



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO



**FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

INFLUENCIA DE LA ÉPOCA DEL AÑO, ZONA BORREGUERA Y GRUPO GENÉTICO EN LA FERTILIDAD DE OVEJAS INSEMINADAS POR LAPAROSCOPIA EN MICHOACÁN

TESIS QUE PRESENTA

PMVZ. CRUZ MARTÍNEZ JORDI

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ASESOR

DR. HERRERA CAMACHO JOSÉ

CO-ASESOR

DR. OROZCO DURAN KARLOS EDMUNDO

Morelia, Michoacán, abril de 2018.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**INFLUENCIA DE LA ÉPOCA DEL AÑO, ZONA
BORREGUERA Y GRUPO GENÉTICO EN LA FERTILIDAD
DE OVEJAS INSEMINADAS POR LAPAROSCOPIA EN
MICHOACÁN**

TESIS QUE PRESENTA

PMVZ. CRUZ MARTÍNEZ JORDI

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Morelia, Michoacán, abril de 2018.

DEDICATORIA

A mis Padres, por su inmenso amor, cariño, comprensión, paciencia, motivación y apoyo incondicional para alcanzar esta meta.

A mis abuelos Gregorio, Valentina y Felipa, que aunque Dios no permitió compartir la alegría de este logro juntos, todos y cada uno de sus consejos guardados en la memoria fueron necesarios para que este trabajo rindiera frutos.

A todos los que me quieren, aprecian y creen en mí.

Gracias!

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme disfrutar de la luz de un nuevo día y por estar a mi lado en cada paso que doy durante el camino, como guía y guardián de mi vida.

A mis padres, Felicitas y Filiberto, por otorgarme la dicha de la vida; por su apoyo incondicional, por enseñarme que con esfuerzo, dedicación y paciencia todo se puede lograr y por darme la mejor herencia, que es mi Educación, los AMO.

A mis hermanos y mis mejores amigos, Yonatan, Yair y Jafet, por estar siempre alentando en triunfos y derrotas, por todos los momentos que juntos pasamos y por los que nos faltaron vivir durante el este arduo camino, siempre estaremos juntos.

A mis tíos, Alejandro, Fernando, Rogelio, Pedro y Aureliano Cruz, que cuando más requerí de su apoyo y cariño siempre estuvieron ahí y nunca me dejaron solo, ustedes fueron parte importante durante todo este tiempo, Gracias!.

A mis abuelos Aureliano y Felipa, Gregorio y Valentina, por cada palabra llena de sabiduría que me dieron como consejo para forjarme como hombre de bien y que tenían como propósito luchar por cada meta y nunca rendirme.

A mi apreciado asesor, Dr. José Herrera Camacho, por el tiempo, dedicación, paciencia y consejos que me brindo no solo para la elaboración de esta Tesis, si no por abrir mi mente hacia un mundo más grande en la educación Veterinaria.

A mi amigo, asesor y maestro, Dr. Karlos Edmundo Orozco Duran, por su incondicional apoyo, consejos y enseñanzas, por lo momentos y experiencias compartidas, que durante los años de conocernos han servido como cimientos para formar mi propio camino como persona y profesionalista, de corazón, Gracias!.

A mis amigos, Guillermo, Abraham, Tomas, Marcos, Mildred, Bere, Jesús, Lucio y los que me faltan, que durante mi estancia en la ciudad fueron siempre un brazo de apoyo en los días difíciles y que en los momentos buenos también estuvieron ahí, gracias por su apoyo y cariño brindado, siempre los recordaré.

A mis profesores de la Licenciatura, por cada lección enseñada durante la carrera, que sirvieron como bases para mi desarrollo profesional.

A la FMVZ y la UMSNH por acogerme en su casa y brindarme la oportunidad de estudiar una Licenciatura, que servirá como base para un mejor futuro y por la formación otorgada para ser una mejor persona, Nicolaita de Corazón.

CONTENIDO

RESUMEN	1
SUMMARY	3
I. INTRODUCCIÓN	4
II. HIPOTESIS	6
III. OBJETIVO	6
IV. ANTECEDENTES	7
4.1. Importancia de la Producción Ovina en México	7
4.2. La Ovinocultura en Michoacán	8
4.3. Recursos Genéticos Ovinos para la Producción de Carne en el Estado de Michoacán	9
4.4. Fisiología Reproductiva de la Oveja	10
4.5. Fisiología de la Estacionalidad Reproductiva de las Ovejas	12
4.6. Factores que Influyen Sobre la Fertilidad de las Ovejas	14
a) Efectos Ambientales (Estrés Térmico)	14
b) Cambios Estacionales (Fotoperiodo)	15
c) Factores Nutricionales	15
4.7. Control y Sincronización del Ciclo Estral (SC)	16
4.7.1. Métodos de Sincronización Farmacológica	17
a) Progestágenos Naturales	17
b) Progestágenos Sintéticos	18
4.7.1.1. Presentaciones para el uso de Progestágenos Sintéticos	18
a) Esponjas Intravaginales	18
b) Acetato de Fluorogestona (FGA)	19
c) Acetato de Melengestrol (MGA)	19
d) Implantes de Norgestomet	20
e) Dispositivos Intravaginales (CIDR)	20
f) Prostaglandinas	21
- Tratamiento con una Sola Inyección de PGF2 α	21
4.7.2. Métodos de Sincronización Naturales	22

a) Efecto Macho	22
4.8. Evaluación de las Características de una Muestra Seminal	23
4.9. Técnicas de Inseminación Artificial en Ovinos	26
4.9.1. Inseminación Vaginal	27
4.9.2. Inseminación Cervical	28
4.9.3. Inseminación Intrauterina	29
a) Inseminación Intrauterina por Laparotomía	29
b) Inseminación Intrauterina por Laparoscopia	29
4.10. Factores que Influyen en la Fertilidad de Ovejas Inseminadas	30
V. MATERIAL Y MÉTODOS	32
5.1. Ubicación del Área de Estudio	32
5.2. Animales (Ovinos)	34
5.3. Protocolo de Sincronización del Ciclo Estral	34
5.4. Detección del Estro (Celo)	35
5.5. Evaluación del Semen de los Sementales que se Utilizaron en el Estudio	35
5.6. Inseminación Artificial	36
5.7. Diagnóstico de Gestación Post-Inseminación Artificial	37
5.8. Recopilación de Datos	37
5.9. Análisis Estadístico	38
VI. RESULTADOS	39
VII. DISCUSIÓN	42
VIII. CONCLUSIONES	47
IX. LITERATURA CITADA	48

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar algunos factores que inciden en la fertilidad de los rebaños inseminados a tiempo fijo, se midió el efecto de la zona borreguera, época del año y grupo genético de los sementales en 2188 ovejas sincronizadas e inseminadas entre 2014 y 2017. El trabajo se desarrolló en diferentes sistemas de producción de las 4 Zonas Borregueras (ZB) del estado de Michoacán (Zona bajío, valle de Apatzingán, altiplano michoacano y trópico subhúmedo). Las ovejas incluidas en el estudio tuvieron una edad entre 1 y 4 años, una condición corporal entre 2 y 4 puntos (escala 1 a 5), vacías y secas. Las hembras fueron tratadas con una esponja intravaginal impregnada de 40 mg de Acetato de Fluorogestona (FGA; Applied Biotechnology Pty. Ltd Australia) y dependiendo de la talla y grupo genético se les inyectaron entre 200 y 400 U.I. de Gonadotropina Coriónica equina (eCG; Folligon® Intervet), este protocolo se realizó en un periodo de 14 días en cada una de las hembras. Las ovejas que presentaron estró, se inseminaron 48 h después del retiro de las esponjas, por el método de laparoscopia con semen congelado en el mismo laboratorio, pero de distintos sementales. Los resultados del porcentaje de fertilidad fueron analizados mediante un análisis de varianza completamente al azar, donde la época (Primavera, Verano, Otoño e Invierno), Zona Borreguera (ZB bajío, ZB valle de Apatzingán, ZB altiplano michoacano y ZB trópico subhúmedo) y el grupo genético de los sementales donadores, fueron las variables independientes, adicionalmente se realizó una prueba de Chi² para comparar y evaluar el estado reproductivo (gestantes y vacías) de las ovejas después de la inseminación. Los resultados en relación al porcentaje de fertilidad por zona borreguera, se encontró, un mayor porcentaje de hembras gestantes en la ZB del Valle de Apatzingán (70.77±0.51), respecto a las otras zonas borregueras (P<0.05). Con respecto a las épocas de servicio, el mayor porcentaje de gestación se observó durante el otoño (74.59±0.48) en contraste a las otras épocas (P<0.05), mientras que en la raza del semental, el Dorper Blanco expresó la mayor fertilidad (69.02±1.23) en comparación al semen de otras razas (P<0.05). Respecto a la proporción de hembras gestantes y vacías, en relación con la zona borreguera no se observaron diferencias significativas (Chi²=0.77); mientras que

en la época del año ($\text{Chi}^2=0.0067$) y semen utilizado (Chi^2 de 0.0004) se observaron diferencias significativas en la proporción de hembras gestantes y vacías. En el porcentaje de fertilidad, se encontró que la Zona del Valle de Apatzingán, es la más adecuada para la el uso de inseminación artificial, la época propicia para la gestación es el otoño y la raza de semental con mejor resultado para este estudio fue el Dorper Blanco. En la proporción de hembras gestante, se observó una influencia de la época en que realiza y la raza de semental que se utilizó en la Inseminación Artificial (IA).

Palabras clave: Ovejas, Biotecnologías, Inseminación, Estacionalidad, Fertilidad.

SUMMARY

Whit the purpose of determining the influence of some ambiental and genetic factors in a Program of Laparoscopic Artificial Insemination (LAI) in ewes, information of 2181 inseminated lambs over three years in several zones of Michoacan state, Mexico. Estrus synchronization in ewes was achieved with intravaginal devices with flluorogestone. LAI was performed trough a laparoscopic technique, 48 hours after intravaginal device withdrawal. Data were analyzed using an ANOVA analysis, considering male genetic group (GG), year season (YS) and productive area (PA) over ewes fertility. For fertility rate according to the GG there was no difference, being the White Dorper breed the one who showed a better fertility rate (69%). In the case of PA, the fertility was similar between zones, getting a media of 68%. For the analysis corresponding to YS the ewes inseminated in fall had a better fertility, however through all the studied seasons the fertility rate was over 60%, this could demonstrate that the females of the study, mostly hairy breeds, were reproductive active all the year but had a better response in periods with days with less light hours. It is concluded that the factors studied do not have influence over fertility rate, nevertheless this technique is a feasible and it is already available as a biotechnology for all national ovine producers.

Key words: Reproduction, ovine, fertility rate.

I. INTRODUCCIÓN

En los países en desarrollo, la ganadería es una actividad multifuncional. Más allá de su papel directo en la generación de alimentos e ingresos, el ganado es un activo valioso, que actúa como reserva de riqueza, garantía en los créditos y constituye una red de seguridad esencial en tiempos de crisis (FAO, 2016).

Actualmente en México, las dependencias federales, estatales, instituciones de educación superior e investigación y organizaciones de productores, están involucradas en el desarrollo de las actividades que reconocen la importancia de los recursos genéticos pecuarios, como un componente esencial para mejorar la eficiencia productiva (Espinoza, 2010).

A nivel mundial, aunque distante de la importancia que tiene la producción de carne bovina, porcina y de ave, la carne de ovino ocupa el cuarto lugar dentro del consumo de proteína animal en México, representando 5% del consumo mundial de cárnicos (excluyendo pescado) (Carrera, 2008).

En México la producción ovina ocupa, por su impacto económico, uno de los últimos lugares en la industria pecuaria nacional (Cuellar, *et. al.*, 2012). El inventario de ganado ovino en México se incrementó 25% entre 2003 y 2013, alcanzando 8.5 millones de cabezas en 2013 y se estima que en 2015 llegó a 8.7 millones (FND, 2015 y SIAP, 2017).

México produjo en 2016 alrededor de 60,362 mil toneladas de carne de ovino y casi 5 mil de lana sucia (SIAP, 2017).

Para optimizar la producción ovina en los diferentes sistemas de producción en nuestro país, es de suma importancia implementar programas de mejoramiento genético con la finalidad de obtener mejor rendimiento en la explotación. El mejoramiento genético, tiene como objetivo la utilización de la variación genética para aumentar la producción o cambiar a la población en la dirección deseada (Bravo y Romero, 2011 y Castellaro, 2016), siendo la prolificidad junto al

rendimiento cárnico, los parámetros de mayor relevancia para potenciar la productividad ovina (Bravo y Romero, 2011.). Hoy en día, los planes de mejoramiento genético cuentan con diferentes biotecnologías para acelerar el proceso, como lo son la Inseminación Artificial (IA), la Ovulación Múltiple (OM) la recuperación y Transferencia de Embriones (TF), la producción de embriones *in vitro*, el sexado de semen o embriones y la clonación, estas técnicas son implementadas según el fin zootécnico de los sistemas de producción. La Inseminación Artificial (IA), es la biotecnología de mayor difusión, permite principalmente incrementar la intensidad de selección. Favorece el desarrollo a gran escala de las pruebas de progenie además de ser una herramienta de suma utilidad en programas de difusión (Mueller, 2006).

La Inseminación Artificial (IA) es una herramienta que ayuda a optimizar los sistemas de producción ovina, pero existen varios factores que influyen en el éxito o fracaso de ésta; la edad, la condición corporal de los animales, la estacionalidad, el estado sanitario de los animales, manejo del semen y el protocolo en general de la técnica de IA realizada por el técnico inseminador son los principales factores que contribuyen a tener o no éxito con esta biotecnología (Martin, 1996).

Determinar una época anual y raza o híbridos para realizar la Inseminación Artificial es de gran importancia para todos los ovinocultores, el contar con el apoyo de las biotecnologías es de suma importancia en cualquier sistema de producción, ya que la inversión de estas traen consigo ganancias económicas a futuro, dependiendo cual sea el fin zootécnico de la explotación (carne, corderos, pie de cría, principalmente), la remuneración económica se verá reflejada según el desarrollo y lo que se desea explotar, la variabilidad de las condiciones climatológicas y el manejo de cada zona borreguera en el Estado, juegan el papel más importante para obtener los beneficios y aprovechar de mejor manera la implementación de la IA y aumentar sus ganancias económicas.

II. HIPOTESIS

La variación ambiental a través del año, la región borreguera y el grupo genético de los sementales, son factores que influyen en la fertilidad de ovejas sincronizadas e inseminadas en diferentes unidades de producción del Estado de Michoacán.

III. OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de la época del año, región borreguera y grupo genético de los sementales sobre la fertilidad de ovejas sincronizadas e inseminadas en el Estado de Michoacán.

IV. ANTECEDENTES

4.1. Importancia de la Producción Ovina en México

En México la cría de ovinos ha formado parte de la cultura de los productores del campo. La industria ovina a lo largo de los años ha cambiado en función de la distribución de la tierra y de sus objetivos de producción. En los últimos años, la producción de ovinos en el país tomó un nuevo impulso con la participación de las razas de pelo que se desarrollan en regiones sin tradición borreguera y con grandes rebaños (Arteaga, 2007).

Dentro del subsector pecuario, la producción ovina (carne y lana) genera el 0.9% del valor total del subsector (FND, 2015).

En México la producción ovina ocupa, por su impacto económico, uno de los últimos lugares en la industria pecuaria nacional; es reconocida como una actividad importante dentro del subsector ganadero por el alto valor que representa al construir un componente beneficioso para la economía del campesino de escasos recursos y por la gran demanda de sus productos, especialmente entre la población urbana de las grandes ciudades, como la Ciudad de México y su área conurbada del Estado de México, Guadalajara y Monterrey. Sin embargo, hoy en día la producción ovina, sigue dependiendo en gran medida (33%) de la importación, tanto de animales en pie, como en canal, principalmente de Estados Unidos, Australia, Nueva Zelanda y Chile (Cuellar *et. al.*, 2012).

El inventario de ganado ovino en México se incrementó 25% entre 2003 y 2013, alcanzando 8.5 millones de cabezas en 2013 y se estima que en 2015 llegó a 8.7 millones (FND, 2015 y SIAP, 2017).

En 2015 los estados con el mayor inventario de cabezas ovinas sin duda fueron los estados del centro, el Estado de México produjo un total de 1, 410,238, el estado de Hidalgo 1, 206,673, Veracruz un total de 666,805, Oaxaca 521,458 y el estado de Puebla un total de 503,384 cabezas ovinas, mientras tanto el estado de Michoacán produjo un total de 254,663 cabezas en este periodo (SIAP, 2017).

México produjo en 2016 alrededor de 60,362 mil toneladas de carne de ovino y casi 5 mil de lana sucia. Entre los años 2009 y 2014 el crecimiento promedio anual de cada uno de estos productos fue de 1.6% en el caso de la carne y 0.7% en el de la lana (SIAP, 2017).

En 2016 los estados de Hidalgo, México y Veracruz fueron los mayores productores de carne en canal ovina con: 7, 025; 8,906 y 4,822 Ton respectivamente; Michoacán ocupó el treceavo lugar en producción, con el 2.5 por ciento del total nacional, equivalentes a mil 522 toneladas registradas en México en ese periodo (SIAP, 2017).

4.2. La Ovinocultura en Michoacán

Tradicionalmente los pequeños rumiantes en México han estado en las manos de los productores más marginados, con menores recursos económicos y alejados de la asistencia técnica y la tecnología. Sin embargo, la producción ovina es cada vez más frecuente en el flujo de capital financiero dando origen a una producción pecuaria empresarial muy promisoriosa (Cuellar, 2006).

Desde hace aproximadamente 10 años la producción ovina en el occidente del país ha mostrado un fuerte avance, particularmente en los estados de Michoacán y Jalisco (Cuellar, 2006).

En los últimos años el Estado de Michoacán ha aumentado su número de cabezas ovinas, esto se ha logrado con la situación actual de la ganadería en el Estado, siendo la ovinocultura una alternativa para disminuir los costos de producción y contribuyan en el ingreso económico de la unidad de producción en comparación con la ganadería bovina. La ovinocultura es una alternativa actualmente en la ganadería en Michoacana gracias a la adaptabilidad de la especie a los diferentes ambientes, por la ganancia de peso por hectárea y por el precio de borrego en pie que es más estable y se mantiene constante que el de otras especies (Nuncio, *et. al.*, 2014).

En el estado de Michoacán existen 4 zonas borregueras: Altiplano Michoacano, Bajío Michoacano, Valle de Apatzingán y el Trópico Subhúmedo, integrados por 24 municipios, estas zonas contribuyen con el 27.1% de los ingresos de las unidades de producción. El manejo de los rebaños ovinos y su alimentación dentro del territorio Michoacano se basa principalmente en el pastoreo a excepción de la zona borreguera del altiplano michoacano (ZBAM) donde alrededor del 20% de los productores mantienen estabulados a sus animales por la poca área con la que se cuenta para desarrollar la actividad a nivel de campo y al aproximadamente un 50% de los productores de ovinos complementan la alimentación con granos y forrajes, principalmente en las épocas de sequía e invernal.

Con respecto a la diversidad de razas explotadas en el estado podemos encontrar una gran variedad de ellas en las diferentes zonas, destacando las cruces de Dorper y Pelibuey, donde la raza Dorper es utilizada como línea paterna y evidentemente la raza Pelibuey como línea materna (Arriaga y Anaya, 2014).

Para el año 2015 el inventario de cabezas 2015 llegó a 8.7 millones, donde el estado de Michoacán obtuvo un inventario total de 254,663 cabezas en este periodo (SIAP, 2017).

En 2016 los estados de Hidalgo, México y Veracruz fueron los mayores productores de carne en canal ovina; Michoacán ocupó el treceavo lugar en producción, con el 2.5 por ciento del total nacional, equivalentes a mil 522 toneladas registradas en México en ese periodo (SIAP, 2017).

4.3. Recursos Genéticos Ovinos para la Producción de Carne en el Estado de Michoacán

México cuenta con una gran diversidad de especies y razas o genotipos de ganado definidos, adaptadas a las diferentes condiciones topográficas, climáticas y sistemas de producción, las cuales forman parte de los recursos genéticos pecuarios del país, mismos que son el fundamento de la producción de una gran variedad de insumos para la alimentación (Sánchez, *et. al.*, 2001).

La gran variación entre individuos, razas y especies de los animales domésticos se debe a factores como el componente genético y los efectos del ambiente, mismos que han contribuido a lo largo del proceso evolutivo en modificar el material genético o ADN de las especies animales de interés zootécnico (Sánchez, *et. al.*, 2001).

El estado de Michoacán cuenta con una gran diversidad climatológica, debido a su variada altitud desde el nivel del mar, hasta el punto más alto que es el volcán de Tancítaro con 3, 840 metros (CNCUB, 2005); debido a esta gran variedad de altura, que conlleva a contar con gran variedad de climas a lo largo del Estado, los diferentes sistemas de producción pecuaria y en particular la producción ovina cuenta con una gran variedad de razas para los diferentes sistemas de explotación, que están enfocados principalmente a la producción de carne.

La variedad de razas a lo largo del Estado y en conjunto con la región en que este se encuentra en el país (centro) los rebaños están conformados por genética criolla, con algunos encastes de razas lanares, Suffolk, Hampshire, Charollais, Texel y Dorset principalmente, estos encastes lo podemos encontrar principalmente en la región Centro, Oriente y Lacustre del estado, mientras que en las regiones más calurosas, donde los climas son más tropicales (tierra caliente principalmente) en el estado podemos encontrar híbridos de las razas peleteras con alto grado de rusticidad y prolificidad, tales como lo son Black Belly y Pelibuey; las razas que predominan como razas puras o razas para encaste en todo el estado son Kathadin y Dorper, razas que se caracterizan por su prolificidad y conversión alimenticia, no tan rusticas pero no igual de demandantes como lo son las razas lanares (AMCO, 2007; COFUPRO, 2003; López, 2004; Mason, 1980; Serrano, 2011 y UNO, 2017).

4.4. Fisiología Reproductiva de la Oveja

La actividad reproductiva no es una conducta permanente, sino que requiere de procesos de maduración y estimulación. La mayoría de las conductas

reproductivas dependen de los estados hormonales y de la percepción sensorial (Hafez y Hafez, 2002, Ortega y Gómez, 2006).

Para que las hembras comiencen el ciclo reproductivo deben sufrir un proceso que se denomina pubertad (inicio de la vida reproductiva). Las ovejas deben cumplir con 2 requisitos esenciales para que se inicie la pubertad; un peso de alrededor de 40 kg y contar entre 7-8 meses de edad (razas lanares) o 25 kg y contar con 5-7 meses de edad (razas peleteras) (Cunningham y Klein, 2009). El inicio de la pubertad depende de la capacidad específica de las neuronas hipotalámicas de sintetizar y segregar de forma significativa cantidades suficientes de GnRH y para alcanzar el primer pico de LH preovulatorio, las neuronas tienen que desarrollar la capacidad de responder a los estrógenos con una retroalimentación positiva (Engelhardt y Breves, 2002).

Al finalizar la pubertad es evidente que los animales domésticos son aptos para la reproducción sexual a este fenómeno se le conoce como madurez sexual. Las ovejas al igual que otros animales domésticos, solo presentan disponibilidad al apareamiento durante el celo, que etológicamente consiste tanto en la aceptación como el estímulo de la copula, el ciclo empieza con el estro y finaliza con la aparición del siguiente celo (estro) (Engelhardt y Breves, 2002).

El ciclo estral comprende 2 fases, conformadas a su vez por 2 estadios del ciclo ovárico dependientes del estado endocrinológico y de la conducta que manifiestan las ovejas, la primera inicia con el desarrollo de una onda de crecimiento folicular y culmina con la ovulación o rompimiento del folículo de Graff, motivo por el cual la hembra puede ser receptiva en esta fase, la segunda se caracteriza por un estado de reposo sexual, donde se prepara el aparato reproductor para que se pueda desarrollar una gestación (Uribe, *et. al.*, 2009).

Fase Folicular: Proestro: periodo de desarrollo folicular que acontece después de la regresión del cuerpo lúteo y termina en el celo. Estro: periodo de receptividad sexual (Cunningham y Klein, 2009 y Engelhardt y Breves, 2002).

Fase Luteínica: Metaestro: Periodo inicial del cuerpo lúteo (CL). Diestro: Maduración del cuerpo lúteo (Cunningham y Klein, 2009, Engelhardt y Breves, 2002).

Los ovinos son poliéstricos estacionales (con ciclos estrales regulares en épocas del año) con ciclos cuya duración promedio es de 17.5 días con una variación de 16 a 20 días, según la raza (Engelhardt y Breves, 2002, Frandson y Spurgeon, 1995, Hafez y Hafez, 2002, Velarde 2006, Rodríguez, 2007), de los cuales unos 11 días corresponden al diestro, el estro dura un día y medio; el proestro y el metaestro duran dos días cada uno (Squella, 2007). La ovulación es espontánea y se presenta al final del ciclo estral durante su época reproductiva (Hafez y Hafez, 2002).

4.5. Fisiología de la Estacionalidad Reproductiva de las Ovejas

La reproducción de los ovinos en general está determinada por factores exógenos (alimentación, clima, fotoperiodo) como endógenos (gestación, lactación, condición corporal). Estos factores estimulan o inhiben la capacidad del sistema endocrino sobre la elaboración de gametos funcionales y capacidad de gestación (Hafez y Hafez, 2002 y López, *et. al.*, 1993).

El estímulo visual es de gran importancia y la duración del periodo de luz diario es un factor que determina la conducta reproductiva de los animales domésticos. El fotoperiodo actúa de dos formas, algunos animales muestran su actividad reproductiva cuando el periodo de luz diurna es largo (Ortega y Gómez, 2006). En el caso de los ovinos tienen su mayor actividad reproductiva en la época del año en la que hay una mínima cantidad de luz al día. La mayor parte de razas de ovejas y cabras empiezan el empadre en otoño, cuando el periodo diario de luz es menor que el de oscuridad (Hadley, 2000).

El fotoperiodo controla la aparición de los ciclos reproductores en los ovinos, el resultado son un periodo anual de actividad ovárica continua (cíclica) y un periodo de inactividad (anestro) (Cunningham y Klein, 2009).

La época reproductiva de estos mamíferos se inicia con la disminución diaria de las horas luz a fines del verano y se mantiene durante todo el otoño. El resto del año con días largos de horas luz, estos animales permanecen en reposo sexual que se le denomina como anestro (Velarde, 2006).

El anestro estacional en la oveja como ya se ha mencionado se caracteriza por la ausencia de ciclos estrales regulares, conducta de estro y ovulación; ocurre durante los días largos, entre los meses de febrero y agosto, en el hemisferio norte, cuando la duración en la secreción de melatonina es menor; su amplitud varía de acuerdo con la ubicación geográfica (latitud) y la raza (Arroyo, 2011).

El patrón estacional de cada especie, pero incluso de cada raza y cada población, se vincula con la latitud y las condiciones del lugar en que se haya desarrollado ya que en torno a la línea del ecuador o a latitudes bajas la variación estacional en las condiciones ambientales es menor que a latitudes más altas. Así, es posible ver que existen razas ovinas en las que prácticamente no hay cambios en la actividad reproductiva a lo largo del año (razas de ovinos de pelo) y otras en que anualmente solo se producen entre uno y tres ciclos estrales (ovejas Soay) (Ungerfeld, 2016).

Las razas de ovejas originarias de climas templados a medianas o altas latitudes son reproductores estacionales y utilizan la variación del fotoperiodo al momento del ciclo reproductivo. Por otro lado, en los ambientes subtropicales las ovejas son intermitentemente poliéstricas (Rosa y Bryant, 2003).

En ovejas de pelo se han descrito cruzamientos en cualquier época del año como en Egipto, India, Filipinas, etc; Aunque se señala predominio de montas en épocas del año. La oveja de pelo en México, Cuba y Venezuela se ha descrito como un animal sin mayor periodicidad sexual, exhibiendo celos en todo el año, sin relación con la luz diurna y dependiente o independiente de los efectos nutricionales; sin embargo los partos se dan en diferentes épocas del año y la ausencia de actividad reproductiva suele darse en los meses de febrero-abril, como el anestro bien pronunciado en ovejas de razas lanares (europeas) (Gonzales, 1993).

El principal intérprete del fotoperiodo es la glándula pineal, que produce melatonina en respuesta a la oscuridad. En relación con la reproducción la melatonina se considera el mediador de la estacionalidad y por lo tanto un inhibidor de la secreción de GnRH del hipotálamo (Cunningham y Klein, 2009, Engelhardt y Breves, 2002). Al disminuir la síntesis de GnRH disminuirá la síntesis FSH y LH en consecuencia de este no se presentará en el ovario estímulo ni crecimiento folicular, mucho menos ovulación. Es decir, al presentarse el fotoperiodo la secreción de melatonina disminuye y por consiguiente la liberación de GnRH tiene el mismo efecto (Galina y Valencia, 2014 y Hafez y Hafez, 2002).

4.6. Factores que Influyen Sobre la Fertilidad de las Ovejas

El manejo reproductivo busca el incremento de la productividad y la disminución de los períodos improductivos, al ajustar la estacionalidad sexual y el comportamiento reproductivo al control de los factores que los regulan. Algunos factores básicamente ambientales, como la duración del día, la temperatura y las precipitaciones, son difíciles de controlar; otros, como el amamantamiento, la presencia del macho y la alimentación, son factibles de ser modificados, aunque, al actuar muchas veces interrelacionados, complican su manejo. Estos factores afectan a estadios reproductivos tales como pubertad, estacionalidad y ciclicidad ovárica, gestación y parto, fertilidad y prolificidad y pérdida embrionaria y neonatal (Gonzales, 1991).

La fertilidad de las hembras domésticas, determinada por el promedio de las tasas de gestación por ciclo, oscila entre el 50 y el 80% entre las distintas especies tradicionales de granja, siendo la mayor parte de las pérdidas después de la fecundación y antes de la tercera semana de gestación (Gordon, 2005).

a) Efectos Ambientales (Estrés Térmico)

Los efectos adversos del estrés por calor sobre la reproducción en rumiantes están bien documentados; Incluyen una menor Intensidad del celo, reducción en la potencia de la oleada de LH preovulatoria, disminución de la secreción de

progesterona, alteración del desarrollo folicular, disminución en el desarrollo embrionario y disminución de la fertilidad (Gordon, 2005).

Está claro que el estrés por calor tiene muchos efectos sobre el eje reproductor; algunos son efectos directos sobre el hipotálamo, la glándula pituitaria anterior, el útero, el folículo y su ovocito y el propio embrión; otros efectos son indirectos, probablemente mediados por cambios en el eje metabólico en respuesta a la reducción de la ingesta de materia seca (Buratovich, 2010^b y Gordon, 2005).

b) Cambios Estacionales (Fotoperiodo)

Los cambios estacionales y el fotoperiodo tienen gran importancia para los ovinos para la entrada en el periodo prepuberal y durante la etapa de madurez sexual, si al nacer son expuestos a un fotoperiodo largo (periodo larde luz) las corderas serán más precoces y presentaran ciclos prepuberales espontáneos a edades de hasta 6-8 meses de edad (Cunningham y Klein, 2009).

Varios estudios citados en Porras, *et. al.*, (2003) dan a conocer el porcentaje de fertilidad que persiste en las diferentes estaciones del año y la época donde el fotoperiodo se expresa mayormente y donde no existe ciclicidad ovárica (anestro) el cual se presenta principalmente en Primavera, durante el Verano la tasa de fertilidad se calculó entre 85.5% y 90% de fertilidad y un 95% de estro expresado en ovejas; en otoño e invierno el porcentaje oscilo entre 90 y 95% de fertilidad y un 95 y 100% en el que las ovejas presentaron celo.

c) Factores Nutricionales

La fertilidad es el componente menos afectado por la alimentación. Independientemente del nivel de consumo del rebaño, salvo condiciones extremas, el número de ovejas que quedan preñadas permanecerá más o menos constante. Sin embargo, en condiciones extremas de subnutrición en el servicio, pueden producirse pérdidas de óvulos, o embriones en los primeros 10-12 días luego del apareamiento. Las mismas son de muy difícil determinación, ya que, en

este caso, la oveja retorna a celo dentro de los 16-17 días del período normal del ciclo estral. Por el contrario, niveles de alimentación extremadamente altos durante la fecundación y en los días posteriores, provocan una marcada reducción de la concentración de la hormona "progesterona" en la sangre de la oveja. Ésta es la encargada de mantener vivo al embrión durante las primeras etapas de la gestación, y su disminución puede producir pérdidas fetales elevadas. Por lo tanto, la subnutrición como elevados niveles de ingestión pueden incrementar las pérdidas en las primeras etapas de la gestación (Buratovich, 2010^a).

Estudios internacionales han demostrado que el exceso de nitrógeno degradable en el rumen de la dieta de las ovejas incrementaba los niveles de urea y amoníaco en el plasma y el útero, con el asociado aumento en la mortalidad embrionaria (Gordon, 2005).

4.7. Control y Sincronización del Ciclo Estral (SC)

El control de la reproducción además de permitir que el productor regule el momento del celo y de la cubrición, permite la optimización de la mano de obra calificada por periodos cortos para realizar la Inseminación Artificial (IA) o Transferencia de Embriones (TE), ya que reduce el tiempo invertido en la detección de estro, logrando el uso y aprovechamiento racional de la IA y la TE para el mejoramiento genético y establecimiento de épocas definidas de empadre y en consecuencia de partos y obtener la producción de lotes homogéneos en cuanto a cruza, edad y peso, lo cual facilita el manejo, la alimentación y la comercialización (Olivo, 2006).

Los métodos de sincronización del Ciclo Estral (celo) constituyen una herramienta de gran utilidad, ya que facilitan el manejo de los animales al evitarse el encierre diario para la detección de celos naturales, y estos se pueden clasificar en:

1. Farmacológicos
2. Naturales

4.7.1. Métodos de Sincronización Farmacológica

Tienen la ventaja de concentrar un alto porcentaje de celos en periodos cortos de tiempo, lo que facilita la programación y realización de los trabajos de IA. Aquí se habla de los 2 fármacos más utilizados en la SC:

- Progestágenos Naturales y Sintéticos
- Prostaglandinas Naturales y Sintéticas (Gibbons y Cueto, 1995).

a) Progestágenos Naturales

La progesterona es producida por las células de la granulosa del cuerpo lúteo funcional y actúa sinérgicamente con los estrógenos en varias funciones reproductivas que incluyen el crecimiento del epitelio glandular del útero y glándula mamaria (GM).

Por otra parte, inhibe las contracciones uterinas y estimula a las glándulas endometriales a secretar leche uterina o histotrofo, sustancia que permite la nutrición del embrión antes de implantarse (Galina y Valencia, 2014).

Los niveles altos tienden a inhibir el estro en concentraciones altas de LH que pueden ocasionar una ovulación. Es por esto que esta hormona es de enorme importancia en el control de la regulación del ciclo estral (Galina, *et. al.*, 1995).

La progesterona realiza las siguientes funciones:

- Prepara al endometrio para la implantación y mantenimiento de la preñez, lo cual aumenta la actividad de las glándulas secretorias en el endometrio e inhibe la movilidad del miometrio.
- Actúa sinérgicamente con los estrógenos para inducir el comportamiento estral.
- Desarrollo del tejido secretor (alveolos) de la GM.
- En concentraciones altas, inhibe el estro y la oleada ovulatoria de LH.
- Inhibe la movilidad uterina (Hafez y Hafez, 2002).

b) Progestágenos Sintéticos

Desde hace algunas décadas, se dispone comercialmente de progestágenos sintéticos para la SC de los rumiantes, los cuales actúan inhibiendo la actividad del eje hipotálamo y de la hipófisis. El acetato de flurogestona, el acetato de medroxiprogesterona, el norgestomet, y el acetato de melengestrol, son los progestágenos sintéticos de mayor difusión a nivel comercial.

4.7.1.1. Presentaciones para el uso de Progestágenos Sintéticos

a) Esponjas Intravaginales

Las esponjas intravaginales han sido el tratamiento tradicional para la SC en ovejas, durante las estaciones de la crianza y del anestro. Se impregnan con progestágenos que son eficaces a niveles de dosis más bajos que la progesterona natural, los más utilizados son:

- Esponjas impregnadas con Acetato de Flurogestona (FGA)
- y esponjas impregnadas con Acetato de Medroxiprogesterona (MAP)

Las esponjas intravaginales son insertadas generalmente por periodos de 9-19 días, utilizando conjuntamente con eCG, particularmente fuera de la estación de cria, inyectado 48 hrs antes del retiro de la esponja. Las esponjas tienen altas tarifas de retención (>90%), y las hembras exhiben celo generalmente dentro de 24-48 hrs después del retiro de las esponjas (Wildeus, 2000). Las esponjas intravaginales con FGA o MAP permiten tener un mayor control de fármaco, de tal manera que su liberación y absorción paulatina logra mantener niveles circulantes constantes durante un tiempo determinado (Calderón, 2006).

La respuesta y la fertilidad de estro varían grandemente cuando se aplican las esponjas intravaginales, dependiendo en especie, el tratamiento y el tipo de manejo que se proporcione (Wildeus, 2000).

La eCG se administra por inyección intramuscular el momento de retirar las esponjas, en la estación reproductiva; o 48 hrs antes del retiro, en el anestreo estacional. La eCG provoca un pico importante de estrógenos, induciendo la aparición de un pico preovulatorio de LH y la ovulación, al mismo tiempo que mejora la sincronía de los celos. Las dosis utilizadas de eCG varían entre 200 y 400 UI, dependiendo fundamentalmente del peso corporal, la raza y de la época del año

Dosis elevadas de eCG ocasionan ovulaciones y gestaciones múltiples, generando altas pérdidas de animales por toxemia de la preñez y mortalidad perinatal.

Entre las 24 y 72 h post-retiro de las esponjas y aplicación de eCG, se presenta un 85-95% de las ovejas en celo alcanzándose la mayor concentración de estrógeno entre las 36 y 48 h. La mayoría de las ovejas presenta la ovulación alrededor de las 60 hrs post-retiro de las esponjas (Cueto y Gibbons, 2000).

b) Acetato de Fluorogestona (FGA).

Se administra en esponjas o dispositivos intravaginales, cuando se administra a ovejas anestrícas duran 12 – 14 días, a suspender el tratamiento, el estrógeno aparece a los 2 o 3 días después debido al aumento en la liberación de GnRH hipofisarias, lo cual estimula el crecimiento folicular y la ovulación (Córdova *et. al.*, 1999).

Los resultados obtenidos con el uso de FGA a 35 o 40 mg son generalmente buenos, obteniendo una tasa de sincronización del estrógeno entre 95 y 100% de las ovejas tratadas entre las 48 y 96 hrs de retirado el dispositivo. (Calderón, 2006).

c) Acetato de Melengestrol (MGA)

Su presentación es a base polvo y es un progestageno oral activo, desarrollado y usado para la inducción de un estrógeno fértil en ovejas estacionales. El uso de este producto requiere la alimentación de un suplemento que contenga MGA, de una a dos veces al día en un lapso de 8 – 14 días.

El MGA incorporado al alimento, a la dosis de 60 - 80 mg durante 14 días, produce un buen control del estro y de la ovulación. La inyección de 250 – 500 UI de eCG 48 h después del tratamiento de MGA es recomendada (García, 2013). Sin embargo, esto no garantiza un grupo de hembras que entren en celo uniforme, dado que el consumo de este progestageno no se realiza de manera uniforme entre las hembras en tratamiento (Calderón, 2006).

d) Implantes de Norgestomet

El implante contiene 6 mg de Norgestomet sintético del progestágeno, pero se utiliza la mitad del implante original cuando se utiliza en ovejas (dosis de 2 – 3 mg). Los periodos de la implantación se extienden generalmente a partir del día 9 al 14 y se combinan a menudo con concentraciones de eCG o PGF2 α dos días antes del retiro del implante (Cuevas, *et. al.*, 1993).

Wildeus (2000) realizo un estudio para evaluar la eficiencia de los implantes evaluando la SC y la ovulación en ovejas. El estro fue detectado en el 84% de ovejas en estudio y el tratamiento con eCG (500 UI) acelero la ovulación a partir de 79.8 – 68.6 hrs y el inicio del estro a partir de 46 – 32.6 h.

e) Dispositivos Intravaginales (CIDR)

Es un dispositivo que contiene progesterona natural. La progesterona se libera por difusión desde una capsula de silicón sobre una espina de Nylon. La cual está adaptada para retener el dispositivo dentro de la vagina.

La P4 del dispositivo CIDR, se absorbe a través de la mucosa vaginal dando como resultado niveles de plasma suficientes para suprimir la liberación de LH y FSH en el hipotálamo, previniendo el estro y la ovulación. Al remover el CIDR la LH aumenta, lo que resulta en estro y ovulación del folículo dominante (Zooetis, 2017).

A pesar de ser un producto con alta eficiencia, la desventaja de este es la poca disposición en el mercado y el alto consto que puede generar (Pliego, 2005).

f) Prostaglandinas

Se consideran hormonas locales ya que se pueden encontrar en diferentes tejidos y en la mayoría de los casos actúan localmente en un sitio de producción (Galina, *et. al.*, 1995).

La PGF₂ α es el agente lútolítico natural que finaliza la fase lútea (del cuerpo amarillo) del ciclo estral y permite el inicio de un nuevo ciclo en ausencia del establecimiento de gestación, además de que es particularmente potente para finalizar la preñez temprana (Hafez y Hafez, 2002).

Las prostaglandinas están relacionadas con varios procesos fisiológicos reproductivos, como es la erección, eyaculación, el transporte de espermatozoides, la ovulación, formación del cuerpo amarillo, el parto y la eyección de leche.

Un aumento en el estrógeno, que promueve el crecimiento del miometrio en el útero, estimula la síntesis y la liberación de PGF₂ α . En animales gestantes el embrión en desarrollo manda una señal a útero, previniendo los efectos lúteínicos. La capacidad de esta hormona para inducir la luteólisis, ha sido aprovechada para manipular el ciclo estral e inducir el parto (Hafez y Hafez, 2002).

- Tratamiento con una Sola Inyección de PGF₂ α

Las prostaglandinas inducen la regresión lútea entre los días 5 y 14 del ciclo estral de la oveja, con manifestaciones de celo entre las 48 y 84 hrs de aplicada la inyección. Las ovejas que se encuentran entre el día 15 y 17 del ciclo, experimentaran luteólisis en forma natural y entraran en celo dentro del mismo intervalo. En tanto que las que se encuentren entre los días 0 y 4 son refractarias a la prostaglandina y alcanzaran recién 13 – 17 días más tarde (Gibbons y Cueto, 1995).

Por lo tanto, se recomienda su administración en una sola aplicación, alcanzándose una concentración de celos del 65-75%. Debido a la menor fertilidad

de los estros inducidos hormonalmente, es preferible inseminar sobre el segundo celo postsincronización (celo natural), comenzando con la detección de celos a partir del día 16 post-aplicación y durante un periodo de 5 días. 50 microgramos por oveja de PGF2 α en una sola inyección IM, concentran un 70% de los celos en ovejas adultas (Gibbons y Cueto, 1995).

4.7.2. Métodos de Sincronización Naturales

La actividad sexual de las ovejas puede ser inducida al comienzo de la estación de cría, por la acción que sobre la fisiología reproductiva ejerce la incorporación de machos a un rebaño de hembras que hayan permanecido aisladas de ellos en determinado tiempo (anestro, al término de un ciclo o durante la lactación) (Gibbons y Cueto, 1995).

a) Efecto Macho

Durante el anestro estacional, la introducción de un macho dentro de un grupo de hembras previamente separadas de ellos induce la actividad reproductiva de las mismas en los días siguientes, este fenómeno se denomina *efecto macho*.

La primera respuesta de las hembras a la introducción de los machos es un incremento en la frecuencia y amplitud de pulsos de LH y se produce pocos minutos después de la introducción de los machos. Este aumento en la secreción de hormonas hipofisarias (LH y FSH) estimula el crecimiento y desarrollo de folículos en el ovario. Los folículos a su vez secretan grandes cantidades de estradiol, el cual inhibe la secreción de GnRH e impide el desarrollo de nuevos folículos. A medida que el folículo crece se vuelve cada vez más sensible a la LH y, a la par secreta más cantidades de estradiol que finalmente provoca la aparición de un pico preovulatorio de LH 53 h después de la introducción de los machos, seguido de una ovulación 23 – 24 h más tarde (Flores, 2001).

En la oveja el principal factor que provoca la respuesta sexuales tipo olfativo, sobre todo a través de las feromonas existentes en las glándulas sudoríparas del

macho, que es lo que induce una respuesta ovulatoria. Sin embargo, el estímulo del macho es multisensorial y posiblemente involucra además del olor, señales visuales, táctiles y auditivas en las ovejas; la intensidad del estímulo del macho es muy importante.

En las ovejas el *efecto macho* es un método muy efectivo y sencillo para inducir la actividad sexual durante el anestro estacional o de lactación, con la ventaja de una sincronización entre las hembras a un bajo costo y sin tratamientos hormonales. Esta inducción sincronizada, en aquellas razas de ovinos que manifiestan una estacionalidad ligera, puede realizarse en cualquier época del año. Sin embargo, en las razas que presentan una estacionalidad reproductiva muy marcada es necesario inducir primero la actividad sexual en los machos para obtener una respuesta de las hembras. Esta inducción de los machos es posible mediante un tratamiento con luz artificial y melatonina (Flores, 2001).

4.8. Evaluación de las Características de una Muestra Seminal

La evaluación espermática nos permite estimar la fertilidad potencial de cualquier semental y consiste en la evaluación, en el laboratorio, de parámetros espermáticos que son indicadores de la calidad del semen del reproductor de interés (Delgado, 2013).

Estos parámetros pueden ser de carácter macroscópico ya que pueden ser evaluados a simple vista de la muestra seminal:

Olor: Olor: es característico de la especie, no debe tener mal olor, si lo presenta puede ser indicativo de algún proceso infeccioso.

Color: La cantidad de espermatozoides presentes en el eyaculado hace que la muestra tome una coloración blanquecina – amarillenta cuando la muestra es de buena calidad. Cuando es de baja calidad, es similar a la leche acuosa. En este sentido puede admitirse una relación directa entre la intensidad del color y la riqueza espermática. Un color rojizo indica la presencia de sangre, así como los

colores grises o marrones indican contaminación o infección, debiéndose en estos casos, desechar el eyaculado y proceder a la revisión del carnero (Delgado, 2013).

Aspecto: El aspecto del semen depende de la relación de dos constituyentes: la concentración de espermatozoides y la calidad del plasma seminal. Las muestras de alta consistencia contienen más espermatozoides que las muestras más acuosas. El semen debe tener un aspecto cremoso - lechoso y uniforme (Delgado 2013).

Volumen: Normalmente se obtienen eyaculados de aproximadamente 1 ml. Este volumen, varía según la edad, tamaño, condición corporal del animal, frecuencia de colección y destreza del operador. Los volúmenes de eyaculados pueden admitirse como normales cuando sus rangos van de 0.5 a 2.0 ml con una media de 0.8 ml (Delgado, 2013).

pH: es el resultante de la neutralización entre las reacciones glandulares de acción tampón y la concentración iónica del material de las ampollas de Henle y del epidídimo. En ovinos, el pH tiende a la acidosis, fenómeno importante ya que en él radica su capacidad fecundante. En el carnero y en el macho cabrío, los valores de pH oscilan entre 6.2 – 7.3, llegando incluso a citarse como normal un pH de 7.5.

Y otros parámetros microscópicos:

Motilidad masal: Esta valora la formación y progresión de ondas producidas por el desplazamiento de los espermatozoides. La onda de movimiento solo puede ser observada en especies de alta concentración espermática. Se determina mediante microscopía óptica utilizando una pequeña gota de semen puro colocada sobre un portaobjeto temperado a 37 °C (Delgado 2013). La estimación visual del porcentaje de espermatozoides móviles es la prueba que se utiliza con más frecuencia para evaluar la viabilidad de los espermatozoides en semen fresco y descongelado. La motilidad es un buen indicador de la viabilidad espermática y por ende su relevancia para la fertilidad. Sin embargo, la valoración de la motilidad por sí sola, no es capaz de predecir el nivel fecundante de una muestra de semen.

La valoración subjetiva por personas experimentadas es de gran valor, debido a que la información se presenta de forma inmediata, además de ser un método económico y de fácil ejecución (Páez y Corredor, 2014).

Motilidad individual: La motilidad individual es el porcentaje de espermatozoides motiles con respecto al total de espermatozoides visualizados (Delgado, 2013). Es un indicativo de que los espermatozoides son viables, por ende, es una de las principales pruebas que se realizan en las diferentes especies. Su valoración está basada en la observación del movimiento individual de las células con el fin de determinar el porcentaje de células móviles en el eyaculado. Fisiológicamente durante la capacitación, el espermatozoide experimenta un aumento paulatino de la motilidad, evento conocido como hipermotilidad (Páez y Corredor, 2014). Es una de las pruebas que se utiliza con mayor frecuencia para evaluar la calidad de semen diluido. En algunas especies, parece estar correlacionada con la capacidad fertilizante del espermatozoide. Si existe menos del 40% de espermatozoides con movimiento lineal progresivo, es menos probable que haya fertilidad. Debido a la influencia que tienen las variaciones de temperatura sobre la motilidad espermática, las muestras deben ser evaluadas tan pronto sea posible (Delgado, 2013).

Concentración espermática: La concentración espermática está definida como el número de espermatozoides por unidad de volumen, expresada normalmente en millones por ml de eyaculado (esp/ml). Los diferentes métodos utilizados para su cálculo varían en función de la rapidez y exactitud. Son varios los métodos que permiten determinar la concentración espermática. Entre ellos, figuran el recuento de la cámara de Neubauer y el método del fotocolorímetro. Ambos métodos son precisos y, si bien el fotocolorímetro permite un recuento más rápido, su costo es más elevado que la cámara de Neubauer (Delgado, 2013).

Morfología: La evaluación morfológica de los espermatozoides es uno de los principales componentes de la evaluación de una muestra seminal. Mediante este examen se identifican las anomalías que pueden afectar el potencial reproductivo del toro. Desde el punto de vista de la morfofisiología, las anomalías

que puedan generarse se clasifican en anomalías en la cabeza, en el tracto intermedio y en la cola. La evaluación morfológica se puede realizar por medio de una tinción con eosina-nigrosina. En la evaluación morfológica es necesario determinar la cantidad y el tipo de anomalías; se acepta un máximo de 30% de espermatozoides anormales (Páez y Corredor, 2014).

4.9. Técnicas de Inseminación Artificial en Ovinos

La Inseminación Artificial (IA) es una técnica de mejoramiento genético encaminada a obtener mayor producción de carne o leche, mediante el uso de sementales cuyas características zootécnicas son superiores a la mayoría de los animales contemporáneos han logrado un mejoramiento en grandes poblaciones de ganado (De la Sota, 2005, Galina y Valencia, 2014).

La IA es un método de reproducción en el que se obtiene el semen del macho para introducirlo posteriormente en el aparato genital de la hembra, por medio de instrumental, facilitando la fecundación y la producción de una cría (Aisen, 2004; Galina y Valencia, 2014). La IA tiene como objetivo la utilización del eyaculado de un macho con características productivas superiores, en un gran número de hembras. Esto traerá emparejado un beneficio económico que estará relacionado con el objetivo productivo, con la calidad genética del reproductor y con los costos para implementar la IA (Aisen, 2004). Además de adquirir los beneficios de los animales con características reproductivas deseadas también, permite utilizar carneros viejos o lesionados u ovejas ubicadas en lugares distantes y, además permite el control de algunas enfermedades de transmisión sexual (Parraguez *et al.*, 2000).

La I.A. se ha extendido en países del primer mundo en relación con la industria lechera, pero en las especies ovina y caprina no ha recibido la atención que se merece (Flores, 2007).

Para realizar la IA deben considerar los siguientes pasos:

- 1) Extracción del semen al carnero.
- 2) Estudio del semen según sus características.
- 3) Sincronización de los celos
- 4) Técnica de IA que se utilizara (Borquez y Cabral, 2005).

La inseminación artificial de la oveja se puede realizar de forma Vaginal, Cervical Transcervical o Intrauterina, las técnicas difieren en cuanto a su complejidad y expectativa de éxito (Salamón, 1990).

4.9.1. Inseminación Vaginal

La inseminación Vaginal es el método más simple y más rápido cuando se utiliza semen fresco diluido, pero requiere una dosis de semen mayor que si se utilizara alguno de los otros métodos (Salamón, 1990).

La IA Vaginal en ovinos, consiste en depositar el semen fresco diluido dentro de la vagina anterior sin el uso del espejo ni el intento de localizar el cérvix. Con frecuencia se hace referencia esta técnica como disparo en la oscuridad (DELO o método SID shot in the dark por sus siglas en Inglés) (Hinojosa, 2006).

Debido a los malos resultados obtenidos, esta técnica se reemplaza por la IA cervical y solo se utiliza cuando la cervical es imposible de realizar (Salamón, 1990).

La vulva de la hembra se debe limpiar con una gasa o algodón a fin de evitar la contaminación de la vagina al introducir la pipeta de inseminación, esta se carga primero con un poco de aire, hasta la división 0.2 ml, y luego con la dosis de semen que se encuentra en el tubo que se mantiene en baño maría a 30° C. La cámara de aire sirve para que las dosis completas de semen sean depositadas en la vagina durante la inseminación. La punta de la pipeta se introduce en la vagina a lo largo de la pared superior facilitando su entrada por la apertura suave de la válvula con la mano libre. Si bien la misma pipeta puede reutilizarse varias veces,

es importante que esta se limpie con un algodón o gasa entre hembra y hembra (Borquez y Cabral, 2005)

4.9.2. Inseminación Cervical

Consiste en depositar el semen (fresco, refrigerado o congelado) en los primeros pliegues cervicales, los cuales son visibles con la ayuda de un espejo con fuente de luz (Hinojosa, 2006).

La inseminación cervical puede llevarse a cabo mediante un vaginoscopio de inseminación multidosis, que permite mediante un embolo dentado, inseminar varias ovejas una vez cargado el semen, así como graduar el volumen de la dosis de inseminación (Gibbons y Cueto, 1995).

Las hembras se presentan inclinadas cabeza-abajo con los cuartos traseros montados sobre una baranda o riel. Se limpia la vulva con una toalla de papel desechable y se aplica algún lubricante para facilitar la introducción de la pistola (vagoscopio); este se introduce lentamente hasta el fondo de la vagina donde se localiza el orificio de entrada del útero (cérvix), donde se guía el inyector y es introducido con movimientos suaves giratorios (Christie, 2008), antes de la descarga del semen se retira un poco el vaginoscopio hacia atrás, con el fin de facilitar el cierre de la vagina anterior evitando que el semen se derrame. Posteriormente se retira primero la pipeta y luego el vaginoscopio. Es importante limpiar la vagina de algún contaminante o secreción vaginal antes de depositar el semen (Borquez y Cabral, 2005).

Una vez descargado el semen es conveniente que la hembra permanezca durante 2 0 3 minutos en la posición de inseminación. Los porcentajes de preñez logrados en inseminación cervical con semen fresco, y dosis de 100-150 millones de espermatozoides, varían entre 60 y 70% (Gibbons y Cueto, 1995)

4.9.3. Inseminación Intrauterina

La Inseminación Intrauterina (IIU) se define como el depósito de espermatozoides previamente preparados dentro de la cavidad uterina, sin efectuar un contacto sexual con el fin de lograr una gestación; este método para ovinos cuenta con dos técnicas, por laparotomía, que es una técnica con fines de investigación principalmente y por laparoscopia, utilizada mayormente para los distintos fines zootécnicos de cada granja (Ramos, *et. al.*, 2012).

a) Inseminación Intrauterina por Laparotomía

Con propósito de investigación, se realizaba el depósito de semen directamente en el útero por medio de una laparotomía media-ventral. El método se empezó a asociar con bajos índices de recuperación y sobrevivencia de embriones. Para 1982, se empezó a modificar la técnica y a realizarse mediante laparoscopia (Hinojosa, 2006).

b) Inseminación Intrauterina por Laparoscopia

Esta técnica es más cara en comparación con las otras dos que ya se han mencionado ya que se necesita más tiempo y equipo especializado. Se utiliza un sistema óptico el cual produce una fuente de luz fría a través de una fibra óptica de vidrio (Delgadillo, 2005).

Las hembras al ser inseminadas por laparoscopia deben guardar un ayuno de 12 a 24 h o más. Esto reduce el contenido del rumen, y facilita la localización de los ovarios y el útero, evitando además la regurgitación desde el rumen durante la laparoscopia (Olivo, 2006).

Las hembras son aseguradas en una camilla en decúbito dorsal de los cuatro miembros.

Desde la ubre hasta 10-12 cm por debajo de esta, el área se rasura, se lava y desinfecta. La oveja se presentará al inseminador con los cuartos hacia arriba, en una declinación de 45° (Flores, 2007 y Olivo, 2006).

Un anestésico local se aplica subcutáneo de 5-7 cm debajo de la ubre y de 3-4 cm a los lados de la línea media (Delgadillo, 2005).

El material de laparoscopia (endoscopio, trocares de 5 y 7 mm y cánulas correspondientes) se colocan en una bandeja con una solución desinfectante de un amonio cuaternario y será devuelto a la bandeja entre inseminación e inseminación (Gibbons y Cueto, 1995).

Primeramente, se introduce en la cavidad abdominal el trocar de 7 mm y cánula a la izquierda de la línea media de la oveja y a unos 5 cm de la ubre, cuidando no perforar algún órgano ni vena (Olivo, 2006).

Previo a introducir el trocar de 5 mm y cánula a la derecha de la línea media, es conveniente ingresar aire dentro de la cavidad abdominal para la localización de los cuernos uterinos y en la cánula de 5 mm se introduce la pistola de inseminación con el volumen requerido de semen (.25 ml volumen de la dosis).

La inseminación se realiza mediante inyección en el tercio medio y dorsal del cuerno uterino, depositándose la mitad en uno y la otra mitad en el otro. Lugo se retiran la pistola de inseminación y el laparoscopia de los trocares, permitiendo la salida de aire del interior de la cavidad abdominal (Flores, 2007 y Olivo, 2006).

4.10. Factores que Influyen en la Fertilidad de Ovejas Inseminadas

La IA en ovinos no se encuentra tan generalizada como en otras especies, debido a sus irregulares resultados en cuanto a fertilidad y a las dificultades de uso de semen congelado (Tejedor, *et. al.*, 2016).

Los factores que afectan la fertilidad en las ovejas inseminadas suelen ser genéticos y otros más ambientales. Consecuentemente, sería esperable conseguir

una mejora de los resultados de la IA actuando sobre los factores no genéticos que podrían afectarle. La IA es una herramienta que ayuda a optimizar los sistemas de producción ovina, pero existen varios factores que influyen en el éxito o fracaso de ésta que no involucran factores genéticos como lo son: manejo de los rebaños, edad, condición corporal de los animales, estacionalidad reproductiva, estado sanitario de los animales, protocolo de sincronización utilizado, detección de celos, manejo del termo y semen y el protocolo en general de la técnica de IA realizada por el técnico inseminador (Flores, 2007; Martín, 1996 y Tejedor, *et. al.*, 2016).

V. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1. Ubicación del Área de Estudio

El trabajo se realizó en el estado de Michoacán ubicado en la zona tropical del hemisferio norte; esta ubicación, sumada a la distribución de tierras y mares, así como su accidentada topografía, definen lo variado de su clima (CNCUB, 2005).

Ubicado a tres grados al sur del Trópico de Cáncer, con las siguientes coordenadas extremas: la más meridional en la desembocadura del río Balsas, de 17°55' latitud norte, y la más septentrional en el río Lerma, frontera con el Estado de Guanajuato, de 20°23'N, por lo que su variación en latitud es de unos 2°28'; esta pequeña amplitud latitudinal es un factor que influye poco en la variación climática, a diferencia de la gran variación altitudinal, que da como resultado los diferentes climas de la entidad, desde el nivel del mar, hasta el punto más alto que es el volcán de Tancítaro con 3840 metros. Las lluvias se presentan en verano y otoño en casi todo el Estado, aunque existen pocas zonas que reciben precipitación todo el año; los meses de invierno son generalmente secos y las pocas lluvias son causadas por los frentes fríos. La lluvia media anual en el Estado es de 961 milímetros, que equivale a un volumen de 57 760 millones de metros cúbicos (CNCUB, 2005).

El estado de Michoacán cuenta con 113 municipios, dividido en 6 regiones, Región Centro, Región Ciénega, Región Oriente, Región Occidente, Región Tierra Caliente y Región Costa; las cuales cuentan con las siguientes características climatológicas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características Climatológicas de 5 Regiones del Estado de Michoacán

Región	Clima	Temperatura	Altitud	Precipitación	
		°C	m.s.n.m.	Pluvial	Anual
Centro	Templado	4.5 – 28.7	1922.2	1000.8	
Ciénega	Templado	6.5 – 35.5	1706.6	859.08	
Oriente	Templado/Tropical	11.4–25.8	1764	1167.7	
Occidente	Tropical/Templado	10.0-35.8	1485	1063	
Tierra Caliente	Tropical/Seco Estepario	16.0-37.9	412.5	758.3	

INAFED.gob.mx (información determinada por el método de Homogenización, OMM, 2011).

El estudio se realizó en las cuatro zonas borregueras registradas en Michoacán (Arriaga y Anaya, 2014), Altiplano Michoacano (ZBAM) que comprende la zona centro y oriente del estado, el clima dominante es el templado y el semifrío, con una temperatura anual de 12 a 18° C en el 83% del territorio, es la zona de mayor importancia en la ovinocultura conformada por los municipios de Epitacio Huerta, Contepec, Cd. Hidalgo, Zitácuaro, Maravatío, Ocampo, Senguio, Tlalpujahuá, Zinapécuaro, Álvaro Obregón, Jungapeo, Morelia y Tuxpan, que representan el 49.5% del total de producción ovina del estado.

La Zona Borreguera del Bajío Michoacano (ZBBM), se localiza en el noreste del estado e incluye los municipios de La Piedad, José Sixto Verduzco, Puruándiro, Venustiano Carranza y Zacapu, aportando el 6.8% de la producción ovina del Estado; los climas característicos de la zona son cálido y semicálido en el 56% del área con una temperatura media mayor a los 18°C y templado semifrío para el 44% del área de esta zona con temperaturas que oscilan entre los 12 a 18° C anualmente.

La Zona Borreguera del Valle de Apatzingán (ZBVA) se localiza al suroeste del estado y comprende los municipios Apatzingán, Múgica y Parácuaro, los climas que ahí persisten son el árido y semiárido en el 53.5% de la extensión de esta zona, y cálido y semicálido en el resto del territorio, con una temperatura media anual de 22°C.

La Zona Borreguera del Trópico Subhúmedo (ZBTS) localizada al sur y sureste del Estado, donde se localizan los municipios de Huetamo, San Lucas y Tuzantla, que representan el 5.9% de la producción total del Estado, los climas encontrados fueron cálido y semicálido en el 52.6% y en el resto de la zona árido y semiárido, la temperatura media anual es de 22°C, de los cuales los municipios, de Acuitzio, Morelia, Tuzantla, La Huacana, Mujica, Puruándiro, Cuitzeo, Tarímbaro, Álvaro Obregón, Maravatío, Arteaga, Santa Ana Maya, Nahuatzen, Numarán, Uruapan, entre otros, fueron parte de este estudio (Arriaga y Anaya, 2014).

La investigación se desarrolló de 2014 a 2017, durante este periodo el trabajo se desarrolló en diversos sistemas de producción ovina comercial y pie de cría en distintas localidades del estado, que contaban con las diferentes razas ovinas de pelo y lana y sus cruza.

5.2. Animales (Ovinos)

El número de animales en el estudio fue de 2188 hembras ovinas de diferentes edades (primaras y múltiparas) y razas, que contaban con las siguientes particularidades: vacías, con un mínimo de edad 10 meses, desarrollo corporal según la edad y condición corporal apta (2.5 - 4, en la escala de 1-5, 1= emaciada, 5= obesa; Russel, 1984). Se realizó el manejo Zoonosanitario necesario para realizar la IA: Desparasitación, aplicación vitaminas y Selenio, tratamientos contra infecciones, despezñado, trasquila, suplementación alimentaria (CeMeGO, 2013 y Guido, 2014).

5.3. Protocolo de Sincronización del Ciclo Estral

Después de haber realizado la evaluación física y reproductiva y haber determinado cuales hembras fueron aptas para el estudio, se implementó un protocolo de sincronización, mediante la aplicación de esponjas intravaginales impregnadas con 40 mg acetato de fluorogestona (FGA; Applied Biotechnology Pty. Ltd. Australia), estas se colocaron el día 0 y se retiraron el día 12; 48 h antes del retiro de las esponjas se aplicó una dosis de gonadotropina coriónica equina

(eCG; Folligon® Intervet) según la talla y raza de la oveja (250 a 400 U.I). Previo al retiro de las esponjas (48 h) fue introducido un semental, como estimulante del celo (Figura 1).

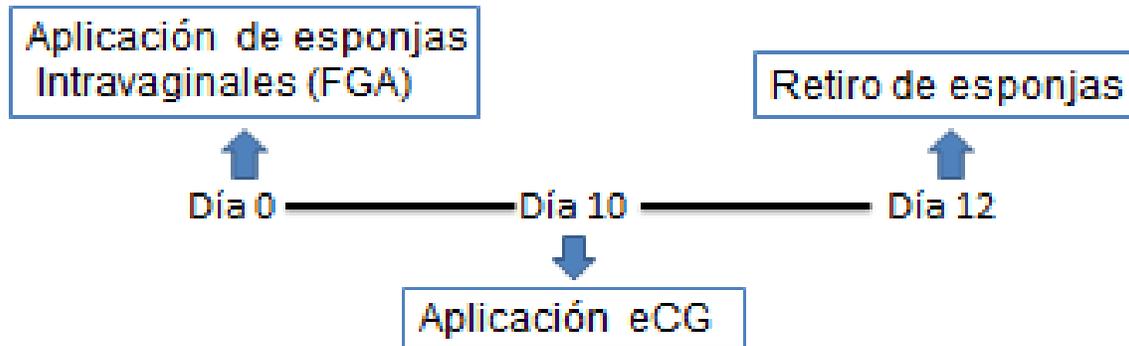


Figura 1. Protocolo de Sincronización del Estro utilizado en el estudio.

5.4. Detección del Estro (Celo)

Después de 24 h del retiro de las esponjas, se inició la detección del estro dos veces por día (am-pm), con la ayuda de machos enteros, protegidos con mandil para evitar la copula, se identificaron las hembras que presentaron celo en números consecutivos, lo que permitió realizar la inseminación artificial en dicho orden. La inseminación inició 48 h posteriores al retiro de las esponjas, es decir, a los 14 días de haber iniciado el tratamiento, realizándose únicamente en las borregas que presentaron celo.

5.5. Evaluación del Semen de los Sementales que se Utilizaron en el Estudio

El semen utilizado durante el periodo de estudio fue proporcionado por el Consejo Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios (CONARGEN) por medio del Organismo de la Unidad Nacional de Ovinocultores (UNO) a través del programa Masivo de Inseminación Artificial en ovinos y caprinos 2014-2018. Las razas de los sementales fueron las siguientes: Dorper, Dorper Blanco, Katahdin, Pelibuey y

Black Belly; como lanares Hampshire, Texel, Suffolk, Dorset y Charolais, todos estos provenientes de diferentes granjas dedicadas al pie de cría ubicadas en diferentes estados de México, pero colectados por vagina artificial y procesados en el mismo laboratorio con un equipo de empajillado y congelación de semen automatizado.

La evaluación seminal al descongelado se realizó previo a la IA en campo, se descongeló en un termo automático (37°C), se colocó en la pistola y se hizo un corte de 90° en el extremo expuesto librando el tapón que mantenía el semen, se colocó el aplicador (aspic) y se inyectó una gota de semen en un portaobjetos para ser evaluada al microscopio. La evaluación fue completamente cualitativa al ser observada por este instrumento, es decir que no se realizó una evaluación detallada (cuantitativa), los aspectos que se observaron fueron la motilidad masal, y la motilidad individual, que tenía que superar el 60% de espermatozoides móviles para su aplicación.

5.6. Inseminación Artificial

Previo a la IA de 8-12 h, las hembras se privaron de alimento, y de 6-8 h de agua, con la finalidad de tener la cavidad abdominal libre y poder identificar de manera sencilla el útero.

Previo a la inseminación se realizó un protocolo de tranquilización y sedación (xilacina al 10%, 0.5 mg/kg/IM) en cada una de las ovejas que fueron inseminadas. Al obtener el efecto esperado por el tranquilizante, los cuatro miembros del animal se ataron a la mesa (camilla) de inseminación, para obtener la posición Trendelenburg. Desde la ubre hasta 10-12 cm por debajo de esta, se realizó tricotomía y se realizó asepsia y antisepsia en el área afeitada (Flores, 2007).

Para la IA, las hembras permanecieron en posición Trendelenburg. Se realizaron 2 incisiones en piel de aproximadamente 0.8 y 0.3 cm una en cada lado de la línea media del abdomen bajo, la primera se realizó en el lado izquierdo de la línea media y se introdujo un trocar de 7 mm con válvula en la cavidad abdominal; el trocar fue retirado y la válvula de aire se abrió y después se introdujo en la cavidad

abdominal, una libra de aire comprimido, seguido de la introducción del endoscopio y así identificar, con más claridad, el útero localizado craneal a la vejiga. En el lado derecho de la línea media donde se realizó la segunda incisión se introdujo un trocar de 5mm por donde se insertaron los instrumentos la pistola de inseminación, aplicador y pajilla con semen.

La IA se realizó directamente en el útero. La aguja del aplicador (aspic) fue insertada en el lumen a la mitad de cada cuerno depositando la mitad de semen que contiene la pajilla en cada uno (0.25 ml).

Al término de la IA en cada incisión se hizo un punto de sutura entrecortado simple con nylon de 1-0, y se aplicó un auxiliar de cicatrización y de forma parenteral (IM) un antibiótico como preventivo a cualquier infección que se pudiera generar.

5.7. Diagnóstico de Gestación Post-Inseminación Artificial

Para el diagnóstico de gestación, se utilizó un Ultrasonido de la marca Emperor 725® con transductor lineal de 5MHz. Las técnicas utilizadas fueron, introduciendo la sonda por el recto (trans-rectal), para hacer el diagnóstico por encima del tracto reproductor (útero) y trans-abdominal.

El diagnóstico se realizó a los 30 días aproximadamente post-IA, para comprobar la gestación y a los 45 días post-IA para definir si la gestación fue por monta natural o producto de la IA, se determina si la gestación es por IA si a los 45 días que se realizó la ecografía, el embrión mide más de 1 cm, ya que durante los primeros 30 días de gestación este no rebasa el cm de diámetro y se indicó como una gestación por monta natural (de Lucas y Flores, 2008 y Ojeda, 2009).

5.8. Recopilación de Datos

Para esta fase de la investigación fue necesario una bitácora de datos y una pluma para anotar cada uno de los datos y/u observaciones que se realizaron en cada visita a las diferentes unidades de producción del estado. Dependiendo del motivo de la visita se realizaron las anotaciones correspondientes:

Lugar, fecha y motivo de la visita, Condición corporal, Edad, Raza e ID de las hembras, Dispositivo Intravaginal utilizado para SE, Dosis y Nombre Comercial de La Hormona que se utilizó, ID del Macho Donador de Semen, Gestante o Vacía entre otros, datos que sirvieron como base para el análisis.

5.9. Análisis Estadístico

Los datos adquiridos sobre la tasa de gestación durante el periodo de estudio, fueron analizados mediante un análisis de varianza completamente al azar (ANOVA), donde la época del año (Primavera, Verano, Otoño e Invierno), Zona Borreguera (ZB bajío, ZB valle de Apatzingán, ZB altiplano michoacano y ZB trópico subhúmedo) y el grupo genético de los sementales donadores, fueron las variables independientes. Adicionalmente se realizó una prueba de χ^2 para comparar el estado reproductivo de las ovejas (gestantes y vacías) a los 30 días post inseminación, todos los análisis estadísticos se realizaron en el paquete estadístico JMP 2013.

VI. RESULTADOS

En relación con la fertilidad obtenida en las diferentes zonas borregueras del estado de Michoacán, se encontró, que un mayor porcentaje de hembras gestantes en la ZB del Valle de Apatzingán (70.77 ± 0.51), respecto a las otras zonas borregueras ($P < 0.05$), mientras que en el Altiplano Michoacano el porcentaje de gestación observado fue menor al 65% (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de Fertilidad en Borregas Inseminadas en las Diferentes Zonas Borregueras del Estado de Michoacán.

Zona Borreguera	No. de Ovejas Inseminadas	% de Fertilidad
Valle de Apatzingán	421	70.77 ± 0.51^a
Bajío Michoacano	287	69.07 ± 0.62^{ab}
Trópico Subhúmedo	634	68.55 ± 0.42^b
Altiplano Michoacano	846	64.17 ± 0.36^c

^{abc} Diferente literal en la misma columna indica diferencia significativa.

En el análisis correspondiente a la fertilidad de las ovejas inseminadas durante las diferentes épocas del año primavera, verano, otoño e invierno en el estado de Michoacán, se observó, un mayor porcentaje de hembras gestantes durante el otoño, con un porcentaje de fertilidad mayor (74.59 ± 0.48) en contraste a las otras épocas ($P < 0.05$), donde el menor porcentaje de fertilidad se encontró durante la primavera y el invierno ($< 65\%$) (Cuadro 2).

Cuadro 3. Porcentaje de Fertilidad en Borregas Inseminadas a Tiempo Fijo en las Cuatro Épocas del Año en el Periodo 2014 a 2017 en Distintas Unidades de Producción en el Estado de Michoacán.

Época del Año	No. de Ovejas Inseminadas	% de Fertilidad
Otoño	440	74.59±0.48 ^a
Verano	562	67.65±0.43 ^b
Invierno	821	64.68±0.35 ^c
Primavera	365	64.17±0.53 ^c

^{abc} Diferente literal en la misma columna indica diferencia.

La respuesta de fertilidad de los sementales (grupos genéticos) utilizados durante en el periodo de estudio en la inseminación artificial (semen congelado) no muestran cambios significativos con respecto a la fertilidad, el porcentaje más alto de fertilidad lo expreso la raza Dorper Bco (69.02±1.23) en comparación al semen utilizado de otras razas (P<0.05), donde las razas Black Belly, Dorset y Charolais expresaron fertilidades menores al 65% (Cuadro 3).

Cuadro 4. Efecto del Grupo Genético del Semental Sobre la Fertilidad de Borregas Inseminadas a Tiempo Fijo en Distintas Unidades de Producción del Estado de Michoacán en el Periodo 2014-2017.

Raza de Semental	No. de Ovejas Inseminadas	% de Fertilidad
Dorper Bco	77	69.02±1.23 ^{ab}
Hampshire	50	68.22±1.53 ^{abc}
Katahdin	1310	68.04±0.29 ^a
Dorper	282	67.74±0.64 ^{ab}
Pelibuey	169	66.92±0.83 ^{ab}
Texel	28	65.43±2.04 ^{abc}
Suffolk	43	64.73 ± 1.65 ^{abc}
Black Belly	106	64.33 ± 1.05 ^{bc}
Dorset	42	62.74±1.66 ^{abc}
Charolais	81	62.09±1.20 ^c

^{abc} Diferente literal en la misma columna indica diferencia significativa y misma literal significa similitud significativa.

En relación con la proporción entre hembras gestantes (67.42%) y vacías (32.58%) se observó un valor de $\text{Chi}^2=0.77$, que indica que la proporción entre gestantes y vacías no es significativamente diferente, independientemente de la zona borreguera donde se haya realizado la inseminación artificial.

Con respecto a la proporción de hembras gestantes (67.64%) y vacías (32.36%), se observó un valor de $\text{Chi}^2=0.0067$, lo que indica que proporcionalmente existe diferencia entre las épocas del año en que se implementó la inseminación.

Correspondiente a la proporción entre hembras gestantes (67.33%) y vacías (32.67%), se encontró un valor de $\text{Chi}^2=0.0004$, que determina que existe variabilidad entre el semen utilizado en la IA.

VII. DISCUSIÓN

En el presente estudio, aunque en las diferentes épocas en que se realizó la IA en el estado de Michoacán en proporción a ovejas gestantes y vacías no se encontraron cambios significativos; indica que en cualquier época del año la IA por el método de laparoscopia puede ser utilizado y obtener buenos resultados durante todo el año. Las variaciones de porcentaje de gestación en la diferentes fechas de IA presumiblemente suelen darse por la estacionalidad reproductiva que estos mamíferos presentan (febrero-agosto), sin embargo esto depende de la ubicación geográfica de las explotaciones e indudablemente de la raza (Arroyo, 2011).

Como ya se mencionó anteriormente el fotoperiodo juega un papel importante sobre la conducta reproductiva en la mayoría de los animales de granja y especialmente en los ovinos, ya que su actividad reproductiva se expresa mayormente en los días con menores horas luz.

En México, los estudios realizados para evaluar la fertilidad en ovejas durante todo el año son limitados, sin embargo, existen estudios realizados para observar el comportamiento reproductivo de las hembras ovinas (celo y ovulación) durante todo el año. Algunos autores, como Hafez (1952) y Ungerfeld (2016) mencionan que las ovejas de origen ecuatorial (razas de pelo) presentan una reducida estacionalidad reproductiva e incluso, ausencia de esta, siendo capaces de reproducirse todo el año. En comparación a las razas de origen europeo (razas de lana).

En un estudio realizado con ovejas de origen europeo (Rambouillet, criolla, Romney Marsh, Corriedale y Suffolk) De Lucas-Tron *et. al*, (1997), determinaron la actividad estral anual en el altiplano central de la República Mexicana (19° Lat. N); donde las razas Romney Marsh, Corriedale y Suffolk mostraron estacionalidad reproductiva definida, con un periodo de actividad estral de cuatro a cinco meses y anestro en los meses restantes (148±7.4, 131±5.9, 123±9.8 días en actividad reproductiva respectivamente); en contraste, las ovejas Rambouillet y criolla

presentaron actividad estral prácticamente todo el año (209 ± 9.8 , 205 ± 10.4 días en actividad reproductiva respectivamente). La duración de la época reproductiva fue similar entre las razas Rambouillet y criollas, pero diferente ($P < 0.05$) de las razas restantes. Esto indica que los fenotipos y genotipos raciales de los ovinos tienen gran importancia en el éxito de la reproducción continua, ya que encontramos razas que se pueden o no reproducirse todo el año, es decir que no presentan estacionalidad marcada a lo largo del año y en contraste son aptas para la reproducción durante cualquier época. Este estudio es un claro ejemplo de que las razas lanares explotadas en nuestro país muestran una estacionalidad reproductiva muy marcada.

En otro estudio, Arroyo *et. al.* (2007), evaluaron la actividad ovulatoria anual en ovejas de la raza Suffolk en el altiplano central de México (19° Lat. N), a través de muestreos sanguíneos realizados dos veces por semana durante dos años, con la posterior determinación de la concentración plasmática de progesterona. Las ovejas Suffolk expresaron anestro estacional claro y definido. Donde sus resultados muestran que a mayor tiempo de horas luz, la actividad ovárica se ve disminuida notoriamente, mientras que el índice de mayor ovulación se presentó en los meses con menores horas luz (octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero).

En otros estudios Valencia *et. al.* (2006), realizaron un estudio donde evaluaron la actividad reproductiva de ovejas Pelibuey durante la época de anestro con la presencia del macho en la FMVZ UNAM (19° Lat. N) durante 2 años con ovejas multíparas y nulíparas. Durante el primer año se encontró una alta proporción (entre 84.6 y 100%) de las ovejas adultas mostraron actividad estral regular durante los meses de enero a mayo, mientras que en las nulíparas la actividad estral fue menor en todos los meses (entre 42.6 y 80.9%). La duración del anestro fue diferente ($P < 0.05$) entre adultas 36.1 ± 8.1 y primaras 52.8 ± 23.4 días. En el segundo año, se observó que la actividad ovárica de las ovejas adultas era alta de diciembre a enero, descendió en los meses de marzo, abril y mayo (52; 37 y 33%, respectivamente), para ascender nuevamente en julio (92%); el promedio de

duración del anestro fue de 39.7 ± 31.7 días. En comparación con las ovejas adultas, la actividad ovárica de las nulíparas fue significativamente menor en los meses de abril a julio (5.6; 5.6; 5.9 y 29.4%, respectivamente; $P < 0.05$). Ninguna de las ovejas nulíparas tuvo actividad ovárica continua. El promedio de la duración del anestro en las ovejas nulíparas fue de 110.6 ± 37.0 días, periodo mayor presentado por las adultas ($P < 0.05$).

Por otra parte, González *et. al.* (2014) evaluaron el comportamiento reproductivo de ovejas Dorper y Katahdin con empadres en primavera en el norte del país ($23^{\circ} 51'$ Lat. N, $104^{\circ} 15'$ Lat. O). Donde los resultados de la tasa de parición detectaron efecto significativo del periodo de empadre ($P < 0.05$). Se observó que la tasa de parición fue mayor en el empadre de marzo-abril en las dos razas, siendo superior al 65.0%, mientras que en el empadre de mayo-junio la tasa de parición fue inferior al 40.0%. Es decir que, durante el periodo de estudio, tanto Dorper como Katahdin tienen la capacidad de gestarse durante el periodo de anestro (45 y 40% de fertilidad respectivamente), aunque la tasa de gestación fue menor del 50.0%.

En Yucatán (21° Lat. N), México, Valencia *et. al.* (1981), estudiaron la actividad estral durante tres años en ovejas Pelibuey con alimentación controlada, y observaron que de enero a abril 17% de las ovejas mostraron estro; en contraste, 95 % de las ovejas presentaron actividad estral de mayo a agosto y 100 % de septiembre a diciembre. Se concluyó que las ovejas Pelibuey, en esas condiciones ambientales, presentaron anestro estacional, independientemente del estado nutricional.

Cruz *et. al.* (1994), en Veracruz (clima tropical subhúmedo 20° Lat. N), determinaron la actividad estral en ovejas Pelibuey, utilizando machos vasectomizados. Donde la menor proporción de hembras en estro se observó en abril (81.25 %) y la mayor en agosto (100.0 %); sin embargo, estas variaciones no fueron diferentes ($P > 0.05$). Concluyeron que bajo las condiciones del estudio, no hubo diferencia en la presentación de estro durante el estudio en ovejas Pelibuey y que esta raza es capaz de mostrar actividad estral anual continua.

Por su parte en Baja California al noreste de México (32° 24' Lat. N y 115° 16' Lat. O) Macías, *et. al.* (2015) evaluaron la actividad reproductiva estacional de ovejas Pelibuey bajo condiciones áridas; donde la época no afectó ($P>0.05$) el número de ciclos estrales cortos y largos por oveja (0.30 y 0.16 celos en promedio respectivamente), pero sí el número de ciclos totales y normales por oveja, siendo mayor ($P<0.05$) en verano (4.9 y 4.6 celos) y otoño (4.5 y 3.6 celos) comparado con invierno (2.8 y 1.8 celos) y primavera (3.1 y 1.3 celos respectivamente). El porcentaje de ovejas en estro y ovejas ovulando fue similar ($P>0.05$) entre épocas (97.5% en promedio) finalmente los autores concluyeron que las características del ciclo estral y la funcionalidad del cuerpo lúteo se modifican por efecto de la época en ovejas Pelibuey mantenidas en condiciones áridas del noroeste de México. La mejor actividad estral y ovárica de esa raza se presenta en las épocas de verano y otoño.

Todos los estudios ya mencionados indican una variabilidad con respecto a la raza (pelo y lana), donde las razas peleteras (Pelibuey, Katahdin, Dorper) y criollas muestran un ciclicidad "constante", aunque no en todas las regiones se expresa de la misma manera en comparación con las razas lanares que muestran una estacionalidad bien marcada y definida, en el caso del estado de Michoacan este estudio se realizó en ovejas de diferentes razas (peleteras principalmente) y sus híbridos (criollas) encontrando una similitud con todos los estudios ya descritos en contraste a la presencia de estro, sin embargo no se encontraron estudios que se hallan realizados en México que muestren el comportamiento de la fertilidad en ovejas Inseminadas por laparoscopia, pero si la fertilidad en ovejas empadradas en las diferente épocas (González, *et. al.*, 2014), donde demuestran que las razas peleteras (Katahdin y Dorper) suelen ser fértiles y por ende prolíficas durante todo el año (94.5 al 42.5 % de fertilidad durante todo el año) con disminuciones de la tasa de fertilidad en los meses de mayo-junio (inferior al 50% de fertilidad en ambas razas) en contraste a la tasa de pariciones, dando como referencia que las ovejas suelen presentar menor ciclicidad en esos meses y en comparación con este estudio los resultados son similares.

Al no haber registro de estudios verídicos y confiables sobre la fertilidad de ovejas inseminadas por laparoscopia en las diferentes zonas borregueras del estado de Michoacan, se tomaron como puntos de apoyo estudios basados en el manejo nutricional, condiciones climatológicas y el grupo genético de ovejas que se explotan en diferentes puntos de México.

En otro estudio, Cansino *et. al* (2009); realizaron un estudio que evaluó la tasa de fertilidad y prolificidad en ovejas de pelo en el estado de Yucatán (20°25' Lat. N, y 89° 46' Lat. O), donde se implementaron 3 dietas diferentes (un grupo testigo suplementado con alimento concentrado comercial, un grupo alimentado con concentrado comercial y melaza y un tercer grupo alimentado con concentrado comercial y aceite de maíz como fuente de ácidos grasos poliinsaturados). Donde la tasa de gestación fue similar en los tres grupos evaluados $P > 0.05$ (90.0, 90.0 y 93.0% respectivamente). Por otra parte, aunque la tasa de fertilidad de las ovejas del grupo alimentado con concentrado comercial y aceite de maíz fue superior (77.8 y 84.7%, respectivamente) en contraste al grupo suplementado con melaza (74.5%), no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tres tratamientos; llegando a la conclusión, que la adición de ácidos grasos poliinsaturados (aceite de maíz) en la dieta favoreció positivamente la prolificidad, sin provocar cambios en el peso vivo ni en la tasa de concepción (número de ovejas que parieron) y fertilidad de las ovejas de pelo (número de crías por oveja parida) .

Por su parte Sánchez, *et. al* (2011); realizaron un estudio donde evaluaron el efecto de los niveles de energía y proteína en la condición corporal y potencial reproductivo de ovejas Pelibuey en el centro del país (19° 29' Lat. N y 98° 53' Lat. O), donde, las ovejas fueron alimentadas a libre acceso a diferentes niveles de energía y proteína, los cuales constituyeron los diferentes tratamientos evaluados. El porcentaje de gestación para las ovejas alimentadas con los niveles más altos en energía y proteína, fue ligeramente inferior (75.0%) al de las ovejas tratadas con los niveles óptimos y bajos de energía y proteína (87.5%); sin embargo, no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre los 3 tratamientos, donde los autores

determinaron que la proporción de los niveles de energía y proteína no tienen efecto importante en el porcentaje de gestación (fertilidad).

VIII. CONCLUSIONES

La Zona Borreguera del Valle de Apatzingán tuvo el mayor porcentaje de fertilidad en el presente estudio, no obstante todas las zonas borregueras mostraron una alta fertilidad (>60%), es decir que todas son aptas para adquirir los beneficios esperados por la IA por el método de laparoscopia, sin importar las condiciones climatológicas, siempre y cuando el manejo zosanitario, la condición corporal y la suplementación alimenticia sea el adecuado.

En relación a la época del año en que se realizó la IA en el periodo de estudio, no se encontraron cambios significativos durante las cuatro épocas estacionales, ya que en todas estas el porcentaje de fertilidad fue superior al 60%, por lo tanto en cualquier época del año los productores pueden realizar y adquirir los beneficios correspondientes con el apoyo de esta biotecnología, sin embargo la época con mayor índice de fertilidad numéricamente fue durante el otoño.

Respecto al grupo genético del semental, tampoco se encontraron diferencias significativas, es decir, que todos los machos de las distintas razas mostraron una fertilidad similar.

Se concluye que aunque en la literatura se ha discutido sobre el efecto de la época, la región climática y la raza del semental sobre la fertilidad en ovinos inseminados a tiempo fijo, en el presente estudio, no se encontraron diferencias de dichas variables en el Estado de Michoacán, el cual posee distintas condiciones climáticas, producto de la altura sobre el nivel del mar, ya que en cuanto a su localización geográfica, no hay una variación importante, razón por la que el efecto de la zona borreguera y la época del año no son factores importantes a considerar en la implementación de la técnica de inseminación artificial a tiempo fijo en las ovejas del presente estudio.

LITERATURA CITADA

Aisen, E; 2004; Reproducción ovina y caprina; Ed. Intermédica; Buenos Aires Argentina; pp. 206.

AMCO (Asociación Mexicana de Criadores Ovinos); 2007; Catalogo de razas; Ed. Eclipse; México, DF; Julio/2007; pp. 6-13, 16-21, 28 y 29.

Nuncio, M.J.G; Nahed, J; Herrera, J; Salinas, V; Arriaga, M. y Sanchez, E; 2014; Caracterización de las zonas borregueras de Michoacan y sus implicaciones en el desarrollo rural: Contribución de la producción animal en pequeña escala al desarrollo rural; Ed. Reverte UAEM; Mexico, D.F; pp. 168–178.

Arroyo, L.J; Gallegos-Sánchez, J; Villa-Godoy, A; Berruecos, J.M; Perera, G. y Valencia, J; 2007; Reproductive activity of Pelibuey and Suffolk ewes at 19° north latitude; Animal Reproduction Science. 102: 24-30.

Arroyo, J; 2011; Estacionalidad reproductiva de las ovejas en México; Tropical and Subtropical Agroecosystems 14 (2011); pp. 833,

Arteaga, .J.D; 2007; Diagnóstico actual de la situación de los ovinos en México; La Revista del Borrego. No. 46; Mayo/21/2007.

Bravo, S. y Romero, O; 2011; Mejoramiento genético ovino; Fecha de Consulta 21/ Enero/2017; www2.inia.cl.

Buratovich, O^a; 2010; Eficiencia reproductiva en ovinos: Factores que la afectan. Parte I: La alimentación; Sitio Argentino de Producción Animal; pp.2.

Buratovich, O^b; 2010; Eficiencia reproductiva en ovinos: Factores que la afectan. Parte II: Otros factores no nutricionales; Sitio Argentino de Producción Animal; pp.2.

Borquez, J. y Cabral, L; 2005; Inseminación artificial en ovinos; Misión Salesiana; Fecha de Consulta; 12/mayo/2017; www.misionrg.com.ar/insemina.htm.

Calderon, M; 2006; Sincronización del ciclo estral y concentración de progesterona plasmática en ovejas tratadas con esponjas intravaginales artesanales con 40 mg de progesterona; Tesis para Obtener el Título de Maestro en Ciencias; Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; Morelia Michoacana; pp. 26.

Cansino, G; Herrera, J, Ake-Lopez, JR; 2009; Tasas de concepción, fertilidad y prolificidad en ovejas de pelo alimentadas con dietas enriquecidas con ácidos grasos polinsaturados; Revista Universidad y Ciencia; Vol.25, No.2; pp.181-185.

Carrera, B; 2008; La ovinocultura en México: Alternativa para los productores rurales; Universidad Autónoma de Ciudad Juárez: Coordinación de Investigación y Posgrado del Instituto de Avances; Instituto de Ciencias Sociales y Administración; Cd. Juárez, Chihuahua; pp 2.

Castellaro, G; 2016; Principios de la genética animal aplicados al mejoramiento de la producción de carne ovina; Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile; pp. 3 y 4.

Christie, V; 2008; Manejo de inseminación artificial intra-cervical con semen fresco en ovinos en la región de Magallanes; Trabajo Presentado para Obtener el Título de Ing. Agropecuario; Universidad de Magallanes, Facultad de Ciencias; Escuela de Ciencias y Tecnologías en Recursos Agropecuarios y Acuícolas; Punta Arenas, Chile; pp. 21.

CeMeGO (Centro de Mejoramiento Genético Ovino); 2013; Protocolo a seguir para la inseminación artificial por laparoscopia en ovejas (Folleto Informativo), Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Gobierno del Estado de México; Toluca Estado de México.

COFUPRO (Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce); 2003; La cadena: ovinos: caracterización de la cadena/sistema y captación de demandas tecnológicas: caracterización de la cadena de ovinos; Fecha de Consulta; 27/abr/2017; www.cofupro.org.mx/cofupro/Publicacion/Archivos/penit68.pdf.

Córdova, A; Ruiz, G; Saltijeral, J; Pérez, F. y Degefa, T; 1999; Inducción y sincronización de celo en ovejas criollas anéstricas estacionales con esponjas vaginales impregnadas en FGA Y PMSG Inyectables; Archivos de Zootecnia; Vol. 48, (184); pp. 438.

CNCUB (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad); 2005; La biodiversidad en Michoacán estudio de estado; Gobierno del Estado de Michoacán; Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente; Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; pp. 25 y 27.

Cruz, L; Fernández-Baca, S; Álvarez, L. y Pérez, R; 1994; Variaciones estacionales en la presentación de la ovulación, fertilización y sobrevivencia embrionaria de ovejas tabasco en el trópico húmedo; Rev. Veterinaria México. Vol. 25 (1); pp. 23-27.

Cuellar, J; 2006; La importancia de los esquemas de cruzamiento en la producción de carne ovina; Tulancingo, Hgo, 6/ago/2006; pp. 11 y 12.

Cuellar, J; Tortora, J; Trejo, A. y Román, P; 2012; La producción ovina mexicana, particularidades y complejidades; Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán; SAGARPA, México; pp. 13.

Cueto, M. y Gibbons, E; 2000; Efecto de la dosis de PMSG en la inseminación artificial intrauterina sistemática o con detección de estros; Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (ITEA); Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Bariloche, Argentina; pp. 18: 3,4.

Cuevas, A; Rodríguez, V; Gutiérrez, R; Soto, R. y Martínez, R.D; 1993; Sincronización del estro en ovejas Pelibuey con implantes nuevos y reciclados de Norgestomet; Vet. Mex; 24 (4) pp. 327.

Cuunningham, J. y Klein, B; 2009; Fisiología veterinaria; 4° ed; Ed. Elsevier Saunders; Barcelona, España; pp.485,

De Lucas-Tron, J., González-Padilla, E., Martínez, R.L. 1997. Estacionalidad reproductiva en ovejas de cinco razas en el altiplano central mexicano; Técnica Pecuaria México. 35: 25-31.

De la Sota, J; 2005; Eficacia del Cloprostenol Sódico (LUTAPROST® - 250) en la sincronización de celo en borregas corriedale criadas a 4400 m.s.n.m; Tesis Profesional Para Obtener el Título de Médico Veterinario; Universidad Nacional "Hermilio Valdizán" Huanuco; Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2005; Huanuco, Perú; pp. 18.

De Lucas, J. y Flores, O. S; 2008; Diagnostico de gestación en ovejas; Producción, fortalecimiento del sistema producto ovino; Tecnología para Ovinocultores; Sistema Producto Ovino; pp. 191 y 192.

Delgadillo, J, A; 2005; Inseminación artificial en caprinos; Ed. Trillas; España; pp. 80-84.

Delgado, B.E.; 2013; Evaluación espermática de semen de ovino tratado por la técnica de gradiente de densidad; Tesis Profesional Para Obtener el Título de Licenciada en Biología; Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ciencias Biológicas; Lima, Perú; pp.22-29.

Engelhardt, Wv y Breves, G; 2002; Fisiología veterinaria; Ed. Acribia; Zaragoza, España; pp.551,

Espinoza, J; 2010; Panorama histórico del desarrollo del ganado bovino criollo en Baja California Sur; Fecha de Publicación 9/Febrero/2010; recursoscriollos.blogspot.mx.

FAO (Food and Agriculture Organization); 2016; Producción animal: El papel de la FAO en la producción animal; Fecha de Consulta 27/Oct/2016 www.fao.org/animal-produccion.

FND (Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero) SIAP-SAGARPA; Panorama de la carne y lana de ovino; Febrero 2015.

Flores, J.A; 2001; El efecto macho, para inducir y sincronizar hembras; La Revista del Borrego (8): pp. 16-20 y 26; Fecha de Consulta 5/Mayo/2017; borrego.com.mx/el-efecto-macho-para-inducir-y-sincronizar-hembras

Flores, M; 2007; Cátedra de reproducción y genética en ovinos y caprinos, "Inseminación Artificial"; Informe de Servicio Social Para Obtener el Título de Médico Veterinario Zootecnista; Universidad Nacional Autónoma de México; Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán; Cuautitlán Izcalli, Edo. de México; pp 1, 35 y 36.

Frandsen, R. y Spurgeon, T; 1995; Anatomía y fisiología de los animales domésticos; 5° ed; Ed. McGraw Hill Interamericana; México, D.F.; pp 430.

Galina, C. y Valencia, J; 2014; Reproducción de los animales domésticos; 3° ed; Ed. Limusa; México, D.F.; pp. 71, 219.

Galina, C; Saltiel, A; Valencia, J; Becerril, J; Bustamante, G; Calderón, A; Duchateau, A; Fernández, S; Olguin, A; Paramo, R. y Zarco. L; 1995; Reproducción de animales domésticos; 4° ed; Ed. Limusa, Mexico, DF; pp. 49-81.

García, R; 2013; Sincronización de estro en ovejas mediante esponjas impregnadas con Acetato de Flurogestona vía intravaginal; Monografía para Obtener el Título de Médico Veterinario Zootecnista; Universidad Agraria Antonio

Narro, Unidad Laguna, División Regional de Ciencia Animal; Torreón, Coahuila, México; pp. 14.

Gibbons, A. y Cueto M; 1995; Manual de inseminación artificial en la especie ovina; reproducción y genética; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: Estación Experimental Bariloche: Centro Regional Patagonia Norte; pp. 5, 9, 10, 12, 13 y 15.

González, C; 1991; Control y manejo de los factores que afectan al comportamiento reproductivo de los pequeños rumiantes en el medio tropical; International Symposium on Nuclear and Related Techniques in Animal Production and Health; Viena, Proceedings, 15-19 April 1991; pp. 406.

Gonzales, C; 1993; Comportamiento Reproductivo de Ovejas y Cabras Tropicales; Rev. Científica, FCV-LUZ / Vol. III, N° 3; pp. 175-177.

González, A; Urrutia, J. y Gamez, H; 2014; Comportamiento reproductivo de ovejas Dorper Y Katahdin empadradas en primavera en el norte de México; Rev. Científica. Tropical and Subtropical Agroecosystems Vol 17; pp. 123 -127.

Gordon, I; 2005; Reproductive technologies in farm animals; Ed. CABI Publishing; Cambridge MA; pp. 33.

Guido, V; 2014; Índices reproductivos ovinos, base de la rentabilidad de un plantel ganadero; Fecha de Consulta 25/Nov/16; guidovicente.blogspot.mx.

Hadley, M; 2000; Endocrinology; 5° ed; Ed. Prentice Hall; Saddle River, NJ, EUA; pp. 507.

Hafez, E.S.E. 1952. Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. Journal of Agricultural Science. 42: 189-265.

Hafez, E. y Hafez, B; 2002; Reproducción e inseminación artificial en animales; 7° ed; Ed. McGraw Hill Interamericana; México, D.F; pp.38, 39, 42-46, 177, 181, 182.

Hinojosa, G; 2006; Técnicas de inseminación artificial en ovinos; Informe de Servicio Social Para Obtener el Título de Médico Veterinario Zootecnista; Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; Morelia, Mich. México; pp. 44, 53.

López, A; Santiago J; G. de Bulnes, A. y García, M; 1993; Aspectos característicos de la fisiología reproductiva de la oveja; Revista Científica, FCV-LUZ; Vol 3 N° 2; pp. 123.

López, C; 2004; Evaluación de la diversidad genética de razas de ovinos en México mediante el uso de marcadores microsatelitales; Tesis que Presenta para Obtener el Grado de Maestro en Ciencias en Biotecnología Genómica; Instituto Politécnico Nacional: Centro de Biotecnología Genómica; Reynosa, Tamaulipas, México; pp. 7.

Martin, M; 1996; Manejo en inseminación artificial: factores que afectan a la calidad seminal y al índice de fertilidad; Art Científico, Zervet; Zaragoza España; pp. 2 y 3.

Macías, U; Sánchez, TJ; Gastelum, MA; Avendaño, L; Correa, A; Álvarez, FD; Díaz, R; Meza, CA. y Mellado, M; 2015; actividad reproductiva estacional de ovejas Pelibuey bajo condiciones áridas de México; Archivos de Medicina Veterinaria, vol. 47, Núm. 3; pp. 381-386.

Mason, I; 1980; Ovinos prolíficos tropicales: Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal. Roma; pp. 41.

Mueller, J; 2006; Programa de mejoramiento genético de pequeños rumiantes; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; V Semana de Caprinocultura y Ovinocultura Brasileira; Campo Grande Brasil; pp. 1, 3,4 y 7.

Ojeda, A; 2009; Ecografía en ovinos para el diagnóstico gestacional; Trabajo Presentado para Obtener el Título de Ing. Agropecuario; Universidad de

Magallanes, Facultad de Ciencias; Escuela de Ciencias y Tecnologías en Recursos Agropecuarios y Acuícolas; Punta Arenas, Chile; pp. 22-24.

Olivo, S. D; 2006; Sincronización e inseminación artificial en ovinos; Informe de Servicio Social Para Obtener el Título de Médico Veterinario Zootecnista; Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; Morelia, Mich. México; pp. 15, 37, 38.

OMM (Organización Meteorológica Mundial); 2011; Guía de prácticas meteorológicas: Métodos estadísticos para analizar conjuntos de datos; OMM N° 100; pp.80-85.

Ortega, M.E y Gómez, A.A; 2006; Aplicación del conocimiento de la conducta animal en la producción pecuaria; Interciencia; Diciembre 2006: 31 (12); pp. 845 y 846.

Paez, E. M, y Corredor E. S; 2014; Evaluación de la aptitud reproductiva del toro; Ciencia y Agricultura; Vol. 11, No. 2: pp. 53-55.

Parraguez, V.H; Blank, O; Muñoz, C. y Latorre, E; 2000. Inseminación artificial en ovinos. Mon. Med. Vet. 20:69-77

Pliego, G; 2005; Respuesta ovárica a un estímulo superovulatorio con diferentes niveles de FSH en ovinos Pelibuey; Tesis Para Obtener el Título de Médico Veterinario Zootecnista; Universidad Veracruzana; Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; Veracruz, Veracruz; pp. 13 y 14.

Porras, A; Zarco, L. A. y Valencia, J; 2003; Estacionalidad reproductiva en ovejas; Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México; Ciencia Veterinaria, CONACYT; pp. 8.

Ramos, A.M; Delgado, A. y García, J.I; 2012; Inseminación artificial intrauterina y comparación de resultados referentes al tiempo posterior a la inducción de ovulación; Revista Mexicana de Medicina de la Reproducción; Vol. 4 (4); pp.165.

Rodríguez, R; 2007; Tasa de fecundación en la monta natural e inseminación artificial cervical en ovinos; Tesis Para Obtener el Título de Lic. en Ing. Agronómica Zootecnista; Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Unidad Académica de Ingeniería Agrohidráulica, Programa de Ingeniero Agrónomo Zootecnista; Julio 2007; Tlatlauquitepec, Puebla; pp. 6.

Rosa, H. y Bryant, M; 2003; Seasonality of reproduction in sheep; Small Ruminant Research; pp 156,

Russel, A; 1984; Body condition scoring of sheep. In Practice; 5; pp. 91-93.

Salamon S; 1990; Inseminación artificial de ovejas y cabras; Ed. Acribia; Zaragoza, España; pp. 42-48.

Sánchez, S; Vázquez, JL. y López, E; 2011; Efecto del nivel de energía y proteína en la población folicular, tasa de gestación y condición corporal de ovejas Pelibuey; zootecnia.chapingo.mx

Sánchez, R; Ochoa, R; Rodríguez, E; Roque, J; Ortega, C; Palacios, H; y Carrillo, A; 2001; Importancia de los recursos genéticos pecuarios en la producción animal; De Nuestra Cosecha; 84; pp 1.

Serrano, B; 2011; Evaluación del comportamiento reproductivo de ovinos de pelo bajo un manejo silvopastoril de la finca de San Julián; Tesis Para Obtener el Título de Médico Veterinario Zootecnista; Universidad de San Carlos de Guatemala; Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; Guatemala; pp 6.

SIAP-SAGARPA; 2017; Producción ganadera; Población ganadera; Ovino; Servicio de información; Actualizado: Septiembre 2016; Fecha de Consulta 27/feb/2017; www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera.

Squella, F; 2007; Técnicas de Producción ovina para el Secano Mediterráneo de la VI Región: Los Animales y su Manejo; Boletín INNIA N° 166; Instituto de Investigaciones Agropecuarias; Santiago de Chile; pp. 100.

Tejedor, T; Monteagudo, V; Laviña, A. y Macías, A; 2016; Factores ambientales que influyen en el éxito de la inseminación artificial en la raza ovina rasa aragonesa; Departamento de Anatomía, Embriología y Genética Animal, Universidad de Zaragoza; Asociación Nacional de Criadores de Ganado Ovino Selecto de Raza Rasa Aragonesa (ANGRA); Zaragoza, España; Arch. Zootec. 65 (251); pp. 322.

Ungerfeld, R; 2016; Manejo de la estacionalidad reproductiva en pequeños rumiantes; Archivos Latinoamericanos de Producción Animal Vol 24 (2) 2016; pp. 112.

Uribe, L.F; Correa; A. y Henry, J; 2009; Características del crecimiento folicular ovárico durante el ciclo estral en ovejas; Rev. Biosalud; Vol. 8; pp. 117-120.

UNO (Unidad Nacional de Ovinocultores); 2017; Razas ovinas: de pelo y de lana; Fecha de Consulta; 4/abr/2017; www.uno.org.mx/razas_ovinas.

Valencia, M., Heredia, M., González, E. 1981. Estacionalidad reproductiva en hembras Pelibuey; Memorias de la VIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Sto. Domingo, República Dominicana. F48. p. 137.

Valencia, J; Porras, A; Mejía, O; Berruecos, J; Trujillo, J. y Zarco, L; 2006; Actividad reproductiva de la oveja Pelibuey durante la época de anestro: influencia de la presencia del macho; Rev. Científica FCV-LUZ Vol. XVI N°2; pp. 139-141.

Velarde, C; 2006; Cátedra de reproducción y genética en ovinos y caprinos: sincronización del celo; Servicio Social para Obtener el Título de Médico Veterinario Zootecnista; Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán; Cuautitlán Estado de México; pp. 4.

Wildeus, S; 2000; Current concepts in synchronization of estrus: sheep and goats; Agricultural Research Station, Virginia State University, Petersburg 23806, Proceedings of the American Society of Animal Science, American Society of Animal Science; p12-22.

Zooetis, de México; CIDR 330 sheep & goat insert dispositivo intravaginal con progesterona para controlar el estro en ovejas y cabras; Fecha de Consulta 7/Mayo/2017.