inc., Pullman, Washington, USA.
- Schillo, K.K. 1992. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J. Anim. Sci.* 70, 1271-1282.
- SIAP. 2013. Disponible en:
www.siap.gob.mx
- SIAP. 2017. Disponible en:
<https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria>

- Simonetti, L. 2008. Simplificación de los métodos de superovulación en Ovejas de la raza Corriedale. Universidad Politécnica de Valencia. España. Departamento de Ciencia Animal - 2008-12-15 / 3104 02.
- Sintex. 2005. Manejo Farmacológico del ciclo Estral del bovino. Laboratorio De Especialidades Veterinarias. Sitio Argentino de Producción animal. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar
- Spencer, T.E.; Burghardt, R.C.; Johnson, G.A.; Bazer, F.W. 2004. Conceptus signals for establishment and maintenance of pregnancy. Anim Reprod Sci 82-83, 537-50.
- Stockebrand, C. 2003. Desarrollo de una técnica asistida por laparoscopia para recolección de embriones de Ovejas. Memoria de Titulación, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.
- Thomas, G.B.; Mercer, J.E.; Karalis, T.; Rao, A.; Cummins, J.T.; Clarke, I.J. 1990. Effect of restricted feeding on the concentrations of growth hormone (GH), gonadotropins, and prolactin (PRL) in plasma, and on the amounts of messenger ribonucleic acid for GH, gonadotropin subunits, and PRL in the pituitary glands of adult ovariectomized ewes. Endocrinology 126, 1361-1367.
- Universidad Nacional Autónoma De México. 2008. Reproducción de ovejas y cabras (Primera). México D.F.
- Unión Nacional de Ovinocultores (UNO). 2012. Disponible en:
- <http://www.uno.org.mx/>
- Valencia, J.; Porras, A.; Mejía, O.; Berruecos, J.M.; Trujillo, J.; Zarco, L. 2006. Actividad reproductiva de la oveja Pelibuey durante la época del anestro: influencia de la presencia del macho. Revista Científica, FCV-LUZ. 16: Pp. 136-141.
- Viñoles, C.; Forsberg, M.; Banchemo, G.; Rubianes, E. 2001. Effect of long-term and short-term progestagen treatment on follicular development and pregnancy rate in cyclic ewes. Theriogenology 55, Pp. 993-1004.

- Vivanco, W. 2000. Transferencia de embriones en la especie Ovina y Caprina. En Biotecnología de la reproducción. Editado Por: Palma Ga. 2001.
- Wildeus S. 2000. Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. J. Anim. Sci. 77: Pp. 1-14.
- Wilson, P. N.; Brigstocke, T. D. A. 1987. Avances en la alimentación de vacuno y ovino. Edit. Acribia S. A. España. Pp. 154-160.
- Windsor, D.P.; Szell, A.Z.; Buschbeck, C.; Edward, A.Y.; Milton, J.T.; Buckrell, B.C. 1994. Transcervical artificial insemination of Australian Merino ewes with frozen-thawed semen. Theriogenology 42(1):147-57.
- Wintenberger-Torres, S.; Flechon, J.E. 1974. Ultrastructural evolution of the trophoblast cells of the pre-implantation sheep blastocyst from day 8 to day 18. J. Anat. 118, 143-53.