



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO**
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**EVALUACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL POR LAPARASCOPIA EN DOS
UNIDADES DE PRODUCCIÓN OVINA SEMI-INTENSIVAS DEL ESTADO DE MICHOACÁN.**

TESIS

Que presenta

Ingrid Brenda Olivo Zepeda

Para obtener el grado de:

Maestra en Desarrollo Tecnológico en Sistemas de Producción Animal

DIRECTOR DE TESIS: Dr. Jesús Conejo Nava

CO-ASESOR Dr. Marcos Cajero Juárez

ASESORES: Dr Jaime Tena Martínez

**MC Said Cadena Villegas
Dr Daniel Val Arreola**

Tarímbaro, Michoacán, México, diciembre del 2015.

DEDICATORIA

A MIS ABUELITAS Y PAPÁS

*Por estar siempre a mi lado y ser parte de mis logros, pero sobre todo
por enseñarme el valor de la familia.*

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por ser la institución que me ha formado.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por contribuir a mi formación como estudiante y profesionalista.

A la Unidad de Servicios Integrales en Reproducción Animal por ser parte de mi formación, preparación y desarrollo como alumno, docente y médico veterinario.

Al posgrado de la FMVZ por contribuir en mi formación y por las amistades que he podido hacer durante mis estudios.

A mi asesor el Dr. Marcos Cajero Juárez por su amistad, ejemplo y motivación que me ha brindado desde el momento en que tuve la oportunidad de conocerlo y estar en su laboratorio.

A mi amiga la Dra. Rosa Elvira Núñez Anita por su cariño, paciencia y apoyo en los momentos difíciles.

A mi director de tesis el Dr. J. Jesús Conejo Nava por su amistad, paciencia y tolerancia pero sobre todo por la confianza que deposita en mí.

A los Dres. Manuel Jaime Tena Martínez, Daniel Val Arreola y al MC Said Cadenas Villegas por su asesoría, amistad y apoyo.

Al Dr. Javier Hernández por sus enseñanzas y amistad

Al Dr. Ramiro por su amistad y por las facilidades que otorgo para la realización de este trabajo.

Al Dr. Orlando A. Vallejo Figueroa por su apoyo como administrativo y amigo.

Al Dr. Rafael Tzinzun por su apoyo y amistad.

A Juan Pablo Flores Padilla por su paciencia y apoyo pero sobre todo por compartir su vida conmigo.

A mis hijas Alondra Paolo Flores Olivo y Miranda Quetzali Flores Olivo por ser mi alegría y mi mayor motivación.

A mis hermanos Carlos Oliver Olivo Zepeda y Abril Paloma Olivo Zepeda por su apoyo, amor, solidaridad y ejemplo.

A mi mejor amiga Irma Arcelia Toscano Torres por ser parte de mi vida y por estar en los momentos difíciles. Este trabajo no hubiera sido posible sin tú ayuda.

A mis amigas Angélica Gonzales Baltazar, Venancio García Gonzales, Roselia Corona Flores, Virginia Torres Camarena, Valeria Quevedo Anguiano, por su valiosa amistad y por ser parte de mis logros.

Agradecemos el financiamiento parcial otorgado por la coordinación de la investigación científica a través del convenio CIC-UMSNH 2014.

ÍNDICE

1.-INTRODUCCIÓN	1
II.-ANTECEDENTES.....	1
2.1.- <i>Situación y de la ovinocultura en México y Michoacán</i>	5
2.2.- <i>Problemática de la ovinocultura en Michoacán</i>	9
2.3.- <i>Inseminación Artificial (IA) Ovina</i>	10
2.3.1.- <i>Objetivo de la Técnica de la IA en Ovinos</i>	10
2.3.2.- <i>Técnicas de IA en Ovinos</i>	12
2.3.4.- <i>Ciclo Estral (CE)</i>	15
2.3.5.- <i>Sincronización del estro</i>	16
III.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
IV.- HIPOTESIS	19
V.- OBJETIVO GENERAL.....	19
5.1.- <i>Objetivos particulares.</i>	19
VI.- MATERIALES Y MÉTODOS	20
6.1.- <i>Criterios de selección de las hembras ovinas.</i>	21
6.2.- <i>Protocolo de sincronización de estros de hembras ovinas</i>	21
6.3.- <i>Colección, evaluación y procesamiento del semen ovino.</i>	21
6.4 <i>Detección de Estros</i>	23
6.5 <i>Inseminación Artificial por Laparoscopia de Hembras Ovinas</i>	23
6.5.1 <i>Procedimiento para la Inseminación Artificial por Laparoscopia.</i>	23
6.6.- <i>Manejo de las montas inducidas</i>	24
6.7.- <i>Diagnóstico de gestación</i>	24
6.8.- <i>Análisis de la información</i>	24
VIII. DISCUSIÓN	32
X.- BIBLIOGRAFIA.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro 1. <i>Tasas de concepción con diferentes procedimientos de IA con semen fresco o congelado-descongelado.</i>	13
Cuadro.2. <i>Estadísticas de inseminación artificial en ovinos en varios países realizadas entre los años 1980 al 2000 (Foote, 1999)</i>	18
Cuadro.3.- <i>Fertilidad con respecto a la técnica de Inseminación Artificial (IA).</i>	19
Cuadro 4. <i>Espermiograma de los sementales utilizados en el experimento</i>	22
Cuadro.5. <i>Indicadores de calidad del semen (criopreservado o refrigerado).</i>	23
Cuadro6. <i>Frecuencias de gestación, observadas en el primer ensayo.</i>	26
Cuadro7. <i>.Frecuencia de intervalo de tiempo de la detección del estro a la inseminación artificial</i>	27
Cuadro.8.- <i>Efecto de la raza del semental sobre la fertilidad.</i>	27
Cuadro.9.- <i>Efecto de la condición corporal de las hembras sobre las proporciones de hembras gestantes.</i>	28
Cuadro 10.- <i>Animales gestantes usando inseminación artificial y monta natural en el segundo ensayo.</i>	28
Cuadro 11- <i>Intervalo de tiempo sobre la detección del estro.</i>	29
Cuadro.1.- <i>Efecto de la condición corporal sobre la proporción de animales gestantes.</i>	29
Cuadro.13.- <i>Efecto del peso sobre los porcentajes de animales gestantes.</i>	30
Cuadro.14.- <i>Efecto de la condición corporal sobre la proporción de animales gestantes.</i>	30
Cuadro.15 <i>.Estimación del Costo de la Inseminación Artificial por Laparoscopia por borrega</i>	31
Cuadro 16.- <i>Estimación del Costo del semental ovino por ciclo reproductivo en la unidad de producción de Epitacio Huerta, Michoacán.</i>	31

ÍNDICE DE ESQUEMAS Y FIGURAS

Figura 1. <i>Número potencial de corderos nacidos/año por cada semental empleado con monta natural o IA con semen fresco y semen congelado.</i>	11
Figura 2. <i>Tipos de cérvix:(a) Alineado, (b) Sinuoso y (c) Serpentado.</i>	12
Figura 3. <i>Inseminación Artificial Cervical.</i>	15
Figura 4. <i>Inseminación Artificial Uterina.</i>	16

RESUMEN

En México, la inseminación artificial (IA) se utiliza poco en hatos ovinos. El objetivo de este trabajo fue implementar y evaluar la técnica de inseminación artificial por laparoscopia en dos unidades de producción ovina semiintensivas en el estado de Michoacán. Los ensayos se realizaron en verano. En el primer ensayo, se sincronizaron 20 hembras, de las cuales 12 se inseminaron por laparoscopia y 8 con monta natural. En el ensayo 2 se sincronizaron 21 hembras de las cuales 10 se inseminaron artificialmente y 11 fueron servidas por monta natural. En ambos ensayos para la sincronización de calores de las ovejas se utilizó Acetato de Melengestrol (MGA) por vía oral (0.22mg /hembra/17 días). La detección de estros se realizó cada ocho horas, utilizando dos machos con mandil. Las ovejas se inseminaron entre las 12-18 horas después de detectado el celo; en el primer ensayo se empleó semen congelado y en el segundo semen refrigerado a 5°C. Se utilizaron dos pajillas de 0.25 ml para cada oveja (100×10^6). El diagnóstico de gestación se realizó por ecografía a los 45 días. En ambos ensayos 42 (100%) hembras presentaron estro, entre los días 4-8 postratamiento con MGA. En el caso del ensayo El porcentaje de gestación para monta natural e inseminación artificial fue del 50% y 83.3%, respectivamente, sin diferencias estadísticas ($P > 0.05$), .En el ensayo 2 (El porcentaje de gestación para monta natural e inseminación artificial fue del 45.5% y 50.0%, respectivamente, sin diferencias estadísticas ($P > 0.01$). Se detectó en un ensayo, que la condición corporal y el peso de la hembra al momento del servicio afectaron la tasa de preñez. No se observaron efectos del semental ni del momento de la inseminación. El costo de la IA fue mayor que la monta natural pero sin considerar su potencial en el mejoramiento genético.

Palabras clave. Inseminación artificial, laparoscopia, sistema producción, ovinos, fertilidad.

ABSTRACT

In Mexico, artificial insemination (AI) is rarely used within sheep herds. The aim of this study was to implement and evaluate artificial insemination technique by laparoscopy in two semi-intensive sheep farms in the state of Michoacan. The assays were performed in summer; the first trial, 20 females were synchronized, of which 12 ewes were inseminated by laparoscopy and 8 ewes with natural mating. In trial 2, 21 females of which 10 ewes were artificially inseminated and 11 ewes were bred by natural mating. Estrous were synchronized using orally Melengestrol acetate (MGA) (0.22mg per female during 17 days) in both trials. Estrus observations were every eight hours, using two males with apron. The ewes were inseminated between 12-18 hours after estrous observation; in the first trial frozen semen were frozen and in the second trial cooled semen at 5 °C were used. In each ewe two straws of 0.25 ml (100×10^6 sperm) were used. Pregnancy diagnosis was performed by ultrasonography at 45 days. In both trials, it was observed 100% females in estrus, between 4-8 days post-treatment with MGA. The pregnancy rate for natural mating and artificial insemination was 50% and 83.3%, respectively, with no statistical differences ($P > 0.05$). In trial 2 (pregnancy rate for natural mating and artificial insemination was 45.5% and 50.0%, respectively, with no statistical difference ($P > 0.01$)). The cost of the IA was higher than natural breeding without considering their genetic merit.

Key words: Laparoscopic artificial insemination, sheep production systems.

1.-INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la ovinocultura se está convirtiendo en una actividad pecuaria de gran importancia. En el caso de México, se observó un crecimiento del inventario ovino, de 2'173,329 cabezas en 2003 a 2'915,534 en 2013, lo cual representó un incremento del 34.2%; considerando la producción de carne en canal, también se observó un incremento del 37.5%, al pasar de 42,166 toneladas en 2003 a 57,980 toneladas en 2013.

El consumo nacional aparente observó una reducción del 21.9%, dado que, no obstante el incremento de la producción nacional, las importaciones de carne en canal se redujeron en un 75%, en el periodo de 2003 a 2011, por lo que al finalizar este periodo, se importó solamente el 15.8% del consumo de carne ovina (SIIAP, 2015; FAOSTAT, 2015). Los países a los que México compra carne ovina son: Nueva Zelanda, Chile y Australia (Arteaga, 2006; De Lucas y Arbiza, 2006).

Michoacán aporta 1,209 toneladas, teniendo una participación nacional del 3.3% (SAGARPA, 2013). La existencia de un mercado interno para la carne ovino en México genera una oportunidad para el crecimiento de la ovinocultura, el cual podrá ser sustentado en la medida que se incorpore una mayor tecnificación, tanto en las explotaciones enfocadas a la cría como en las enfocadas a las de engorda (Martínez *et al.*, 2011).

De tal forma para que la producción ovina sea competitiva es necesario cambiar de manera substancial y gradualmente los sistemas tradicionales, aplicando manejo controlado en áreas como la nutrición, reproducción y sanidad (Rubianes y Ungerfeld, 2002).

Martínez *et al.*, (2011) consideran que la problemática de la producción de ovinos de manera rentable en México depende de varios factores. Entre ellos la poca aplicación de las tecnologías por parte de los propietarios, trabajadores, Médicos Veterinarios, ovinocultores y borregueros. Aunado a esto, existe poco personal especializado en ovinos, tanto de mano de obra, técnicos y profesionistas. De la

Cruz y Gutiérrez (2009) indican que para aumentar el nivel productivo y por lo tanto, la eficiencia de los sistemas de producción ovina, se debe introducir animales probados en su comportamiento individual o progenie. Según De la Cruz (2005), el problema para lograr el progreso genético de la población ovina en México radica en que no existen objetivos claros de los sistemas de producción ovina, hay desconocimiento por parte de los técnicos y productores de las posibilidades de selección y sobre todo, se carece de información de calidad del rendimiento animal. Esto se refleja en bajos índices productivos y reproductivos nacionales y estatales, comparados con países con una industria ovina avanzada. Estos autores enfatizan que la ovinocultura nacional requiere que se adopten herramientas como la inseminación artificial por laparoscopia, para poder establecer programas de mejoramiento genético eficientes.

La inseminación artificial en ovinos se inició a principios del siglo XX en Rusia con semen fresco el cual era depositado en el fondo de la vaginal, obteniendo muy bajas tasas de fertilidad (5-30%). Al perfeccionarse la técnica surge la inseminación cervical o pericervical con semen fresco o refrigerado, la cual observa resultados que van del 10 al 60%, debido a la diversidad morfológica en la anatomía del cérvix en esta especie. Éste el método, en su momento, fue el más utilizado en el mundo.

Para dar solución a dicha situación se ha desarrollado la técnica de inseminación laparoscópica la cual permite un mejor acceso al útero de los ovinos, así como la valoración de la cavidad abdominal y por lo tanto la optimización del semen; los resultados reportados por dicha técnica indican tasas de fertilidad hasta del 80%, por lo que se ha convertido en la técnica más utilizada en Europa y Sudamérica.

En México, se utiliza muy poco la IA en la especie ovina. En Yucatan, se reporta su utilización en solamente el 2% del estrato de ovinocultores con >50 vientres (Góngora *et al.*, 2010). En el Estado de Hidalgo se han comenzado un servicio de inseminación artificial apoyando a los productores de ovinos dentro del marco de un programa de asistencia técnica en los últimos años, con el objetivo de cubrir las

deficiencias productivas en los diferentes rebaños reforzando los aspectos de nutrición, sanidad, instalaciones y reproducción (Cadena, 2011).

En el presente trabajo se abordan la aplicación de algunas biotecnologías reproductivas como la sincronización de celos y el diagnóstico de gestación con el objetivo de potenciar la eficiencia de la técnica de inseminación artificial por laparoscopia con semen refrigerado y congelado en ovinos y evaluar su aplicación en dos explotaciones ovinas en el Estado de Michoacán.

II.-ANTECEDENTES

2.1.-Situación de la ovinocultura en México y Michoacán

En México la producción ovina tiene características regionales, identificándose tres regiones norte, centro y sur. La región norte basa su producción en ovinos de razas especializadas en producción de carne, que se encuentran en sistemas de producción tecnificados. La región centro emplea ganado cruzado con Suffolk o Hampshire y razas de pelo; se desarrolla principalmente en zonas marginadas, en agostaderos y en terrenos agrícolas, donde utilizan los residuos de las cosechas. En la región Sur y sureste con características tropicales, se emplean generalmente razas de pelo, principalmente Pelibuey y Black Belly, aunque se han incorporado otras razas como Dorper y Katahdin (Macedo y Castellano, 2004; Cuellar, 2006; Núñez, 2009)

En función del nivel tecnológico y los objetivos de producción, los sistemas de producción ovina se clasifican en tres tipos: extensivos, semi-intensivos e intensivos (Vilaboa, *et al.*, 2006; Núñez, 2009; Nuncio *et al.*, 2012).

Extensivos: en este tipo de sistemas todos los animales se mantienen en un solo rebaño, sin ningún control reproductivo, empleo de sementales de dudosa calidad genética y existe un alto grado de consanguinidad en los rebaños. La alimentación se basa exclusivamente en pastoreo, aprovechando los forrajes que crecen en forma natural. El pastoreo es libre sin restricciones. En algunos casos los ovinos son cuidados por un pastor que se encarga de moverlas por los lugares donde existe forraje y a los cuales tiene acceso. No reciben alimentación complementaria, salvo algunos casos cuando se aprovechan productos o subproductos agrícolas de la región. Generalmente no aplican prácticas zootécnicas de control sanitario, reproductivas o productivas. Las áreas de pastoreo no son fertilizadas ni tienen control de malezas. Las instalaciones, si las hay, son rústicas, con poca higiene y para su construcción se utiliza material de la región. En estos sistemas, la inversión y la productividad son reducidas y por ello

existe un bajo número de corderos vendidos debido a la elevada mortalidad y extravió de corderos por abandono en el campo, por ataque de predadores y robos. Los corderos que logran sobrevivir tienen bajas ganancias de peso, por lo que tardan más de un año en salir al mercado (Núñez, 2009; Nuncio *et al.*, 2012). Este sistema muestra una mayor autonomía económica y una mayor sostenibilidad que el semi-intensivo ((Vilaboa, *et al.*, 2006)

El productor promedio de este tipo de sistemas son campesinos sin tierra, que no piensan en los ovinos como alternativa para lograr un beneficio económico, sino como un simple ahorro del cual hace uso en situaciones económicas de emergencia; por lo regular no tiene asistencia técnica y emplea técnicas tradicionales de producción, como empadre continuo, cruzamiento entre animales emparentados, no desteta y sus criterios de selección se basan en aspectos fenotípicos (Bobadilla *et al.*, 2015)

Semi-intensivos: En este tipo de sistemas los animales pastorean por la mañana y regresan a corrales de encierro entre las cuatro y seis de la tarde. Reciben alimentación complementaria basada principalmente en concentrado comercial. Existe un mejor aprovechamiento de la mano de obra para el cuidado de los animales; algunas prácticas zootécnicas permiten mantener la salud de los animales. En estos sistemas las ganancias de peso son mayores a las obtenidas en condiciones extensivas, fluctuando entre los 90 y 100 gramos por día (Núñez, 2009; Reyes *et al.*, 2011; Nuncio *et al.*, 2012). En estos sistemas el productor promedio presenta una situación económica desahogada y actitud abierta que les permite acceder a una tecnología para lograr una producción eficiente. Desafortunadamente este tipo de productor es poco numeroso, sin embargo, es probable que pueda servir como puntal para lograr una mayor oferta de borrego a nivel nacional (CEPAL, 1999).

Intensivo en Confinamiento total. Es un sistema empleado por muy pocos productores. Los animales dependen totalmente de los alimentos proporcionados en el corral. Es usado principalmente por productores de pie de cría, ya que solo vendiendo animales con el sobreprecio que da este tipo de producto es rentable el

sistema (Núñez, 2009; Reyes *et al.*, 2011; Nuncio *et al.*, 2012). El productor promedio cuenta con gran poder económico y político, recibe asistencia técnica especializada, es sujeto de crédito, posee instalaciones funcionales y lleva a cabo técnicas de vanguardia. Aunque sus costos de producción son elevados, el precio de mercado que alcanza sus animales triplica o cuadruplica la de los destinados para abasto de carne (Núñez, 2009; Nuncio *et al.*, 2012).

En este tipo de sistema el productor promedio es una persona joven muchas veces un profesionista o comerciante exitoso que posee la cultura empresarial en el ramo agropecuario, donde existen objetivos claros, planeación y proyección de la producción. Otros son productores o exproductores de aves, cerdos y leche bovina, que conocen la diferencia entre lo que es gasto e inversión. Tienen una actitud de apertura a las innovaciones tecnológicas y son receptivos a las recomendaciones técnicas, las cuales pretenden redunden en un beneficio económico. La ovinocultura empresarial está orientada principalmente a la producción y engorda de cordero para el abasto, existen esquemas incipientes de producción en este sentido. Cabe hacer mención que este sistemas desde hace 15 años han mostrado un fuerte avance y los índices productivos lo muestran, esto hace a estos sistemas eficientes desde el punto de vista económico, pero se han encontrado con la limitante de no contar con animales con las características adecuadas para alcanzar indicadores productivos (en la engorda) que lo lleven a un mayor grado de eficiencia (Cuellar, 2006)

En el estado de Michoacán el sistema de producción ovina predominante es el semi-intensivo (Ochoa *et al.*, 2013) y se concentran en cuatro zonas principalmente (Altiplano Michoacano, Bajío Michoacano, Valle de Apatzingan, Trópico Subhúmedo). El 58% de la producción del Estado de Michoacán está en la zona del Altiplano Michoacano, la cual está conformada por los municipios de Epitacio Huerta, Contepec, Ciudad Hidalgo, Zitácuaro, Maravatio, Ocampo, Senguio, Tlalpujahua, Zinapecuaro, Alvaro Obregón, Jungapeo, Morelia y Tuxpan, estimando una población ovina en 108 mil cabezas, lo que representa el 50% de la población estatal (INEGI, 2010). En los municipios de Epitacio Huerta y

Contepec se encuentra el 14.2% del inventario estatal (35,722), y se extrae el 15.1% de la producción estatal (218 toneladas).

La ovinocultura en los municipios de Contepec y Epitacio Huerta representa un potencial para su crecimiento, por su cercanía al mercado (Estado de México y Querétaro), en el cual la demanda durante todo el año, es mayor que el abasto., Esta oportunidad de mercado no es aprovechada, puesto que estos sistemas son sumamente tradicionales y no contemplan cambios importantes en lo que se refiere a transferencia de tecnología y por lo tanto la productividad es baja e inconsistente (Ochoa *et al.*, 2013).

Aunque existen poco reportes que describan los sistemas ovinos en Michoacán, el mismo autor señala que en estés sistema el tamaño promedio del rebaño es de 79 cabezas con la siguiente estructura: 56 hembras multíparas, 12 hembras primaras, 9 de reemplazo y 2 sementales.

El sistema de alimentación que utilizan presenta las características del sistema mixto en donde pastorean y suplementan con los granos y forrajes que se producen dentro del mismo sistema, sin embargo la disponibilidad de alimento está relacionada con la estación del año, esto trae como consecuencia que la producción sea estacional, es decir que la época de empadre es de abril a julio, los partos se presentan de octubre a enero y los destetes de febrero a abril, si se compara con la época con disponibilidad de alimento, existe mayor disponibilidad de forraje en los meses de septiembre a marzo y si los destetes se realizan de febrero-abril las hembras manifiestan el estro entre abril y julio debido a que la condición nutricional les favorece, esto trae como resultado que los partos se den entre octubre y enero en este tiempo las crías y las madres tendrán las mejores condiciones en cuanto a disponibilidad de forraje se refiere.

Los autores citados anteriormente, observan que las prácticas zootécnicas que se realizan en este tipo de sistemas son cinco: A) administrativas; son pocos los que llevan registros (24% en promedio) aun y cuando más de la mitas identifica a sus animales de alguna forma (54% de los sistemas), B) preventivas; esta es una

práctica adoptada casi en la totalidad de los sistemas en estos municipio (94% vacuna y 100% desparasita). C) alimentación; pocos elaboran dietas (32% en promedio), el establecimiento de praderas lo realizan menos de la mitad (43% en promedio), en cuanto a la conservación de forrajes solo el 37% de los sistemas lo realizan. D) reproductivas; solo el 24% controla el empadre y en el 27% de los sistemas definen cruza. E) productivas; en el 10% de los sistemas destetan a los dos meses y solo 2% de los sistemas realizan engordas de forma intensiva.

Estas prácticas las realizan productores que tienen a la ovinocultura como actividad secundaria (95.6%), cuya actividad primaria es la agricultura (46.6%), comercio (33.3%) y jornalero (15.5%) y la edad varia de los 36-50 años con una experiencia promedio como avinocultor de 15.5 años.

2.2.- Problemática de la ovinocultura en Michoacán

La ovinocultura en Michoacán presenta problemas relacionados con la producción y reproducción, la deficiente calidad genética del rebaño; alta consanguinidad y baja incorporación de prole de mayor calidad; alta mortalidad y bajo porcentaje de destete; insuficiente capacitación y deficientes procesos de transferencia de tecnología; falta de planeación de la producción en función del mercado.

Esta situación se puede observar en los indicadores productivos y reproductivos (intervalo entre partos de 8-10 meses, fertilidad de 60-70%, prolificidad de 1.3 y una lactancia de 4 meses, mortalidad en crías del 8% y en adultos del 5%, peso promedio al nacimiento de 3.8 kg, peso promedio al destete de 16.5 kg, conversión alimenticia de 255 g/día y una relación hembras/macho de 30/1) (Perea y Flores, 2007).

Perea y Flores (2007) mencionan que en la parte reproductiva se requiere de implementar innovaciones no solo con la finalidad de mejorar los indicadores reproductivos, si no de mejorar genéticamente para lograr incrementar los

indicadores productivos y con ello llevar a la ovinocultura del estado a un mayor grado de eficiencia.

La inseminación de borregas por laparoscopia es una innovación en la reproducción de los hatos, la cual puede ser eficiente al aplicarse con las medidas, tiempos adecuados y personal calificado. Así mismo, su implementación permitirá generar beneficios para mejorar las características productivas y reproductivas en sistemas de producción ovina.

2.3.-Inseminación Artificial (IA) Ovina

La IA es una técnica de reproducción en la cual el semen de los machos, colectados artificialmente, es depositado en el tracto reproductivo de las hembras en el momento adecuado, con la finalidad de fecundar los óvulos maduros y lograr la gestación (Ramírez, 2005).

2.3.1.-Objetivo de la Técnica de la IA en Ovinos

El objetivo del uso de la IA en ovinos es el mejoramiento genético en un corto periodo de tiempo, así como potencializar el uso de sementales genéticamente superiores (Figura 1) y evitar la transmisión de enfermedades venéreas. (Dattena y Mayorga, 2011). La IA es una técnica reproductiva práctica y eficiente que puede ser utilizada para evaluación de sementales en programas de mejoramiento genético. El uso de semen congelado permite la evaluación de machos no contemporáneos y de diversos orígenes en centros de prueba de progenie brindando así una referencia para su aplicación regional (Cueto *et al.*, 2002).

Desde el punto de vista del productor, el uso de IA debe ser económicamente justificable. Hasta ahora se ha usado principalmente en animales con alto valor económico. De hecho, el usuario más grande de la tecnología de la IA son los hatos núcleo de las empresas genéticas . El semen de estas empresas también se

vende a los productores de hembras reproductoras. Otro uso de IA en ovejas es el acceso al banco de semen de nuevas razas o razas exóticas (Del Pino, 2001).

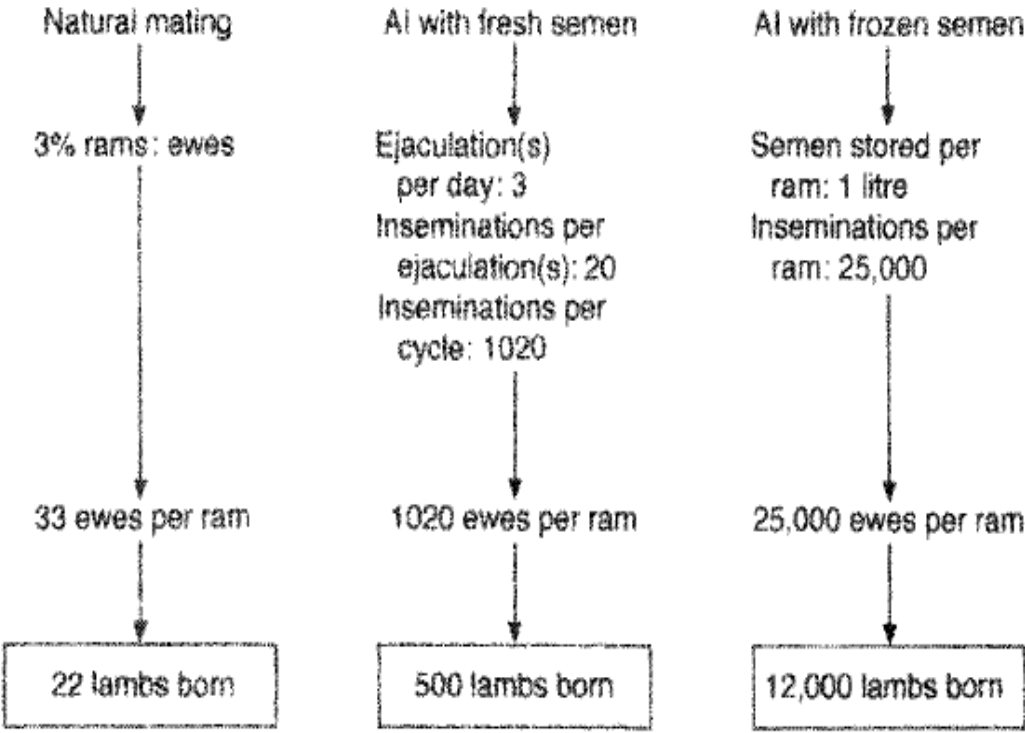


Figura 1. Número potencial de corderos nacidos/año por cada semental empleado con monta natural o IA con semen fresco y semen congelado (Gordon, 2004).

El semen congelado facilita el comercio a grandes distancias, incluso entre continentes.

2.3.2.-Técnicas de IA en Ovinos.

2.3.2.1.-Características anatómicas del cuello uterino de la oveja

El cuello uterino o cérvix de la oveja, presenta una morfología e histología muy peculiar de formación cilíndrica, firme, de consistencia dura por presencia de fibras de colágeno y un canal sinuoso muy estrecho en partes, con fondos de saco ciego, por presencia de pliegues cervicales variables (figura 2), lo que dificulta atravesar el cérvix para depositar el semen en el útero. Esta es una de las razones por las que la IA en ovinos no se ha desarrollado en la misma velocidad que en los bovinos (Rodríguez, 2012; Stellflug, 2014).

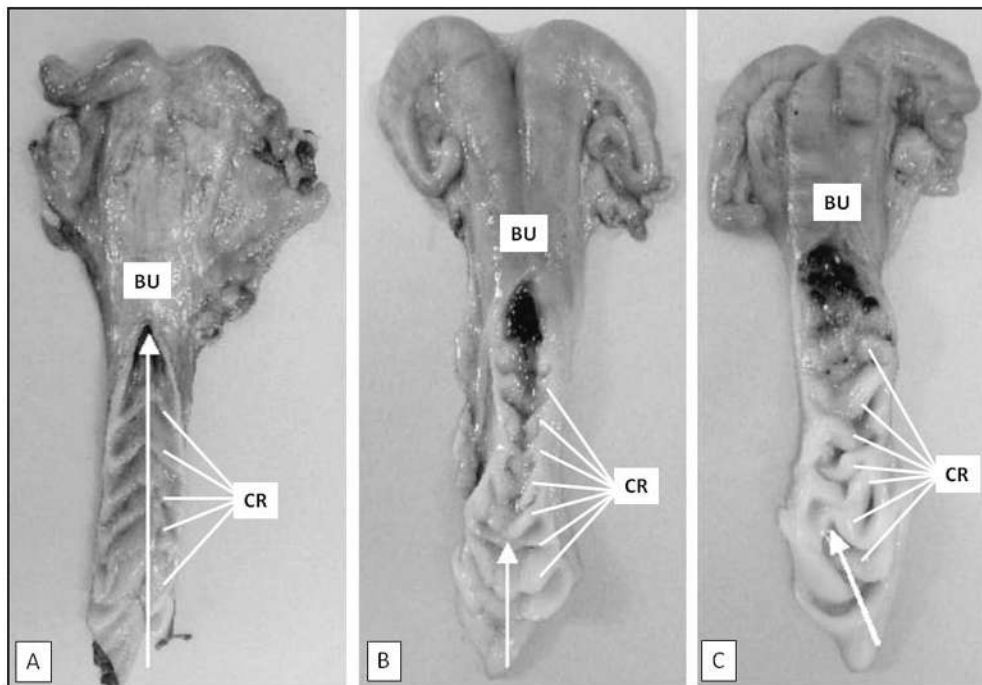


Figura 2.- Tipos de cérvix:(a) Alineado, (b) Sinuoso y (c) Serpentado.

2.3.2.2. Procedimientos de IA en ovejas

Existen cuatro procedimientos para depositar el semen en el tracto genital de la borrega, los cuales son el resultado de la evolución de la técnica (Buckrell, 2000). En la década de los sesentas, el semen fresco se depositaba en la vagina de la borrega (Inseminación artificial vaginal o IAV). Las bajas tasas de fertilidad (20-60%) obtenidas por el anterior procedimiento, obligaron evolucionar hacia la inseminación cervical (IAC), con semen fresco, lográndose mejores resultados, de 40-80 % de fertilidad a parto. La aplicación de este procedimiento con semen congelado en ovejas sincronizadas genera bajas tasa de fertilidad 25-40%, por lo que solo se recomienda en ovejas bajo celo natural (30-60%). La disponibilidad de semen congelado-descongelado llevo al desarrollo de la inseminación intrauterina por laparoscopia, en la década de los ochentas (IAL) y de la inseminación transcervical (IAT) en los noventas., lográndose obtener mejores resultados con la primera, por lo que su empleo se ha generalizado en todo el mundo (cuadro 1).

Cuadro 1. Tasas de concepción con diferentes procedimientos de IA con semen fresco o congelado-descongelado (Shipley et al., 2007)

Type of Semen	Dose of Progressively Motile Semen	Location of AI	Expected Lambing Rates (%)
Fresh	400 × 10 ⁶	Vaginal	20-60
	200 × 10 ⁶	Cervical	40-80
	20 × 10 ⁶	Laparoscopic	70-100
	100 × 10 ⁶	Transcervical	40-80
Frozen-thawed	400 × 10 ⁶	Vaginal	5-20
	200 × 10 ⁶	Cervical	
		Synchronized estrus	25-40
	Natural estrus	30-60	
	20 × 10 ⁶	Laparoscopic	40-80
100 × 10 ⁶	Transcervical	30-70	

Brevemente se describen con mayor detalle los cuatro procedimientos de IA mencionados:

2.3.2.2.- Inseminación Artificial Vaginal (IAV)

La Inseminación artificial en ovinos se inició depositando el semen fresco o diluido (400×10^6) dentro del fondo de la vagina con ayuda de un espéculo y una pipeta de plástico conectada a una jeringa. La vulva de la hembra se limpia y seca perfectamente para evitar la contaminación de la vagina al introducir la pipeta.

Con esta técnica se han obtenido gestaciones del 20-60% con semen fresco; en el caso de la utilización de semen congelado depositado vía vaginal profunda se han reportado rangos poco aceptables de fertilización (5-20%), por lo que no se recomienda (Salamon, 1990; Rangel, 2001; Muñoz, 2002; Domínguez *et al.*, 2007).

La baja fertilidad de esta técnica se atribuye al transporte deficiente del semen a través del cérvix, a la viabilidad reducida que presentan los espermatozoides en el tracto genital de las ovejas, a las reacciones inmunológicas en el canal cervical, a las características de la mucosa cervical al momento de la inseminación y al estrés al que son sometidas las borregas al momento de la inseminación (Muñoz *et al.*, 2002).

2.3.2.4.- Inseminación Artificial Cervical (IAC)

Esta técnica implica el depósito del semen a una profundidad de hasta 2 cm dentro del canal cervical; dicha técnica se ha perfeccionado con el tiempo al incorporar elementos tales como la luz de una lámpara, un tubo de vidrio y un espejo, utilizados de la siguiente forma: El espéculo se introduce en la vagina y con la lámpara se hace visible la parte posterior del cérvix y se introduce el tubo

de vidrio para depositar el semen (Figura 3). Con esta técnica regularmente se emplea semen fresco, el cual puede ser o no refrigerado, obteniendo una fertilidad de 20-65% (Ramírez *et al.*, 2005). En este procedimiento no se recomienda el uso de semen congelado puesto que se ha documentado que reduce drásticamente la eficiencia reproductiva (Cseh, Faigl y Amiridis, 2012).

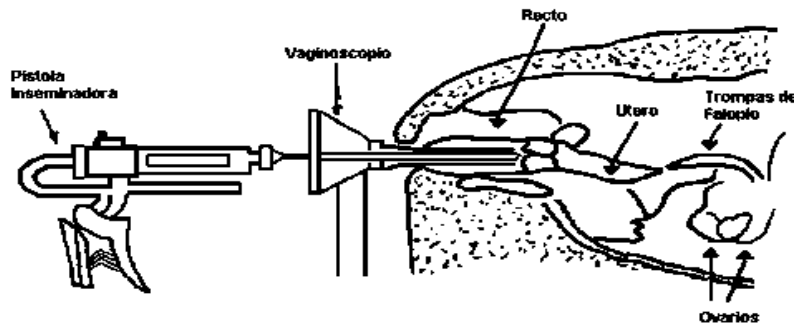


Figura 3 Inseminación Artificial Cervical (Cadena, 2011).

Para solucionar el problema que representa la anatomía del canal cervical se ha recurrido a la administración de hormonas como la oxitocina y el estradiol que en teoría dilatan el cérvix, sin embargo, ninguna ha mostrado ser efectiva (Leethongdee, S., 2009; Aral *et al.*, 2011)

2.3.2.4- Inseminación Artificial Transcervical o Uterina no quirúrgica (IAU).

Esta técnica consiste en depositar el semen diluido o congelado al final del cuello cervical, con ayuda de un espéculo, lámpara, fórceps quirúrgicos, fármacos como la oxitocina, pipeta insemnadora o un endoscopio. Este procedimiento se realiza con la misma técnica de sujeción y limpieza del área que con la cervical; reportando tasas de fertilidad del 40-80% con semen fresco y 30-70% con semen congelado. Sin embargo, no es posible inseminar hembras que presentan un

canal cervical sinuoso (Salamon, 1990), lo que genera una mayor variabilidad en los resultados, con respecto a la inseminación por laparoscopia.

2.3.2.5.- Inseminación Artificial Uterina o intrauterina por Laparoscopia (IAL).

Con esta técnica el semen fresco o congelado se deposita directamente dentro del útero, cerca del oviducto, con la ayuda de un laparoscopio o endoscopio; requiriéndose necesariamente una cirugía menor y no es necesario ningún periodo posoperatorio, es decir, la IAL se considera una intervención ambulatoria. Esta técnica permite observar la cavidad abdominal y evaluar las características de los órganos reproductivos, tales como el ovario y sus estructuras, útero y vejiga, cuya información es importante para determinar si el animal es apto para la IA. Además, se considera una técnica informativa para otras aplicaciones biotecnológicas que incluyen la obtención de óvulos, de embriones y la transferencia de embriones (Figura 4). Así mismo, esta técnica permite la optimización del semen al reducir el número de espermatozoides empleados y depositarlos justo antes de la ovulación, permitiendo mejoras en las tasas de fertilidad, (Evans y Maxwell, 1990).

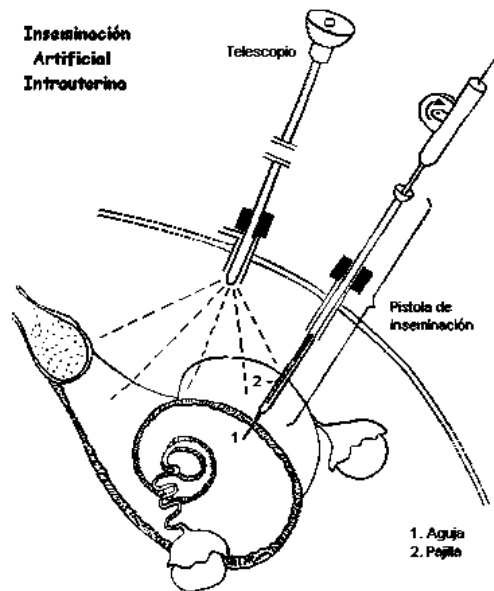


Figura 4. Inseminación Artificial Uterina (Cadena, 2011).

2.3.3.- Antecedentes de la IA

Leeuwenhoek fue el primero en observar a los espermatozoides, a los cuales llamó animalillos. Un siglo después Spallanzani en 1784 inseminó exitosamente una perra, la cual parió tres cachorros 62 días después, por ello al italiano se le considera el padre de la Inseminación Artificial. Heape en 1897 reportó trabajos de IA en otras especies (conejos y caballos) (Burget, 1924; Barcat, 2009).

Los primeros esfuerzos por establecer la IA como un procedimiento práctico fueron realizados en Rusia en el año de 1899 por Ivanow en caballos Ivanow fue pionero en el desarrollo de los extensores de semen; mucho de este trabajo de IA fue adquirido más tarde por Milovanov en 1938, el cual estableció grandes proyectos para la mejora de la cría de ganado ovino y bovino. Sin embargo, no es sino hasta el año 1928 en Rusia, en qué el propio Ivanow aplica la IA en ovinos en gran escala, inseminando un rebaño de 5000 hembras (Foote, 2002). A partir de ese momento se dio inicio a investigaciones tendientes a mejorar la técnica de IA en cuanto a porcentajes de fertilidad utilizando semen fresco.

Terrily Gildow. (1937) encontraron pobres resultados, no obstante, no fue hasta el año 1965 cuando al desarrollarse los programas de sincronización de estros que se pudo implementar en gran escala (Bearden y Fuquay, 1982 No menciona nada al respecto). Se refiere a la laparoscopia como técnica para examen de órganos reproductivos.

Hace catorce años Foote (1999) calculó que en el mundo se inseminaron un promedio de 60 a 70 millones de ovejas por año, obteniéndose 50 a 72 %de fertilidad (Cuadro 2), La mayoría de estas inseminaciones se realizaron con semen fresco o refrigerado, debido a los pobres resultados de fertilidad que se obtenían al usar semen congelado y a la reducción de la viabilidad espermática (Maxwell, 1986). Debido a la dificultad de transponer el cérvix de la oveja con la pipeta de inseminación, la mayoría de las inseminaciones fueron por vía vaginal. De acuerdo con estos datos, los países que utilizan la IA con mayor frecuencia son Hungría,

Islandia, Noruega, Francia, Suecia, Italia, Israel, Nueva Zelanda, Australia, Rusia y España (Foote, 1999).

Cuadro.2. Estadísticas de inseminación artificial en ovinos en varios países realizadas entre los años 1980 al 2000 (Foote, 1999)

PAIS	No. DE IA	SEMEN FRESCO %	EXTENSORES	No. DE ESPERMATOZOIDES IA	MOV. ESPERMATICA	FERTILIDAD %
AUSTRALIA	200,000	80	TRIS-YEMA DE HUEVO	30X10 ⁶	40	60
FRANCIA	832,000	89	LACTOSA-LECHE DESCREMADO-YH	300X10 ⁶	65	65
HUNGRIA	10,000	95	LECHE DESCREMADA	80X10 ⁶	60-70	72
ITALIA	105,000	97	TRIS-MODIFICADO	62X10 ⁶	--	50
ISRAEL	50,000	--	LECHE DESCREMADA	400X10 ⁶	--	--
NORUEGA	9175	79	LECHE DESCREMADA-YH-GLICINA	150X10 ⁶	70	66
POLONIA	456	66	--	100X10 ⁶	50	60
ESPAÑA	45,000	67	INIA. LECHE DESCREMADA	250X10 ⁶	50	50-65
SUECIA	1000	75	YEMA DE HUEVO Y LECHE	150X10 ⁶	>50	65
ISLANDIA ^a	30,885	93	LECHE DESCREMADA-IMV	1000X10 ⁶	55-60	70

^aDymundsson, Jónmundsson y Ólafsson, (2007)

En Islandia la cría de ovinos se caracteriza por utilizar razas nativas del norte de Europa, sus explotaciones son semi-intensivas y su reproducción estacional (apareamientos diciembre y pariciones mayo); la IA con semen fresco se aplica actualmente en el 80-90% de las 2,436 explotaciones comerciales. Por otra parte, el semen de carnero congelado es exportado a los EE.UU. desde 1998 y a Canadá desde 2006. La explotaciones de ovinos en este país muestra una tendencia a la alza durante la última de cada, llegando a 30,885 ovejas inseminadas en 2006 (Dýrmundsson *et al.*, 2007).

En 1982 Killeen y Caffery introdujeron la IA por laparoscopia en ovejas y obtuvieron niveles satisfactorios de fertilidad (69%) usando semen fresco y semen congelado, lo que trajo consigo una revolución en este campo. La IA por vía laparoscópica con el apoyo de los métodos de sincronización de estros y la congelación de semen son la combinación que se requería para la IAL lograra obtener porcentajes de gestación comparables con la monta natural. Maxwell *et al.*, (1984) y Pavez y Correa (1988) obtuvieron porcentajes de fertilidad del 70-85% con la técnica de IAL.

En la actualidad, se sabe que además que los países de Europa Oriental, China y Brasil están aplicando la IA ovina ampliamente (Foote, 2002).

En el Cuadro 4 se muestran algunos de los resultados de la IA en ovinos más recientes (1999-2012). Con respecto a la IAC el porcentaje de fertilidad va del 2.4 al 76%, mientras que con la IAU los resultados de fertilidad van del 3.3 al 41.3%, finalmente con la IAL los resultados de fertilidad van del 38.5 al 86.5%.

Estos datos no son consistentes debido a las diversas modificaciones y variables en los diversos trabajos, sin embargo, la tendencia muestra que la mejor técnica de inseminación artificial empleando semen congelado es la que recurre al uso del laparoscopio.

En México el 98% de los sistemas tradicionales de producción ovina utilizan como principal estrategia reproductiva la monta natural, y sólo el 2.2% emplea la inseminación artificial y prácticamente no se emplea la IA con laparoscopia (IAL) (Góngora *et al.*, 2010). Sin embargo, en los últimos años ha habido un creciente interés por el empleo de la IAL en ovinos por grupos de trabajo como el de la Universidad Autónoma Chapingo (Escutia *et al.*, 2002), la Universidad Nacional Autónoma de México (Ramírez *et al.*, 2005) y el Colegio de Posgraduados (Martínez *et al.*, 2011).

Cuadro.3.-Fertilidad con respecto a la técnica de Inseminación Artificial (IA).

Tipo de IA	Protocolo de sincronización de celos	Tratamiento (dosis del semen)	Fertilidad (%)	País	Referencia
IAC	Esponjas MAP (14d)+375UI 400 UI	Fresco (300x10 ⁶)	54.32 76.47	Argentina	Simonetti <i>et al.</i> , 2002
IAC	Esponjas MAP 60mg (12d)+eCG 400UI (TF)	Criopreservado (50- 70x10 ⁶)	47-59	USA	Stellflug , 2001
IAC	Esponjas FGA (12d) +eCG	Fresco+PS Congelado+PS	20-29.4 20-41	México	Domínguez <i>et al.</i> , 2007
IAC	CIDER (0.3g)+300UI eCG (TF)	Criopreservado (250x10 ⁶)	44.1-46-8	Iran	Jafaroghli <i>et al.</i> ,2011
IAC	Esponjas FGA (12d) + 400UI PMSG	Fresco Criopreservado (180x10 ⁶)	2.4-22.7		Sánchez <i>et al.</i> 1999
IAU	Esponjas + PMSG	Fresco	41.3		Puntas <i>et al.</i> ,2005
IAU	CIDER (12d) (DC)	Criopreservado (200x10 ⁶)	22.0	Chile	Muñoz <i>et al.</i> , 2002
IAU	Esponjas +400UI PMSG (TF)	Criopreservado (110x10 ⁶)	20.7 ^a		McKusick <i>et al.</i> , (S/A)
IAU	Esponjas FGA (12d) + 400UI PMSG	Congelado	3.3-10		Sánchez <i>et al.</i> , 1999
IAU	Esponjas FGA (12d) +eCG	Fresco+PS Congelado+PS	72.2-89.4 16.6-50	México	Domínguez <i>et al.</i> , 2007
IAL	CIDR (10d) PMSG (48h antes del retiro)	Criopreservado, (230x10 ⁶)	86.5		Castillo, 2012
IAL	Esponjas 60 mg MAP 14d+200 o 300 UI eCG (DC)	Criopreservado (260 x10 ⁶)	32-65	Argentina	Cueto <i>et al.</i> , 2003
IAL	Esponjas FGA (15d) +PMSG	Criopreservado	65.0		Milovanović <i>et al.</i> , 2013
IAL	Esponjas 40 mg FGA (12d)+500 UI eCG	Criopreservado	40-65	México	Avendaño <i>et al.</i> , 2007
IAL	esponjas 60 mg (14d) +400 UI eCG (TF)	Criopreservado	63.3	Argentina	Seillant <i>et al.</i> , 2006
IAL	MAP 60 mg(13 d)+333 UI Ecg (TF)	Criopreservado	44.4-58-8	Perú	Mellisho y Terrel., 2007
IAL	Esponjas FGA (12d) + 400UI PMSG	Criopreservado	44.5-58.6.		Sánchez <i>et al.</i> , 1999
IAL	Esponjas FGA (11d)+ 200UI eCG (TF)	Criopreservado (90x10 ⁶)	40-50	México	Ramírez <i>et al.</i> , 2005
IAL	Esponjas +400UI PMSG (TF)	Criopreservado (110x10 ⁶)	43.9		McKusick <i>et al.</i> , (S/A)
IAL	Esponjas FGA (14d)+300IU eCG	Criopreservado (40x10 ⁶)	42	(Argentina)	Boretto <i>et al.</i> , 2002
IAL	Esponjas MAP 60ml (13d)	Criopreservado-pellets	38.5	Venezuela	Rodríguez <i>et al.</i> , 2007

IAC, Inseminación artificial cervical; IAU, Inseminación artificial transcervical ó Uterina no quirúrgica; IAL, Inseminación artificial por laparoscopia; PS, plasma seminal; tiempo fijo TF; Detectar calores, DC; Acetato de medroxiprogesterona MAP y Acetato de fluorogestona, FGA; Acetato de melengestrol,MGA; eCG, Coriónica equino; gonadotropina coriónica equina; PMSG.α

Existen experiencias como es el caso de La Universidad Autónoma del Estado de México a través de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, la Asociación Ganadera Local del Valle de Toluca y la Secretaria de Desarrollo Agropecuario, organizan el Centro de Mejoramiento Ovino (CeMeGO) que ofrecen servicios relacionados con la IAL a los ovinocultores del Estado de México, sin embargo, no se han reportado los resultados obtenidos hasta el momento.

El trabajo más sistematizado ha sido reportado en el Estado de Hidalgo que en 2005 inició el programa de Esquema de Sementales de Referencia (ESR), el cual básicamente es un programa de mejoramiento genético, el cual está restringido a un número limitado de productores cooperantes.

En el caso de la IA, se ofrece el servicio a todos los ovinocultores del estado (pequeños y grandes), por parte del Banco de Semen e Inseminación Artificial de la Secretaria de Fomento agropecuario (SEFOA) del Estado de Hidalgo, Cadenas (2011) reporta una tasa de fertilidad del 48.6%-53.9% con IAL vs 75.5%-86.4% con monta natural, en ovejas sincronizadas. No encontró diferencias significativas para el tamaño de la camada entre ambos métodos de reproducción pero si hubo un peso al nacer de los corderos a favor de los obtenidos por IA (4.67 kg vs 3.68 kg).

2.3.4.- Características del ciclo estral en ovejas

Para poder aplicar las técnicas de reproducción asistida antes mencionada, es necesario conocer los aspectos básicos de la fisiología del ciclo estral y su manipulación hormonal. La IA solo tendrá éxito si se practica en un determinado tiempo, con relación a la ovulación o a la aparición del estro.

El ciclo estral ovino tienen una duración de 17 días con un rango de 14-19 días, este ciclo se fragmenta en dos fases: la fase lútea la cual se divide en metaestro y diestro con una duración de 13 a 14 días y una fase preovulatoria o folicular que

se divide en proestro y estro la cual, tiene una duración de 3-4 días (Evans y Maxwell, 1990).

Fase folicular: Esta fase es regulada por dos hormonas gonadotropicas: la foliculo estimulante (FSH) y luteinizante (LH), son glicoproteínas sintetizadas a nivel de la hipófisis anterior, las cuales son liberadas al torrente sanguíneo, y ejercen acciones sobre la función ovárica. La FSH favorece el crecimiento y la maduración del foliculo y ovocito mientras que la LH participa conjuntamente con la FSH en la maduración final del foliculo, produce la liberación de ovulo (ovulación) y la formación de cuerpo lúteo (CL).

Durante la ovulación pueden ser liberados 1,2 o 3 óvulos maduros en la segunda mitad de la fase folicular (Cueto *et al.*, 1993).

Fase lútea: Después de ocurrida la ovulación, las células de la granulosa que rodean la pared del foliculo de Graaf proliferan y se transforman en células luteínicas, las cuales llenan el antro del foliculo formando así el CL responsable de la secreción de progesterona; un esteroide que tiene como función principal mantener la gestación. Antes de la ovulación la progesterona participa con los estrógenos en la manifestación del celo.

2.3.5.- Sincronización del estro

La sincronización del estro es una alternativa reproductiva que permite mejorar la fertilidad en las explotaciones ovinas, acortar el periodo reproductivo, controlar la fecha de parto y uniformar la edad de los corderos.

Esta consiste en hacer que un grupo de hembras, que se encuentran ciclando en forma independiente durante la época reproductiva, presenten receptividad sexual en un momento deseado. Sus principales ventajas son la reducción del tiempo dedicado a la detección de celos, agrupamiento de hembras, agrupamiento y conocimiento de fecha de parto (León *et al.*, 2003).

Existen varios métodos para sincronizar el estro y son clasificados en naturales o farmacológicos, estos últimos se pueden dividir en dos tipos: prolongar la fase lútea mediante la administración de progestágenos o acortar la fase lútea por medio de prostaglandinas:

Las prostaglandinas F2 α es una hormona producida en el endometrio que tiene como función provocar la regresión del cuerpo lúteo (CL), en la mitad o al final de la fase lútea, del ciclo estral. En la práctica el CL se puede destruir administrando prostaglandinas F2 α . El efecto inhibitor de la progesterona, producida por el CL, sobre la hipófisis queda anulado, con lo que la hipófisis aumenta la liberación de gonadotropinas, presentándose el estro a los 2-3 días del tratamiento farmacológico.

Por otro lado, los progestágenos constituyen un grupo de hormonas esteroides que se caracterizan por ser liposolubles, termoestables y que además no se inactivan por vía digestiva.

Estas propiedades permiten administrarlas por vía oral a través de la mucosa vaginal o en implantes subcutáneos de liberación controlada. Dentro de este grupo de hormonas se encuentra la progesterona, un progestágeno natural, y los progestágenos sintéticos, como el acetato de melengestrol (MGA) y el acetato de fluorogestona (FGA) (Armenta, 2003).

El MGA es un progestágeno esteroideo sintético de administración oral utilizado como promotor del crecimiento en vaquillas de engorda (Quezada *et al.*, 2004). El MGA ha sido empleado como inductor del estro o como sincronizador del mismo.

La diferencia entre ambos aspectos reside en el hecho de que la inducción, se aplica al momento en que no hay actividad reproductiva manifiesta (anestro estacional); mientras que la sincronización se utiliza en ovejas que están ciclando normalmente (que se encuentran dentro de la estación reproductiva) deseando encontrar estros en pocas horas (Salinas, 1995).

El MGA destinado a la sincronización de celos, simula la presencia de un cuerpo lúteo; evitando la liberación de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) lo que inhibe la liberación LH, FSH y de estrógenos.

Por ello, al suspender su tratamiento se elimina el bloqueo a la liberación de GnRH por lo que se esperará una señal endócrina que le indique a la hembra que debe ciclar, desencadenando el proceso hormonal característico del ciclo estral.

En estudios recientes, se reportan buenos resultados utilizando el MGA en dosis de 0.22 mg/oveja/17 días, agrupando el estro en más del 70% de los animales tratados (Alvarez *et al.*, 2001; Mata *et al.*, 2010).

III.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La inseminación artificial vaginal y cervical en ovejas se ha empleado desde hace cien años sin embargo, se han observado avances poco consistentes en tasas de fertilidad, debido a que se han documentado factores que influyen en los resultados de fertilidad como son: la morfología del cérvix, la manipulación hormonal, el tratamiento del semen, la raza, el estado nutricional de los animales, el fotoperiodo y la experiencia del técnico, lo que resulta en tasas de fertilidad que van del 10 al 65%.

Dicha situación ha limitado su empleo en los sistemas de producción ovino de todo el mundo; con la incorporación de equipos novedosos como el laparoscopio y técnicas como la sincronización de celos, se eliminan los principales factores limitantes tales como la morfología del cérvix y el tiempo de ovulación, puesto que el semen se deposita en los cuernos uterinos cerca del oviducto en el momento próximo a la ovulación.

Este procedimiento induce porcentajes de fertilidad superiores a los obtenidos con la IA vaginal, cervical y uterina no quirúrgica, alcanzando en algunos casos 85% de fertilidad, mismo que es equiparable a la fertilidad obtenida por monta natural.

El reto que enfrenta la ovinocultura a pequeña escala, es la incorporación de biotecnologías reproductivas como las propuestas en el presente trabajo encaminadas a hacer más eficiente y mejorar la rentabilidad de estos sistemas de producción que son predominantes en el Centro de México.

De tal forma, es necesario el poder evaluar la eficiencia de la implementación de técnica de IAL en los sistemas de producción ovina en pequeña escala en el Estado de Michoacán.

IV.-HIPOTESIS

La aplicación de la técnica de inseminación artificial por laparoscopia puede ser una alternativa viable para los sistemas de producción ovina semi-intensivo en el estado de Michoacán.

V.- OBJETIVO GENERAL

Evaluar e implementar la técnica de inseminación artificial por laparoscopia en dos unidades de producción ovina semi-intensivas.

5.1.- Objetivos particulares.

- a. Identificar los factores que pueden afectar los resultados de la aplicación de la técnica en sistemas de producción ovina semi-intensivos.

- b. Señalar los puntos críticos en la implementación de un programa de inseminación artificial en sistemas de producción ovina.

- c. Determinar la eficiencia de la técnica de inseminación artificial por laparoscopia con semen refrigerado y congelado en ovinos a través de la fertilidad.

VI.- MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos; un ensayo bajo condiciones controladas, el cual se realizó en una unidad experimental de la Posta Zootécnica de la FMVZ-UMSNH localizada en el km 9.5 de la carretera Morelia-Zinapécuaro en el Municipio de Tarímbaro, Michoacán donde se utilizó semen congelado. Y un segundo ensayo, en una unidad de producción ovina en pequeña escala ubicada en Epitacio Huerta, Michoacán, utilizando semen refrigerado. Ambas explotaciones están consideradas como sistemas semi-intensivos mixtos. El primer ensayo se realizó en un periodo de un mes (Junio del 2013). El segundo ensayo se realizó en un periodo de un mes (Julio del 2013).

Se llevó a cabo una visita previa a cada unidad de producción ovina con la finalidad de hacer una evaluación general para dictaminar la factibilidad de la implementación del experimento, para el cual se consideró: el manejo general del hato, instalaciones, condición corporal de las ovejas, estado sanitario del rebaño. Un mes previo al inicio del trabajo en ambas unidades de producción se llevó a cabo una selección previa y lotificación de hembras las cuales se desparasitaron y se les aplicó vitaminas.

En el ensayo 1, se seleccionaron las hembras, se sincronizaron y al azar se sirvieron por IA con semen congelado o monta natural. Para el ensayo 2 se sirvieron al azar por IA con semen refrigerado o monta natural.

Los criterios de selección se describen a continuación.

6.1.- Criterios de selección de las hembras ovinas.

En el ensayo 1 se utilizaron 20 hembras de la raza Pelibuey puro, cruza de Pelibuey con Katadhin y Pelibuey con Dorper. En el ensayo 2 se utilizaron 21 hembras Suffolk puras y Suffolk con Dorper, en ambos ensayos las hembras ovinas se seleccionaron con los siguientes criterios: múltiparas, Condición Corporal de 2.5-3 en una escala del 1-5 (Rossel *et al.*, 1969), vacunadas y desparasitadas. Se realizó el diagnóstico reproductivo por ecografía separando del grupo las hembras gestantes, y con antecedentes de problemas reproductivos o detectados mediante el examen reproductivo.

6.2.- Protocolo de sincronización de estros de hembras ovinas

En ambos ensayos se sincronizaron a las hembras con el objetivo de que las hembras se encuentren en el mismo momento de ovulación. El protocolo para la sincronización de estros fue mediante el empleo de progesterona sintética acetato de megestrol (MGA, por sus siglas en inglés) vía oral (0.22mg/hembra por 17 días) para ambos ensayos; en el caso del primer ensayo los animales se dosificaron de manera individual introduciendo directamente la hormona y en el caso del segundo ensayo la hormona se administró mezclada en la dieta, asegurándose de que cada hembra no cambiara de comedero

6.3.- Colección, evaluación y procesamiento del semen ovino.

En el Primer Ensayo, se inició con la recolección, evaluación y criopreservación del semen, el cual se obtuvo de un semental de raza Charolais de dos años de edad, desparasitado y vacunado previamente, certificado libre de brucela y tuberculosis.

En el segundo Ensayo, también se inició con la recolección, evaluación y refrigeración del semen, el cual se obtuvo de un semental Suffolk de dos años de edad, desparasitado y vacunado previamente, certificado libre de brúcela y tuberculosis.

En ambos casos la colecta y procesamiento del semen se realizó de acuerdo al método descrito por Toscano.(2006). Una vez que se obtuvo el semen, en ambos casos se realizó un espermiograma (Cuadro 4).

Cuadro 4. *Espermiograma de los sementales utilizados en el experimento*

Ensayo	Semental	Movilidad masal (1-5)	Movilidad progresiva (%)	Viabilidad (%)	Concentración X10 ⁹	Diámetro/largo de testículos (cm)
1	Charolais	5	90	85	3.7	40/22
	Dorper	4	80	75	7.3	35/19
	Kathadin	4	80	77	4.9	39.5/20
2	Suffolk	5	90	87	10.20	42.5/18
	Dorper	4	70	75	4.2	40/26

En el caso del primer ensayo el semen criopreservado se transportó usando un termo criogénico con nitrógeno líquido. La concentración espermática para la inseminación fue de 100×10^6 espermatozoides motiles en pajillas de 0.25ml.

Para el segundo ensayo, el semen fue almacenado en tubos de centrifuga estériles a 5°C durante 3 días hasta su uso, el cual se analizó, antes de la inseminación, evaluándose el contenido de una pajilla entre portaobjetos y cubre objetos a una temperatura de 37°C para comprobar la viabilidad y motilidad de las células espermáticas. Solamente se utilizó semen con una motilidad progresiva superior al 40% (Cuadro 5)

Cuadro.5. *Indicadores de calidad del semen (criopreservado o refrigerado).*

Ensayo	Semental	Movilidad progresiva (%)	Viabilidad (%)	Concentración X10 ⁶	Tratamiento del semen
1	Charolais	45	40	100,	Congelado
2	Suffolk	65	72	100	Diluido

6.4 Detección de Estros

La detección de borregas en estro se realizó cada ocho horas, utilizando dos machos con mandil, para evitar la monta efectiva. Una vez marcadas las hembras fueron separadas del rebaño y se tuvieron un ayuno por 12 horas antes del procedimiento.

6.5 Inseminación Artificial por Laparoscopia de Hembras Ovinas

En el primer ensayo, se inseminaron por laparoscopia 12 hembras entre las 12-18 horas después de detectado el estro con semen congelado. Se utilizaron 2 pajillas para cada oveja depositando una dosis en cada cuerno uterino. Las ocho hembras restantes recibieron monta natural.

En el segundo ensayo, se inseminaron por laparoscopia 10 hembras entre las 12-18 horas después de detectado el celo con semen refrigerado (100×10^6) y a 11 hembras se les proporcionó monta natural.

6.5.1 Procedimiento para la Inseminación Artificial por Laparoscopia.

La inseminación se realizó en un lugar aislado de corrientes de aire y polvo para evitar las infecciones. El instrumental para la inseminación artificial por esta técnica, está compuesto por un laparoscopio y dos cánulas con trocar, una de 7mm y otra de 5mm y una pipeta de inseminación de un solo uso.

Los animales previo ayuno, fueron colocados y sujetos en decúbito dorsal, en las camillas donde se les rasuró y desinfectó la región del abdominal. Se aplicó 1ml de xilocaína subcutánea, como anestesia local. Posteriormente los animales se inclinaron, en un ángulo de 40-45°, en camillas metálicas de acero inoxidable con el propósito de que las vísceras se desplazaran en sentido craneal. Se realizó la primera punción dos a tres centímetros por delante de la ubre y dos a tres centímetros por delante de la línea media. Se introdujo el laparoscopio y posteriormente se insufló gas.

En seguida se colocó el segundo trocar de 5mm en el lado derecho, a través del cual se introduce la pipeta inseminadora depositando una pajilla en cada cuerno. Se retiraron las cánulas y se aplicó un desinfectante en aerosol en la zona de intervención. Finalmente se aplicó un antibiótico de amplio espectro.

6.6.- Manejo de las montas inducidas

En cada uno de los ensayos, los sementales eran introducidos a los corrales de ovejas de manera aleatoria para que las hembras que presentaron celo, una vez que el semental lograba realizar tres copulas efectivas, las hembras se retiraba del grupo, registrándose el número de ovejas y del semental. Al término de esta actividad las ovejas se incorporaron al manejo cotidiano del rebaño.

6.7.- Diagnóstico de gestación

En todos los casos el diagnóstico de gestación se realizó por ecografía a los 45 días post-inseminación con una sonda transrectal de 5Hz.

6.9.- Análisis de la información

La información obtenida se procesó mediante un análisis de frecuencias, para verificar si existieron diferencias estadísticas entre las variables y se realizaron tabulaciones cruzadas de 2x2 con prueba de Chi-cuadrada (X^2).

VII. RESULTADOS

En ambos ensayos las 42 (100%) hembras presentaron estro, entre los días 4-8 postratamiento con MGA. En el primer ensayo, las hembras detectadas por el semental 12 fueron inseminadas artificialmente por laparoscopia y 8 con monta natural obteniendo los siguientes resultados.

Primer ensayo.

En el caso del primer todas las hembras presentaron estro entre los 4-8 días posteriores al suministro de MGA. De las hembras detectadas por semental 12 fueron inseminadas artificialmente por laparoscopia y 8 con monta natural. En este caso el porcentaje global de gestación fue del 70%. El porcentaje de gestación para monta natural e inseminación artificial fue del 50 y 83.3%, respectivamente (Cuadro 6). No se observaron diferencias estadísticas ($P>0.05$) entre ambos métodos, sin embargo se observa una mejor tasa de gestación, utilizando la IAL.

Cuadro6. Frecuencias de gestación, observadas en el primer ensayo.

Frecuencias Observadas				
Tratamiento	No gestante	Gestante	Número	Porcentaje
Inseminación artificial	2	10	12	83.3a
Monta natural	4	4	8	50.0a
	6	14	20	70.0

Literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P<0.05$)

Así mismo, el tiempo transcurrido desde la detección del estro hasta la inseminación artificial no mostro efecto sobre la fertilidad ($P>0.05$) mostrando un mejor porcentaje de fertilidad al servir a las hembras 15h de detectado el estro (Cuadro 7)

Cuadro7. *Frecuencia de intervalo de tiempo de la detección del estro a la inseminación artificial*

Frecuencias Observadas				
Intervalo de tiempo	No gestante	Gestante	Número	Porcentaje
12-15h	1	6	7	85.7 ^a
15-18h	1	4	5	80.0 ^a
	2	10	12	83.3

Literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P<0.05$)

La raza de los sementales utilizados en los ensayos no observó efecto estadístico sobre la fertilidad ($P>0.05$), aunque se pudo apreciar, un porcentaje de gestación mayor cuando se utilizó el semental de la raza Charoláis (83.3%) con respecto al semental Dorper y Katahdin (cuadro 8).

Cuadro.8.- *Efecto de la raza del semental sobre la fertilidad.*

Frecuencias Observadas				
Semental	No gestante	Gestante	Número	Porcentaje
Charolais	2	10	12	83.3 ^a
Dorper	3	2	5	40.0 ^a
Katahdin	1	2	3	66.7 ^a
	6	14	20	70.0

Literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P<0.05$)

No se encontró efecto de la condición corporal de las hembras sobre la proporción de hembras gestantes ($P>0.05$) (cuadro 9).

Cuadro.9.- Efecto de la condición corporal de las hembras sobre las proporciones de hembras gestantes.

Frecuencias Observadas				
Condición Corporal	No gestante	Gestante	Número	Porcentaje
2.5	4	10	14	71.4 ^a
3	2	4	6	66.7 ^a
	6	14	20	70.0

Literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P<0.05$)

Segundo ensayo

En el segundo ensayo, se sincronizaron 21 hembras de las cuales 10 se inseminaron artificialmente y 11 fueron servidas por monta natural. En este caso, (empleando ovejas de la localidad de Epitacio Huerta) el porcentaje global de gestación fue del 47.6% (Cuadro 10). Al diferenciar los porcentajes de gestación entre las hembras inseminadas y las que se cubrieron por monta natural, los porcentajes de gestación observados fueron 50% y 45.5%, respectivamente, no observando diferencias estadísticas ($P>0.01$).

Cuadro 10.-Animales gestantes usando inseminación artificial y monta natural en el segundo ensayo.

Frecuencias observadas				
Tratamiento	Gestante	No gestante	Número	Porcentaje
Monta Natural	5	6	11	45.5 ^a
Inseminación Artificial	5	5	10	50.0 ^a
Total de Animales	10	11	21	47.6

Literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P<0.05$)

En el cuadro 11 se muestra la relación observada entre el intervalo transcurrido desde la detección del estro hasta el momento que se realiza la inseminación artificial y el número de animales gestantes, en intervalos menores a 16 horas el porcentaje de gestación fue de 42.9%; y en el caso de intervalos mayores a 16 horas, el porcentaje de animales gestantes fue de 50%, no mostrando diferencias significativas en ambas proporciones $P>0.01$).

Cuadro 11- Intervalo de tiempo sobre la detección del estro.

Frecuencias observadas				
Intervalo de tiempo	Gestante	No gestante	Número	%
12-15h	3	4	7	42.9a
15-18h	2	2	4	50.0a
	5	6	11	45.5

Literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P<0.05$)

No se observó efecto del semental sobre el número de hembras gestantes ($P>0.01$), sin embargo el semental de la raza Suffolk (50%) mostró un mayor porcentaje de animales gestantes en comparación con el Dorper (47.6%) (Cuadro 12).

Cuadro 12.-Influencia de la raza de los sementales sobre la fertilidad.

Frecuencias observadas				
Raza del Semental	Gestante	No gestante	Número	Porcentaje
Suffolk	7	7	14	50.0a
Dorper	3	4	7	42.9a
	10	11	21	47.6

Literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P<0.05$)

Las hembras con un peso menor a 50 kg observaron una menor fertilidad (10%) en relación a las hembras que tuvieron un peso mayor a 50 kg, las cuales

obtuvieron un 81.8% de fertilidad ($P < 0.05$). La fertilidad total respecto a esta variable fue del 47.6%, por lo tanto, se podría asociar al estado nutricional de las hembras como un elemento que pudiera tener un efecto en el número de animales gestantes.

Cuadro.13.- Efecto del peso sobre los porcentajes de animales gestantes.

Frecuencias Observadas				
Peso (kg)	Gestante	No gestante	Número	Porcentaje
< 50	1	9	10	10.0a
> 50	9	2	11	81.8b
	10	11	21	47.6

Literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P < 0.05$)

Lo anterior se refuerza con lo observado en el cuadro 14, en donde la condición corporal presenta un efecto significativo sobre la fertilidad ($P < 0.05$). Se observa una mayor proporción de animales gestantes (80%) en aquellas hembras que se encontraban con una condición corporal mayor a 3.5 y menor fertilidad (18.2%) en hembras con una condición corporal menor a 3.5.

Cuadro.14.- Efecto de la condición corporal sobre la proporción de animales gestantes.

Frecuencia Observada				
Condición corporal	Gestante	No gestante	Número	Porcentaje
< 3.5	2	9	11	18.2 ^a
> 3.5	8	2	10	80.0 ^b
	10	11	21	47.6

Literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P < 0.05$)

El costo de la inseminación artificial por laparoscopia por borrega se determinó tomando en cuenta las 20 borregas que se inseminaron en total en el presente trabajo. Se estimó un costo de \$309.0 por borrega inseminada (Cuadro 15)

Cuadro.15 .Estimación del Costo de la Inseminación Artificial por Laparoscopia por borrega

Concepto	Costo (\$)	Costo por borrega (\$)
Laparoscopia (depreciado a 10 años)	178,000.00	124.00
Áspic	3,500.00	29.00
Camilla (depreciada a 10 años)	9,000.00	6.00
Consumibles: anestesia, antibiótico, cicatrizante, jeringas, gasas, yodo, alcohol, navajas, tubos de centrifuga estériles e instrumental quirúrgico	600.00	50.00
Hormona (2 g/17 días)	4,000.00	5.44
Mano de obra	100.00	100.00
Costo total de inseminación vía laparoscopia por borrega		309

El costo de la monta natural por hembra, corresponde al costo del mantenimiento del semental en el rebaño y el uso que se le da al mismo para cubrir a las hembras. Se estimó un costo del servicio natural por borrega de \$114.0 (cuadro 16)

Cuadro 16.- Estimación del Costo del semental ovino por ciclo reproductivo en la unidad de producción de Epitacio Huerta, Michoacán.

Concepto	Costo Unitario (\$)	Número de Sementales	Total (\$)
Costo del Semental	3,000.00	1	3,000.00
Alimentación de semental por ciclo	386.90	1	386.90
Vacunas (Dosis)	6.40	1	6.40
Desparasitaciones	1.58	1	1.58
Vitaminas	3.50	1	
Mano de Obra	20.25	1	20.25
Instalaciones (Depreciación)	6.20	1	6.20
Total			3,421.33
Costo del semental por hembra (relación hembras/macho de 30/1)			114.04

VIII. DISCUSIÓN

Los resultados indican que en el ensayo 1 el porcentaje de fertilidad alcanzó un 83.8 % utilizando la técnica de IAL, valor superior a lo enunciado por diferentes autores (Cueto *et al*, 2003; Milavanovic *et al*, 2013; Seillant *et al*, 2006; Rodríguez, *et al*, 2007; Boretto *et al*, 2002), a excepción de Castillo (2012), quien obtuvo resultados similares (86.5%). En el ensayo 2, los resultados obtenidos con IAL se encuentran dentro de lo reportado en la literatura (Cueto *et al*, 2003; Ramírez *et al*, 2005; Avendaño *et al*, 2007; Mellisho y Terrel, 2007).

La variabilidad de los resultados reportados por diferentes autores los cuales van de un 22.5% a un 86.5% de fertilidad podrían deberse a los diversos elementos o métodos utilizados para el desarrollo de la técnica los cuales influyen sobre el resultado del proceso de inseminación por vía laparoscópica.

Cada rebaño o animal posee características propias tales como la raza o cruza, la edad, la genética, el estado nutricional, época del año, el medio ambiente, la respuesta hormonal intrínseca, la condición física y social que intervienen en los resultados de fertilidad influyendo así también el procedimiento de congelación seminal y la metodología utilizada por cada autor (Boretto *et al*, 2002).

En el ensayo 1 y 2 se obtuvo un 50 y 45.5 % respectivamente de fertilidad con monta natural, estos resultados concuerdan con lo reportado por Mata *et al*, 2012, quien obtuvo un 49.86 %, los resultados del presente trabajo coinciden con lo obtenido en empadres continuos, la diferencia radica en que la presencia del estro es sincronizado y por lo tanto las montas y los partos son agrupados, obteniendo lotes de corderos homogéneos.

En el ensayo 1, la tasa de fertilidad con MN e IAL aunque no fueron estadísticamente diferentes, muestran un porcentaje de fertilidad en el caso de AIL equivalente o superior al reportado para monta natural en otros trabajos (Mata, 2012).

De acuerdo a las principales ventajas que han establecido diversos autores con respecto a la AIL son la optimización del semen y propagación de rasgos genéticos deseables.

Acorde a los resultados, la forma de administrar la hormona podría ser importante porque los animales tratados vía oral, presentaron la conducta de celo más agrupada entre el día 4 a 6, mientras que las que fueron administradas en el alimento mostraron el celo del día 3 al 9, indicando una mayor variabilidad de éste. De acuerdo a los resultados es suficiente la administración de MGA, en una dosis de [0.22 mg/oveja/día] durante 17 días, sin emplear otras hormonas o aditamentos costosos.

En la literatura se ha mostrado que el porcentaje de fertilidad, empleando la técnica de IAL en algunos casos ha alcanzado un máximo de 86.5% con semen criopreservado, empleado el reemplazo hormonal de CIDR 10 días más PMSG 48, en el caso del presente trabajo, los resultados tienen un comportamiento similar empleando únicamente MGA.

En cuanto al intervalo de tiempo transcurrido de la detección del estro a la IAL en el presente trabajo no tiene un efecto significativo sobre el porcentaje de fertilidad en ambos ensayos estos resultados son similares a lo reportado por Muñoz, (2002) en donde inseminó a intervalos de tiempo de 3, 6 y 18 horas después de detectado el estro, determino gestación a los 30 días y no encontró diferencias estadísticas ($p > 0.10$), significativas entre los grupos, lo que sugiere que ni la hora ni el tiempo transcurrido entre este y la IA, fueron relevantes para mejorar la fertilidad, esto se corrobora en este trabajo al comparar los resultados obtenidos.

En lo que respecta a la raza de los sementales y calidad seminal en este trabajo no tuvieron efecto significativo sobre la fertilidad a diferencia de lo reportado por Seillant *et al*, (2006), quienes indican que las diferencias en sus resultado pudieron haber estado en la raza del semental y en la fertilidad potencial del semen.

El peso de la hembra y la condición corporal en ambos ensayos del presente trabajo tuvieron efecto significativo sobre la fertilidad, estos resultados concuerdan con los de Seillant *et al*, (2006) a diferencia de lo reportado por Aké *et al*, (2013), quienes no obtuvieron diferencias significativas de la condición corporal sobre la fertilidad.

IX. CONCLUSIONES

- 1) Fue posible implementar la IAL en las dos unidades de producción ovina semintensiva, obteniendo tasas de fertilidad similares a la monta natural, pero se requiere equipo y personal especializado.
- 2) La condición corporal y el peso de la oveja al momento del servicio fueron factores asociados a la tasa de preñez, por lo que es un punto clave a considerar, si se desea emplear esta tecnología en este tipo de sistemas de producción ovina.
- 3) No se observó efecto del semental, ni tampoco del momento de la inseminación.
- 4) La IA como técnica reproductiva tiene un costo mayor que la MN, ya que se requiere equipo especial y personal capacitado; habrá que valorar sus ventajas económicas en programas de mejoramiento genético en las condiciones de Michoacán y de México.

X.- BIBLIOGRAFIA.

1. Aké, LJR., Casanova, EG., Centurion, CFG., Aké, VDR. (2013). Efecto de la condición corporal sobre la sincronización del estro, fertilidad y prolificidad en ovejas de pelo. *Bioagrociencia*. 6 (2):1-15.
2. Alvarez R. L., Hernández J., Valencia J., Perera G. (2001). Pico preovulatorio de LH y momento de la ovulación en cabras sincronizadas con acetato de melengestrol (MGA) y acetato de fluorogestona (FGA). XXV Congreso Nacional de Buiatría. Veracruz, México: 16-18.

Aral, F., Temamogullari, F., and Aral SS. (2011). Mechanical and Pharmacologic Applications of Artificial Insemination in Ewes. In: *Artificial Insemination in Farm Animals*, Edited By: Milad Manafi. InTech. 243-254. Rijeka, Croatia. Disponible en línea: <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/16109.pdf>
3. Armenta, CJ. (2003). Efectividad de la progesterona sintética para inducir estro y fertilidad en vacas cebú en el trópico. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia Michoacán. México. 27-23.
4. Arteaga, CJD. (2003). La industria ovina en México. Memorias Primer Simposium Internacional de Ovinos de Carne. Pachuca, Hidalgo.
5. Avendaño, RL., Álvarez, VFD., Molina, R., Rangel, SR., Correa, CA., Rodríguez, GJ., Cruz, VM., Robinson, PH., y Fámula TR. (2007). Reproduction performance of pelibuey ewes in response to estrus synchronization and artificial insemination in northwestern Mexico. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6 (6): 807-812.
6. Ax, RL., Cropp, AR., Pollard, B., Faber, SN., McCauley, TC., Dawson, GR y Fish D. (2005). Uso de hormonas para incrementar las tasas de gestación. Memorias del Día Internacional del Ganadero Lechero. DIGAL A. C. Delicias, Chihuahua, México. 1–20.
7. Barcat, JA. (2009). Lazzaro Spallanzani y la Inseminación Artificial. *Medicina (Buenos Aires)*, 69: 483-486

8. Bearden HJ y Fuquay J. (1982). Reproducción Animal Aplicada. Editorial. El Manual Moderno. México, D.F. 66-72.
9. Bobadilla EES., Perea PM., Salas RG., Flores PJP. (2015). Costos de producción y rentabilidad de unidades de producción ovinas en el municipio de Epitacio Huerta, Michoacán, Congreso Internacional de pequeños rumiantes. Chiapas, México. 123-133.
10. Boretto, JM., Gibbons, AE., Bunge, MM., Cueto MI., Bidinost, F. (2002) Calidad seminal post-descongelamiento en relación con la eficiencia reproductiva de la inseminación artificial laparoscopia en ovinos. Revista de medicina veterinaria. . 83 (4): 185-188.
11. Buckrell, B. (2000). Reproductive Technologies Proceedings of the 6th Great Lakes Dairy Sheep Symposium, Guelph, Ontario, Canada. November 2000. 77-93
12. Burget, GE. (1924). Lazzaro Spallanzani (1729-1799) Annals of Medical History, 6 (2): 177-185
13. Cadenas VS. (2011). Programa de IA en ovinos en el estado de Hidalgo. En: Memorias del Curso Teórico-Práctico. Inseminación Artificial en Ovinos. Coordinado Por: Conejo NJ. 23-32. UMSNH-FMVZ. Morelia, Michoacán. México.
14. Castillo, MPP. (2012). Manejo reproductivo posparto en ovejas de pelo Tesis de Maestría:.Colegio de posgraduados. Campus Montecillo, Texcoco, Edo. De México.
15. Cseh, S., Faigl V., and Amiridis, GS. (2012). Semen processing and artificial insemination in health management of small ruminant. Anim. Reprod. Sci., 130: 187-192
16. Cuellar OJA. (2006). La producción ovina en México. Descripción general de la ovinocultura empresarial de occidente. Memorias de primera semana nacional de ovinocultura, Tulancingo, Hidalgo.
17. Cueto, M., Gibbons, A. (2002). Eficiencia de la Inseminación Artificial con Semen Congelado. INTA, Bariloche, Rio Negro. Idia XXI-CT. 456
18. Cueto, ML., García, VJC., Gibbons, JC., Wolff, AE., Taddeo, MHA., González, A. (1993). Efecto de la dosis de gonadotrofina de suero de yegua

preñada (PMSG) y momento de inseminación artificial intrauterina con semen congelado sobre la fertilidad de ovejas merino australiano. *Revista Argentina de Producción Animal*. Bariloche Argentina 13 (3-4); 277-281.

19. CEPAL. (1999). *Economía campesina y agricultura empresarial: tipología de productores del agro mexicano*. Siglo XXI. México. 95-111.
20. Dattena, M., Mayorga, I. (2011). Innovative biotechnologies of reproduction on sheep management. *Options méditerranéennes*, A. num. 97
21. De la Cruz, CL y Gutiérrez, GJ. (2009). Mejoramiento genético del rebaño ovino mediante una evaluación genética. Folleto técnico. 98.
22. De Luca, TJ., Arviza, AS. (2006). Situación y perspectivas, la producción de carne ovina en México. *Bayvet*. 21:22-28.
23. Del Pino R. (2001). *Inseminación Artificial en Ovejas*. Agroterra Tecnologías Agrarias.
24. Domínguez, RA., Navarrete, SLA., Cruz, TA., Aguiar, LA., Erosa, DS., Bolio, OR., González, PE., Paredes, M y Ramón, UJ. (2007) Fertilidad en ovejas de pelo inseminadas con semen congelado rediluido con plasma seminal. *Revista Científica. FCV-Luz*. 17, (1): 73-76
25. Dufumier M. (1993). *Sistemas de producción y desarrollo agrícola*. Ed. Colegio de Postgraduados. Montecillos. Edo. De México. 211-218.
26. Dýrmundsson, ÓR., Jónmunsson, JV., Ólafsson, T. (2007). The development of artificial insemination in sheep and goat in Iceland. 58th Annual Meeting of the European Association for Animal Production Dublin, Ireland, 26-29
27. Escutía, (2002). Evaluación y utilización sostenible de recursos genéticos pecuarios. Líneas de investigación. En línea [<http://portal.chapingo.mx/produccionanimal/index.php/investigación>.]
28. Evans, G., Maxwell, WMC. (1990) Conservación de semen durante corto tiempo. In: *Inseminación Artificial en Ovejas y Cabras*. Evans, G., y M.C. Maxwell W. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 119-122

29. Foote, R. H. (1999). Artificial insemination from the origins up to today. *Procc. of the Int. Symposium. From the first artificial to the modern reproduction biotechnologies: traditional ways and new frontiers of animal production*. Reggio Emilia, Italia. 8-9 October.
30. Foote, RH. (2002). The history of artificial insemination: Selected notes and notables. *J. Anim. Sci.*, 80:1-10.
31. Galaviz JRR., Vargas LS., Zaragoza RJL., Bustamante GA., Ramírez BE., Guerrero RJD., y Hernández ZJS. (2011). Evaluación territorial de los sistemas de producción ovina en la región nor-poniente de Tlaxcala. *Rev. Méx. Cinec. Pecu.* 2(1): 53-68.
32. Gongóra PRD., Gongóra GSF., Magaña, MMA., Lara LPE. (2010). Caracterización técnica y socioeconómica de la producción ovina en el estado de Yucatán, México. *Agrociencia Mesoamericana*, (21): 131-144.
33. Jafaroghli, M., Khalili, B., Farshad, A., Zamiri, MJ. (2011). The effect of supplementation of criopreservation diluents with sugar on the post-thawing fertility of ram semen. *Small Ruminant Research*. 96. 58-63
34. INIFAP-SAGARPA (2011). Inseminación intrauterina por laparoscopia en ovejas. <http://www.utep.inifap.gob.mx/tecnologias/>
35. Leethongdee, S. (2009) Development of trans-cervical artificial insemination in sheep with special reference to anatomy of cervix. *Suranaree J. Sci. Technol.* 17(1):57-69,
36. León, PP., Ortega, GR., Jiménez, TA. (2003). Sincronización del estro con prostaglandinas PGF₂ α en vacas Holstein con historial de problemas reproductivos. Memoria del XIV Encuentro de Investigación Veterinaria y Producción animal. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 1, 2 y 3 de Diciembre. Morelia, Michoacán, México. 162-166.
37. Macedo, R y Castellanos, Y. (2004). Rentabilidad de un sistema intensivo de producción ovino en el trópico. *AIA* 8:3. 1-9.
38. Martínez, GS., Macías, CH., Moreno, FLA., Zepeda, GJ., Espinoza, MME., Figueroa, MR., Ruiz, FM. (2011) Análisis económico en la producción de ovinos en Nayarit, México. *Abanico Veterinario*, 1 (1): 1-6 Disponible en

<http://www.sisupe.org/abanicoveterinario/files/abanicovetart6.pdf>
(consultado el 19/11/2011)

39. Mata, FM. (2010). Inducción de estros y tasa de gestación en borregas de pelo tratadas con acetato de melengestrol. Tesis de licenciatura. FMVZ-UMSNH. 34.
40. Mattos, R., Staples, C., Thatcher, W. (2000) Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Revista de Reproducción* (5) 38-35.
41. Maxwell, WMC. y Butler, LG. (1984). Fertility of Ewes Following Intra-Uterine Insemination Using a Laparoscope with Other Methods. *Proc. 4th Aust. Anim. Breed. Genet.* 192-193.
42. Maxwell, WMC., Hewitt, L. (1986). A comparison of vaginal cervical and uterine insemination of sheep. *J Agric Sci.* 106:191-193.
43. McKusick, BC., Thomas, DL., Gottfredson, RG., Zelinsky, RD and Berger, YM. (s/año). Department of Animal Sciences, Arlington Agricultural Research Station and Spooner Agriculture Research Station. University of Wisconsin-Madison.
44. Mellisho, E. y Terrel, W. (2007) Sitio Argentino de Producción Animal. APPA-ALPA. Lima, Peru. emellisho@lamolina.edu.pe
45. Milovanović, A., Maksimović, N., Barna, T., Lazarević, M., Delić, N. (2013) Laparoscopic insemination of sheep in Republic of Serbia. *Biotechnology in Animal Husbandry* 29 (3), 449-456.
46. Muñoz, MC., Parraguez, GVH., Latorre, VE. (2002). Efecto del tiempo de inseminación artificial después de la detección de celo sobre la tasa de preñez en ovinos corrales. Sitio Argentino de producción animal. . Consultado: 20 de mayo 2002 www.produccion-animal.com.ar
47. Nuncio MGJO., Vera, EV, Arriaga JCM, Nahed TJ, Bobadilla SE y Salinas MV. (2012). Dinámica de la producción, importación y precio de la carne ovina en México y Michoacán. 13^{er} Congreso Nacional de Investigación Socioeconómica y Ambiental de la Producción Pecuaria. 58-585.

48. Nuñez AJM. (2009). Caracterización genética de rebaños ovinos. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. 81.
49. Ochoa, AF., Sánchez, EI., Salas, RG., Flores, PJP., Perea, PM. (2013). Comportamiento técnico y social de los sistemas de producción ovinos, en los municipios de Epitacio Huerta y Contepec, Michoacán. En: 14to. Congreso Nacional de Investigación Socioeconómica y Ambiental de la Producción Pecuaria UACH. 617-624.
50. Pavez, CH. y Correa, JE. (1988). Estudio Laparoscópico Seriado del Aparato Reproductivo de la Oveja a través del Ciclo Estral y Gestación Temprana. Arch. Med. Vet. XX. 1:64-68.
51. Perea, PM y Flores PJP. (2007). Informe del proyecto "Mejoramiento y estructuración sistemática del trabajo de redes de innovación de ovinocultores para el incremento de la producción ovina en Michoacán.
52. Puntas, J., Vallecillo, A., García, G., León, JM., Cabello, A., Barba, C y Delgado, JV. (2005). Programa de reproducción asistida en la raza ovina sanguínea. Arch. Zoote, 54:565-569
53. Quezada, CA., Ramírez, GA., Pérez, CF., Avendaño, RL., Hallford, DM. (2004). Comparación de dos protocolos de sincronización del estro en vaquillas de carne con distintas calificaciones de tracto reproductivo. INCI. 29 (11): 638-642.
54. Ramírez, MAJ., Martínez, RD., Mejía, VOy Soto, CR. (2005). Modificación de la técnica de inseminación artificial intrauterina mediante laparoscopia en ovejas pelibuey. Agrociencia 39 (6): 589-593.
55. Rangel, SR. (2001). Avances en las técnicas de inseminación artificial. En: Memoria ovinotecnia Hidalgo. 29.
56. Reyes, JRR., Vargas, LS., Zaragoza, R JL., Bustamante, GA., Ramírez, BE., Guerrero, RJ de D., Hernández, ZJS. (2011). Territorial evaluation of sheep production systems in Northwest Tlaxcala. Rev. Mex. Cienc Pecu 2 (1): 53-68
57. Rodríguez, A., Felipe, A., Ávila, C., Carlos, O., Anchondo, G., Sánchez, RA., Jiménez, CB., y Jorge, A. (2008). Capacitación espermática inducida por la conservación de semen de carnero diluido, refrigerado o congelado.

Agrociencia, 42(4), 399-406. Recuperado en 25 de julio de 2014, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952008000400002&lng=es&tlng=es.

58. Rodríguez, GF. (2012). El cuello de la oveja. Revisión bibliográfica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos- FMV. San Marcos, Perú. 1-8.
59. Rodríguez, MJ., Hidalgo, G., Rodríguez, M., Morales, PR. (2007). Inseminación artificial intrauterina en ovejas vía laparoscópica con semen congelado en pajuelas y pellets. Sitio argentino de producción animal.
60. Rubianes, E., Ungerfeld, R. (2002). Perspectivas de la investigación sobre reproducción ovina en América Latina en el marco de las actuales tendencias. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad de la Republica. Montevideo, Uruguay.
61. Russel, AJ., Doney JM., Gunn RG. (1969). Subjective assessment of body fat in live sheep. J Agri Sci. Camb. 72: 451-454.
62. SAGARPA (2002). Producción Anual Pecuaria en México. Centro de Estadística Agropecuaria.
63. SAGARPA (2003). Producción Anual Pecuaria en México. Centro de Estadística Agropecuaria.
64. Salinas, ZC. (1995). Evaluación de la sincronización con estradiol en ovejas en un programa de transferencia de tecnología a productores trashumantes de Xalatlaco, estado de México (tesis de licenciatura), FMVZ-Toluca, México. 13-17.
65. Sánchez PGL., Windsor PD., Eppleston J., Setchell PB., y CHISHOLM MWM. (1999). Fertility and its relationship to motility characteristics of spermatozoa in ewes after cervical, transcervical, and intrauterine insemination with frozen-thawed ram semen. Journal and Andrology. Vol. 20, num. 2. 2280-288.
66. Seillan, C., De la Sota L., Soto, AT. (2004/6). Eficiencia de la inseminación artificial por laparoscopia en ovejas de núcleo genético bajo condiciones comerciales en la Mesopotamia Argentina durante el periodo 2004/06. (en línea) <http://ovinos->

caprinos.com.ar/INSEMINACION/Eficiencia%20de%20la%20inseminacion%20artificial.pdf(consultado: 13/08/2013).

67. Simonetti L., Ramos G y Gardón JC. (2002). Effect of estrus synchronization and artificial insemination on reproductive of merino sheep. Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci. Sao Pablo. 143-146.
68. Shipley, CFB., Buckrell, BC., Mylne, MJA., Pollard M. and Hunton GR.(2007). Artificial insemination and embryo transfer in sheep. In: Current Therapy in Large Animal Theriogenology, Edited by: Younquist RS. And Threlfael W., 629-641. Second edition. Saunders. Philadelphia, USA.
69. Stellflug, JN., Wulsterv, RMC., Hensley, EL., Cowardin, EA., Seals, RC., Lewis, GA. (2001). Oxitocin-induced cervical dilatation and cervical manipulation in sheep: effects on laparoscopic artificial insemination .J. Anim Sci. 79: 568-573
70. Toscano, TIA. (2006). Efecto de la congelación-descongelación del semen utilizando un diluyente para bovino sobre el estado funcional de la membrana plasmática del espermatozoide ovino. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán.
71. Vilaboa, AJ., Díaz RP., Platas, RDE., Ortega, JE., Rodríguez, CMA. (2006). Productividad y autonomía en sistemas de producción ovina: dos propiedades emergentes de los agroecosistemas. *Inteciencia*. 31:1 37-44.
72. Vivanco, MHW.(1998). Inseminación Artificial en Ovinos. In: Memorias del Seminario Internacional: Aplicación de Técnicas Biotecnológicas en la Reproducción de Ovinos y Caprinos. Chapingo Estado de México, 135-194.