



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**“Evaluación de la eficiencia de un programa
reproductivo con transferencia de embriones en
ovejas f1 como receptoras, en el rancho El Callao en
Jiquipilco, Estado de México”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

**P R E S E N T A:
Daniela Denisse Merlo Escobar**

Asesor: Mtro. Víctor Hugo Sánchez González
Coasesor: MPA. Rosa Berta Angulo Mejorada

Cuautitlán Izcalli, Estado de México
2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Marco teórico.....	5
Reproducción.....	5
Ciclo estral.....	6
Ovulación.....	7
Prolificidad.....	8
Sincronización de estros.....	8
Diagnóstico de gestación.....	9
Ultrasonografía en tiempo real.....	9
Técnica de ultrasonografía utilizada	10
Transferencia de embriones.....	11
Principios y consideraciones generales de la transferencia de embriones.....	13
Técnica de transferencia de embriones.....	15
Justificación.....	16
Objetivos.....	17
Objetivo general.....	17
Objetivos particulares	17
Materiales y métodos.....	18
Localización.....	18
Animales.....	18
Embriones congelados.....	19
Diseño experimental.....	20

Protocolo de sincronización.....	21
Detección de estros.....	21
Preparación previa a la transferencia de embriones.....	22
Protocolo de transferencia utilizado.....	22
Técnica semi-quirúrgica de siembra de embriones por laparoscopia.....	23
Técnica de descongelamiento de embriones.....	25
Diagnóstico de gestación mediante ultrasonografía.....	26
Análisis estadístico.....	27
Resultados.....	28
Discusión.....	32
Conclusiones.....	35
Bibliografía.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Respuesta a la sincronización del estro	28
Tabla 2: Corderos nacidos vivos.....	30
Tabla 3: Corderos nacidos muertos.....	31
Tabla 4: Resumen de resultados.....	31

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Respuesta a la sincronización del estro	28
Gráfico 2: Diagnóstico de gestación (DG).....	29
Gráfico 3: Fertilidad.....	29
Gráfico 4: Eficiencia del programa reproductivo con TE.....	30

RESUMEN

La producción ovina es importante dentro del subsector ganadero por el alto valor que representa al construir un eslabón beneficioso para la economía del campesino de escasos recursos con la población urbana de las grandes ciudades. Debido a la creciente demanda de ovinos, se ha incrementado el número de productores nacionales que han adoptado algunas técnicas modernas de reproducción en sus unidades de producción como la transferencia de embriones (TE) la cual no ha sido realizada de manera intensiva en gran parte por la falta de conocimiento sobre los beneficios económicos hacía su negocio y el alto costo tanto de los embriones congelados, como de la mano de obra especializada que realiza la técnica. Aunque el potencial de la TE traería consigo grandes beneficios para el productor que la realice y tendría una alta competitividad en la industria pecuaria nacional. El presente trabajo realizado en el rancho “El callao” Jiquipilco Estado de México se evaluó la eficiencia de un programa reproductivo con TE en ovejas f1 como receptoras sembrando uno o dos embriones descongelados teniendo como resultado una tasa de fertilidad del 49% y una tasa de fecundidad de 44%. En cuanto a la sincronización de estro se obtuvo un 82.2% de estros visibles con el uso de macho celador. El 58.3% de las hembras implantadas con un embrión fue positiva al diagnóstico de gestación por ultrasonido y 61.5% de las implantadas con dos embriones. Al parto se obtuvo un 52.08% en hembras implantadas con un embrión, esta disminución se debió a que tres hembras no tuvieron gestación a término, el 100% de las hembras diagnosticadas positivas a gestación parieron, de este grupo hubo ocho partos simples y ocho gemelares. Los corderos machos pesaron más que las hembras en promedio. Se obtuvo un número de corderos suficientes para ser el rebaño fundador del rancho.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el mundo enfrenta una gran cantidad de retos principalmente de índole sanitario, debido a esto se requiere producir una mayor cantidad de alimentos para satisfacer las necesidades de una población creciente; con base a lo anterior se requiere utilizar métodos de producción más eficaces que se adapten al entorno bajo el cual se desarrollan, dichos métodos no solo necesitan ser técnicos, sino que, debe incorporar un enfoque integral que incluya el uso de estrategias adecuadas y útiles en el desarrollo de la empresa, que contemplen el entorno y las tendencias que muestra el sector (FAO, 2019).

A nivel mundial Australia y Nueva Zelanda son los principales países productores de ganado en pie. Por otro lado, China genera el mayor volumen cárnico de ovino, que alcanza 2 millones 423 mil toneladas anuales. México sólo contribuye con el 1.0% al volumen mundial de carne de este ovino (SIAP, 2021).

De acuerdo con las últimas cifras obtenidas por el SIAP, la población de ganado ovino en México aumentó de 6.04 a 8.5 millones, lo cual representó un crecimiento de 28.94% en el inventario nacional. El Estado de México es la entidad federativa que ha registrado la mayor cantidad de ovinos (alrededor de 1.4 millones), equivalente al 16.31% del total nacional. (SIAP , 2021).

A pesar de que el impacto económico de la producción ovina ocupa uno de los últimos lugares en la industria pecuaria nacional, la ovinocultura 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 área metropolitana, Guadalajara y Monterrey. Sin embargo, hoy en día la producción ovina, en especial en lo referente a la oferta, 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. (Cuéllar Ordaz et al., 2012).

El objetivo principal de la producción es obtener el mayor número de corderos por oveja parida al año, ya que estos corderos producidos serán los futuros reemplazos de los animales que terminan su vida productiva, o serán destinados a la producción de carne (Dutra, 2007).

La ovinocultura familiar ha sido una actividad ampliamente apoyada, por ser tradicional en la región centro y por considerarse que, dada la cercanía de los grandes mercados de consumo y la dinámica de la demanda, ofrece oportunidades para incrementar los ingresos de las familias pobres (Martínez-González et al., 2011).

Se requiere que esta actividad sea competitiva, siendo necesaria una transformación radical e ir cambiando los sistemas llamados tradicionales donde no aplican ningún manejo racional, nutritivo, reproductivo, ni sanitario, por otros gradualmente tecnificados y de esta forma aumentar la producción ovina. (Valencia, 2014).

Para lograr este importante beneficio es necesario implementar un tipo de sistema tecnificado, el cual permite tener un mayor control al generar sus propios diseños de instalaciones, planes de reproducción, control nutricional, manejo sanitario, entre otros. Dichas cualidades generarán como consecuencia obtener una mayor producción, es decir, mejorar la competitividad. (Sergio Martínez, 2010).

La implementación de dicho sistema es útil en los diferentes tipos de reproducción ovina ya sea para pie de cría o cordero para el abasto. Para el logro de estos propósitos, es fundamental tener una alta eficiencia reproductiva, que puede ser expresada en el número de corderos destetados por oveja o bien el número de kilogramos de corderos destetados por oveja presentes en la parición. (Sergio Martínez, 2010).

Teniendo como objetivo la mejora genética de una raza, ya sea para mantener los estándares raciales o la búsqueda de características específicas, debemos entender que el mejoramiento genético animal hace referencia al proceso del desarrollo de los atributos de interés económico de una población animal. Este proceso se realiza mediante una selección

de individuos evaluados como superiores a partir de un indicador específico dentro de cada generación de la población. Por ejemplo, acumular genes superiores para generar una característica determinada en una población animal. (Mueller, 1985).

Estos resultados positivos se logran al establecer un programa de mejoramiento genético en ovinos, ya que permite aumentar significativamente la productividad y competitividad de los sistemas ovinos a través del tiempo, siendo, la prolificidad junto al rendimiento carnicero, los parámetros de mayor relevancia para potenciar la productividad del sistema ovino a nivel predial. Sin embargo, la interrupción de un programa de mejoramiento genético, la modificación de los objetivos de selección, el cambio de raza, entre otros, son aspectos que determinan el éxito del progreso genético (Romero y Bravo 2012).

MARCO TEORICO

Reproducción

Las ovejas son poliéstricas estacionales, lo que significa que su conducta reproductiva está limitada a cierta época del año. Dicha reproducción está ligada a la cantidad de horas luz diarias (fotoperiodo). La función reproductiva en ovejas se manifiesta en un ciclo de actividad ovárica anual, que comprende dos periodos más o menos marcados según la latitud donde estas se estén desarrollando: la estación de actividad sexual o época de apareamiento y la estación de anestro o contra estación. El periodo de actividad sexual se caracteriza por presentar un segundo ciclo, el ciclo estral, el cual se acompaña de ovulaciones. (Aisén, 2004; Aldama, 2010).

La reproducción es un fenómeno fisiológico muy complejo, en el que se presentan características particulares en cada especie animal que es conveniente conocerlas para establecer programas de mejoramiento genético, sistemas de producción entre otras actividades (Estrada et al., 2006).

En esta investigación nos enfocaremos en la reproducción de ovinos, en la cual podemos identificar que resultará mayormente eficaz si se cuenta con un adecuado programa reproductivo. Al establecer este programa reproductivo algunas de las ventajas que se obtendrían pueden ser:

- Aumento considerable de crías al año.
- Beneficios en relación con el costo de producción.
- Programar las fechas de parto.
- Sincronización de los celos.

Uno de los aspectos a tomar en cuenta dentro del programa reproductivo para su efectividad, son las características que deben presentarse en las borregas. Contar con un peso corporal promedio que sea el equivalente a un 60% de su peso adulto. También se debe tomar en cuenta el periodo de nacimiento con la época reproductiva. Es importante mencionar que una correcta alimentación es un factor indispensable para una reproducción de calidad.

Una vez completados los requisitos para la madurez sexual (tiempo, peso y nutrición), las ovejas se encontrarán en la etapa de la pubertad, la cual estará determinada por los factores del fotoperiodo y la estación reproductiva para completarla (Aisén, 2004).

Ciclo Estral de la Oveja

Durante este ciclo de la oveja ocurren cambios morfológicos, endocrinos y secretorios en ovarios y órganos genitales. El conocimiento de estos cambios es útil para la detección y sincronización del estro, superovulación e inseminación artificial. Durante la estación reproductiva las ovejas presentan ciclos estrales o celos cada 17 días, aunque puede ser variable según la raza, etapa de la estación reproductiva y condiciones del medioambiente.

En este ciclo podemos identificar dos fases que abarcan los 17 días mencionados, una fase folicular considerada desde el día 14 al día 1 y una luteal más extensa que va del día 2 al día 13, considerando el inicio del estro el día 0 de este ciclo (Pugh y Baird, 2012).

La fase folicular se subdivide en dos: proestro y estro, las cuales se detallarán a continuación:

El proestro tiene una duración variable de dos a cinco días, que es el periodo en que el aparato reproductivo se prepara para las manifestaciones del estro o calor, se puede ver edema de la vulva y las glándulas comienzan a producir mucus, así mismo se caracteriza por una caída en las concentraciones de progesterona como consecuencia de la regresión luteal y la emergencia y crecimiento del folículo ovulatorio que conlleva a un aumento en la concentración de estrógenos (Agustín Góngora, 2021)

El estro será más corto al principio y al final de la estación reproductiva, con la presencia del macho, y en la primera estación reproductiva de las hembras jóvenes. El estro o calor dura de 24 a 36 horas y en él influyen raza, edad, estación y presencia del macho. Las razas productoras de lana tienen periodos de estro más largos que las razas productoras de carne. (Agustín Góngora, 2021)

Dentro de la fase luteal encontramos las etapas metaestro y diestro.

El metaestro dura 2 días y es el periodo que sigue al estro, momento en que se inicia el desarrollo del cuerpo lúteo una estructura que se forma en el ovario responsable de la producción de una hormona llamada progesterona, que es la responsable de mantener la gestación a término. (Díaz, 2011)

La etapa del diestro es el periodo de descanso del aparato genital, la duración promedio es de 11 a 12 días. (Díaz, 2011)

Ovulación

La ovulación es un proceso consistente en la ruptura de la pared del folículo ovulatorio y la liberación de su contenido, incluyendo el ovocito maduro, para dar lugar a un Cuerpo Luteo (Pineda, 1989).

La oveja es una ovuladora espontánea, ovula al acercarse al final del estro, unas 24 a 27 horas después del comienzo del estro. Los factores ambientales que afectan el índice de ovulación son:

- La estación: son más altas las tasas al principio de la estación reproductiva.
- El nivel de nutrición: la práctica de “Flushing” (incrementar el nivel de nutrición antes del apareamiento) es común en las ovejas, a efecto de aumentar la tasa de ovulación, pero algunos factores como son el tamaño corporal, el peso, la raza y el genotipo también pueden contribuir a aumentar la tasa de ovulación.
- Las ovejas cuyo estado corporal es normal, responden al Flushing durante la fase temprana de la época de apareamiento, pero no a mitad de estación.

Prolificidad

Puede ser definida como el porcentaje de corderos nacidos a término de hembras expuestas a los carneros. Gran parte de los costos de producción está dada por el mantenimiento de la oveja a través de los diferentes periodos de producción; así la oveja que produzca más de un cordero por parto reducirá los costos de mantenimiento por cordero nacido. En consecuencia, una alta prolificidad resultará en un mayor número de corderos por oveja, reduciendo los costos de mantenimiento de la madre por unidad de producción, y también obteniendo los beneficios de una selección genética más amplia y una más rápida expansión de la empresa ovina. (Aguerreberre, 1981).

Sincronización de Estros

Los protocolos de sincronización del estro en ovinos se refieren normalmente al uso de tratamientos progestagenos intravaginales, que son fundamentalmente las esponjas, que se mantienen dentro del animal durante 12 o 14 días. Es un protocolo que se diseñó a principios de la década de 1960 y se viene utilizando prácticamente de la misma manera desde entonces. Habitualmente, cuando se retira la esponja, se administra una inyección de dosis de gonadotropina coriónica equina (eCG), que antes se conocía como gonadotropina del suero de la yegua gestante (PMSG), que tiene un 50% de actividad FSH y otro 50% de actividad LH. La FSH es la hormona que favorece el crecimiento de los folículos y la LH es la que favorece la maduración final y la ovulación. De esta forma, se tiene un mejor crecimiento de los folículos al final del tratamiento y, con más eCG, se puede aumentar la tasa de ovulación (Menchaca y Rubianes, 2004).

En animales ciclando, los tratamientos cortos requieren de una dosis de prostaglandina F2alfa para asegurar la luteólisis, y eCG al momento de retirar el dispositivo para sincronizar la ovulación y/o aumentar la tasa ovulatoria (Menchaca y Rubianes, 2004).

Los dispositivos siliconados de uso intravaginal como el CIDR, están fabricados con un elastómero de silicona inerte (Abecia et al., 2012), cargado con progesterona (300 y 400 mg, respectivamente). El porcentaje de hembras en estro es cercano al 100% (Córdova et al., 2008). Con los dispositivos siliconados, la presentación de vaginitis e infecciones vaginales son casi inexistentes (Tondello, et al., 2010).

Diagnóstico de Gestación

Entre los métodos más eficaces para realizar un diagnóstico de gestación precoz están los ultrasonográficos; éstos emplean ondas de sonido de alta frecuencia para producir imágenes de los tejidos blandos y órganos internos, que se ven en una pantalla. En la actualidad existen diversos equipos de ultrasonido para el diagnóstico de gestación en pequeños rumiantes, los más usados son el Doppler y el ultrasonido de tiempo real (Balcázar et al., 2013).

Ultrasonido de tiempo real. En la actualidad a pesar de su costo es el equipo más usado en medicina veterinaria para el diagnóstico de gestación precoz (desde los 21 días después del servicio o la IA), cuentan con: transductores lineales (7.5 MHZ) o transductores sectoriales (3.5 y 5.0 MHZ) y un equipo de imagen donde se proyectan las estructuras que se estudian (Balcázar et al., 2013).

Con base en la densidad del tejido o estructura en exploración, el color de las imágenes se aprecia en distintas tonalidades de grises, desde blanco hasta negro, donde se pueden apreciar imágenes hiperecogénicas (más blancas), hipoecogénicas (oscuras); los líquidos ofrecen una imagen de color oscuro y los gases, huesos y estructuras sólidas se muestran en blanco. Al límite entre dos tejidos adyacentes de distintas densidades se le denomina interfase, éstos delimitan de los órganos y tejidos de la estructura que se está observando (Balcázar et al., 2013).

Este procedimiento se puede realizar, según la literatura, a partir del día 25, donde se observa la vesícula embrionaria; sin embargo, después del día 35 se puede observar sin

dificultad los placentomas (unión de la carúncula –materna con el cotiledón-placenta), la eficiencia de este método varía desde 50% hasta 80%, debido a diversos factores como: tipo de transductor, edad, condición corporal, inexperiencia del técnico, entre otros (Balcázar et al., 2013).

Técnica. Se sujeta a la hembra en posición de cuadripedestación; a) se limpia un flanco (ingle) para retirar la mayor cantidad de grasa y material orgánico, después se coloca al transductor un gel para establecer buen contacto con la piel y eliminar espacios de aire, entre éstos; b) posteriormente, el transductor se ubica en la zona mencionada; c) se dirige en ángulo de 45° en dirección a la vejiga; d) observando el monitor para encontrar la estructura deseada como en la fotografía 1(Balcázar et al., 2013).



Fotografía 1: Técnica de ultrasonografía tomada de Balcázar et al., 2013

Transferencia de embriones

La técnica de transferencia de embriones (TE) es un método de reproducción asistida basado en la producción de múltiples embriones, los cuales son obtenidos de una hembra donante (madre con genética superior) para posteriormente ser transferidos antes de la edad de implantación, en varias hembras receptoras. Estas últimas generalmente han tenido más de un parto, han demostrado tener buen instinto materno y una buena producción láctea (Mueller, 1993).

Los tratamientos hormonales para lograr una ovulación múltiple (OM) y la TE permiten utilizar intensivamente a las hembras genéticamente superiores. En conjunto ambas tecnologías son denominadas internacionalmente con las siglas en inglés “MOET” (“multiple ovulation and embryo transfer”). En los últimos 25 años se han logrado considerables avances en la MOET, como herramienta del mejoramiento genético en ovinos y caprinos, siendo aún necesario maximizar la producción y sobrevivencia de embriones para obtener varias crías de valor genético. Cabe consignar que una hembra podrá formar parte de un programa de transferencia en más de una oportunidad, de manera que es posible multiplicar su potencial reproductivo, al utilizarse ovejas de escaso valor genético como receptoras de embriones genéticamente superiores (Mueller, 1993).

Las primeras transferencias de embriones en caprinos y ovinos se realizaron hace más de 50 años (Warwick y col. 1934). A partir de los años 60, se realizaron trabajos en Australia (Moore y Rowson 1960) y en Nueva Zelanda (Tervit y Havick 1976), que contribuyeron a precisar las condiciones y las posibilidades del desarrollo de esta biotecnología. El potencial natural reproductivo de cada especie y de cada raza es una limitante a la rapidez de difusión del progreso genético. En las condiciones tradicionales de cría ovina y caprina, el número de descendientes producidos por hembra y por año es de una o dos crías, por lo tanto, durante su vida reproductiva se logran obtener entre 6 a 8 crías. La TE permite incrementar el potencial reproductivo de las hembras de alto valor genético mediante un mayor aprovechamiento de la gran reserva de ovocitos que se encuentran en el ovario. La

estimulación hormonal de los ovarios desencadena la OM pudiéndose obtener un número considerable de embriones en un corto período de tiempo.

Estas biotecnologías posibilitan acortar el intervalo generacional y, en consecuencia incrementar el avance genético. A su vez, conjuntamente con la inseminación artificial, son excelentes herramientas para el mejoramiento genético de majadas y hatos que se encuentren aislados de los proveedores de reproductores. La TE ha sido empleada durante los últimos 20 años en Australia y Nueva Zelanda, con el objetivo de incorporar material genético de cabras de Angora, reduciendo los riesgos sanitarios. En Francia se empleó en el programa de mejoramiento genético de razas de ovinos lecheras como la lacaune para la producción de queso Roquefort (Labatut, et al., 2013).

A nivel internacional, la comercialización de embriones congelados de ovinos y caprinos ha permitido una amplia difusión mundial de germoplasma, con un muy bajo riesgo sanitario y posibilitando mejorar rápidamente el nivel genético de las diversas razas. También ha sido posible establecer nuevos sistemas alternativos de producción en carne, leche, lana, pelo en ovinos y caprinos (Cueto, 2013)

La finalidad de la aplicación de esta técnica en los animales domésticos tiene fundamentos de orden genético, comercial, sanitario y de conservación de las especies. En resumen, permite lograr los siguientes objetivos: (Cueto, 2013)

- A. Introducir y difundir rápidamente nuevas razas o genotipos de alto valor productivo. Las características deseables son rápidamente introducidas en la majada o hatos en una sola generación. Un ejemplo se presenta con la característica genética del “gen prolífico Booroola” que en la raza Merino ha dado a sus portadores un valor adicional que podría ser rápidamente multiplicado por la TE.
- B. Reducir riesgos en la transmisión de enfermedades, debido a que, en los primeros estadios de su desarrollo, los embriones presentan una protección natural contra los

agentes infecciosos. Esta ventaja comparativa ha favorecido el comercio internacional de embriones congelados.

- C. Difundir material genético de alto valor comercial con facilidad de adaptación ambiental de las crías a diferentes sistemas de producción y manejo.
- D. Aumentar el progreso genético en la producción, a través del incremento en la intensidad de selección de las madres destinadas a la producción de machos superiores, al disponer de un mayor número de crías por hembra seleccionada.
- E. Acortar el intervalo generacional. La posibilidad de obtener descendencia de las madres a temprana edad permite una reducción del intervalo generacional, con mayor beneficio cuando se emplea semen de animales jóvenes.
- F. Apoyar las técnicas reproductivas en las que interviene la micromanipulación de embriones (determinación del sexo, fecundación “in vitro”, clonación, transgénesis, etc).
- G. Conservar razas o especies. La conservación de material genético (embriones congelados) en bancos de germoplasma permite la conservación de genes que de otra manera desaparecerían con la especie.

Principios y consideraciones generales de la transferencia de embriones

La elección de las hembras donantes se realizará teniendo en cuenta su valor genético y con base en los criterios apropiados de mejoramiento de las aptitudes productivas para cada raza (Mueller J.,1993).

Las condiciones generales de un buen estado reproductivo, sanitario y nutricional son imprescindibles, tanto para las hembras donantes como para las receptoras de embriones. Se debe realizar el control clínico de los animales, los análisis serológicos de enfermedades infectocontagiosas y los controles parasitarios correspondientes (Mueller J., 1993).

Es recomendable que las donantes y receptoras hayan tenido al menos una cría, y se debe considerar un mínimo de 2 meses post parto antes de comenzar los tratamientos hormonales. Acortar estos tiempos puede significar una baja en la eficiencia productiva de embriones y en su posterior viabilidad. (Cueto, 2013)

La necesidad de utilizar hembras jóvenes como donantes puede llevar a una baja eficiencia reproductiva. En el supuesto caso de tratar una hembra nulípara, el peso mínimo deberá ser del 75% del peso adulto de la raza y haber presentado estros anteriormente. (Cueto, 2013)

Los programas de TE requieren un manejo intensivo de las donantes y receptoras. En el caso de recurrir a instalaciones extrañas, es preferible que los animales tengan un período de adaptación previo, de uno a dos meses, antes de comenzar los tratamientos hormonales.

Se recomienda no usar borregas prímals como madres receptoras. Lo indicado son las hembras adultas, que puedan llevar a cabo la gestación sin comprometer su crecimiento y contribuir al desarrollo de la cría por medio de una buena lactancia. (Cueto, 2013)

La identificación con caravanas con números visibles a la distancia permite realizar los manejos necesarios sin cometer equivocaciones y sin provocar estrés, que puede perjudicar los resultados (Cueto, 2013).

A su vez, se deben considerar los aspectos sanitarios, nutricionales y reproductivos de los machos, así como su calidad seminal, ya sea que se utilicen en servicio natural o mediante la inseminación artificial con semen fresco, refrigerado o congelado (Mueller J. 1993).

Técnica de transferencia de embriones

Se recomienda que el tiempo transcurrido entre la recuperación de los embriones y su siembra no supere las dos horas en el medio de conservación embrionario. Si se trata de embriones previamente congelados, el tiempo máximo entre descongelamiento y siembra se reduce a 20 o 30 minutos. Los dos métodos más utilizados en la siembra de embriones son el quirúrgico y el no quirúrgico por laparoscopia (González y col. 1991).

La hembra se ubica en un plano inclinado en una camilla (cabeza hacia abajo). Se rasura y se desinfecta el campo operatorio. Se visualiza el cuerno uterino por laparoscopia, se realiza una pequeña incisión de 1 cm en la línea media abdominal, y mediante una pinza no traumática, se exterioriza el cuerno uterino para realizar la siembra embrionaria (siembra semiquirúrgica de embriones) (Cseh y Seregi, 1993).

Se procede a realizar una punción en la cara dorsal del cuerno uterino, a 1 cm de la unión útero tubárica. Mediante una micropipeta, se deposita el embrión en la luz uterina.

JUSTIFICACIÓN

En los sistemas de producción ovina actuales la transferencia de embriones (TE) es una herramienta de gran utilidad en los programas de selección genética a nivel mundial (Gibbons et al., 2004).

Hasta hace muy poco en nuestro país el manejo reproductivo y la aplicación de técnicas reproductivas tales como la inseminación artificial (IA) y la TE, no han sido realizados de manera intensiva; en gran parte por la falta de conocimiento sobre los beneficios económicos hacía el negocio y el alto costo tanto de los embriones congelados, como de la mano de obra especializada que realiza la técnica. El potencial de estos sistemas productivos es inmenso, ya que traería consigo grandes beneficios para el productor que la realice y obtendría una alta competitividad en la industria pecuaria nacional. Se debe tener en cuenta que la ovulación múltiple y su posterior TE pueden aumentar la ganancia genética de 15-40% en rebaños pequeños y en grandes puede llegar hasta el 100%.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar la eficiencia de un programa reproductivo con el uso de transferencia de embriones en ovejas f1 sincronizadas con hormonas exógenas.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- Evaluar la presencia de estro utilizando un protocolo de sincronización del ciclo estral.
- Calcular el porcentaje de preñez obtenido.
- Determinar la prolificidad del programa.
- Obtener el peso promedio al nacimiento de los corderos.
- Determinar el número de machos y hembras nacidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización.

El presente trabajo se llevó a cabo en la unidad de producción El Callao, ubicado el municipio de Jiquipilco, Estado de México. Se localiza al norte del Valle de Toluca y al este del valle de Ixtlahuaca, ocupando parte de la serranía del monte alto. Limita al norte con el municipio de Villa del Carbón y el municipio de Nicolás Romero; y al oeste con Ixtlahuaca.

Animales.

Se utilizaron un total de 90 ovejas f1 dorper/katahdin y dorper/black belly (fotografía 2), con una edad promedio de 2 años +/- DS, condición corporal promedio de 3, peso promedio de 60 kg +/- DS, todas ellas con promedio de dos partos, estas se encontraban identificadas con aretes de SIINIGA. Se evaluó el estado de salud de las ovejas para descartar alguna evidencia de enfermedad, posteriormente se dividieron en dos corrales aleatoriamente a las 74 hembras con estro visible cada uno con 37 ovejas con el único objetivo de que pudieran alimentarse todas al mismo tiempo y que sea respetado el espacio vital recomendado; las 16 que no presentaron estro fueron separadas en otro corral ya que no fueron utilizadas para ser implantadas. El agua limpia se suministró ad libitum en bebederos automáticos, teniendo uno por corral. La dieta ofrecida en ambos corrales se evaluada mediante un Análisis Químico Proximal (AQP), cubriendo los requerimientos establecidos en el NRC (National Research Council).



Fotografía 2: Ovejas f1 dorper-katadhin

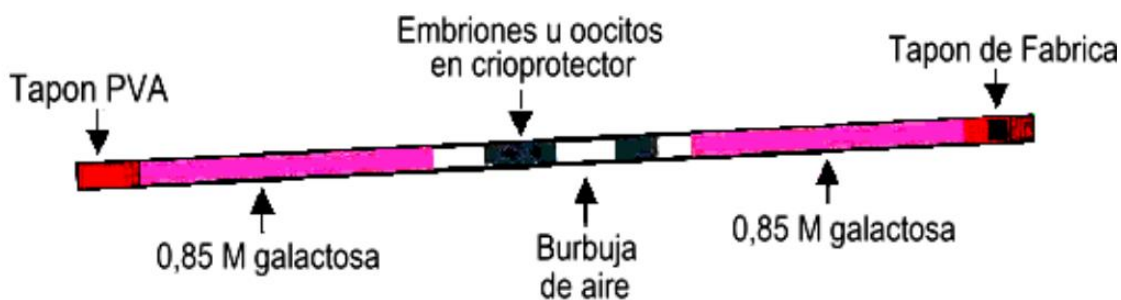
Embriones congelados.

Se utilizaron embriones de las razas dorper y dorper blanco, importados directamente del rancho Burrawang dorper and White dorper stud®, ubicado en Ootha NSW 2875, por medio de ex Hacienda el Zoquital®, ubicado en Atotonilco el grande, Hidalgo; quien fue el encargado de llevar a cabo todos los trámites legales y sanitarios cumpliendo con todas las normas oficiales vigentes para el ingreso al país.

Estos embriones se encontraban dentro de un termo criogénico preservados en pajillas que contenían entre 3 y 6 embriones debidamente rotuladas con los datos de identificación del lavado de hembras donadoras, además de tener como respaldo los registros pertinentes de ambos padres, papeles de importación y demás documentos que acreditaban su legal procedencia (fotografías 3 y 4).

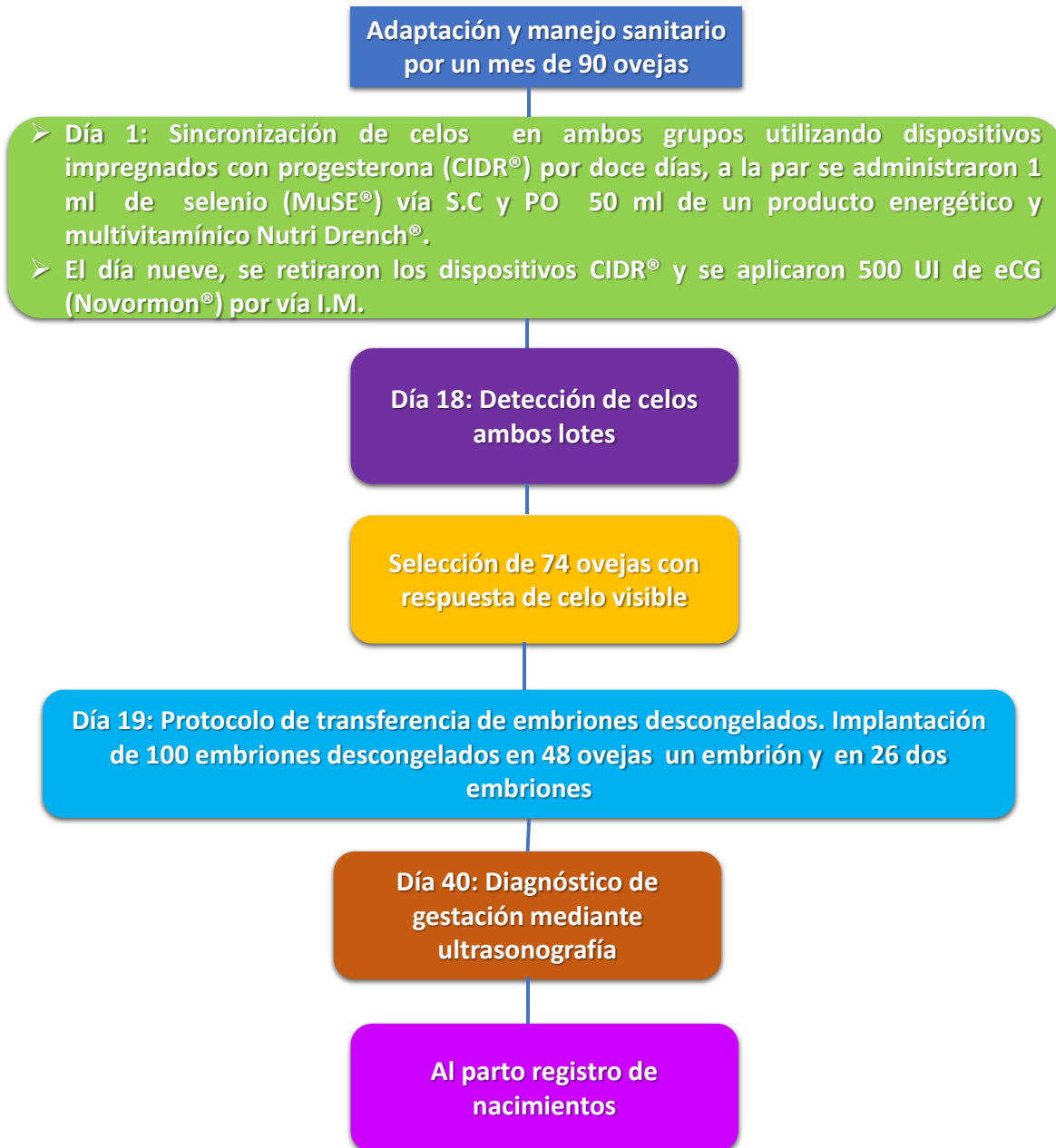


Fotografía 3: Termos criogénico



Fotografía 4: Montaje de embriones en pajillas. Adaptado de Guignot (2005).

DISEÑO EXPERIMENTAL.



Protocolo de sincronización.

Dichos animales se sometieron a un protocolo de sincronización de celos, el cual consistió en la aplicación intravaginal con la ayuda de un aplicador (fotografía 5) de un dispositivo en forma de “T” * CIDR® el cual está impregnado con 350 mg de progesterona natural, además se administró por vía oral 50 ml de un complejo multivitamínico *, dichos dispositivos se mantuvieron durante 9 días, al término de ellos los dispositivos se retiraron y se les aplicó por vía intramuscular una inyección de 500 UI de gonadotropina coriónica equina (ecG)*.



Fotografía 5: Colocación del CIDR

Detección de celos

Se realizó el tercer día después del retiro del dispositivo con el uso de un macho celador provisto de un mandil que evitó que pudiese copular a alguna de las hembras, éstas se fueron retirando del corral conforme fueron presentando celo (se observaron receptivas al macho) esta actividad se realizó por la mañana (8:00 am) y por la tarde (4:00 pm) por un espacio de tiempo de tres horas (fotografía 6).



Fotografía 6: Macho celador. Manual de prácticas de reproducción de ovinos y caprinos. FMVZ, UNAM.

Preparación previa a la TE

El día 18 posterior al protocolo de sincronización, fueron retirados agua y alimento a los animales (dieta) a partir de las 3 pm, esto con la finalidad de disminuir la posibilidad de broncoaspiración de las hembras en el momento de estar arriba de la camilla para la realización de la TE, esta se realizó al día siguiente (día 19), (Mueller J. 1993).

Protocolo de transferencia de embriones utilizado

DÍA	FECHA	HORA	AMBOS GRUPOS
0	Miércoles 23 de enero de 2019.	9:00 am	Colocación de CIDR y aplicación de 1 ml de selenio (MuSE®) vía S.C y PO 50 ml de Nutri Drench®.
9	Viernes 1 de enero de 2019.	6:00 pm	Retiro de CIDR y aplicación de 500 UI de eCG (Novormon®) por vía I.M.
13	Martes 5 de febrero de 2019.	8:00 am y 4:00 pm	Detección de celos con el uso de un macho celador y retiro de hembras receptoras.
18	Domingo 10 de febrero de 2019.	3:00 pm	Retiro de agua y alimento.
19	Lunes 11 de febrero de 2019.	11:00 am	Transferencia de embriones descongelados.

Técnica semi-quirúrgica de siembra de embriones por laparoscopia, modificada de la utilizada por Cueto y col. 2013.

1	Dietar animales 24 hr previas a la intervención.
2	Tranquilización y sedación con Xilazina (0.11 mg/kg) (fotografía 7).
3	Colocación de la hembra en un plano inclinado sobre una camilla especial de inseminación y/o TE (cabeza hacia abajo) (fotografía 8).
4	Rasurar y desinfectar el sitio donde se realiza la incisión (fotografía 9).
5	Se incidió por línea media abdominal la zona desinfectada en un tamaño de entre 3-5 cm y 3 cm delante de la ubre y se observaron las estructuras ováricas (fotografía 10).
6	Exteriorización del cuerno uterino con ayuda de una pinza (fotografía 11).
7	Punción de la cara dorsal del cuerno uterino en su tercio posterior con ayuda de una aguja calibre 18.
8	Introducción de una sonda uretral calibre exterior 1.2 mm y longitud de 14 cm.
9	Siembra de uno o dos embriones descongelados (con base en la respuesta ovárica obtenida en la sincronización) con ayuda de micropipeta (acondicionado en 10 µl de medio de mantenimiento de embriones VIGRO ® Holding Plus) e introducción al interior de la luz del cuerno uterino por medio de la sonda.
10	Introducción del útero a cavidad abdominal.
11	Sutura por planos de la incisión realizada (músculo, tejido conectivo y piel).
12	Aplicación de antibiótico de amplio espectro Shotapen® L.A a dosis de 1 ml por cada 10 kg de peso vivo, desinflamatorio no esterooidal (Napzin® a dosis de 2ml por cada 50 kg de peso vivo) ambos por vía intramuscular y cicatrizante Aluspray®
13	Bajada de las receptoras de la camilla e introducción a su corral para terminar de despertar de la anestesia.



Fotografía 7: Oveja en camilla esperando a ser subida para observar su respuesta ovárica



Fotografía 7: Rasurado en la camilla.



Fotografía 8: Asepsia en la zona de trabajo.



Fotografía 9: Evaluación de respuesta ovárica.



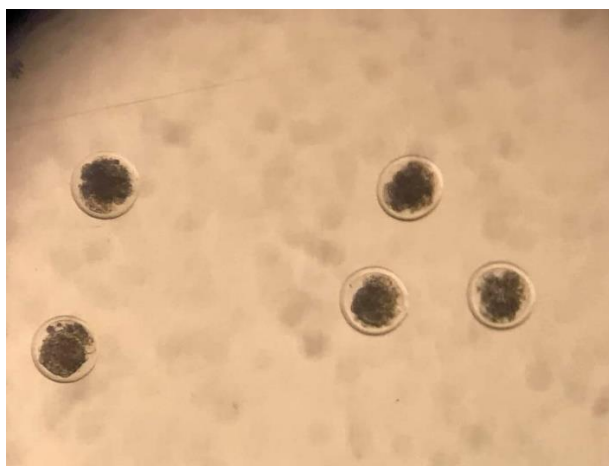
Fotografía 10: Exteriorización de los cuernos.

Técnica de descongelamiento de embriones modificada por Cueto y col. 2013.

1	Baño termostático en agua a 37° durante 30 segundos de la pajilla con los embriones en una caja de Petri.
2	Extracción progresiva del crioprotector en etapas sucesivas (5 minutos en cada dilución), sumergiendo los embriones en cajas de Petri que contenían el medio de tres pasos (Vigro ® Taw plus) diseñado para la rehidratación gradual de embriones después de la descongelación y cuyas soluciones contienen concentraciones de solución salina buferada con fosfato Dulbeccos modificada (DMPBS), sacarosa a distintas concentraciones y glicerol en concentración decreciente (fotografías 12 y 13).
3	Rehidratación 1: Caja de Petri con Thaw Plus 1: base DMPBS, sacarosa 0,5 M, glicerol al 5 % (5 minutos a 25° C).
4	Rehidratación 2: Caja de Petri con Thaw Plus 2: base DMPBS, sacarosa 0,5 M, glicerol al 2,5 % (5 minutos a 25° C).
5	Rehidratación 3: Caja de Petri 3: Thaw Plus 3: base DMPBS, 0,6 M de sacarosa, 0 % de glicerol (5 minutos a 25° C).
6	Enjuague de los embriones en una caja de Petri con medio de mantenimiento (VIGRO ® Holding Plus) que es una solución compleja de aminoácidos, factores de crecimiento, enzimas, sustratos de energía y antibióticos para mantener los embriones hasta 9 horas en una atmósfera de aire a una temperatura de 18 a 25 °C (2.5 minutos).
7	Conservación de los embriones en una caja de Petri con medio de mantenimiento (VIGRO ® Holding Plus) para ser transferidos a las ovejas receptoras.



Fotografía 12: Equipo para transferencia de embriones.



Fotografía 13: Embriones descongelados.

Diagnóstico de gestación mediante ultrasonografía

Este procedimiento se realizó en ambos grupos de animales cuarenta días posteriores a la TE utilizando un ultrasonido en tiempo real con transductor transabdominal, de esta manera se observaron en el monitor estructuras como los placentomas y él o los embriones dependiendo cuantos de ellos fueron implantados por oveja (fotografías 14 y 15).



Fotografía 14: Diagnóstico de gestación.



Fotografía 15: Diagnóstico de gestación

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó por medio de un Análisis de varianza (ANOVA) para muestras repetidas en donde la hipótesis nula (H_0) fue si todas las medias coinciden, y será la rechazada: $H_0 \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$.

La hipótesis alterna (H_a) fue que al menos una media es diferente y es la que se busca probar y aceptar. $H_a \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$.

La respuesta al tratamiento hormonal para la sincronización del estro se obtuvo con la fórmula (% RE= número de ovejas con respuesta al estro/número de total de ovejas tratadas x 100).

El diagnóstico de gestación (% DG= número de ovejas detectadas gestantes a 40 días/número de ovejas implantadas x 100), la tasa de fertilidad (TF= número de ovejas paridas/número de ovejas con embrión implantado X 100).

Y la prolificidad se obtuvo con la fórmula (P= número de corderos nacidos/número de embriones implantados).

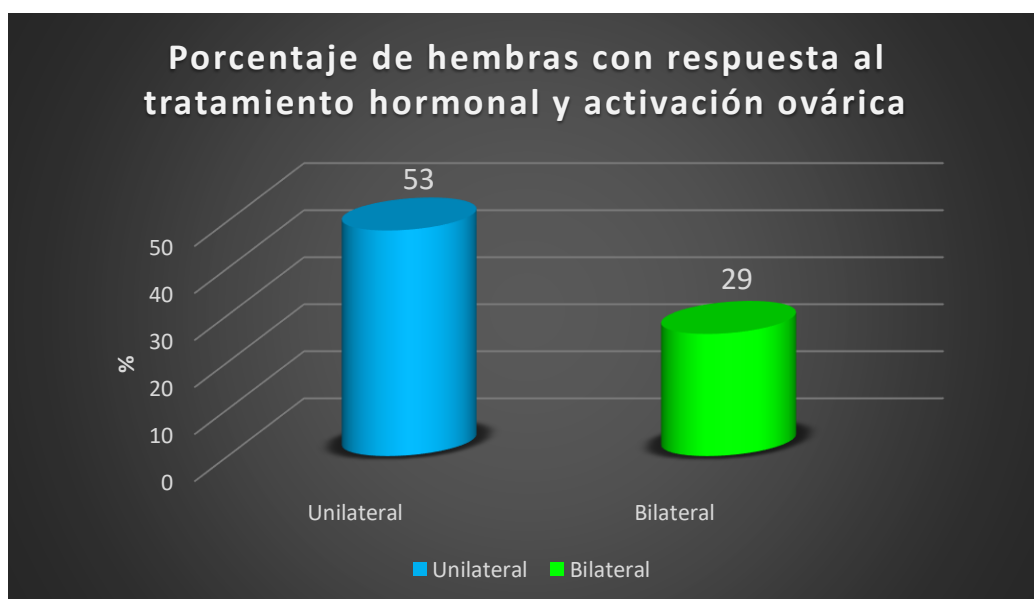
Los resultados obtenidos del DG y TF fueron analizados estadísticamente a través de la prueba de Chi cuadrada, mientras que la prolificidad se analizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) para muestras repetidas.

RESULTADOS

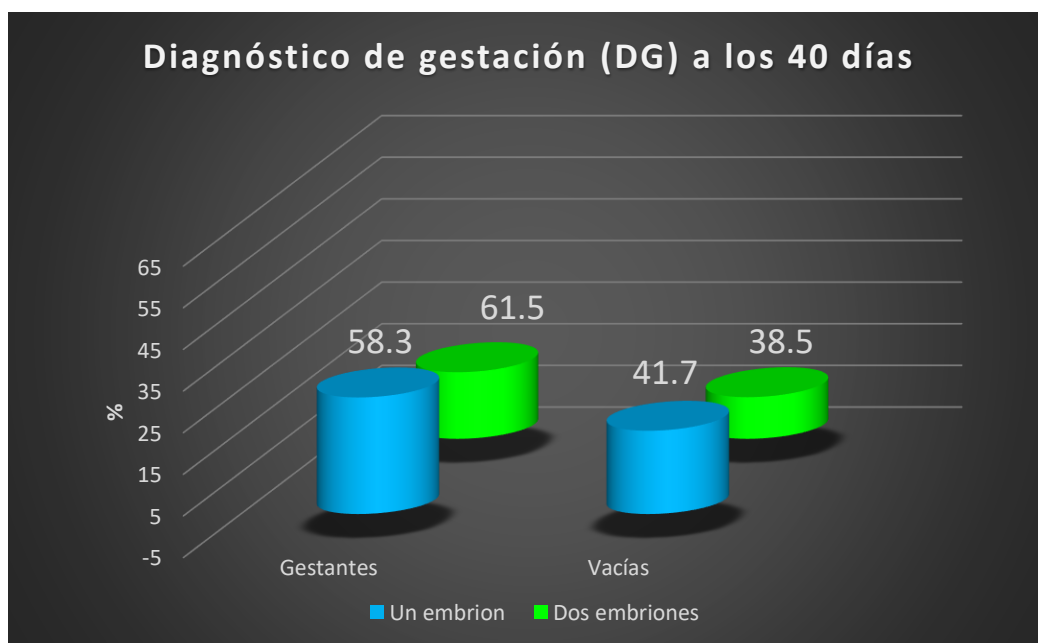
Los resultados obtenidos muestran que de 90 hembras a las cuales se les aplicó tratamiento hormonal con hormonas exógenas, hubo presencia de estro en 74 de ellas evaluado con el uso de macho celador, lo que equivalen a un 82.2%; mientras 16 de ellas (17.8%) no presentaron signos de estro por lo tanto fueron rechazadas para ser utilizadas como receptoras para la TE (tabla 1).

Estro		
	n	(%)
Hembras con respuesta	74	82.2
Hembras sin respuesta	16	17.8
TOTAL	90	100

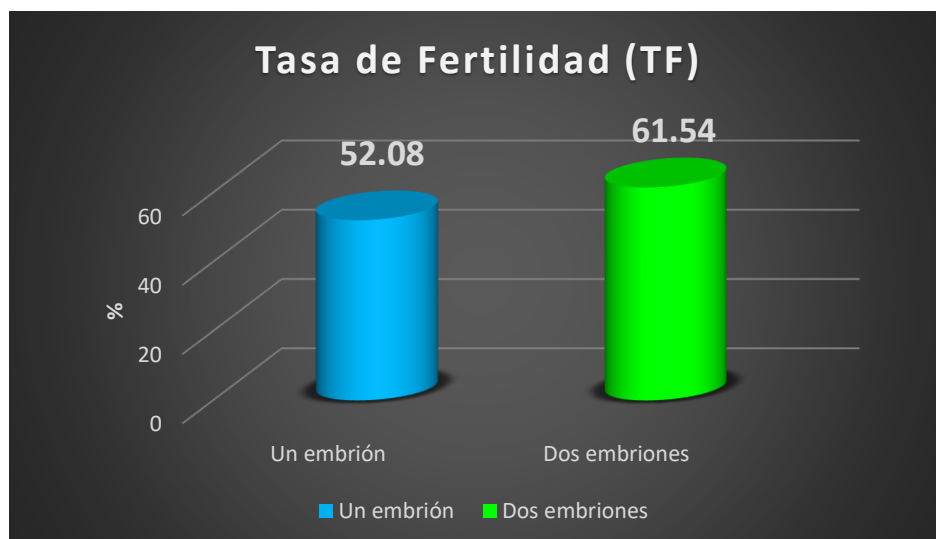
El gráfico 1 muestra los datos de la revisión por laparoscopia de la respuesta ovárica en las 74 hembras que tuvieron estro visible. Se descongelaron un total de 100 embriones para el trabajo y con base en la respuesta de las estructuras ováricas se implantó 1 embrión en 48 hembras equivalente a un 53% y 2 embriones en 26 hembras (29%).



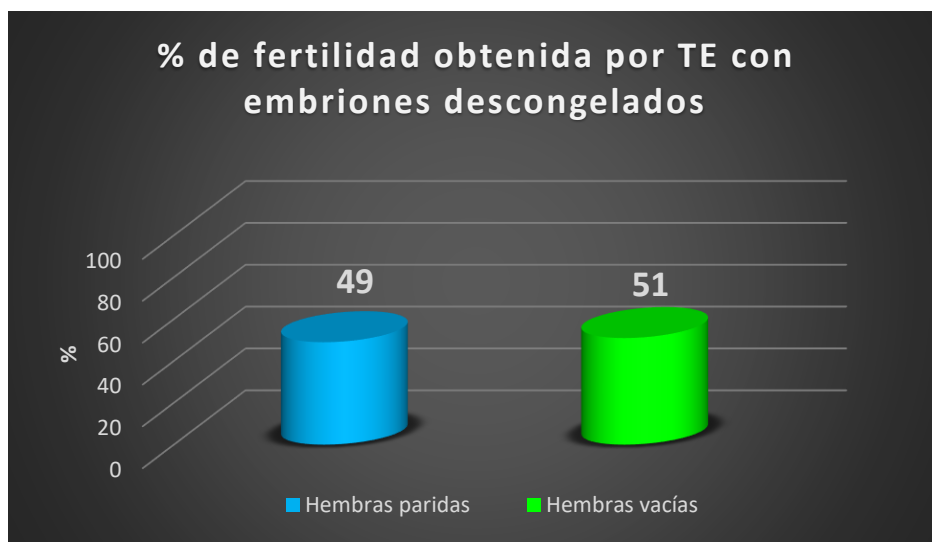
En el gráfico 2 se muestran los datos al diagnóstico de gestación (DG) realizado por ultrasonografía a los 40 días, se detectaron 44 hembras gestantes equivalente a un 59% del total de hembras (74) con T.E. Del total de hembras diagnosticadas como gestantes, 28 de ellas (58.3%) fueron implantadas con un embrión y 16 (61.5 %) fueron de las implantadas con dos embriones, no existiendo diferencia estadística significativa.



El gráfico 3 muestra la tasa de fertilidad (TF) obtenida donde 25 hembras implantadas con un embrión (52.08 %) y 16 hembras con dos embriones (61.54 %) llegaron al término de gestación.



El porcentaje de fertilidad obtenido con embriones descongelados utilizando la técnica de TE por medio de laparoscopia se muestra en la gráfica 4 obteniéndose un valor de 49%.



De acuerdo con el objetivo particular sobre la evaluación de la prolificidad al utilizar un protocolo de sincronización con hormonas exógenas se determinó que el porcentaje fue de $0.86 \pm DS$ para el caso de las hembras implantadas con un embrión y de $0.75 \pm DS$ para las implantadas con dos embriones, esto nos indica que estadísticamente no hay diferencia en el aumento de la fertilidad al haber transferido uno o dos embriones a la vez.

La tabla 2 muestra los datos obtenidos de corderos nacidos vivos, sus respectivos pesos promedios y su desviación estándar.

	Número de corderos nacidos vivos	Peso promedio al nacimiento de corderos vivos
Machos	17	3.81 ± 0.3^a
Hembras	27	3.43 ± 0.3^a
TOTAL	44	

Literales iguales indican que no existe diferencia estadística significativa ($P < .05$)

En la tabla 3 se muestran los datos obtenidos de corderos nacidos muertos, sus respectivos pesos promedios y su desviación estándar.

	Número de corderos nacidos muertos	Peso promedio al nacimiento de corderos muertos
Machos	3	3.80 \pm 0.78 ^a
Hembras	2	2.85 \pm 0.78 ^a
TOTAL	5	

Literales iguales indican que no existe diferencia estadística significativa (P< .05)

Finalmente, la tabla 4 resume todos los resultados obtenidos dentro del análisis permitiéndonos observar todos los datos juntos que fueron descritos individualmente en párrafos anteriores.

Tratamientos	Borregas con TE	Dx gestación	(%)	Parición	(%)	No. corderos	Partos sencillos	Partos dobles
Un embrión	48	28	58.33 ^a	25	52.08 ^a	25	25	-
Dos embriones	26	16	61.54 ^a	16	61.54 ^a	24	8	8
Total	74	44		41		49	33	8

Literales iguales indican que no existe diferencia estadística significativa (P< .05)

DISCUSIÓN

La inducción y sincronización del estro con hormonas exógenas en las 90 ovejas se realizó en el mes de febrero y puede considerarse como el periodo final de la temporada reproductiva en animales de lana (Gündoğan et al., 2003), para el caso de razas de ovinos de pelo y cruza entre ellas la temporada se extiende por más tiempo, en la década de los 50 Hafez (1952) mencionó que las ovejas de origen ecuatorial presentan una reducida estacionalidad reproductiva e incluso, tienen ausencia de la misma, siendo capaces de reproducirse todo el año (Arroyo, 2011). Esto se aplicó a los primeros rebaños de ovejas pelibuey en México (Castillo et al., 1972; Castillo et al., 1974). No obstante, en estudios realizados por Heredia et al., 1991; González-Reyna et al., 1991 y González-Reyna et al., 1992, se observó una baja en la actividad estral durante los meses de febrero a mayo, atribuida a carencias nutricionales y factores ambientales. De las 90 hembras (100 %) de este trabajo a las cuales se le aplicaron hormonas exógenas, 74 de ellas (82.2 %) mostraron estro visible y fueron utilizadas como receptoras, las restantes 16 se descartaron para ser utilizadas, estos datos coinciden con los reportados por los autores antes mencionados.

El empleo de dispositivos de liberación interna controlada de progesterona (CIDR) como fuente de progestágeno en combinación con la aplicación parenteral de gonadotropina coriónica equina (ecG) ha sido reportada por diversos autores (Hashemi et al., 2006 y Fleish et al., 2012) aumentando el nivel de respuesta del estro debido al adecuado crecimiento y desarrollo folicular. En el presente estudio el 82.2% de las ovejas f1(dorper-katadhin) usadas en este estudio como receptoras de embriones presentaron estro visible siendo este valor similar al obtenido en estudios realizados en ovejas pelibuey (Arroyo et al., 2013 y Espinosa et al., 2020), esto debido probablemente a que estos grupos raciales (pelibuey, katadhin y dorper) se caracterizan por ser poliéstricas continuas.

Con relación a los resultados obtenidos para el diagnóstico de gestación a los 40 días se observa que el porcentaje de ovejas gestantes fue mayor en el grupo al que se le implantaron dos embriones; sin embargo, esta diferencia no fue significativa ($p=0.8$). Datos reportados por Baril et al., 2003 que la tasa de supervivencia de embriones es mayor cuando

se transfieren dos embriones por receptora; aunque generalmente los protocolos utilizados indican colocar un embrión por hembra dependiendo de la condición corporal de esta. En vista de que en este trabajo se contaba con 100 embriones disponibles ya descongelados, se tomó la decisión de implantar dos embriones en las hembras que tuvieron respuesta ovárica bilateral, colocando uno por cada cuerno uterino. Estudios realizados en humanos han demostrado que la siembra de más de un embrión aumenta la probabilidad de éxito debido a que existe competencia entre los productos (Jons y Schrader, 1988).

Con base en los resultados al diagnóstico de gestación (DG) realizado por ultrasonografía en el cual se detectaron 44 hembras gestantes (59%) de las 74 hembras a las cuales se les realizó la T.E. Las 16 hembras del grupo a las cuales se les implantaron dos embriones fueron diagnosticadas como positivas. Los resultados anteriores se asemejan a los de Heyman Y., et al., en 1987, acercándose a un 50% de gestación utilizando embriones descongelados. Por otro lado, del grupo que recibió un embrión solo llegaron a término 25 de las diagnosticadas como positivas; respecto a las tres hembras diagnosticadas como preñadas a los 40 días y que finalmente no parieron, se presume que en una de ellas hubo reabsorción embrionaria debido a que no se encontraron abortos ni restos placentarios que indiquen que esté haya sucedido; las dos restantes al cumplirse 160 días posteriores a la T.E y no contar a la mano con el ultrasonido, se decidió sacrificarlas, a la necropsia se observaron que dentro del útero se encontraban restos óseos (mandíbula y presumiblemente un fémur) de lo que fue el producto.

En el caso de la prolificidad al utilizar un protocolo de sincronización podemos determinar que de las hembras que llegaron a término de la gestación (16) para las implantadas con dos embriones y que finalmente parieron 16 corderos en 8 partos dobles de 32 embriones implantados, lo anterior indica que estadísticamente no hay diferencia en el aumento de la fertilidad al haber transferido uno o dos embriones a la vez. Estudios realizados en humanos (Jons y Schrader, 1988) mencionan que existe una diferencia estadísticamente significativa al implantar uno o dos embriones, aunque como se mencionó antes; en ovejas normalmente se implanta uno por receptora, pero se piensa que al colocarlos en pares existirá competencia entre ellos para su sobrevivencia.

En cuanto al número de corderos machos nacidos fue menor la cantidad (20) en comparación con las hembras (29). Por otro lado, con respecto al peso promedio en los machos nacidos vivos el promedio (3.81 kg) fue mayor en 380 g en comparación con el peso promedio de las hembras (3.43 kg), no existió una influencia significativa ($P < .05$), solo se observó una tendencia numérica favorable a los corderos (tabla 3). Esto contrasta con lo reportados por Quintero, et al., en 1997 en corderos de la raza west-african donde las hembras nacidas tuvieron un valor numérico más alto en comparación a los machos, aunque estadísticamente tampoco fue significativa ($P > .05$).

Los resultados obtenidos en este trabajo realizado con embriones descongelados contrastan con los reportados por otros autores como Heyman Y., et al., en 1987 donde obtuvieron un resultado de 58.3% de eficiencia de la técnica obteniendo 42 corderos de 72 embriones implantados y de Chen, et al., en el 2016 donde realizaron la transferencia de 102 embriones de raza dorper implantados en 158 ovejas receptoras obteniendo una respuesta a la sincronización de 82.91% (resultado que concuerda con el promedio obtenido en este trabajo 82.2%), la diferencia fue que ellos transfirieron el total de embriones en igual número de ovejas es decir un embrión por oveja y sus resultados de implantación con embriones descongelados fue de 77.86% siendo de los resultados más altos reportados en la literatura. Por otro lado, Chuluunbayar U., et al., en el 2022 transfiriendo embriones de raza dorper a ovejas receptoras de raza mongoliana transfiriendo un solo embrión por receptora obtuvieron una fertilidad de 33.3%, valor más bajo en comparación a lo encontrado en este estudio; de esta manera podemos decir que hay estudios donde se reportan tanto valores más altos de implantación como valores más bajos utilizando la técnica de TE, el constante progreso en los procedimientos de dicha técnica en animales genéticamente superiores permitirá la aplicación masiva de este procedimiento como ha ocurrido en la especie bovina.

CONCLUSIONES

- La eficiencia del programa reproductivo con el uso de transferencia de embriones descongelados para su implantación fue de 49%.
- La presencia de estro visible utilizando sincronización de celos fue del 82.2%.
- No existió diferencia significativa al implantar uno o dos embriones en el aumento de la fertilidad.
- El peso promedio al nacimiento de los corderos es mayor en machos que en hembras.
- Nació una mayor cantidad de hembras que de machos.
- Finalmente se ganó experiencia en la aplicación de la técnica TE por laparoscopia.
- Se obtuvo un número de corderos suficientes para ser el rebaño fundador del rancho y posteriormente del cruzamiento entre los que no estén emparentados, obtener animales de alto valor genético para su posterior salida al mercado.

Finalmente, la biotecnología de TE aplicada en la unidad de producción para aumentar la frecuencia de sus genes aumentando su descendencia, obtuvo una fertilidad de 49% y una fecundidad de 44% respectivamente, utilizando embriones descongelados. Dicha técnica permitió transferir embriones de donantes de alto valor genético en receptoras de bajo valor tanto genético como económico.

El desarrollo de la TE en ovinos ha progresado durante las últimas décadas, especialmente en razas de ovinos con cierto grado de popularidad en cada país, en México es el caso de las razas dorper y white dorper. Sin embargo, la tasa de éxito de protocolos de TE en ovinos depende de muchos factores como son los medios ambientales, nutricionales y de manejo.

BIBLIOGRAFÍA

Abecia, J.A.; Forcada, F.; González-Bulnes, A.; et al. 2002. The effect of progestagen treatment on sheep reproductive performance at different phases of the oestrus cycle. *Animal Research*, v.51, n.2, p.149-155.

Aguerreberre, J. I. (1981). *Manejo de la Reproducción en el Ovino*.

Agustín Góngora, H. V. (2021). Eventos Reproductivos de la hembra y el macho. Capítulo 6. Ciclo estral.

Aisen E, (2004), Reproducción ovina y caprina, Intermedica, 1ª ed, Buenos Aires, Argentina.

Aldama A, (2010), Fisiología Veterinaria E Introducción A La Fisiología De Los Procesos Reproductivos, 1a Ed, UNAM, Mexico. FAO. (2009). La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050. En Foro de expertos de alto nivel - Cómo alimentar al mundo en 2050. <http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/>

ANACINTRA. 2012. Cámara Nacional de la Industria de Transformación. La alimentación de los mexicanos. Cambios sociales y económicos, y su impacto en los hábitos alimenticios. García- Urigüen P. (ed). Soluciones de Comunicación S. C. México, D. F.

Arroyo J., (2011). Estacionalidad reproductiva de la oveja en México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14 (2011): 829-845.

Arroyo, J., Torre-Barrera, J. D. L., and Ávila-Serrano, N. Y. 2013. Reproductive response in hair sheep synchronized with progesterone or prostaglandins. *Agrociencia*, 47, 661–670.

Balcázar SJA, Porras AAI. FMVZ UNAM. 2013. *Manual de prácticas en manejo reproductivo de ovinos y caprinos*.

Castillo, R.H., Valencia, Z.M., Berruecos, J.M. 1972. Comportamiento reproductivo del borrego Tabasco mantenido en clima tropical y subtropical. I. Indices de fertilidad. *Técnica Pecuaria México*. 20: 52-56.

Castillo, R.H., Román, P.H., Berruecos, J.M. 1974. Características del crecimiento del borrego Tabasco. I. Efecto de la edad y peso al destete y su influencia sobre la fertilidad de la madre. *Técnica Pecuaria México*. 27: 28-32.

Chen, Y., Su L., Xie-chao H., Zhan-xing, H., Zhang, J., Wang Y., et al. Effect Factors of Frozen Embryo Transfer in Dorper Sheep. *Zoological Research*, 2004, 25(6): 560-563.

Chuluunbayar, U., Tsolmonbaatar, B., Byambasaikhan, D., Ho-Jun. L., Sang-Hwan, K., and Enkhbolor. B. 2022. Embryo transfer of dorper breed to Mongolian sheep. *Journal of Animal Reproduction and Biotechnology*; 37(4): 226-230.

Córdova, A.; Córdova, M.S.; Córdova, C.A.; et al. 2008. Procedimientos para aumentar el potencial reproductivo en ovejas y cabras. *Revista Veterinaria*, v.19, n.1, p.67-79.

Cuéllar-Ordaz J. A. 2006. La producción ovina en México. pp. 11-15. In: Primera Semana Nacional de Ovinocultura. Foro "Importancia de esquemas de cruzamientos en la producción de carne ovina. 4 de agosto de 2006. Tulancingo, Hidalgo, México

Cueto, D. A. (2013). Manual de transferencia de embriones en ovinos y caprinos. Patagonia Norte.

Cseh S, Seregi J. 1993. Practical experiences with sheep embryo transfer. *Theriogenology* 39: 207 (abstr.).

Díaz, J. E. (2011). Control hormonal del ciclo estral en bovinos y ovinos. *Spei Domus* , 15-25.

Dutra-Quinquela, F. 2007. Nuevos enfoques sobre la mortalidad perinatal de corderos, *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, Vol 15, 288-289.

Espinosa, M., Montiel, L., Villaseñor, F., Jiménez, H. 2020. Sincronización de estros en ovejas Pelibuey utilizando CIDR y diferentes dosis de eCG. *Abanico Veterinario*. Enero-diciembre 2020; 10:1-7.

Fleish A., Werne S., Heckendorn F., Hartnack S., Piechotta M, Bollwein H., Thun R., Janett F. 2012. Comparison of 6-day progestagen treatment with Chronogest CR and Ezi-breed CIDR G intravaginal inserts for estrus synchronization in cyclic ewes. *Small Ruminant Research*. 107: 141-146.

Fundación Chile. 2008. Tópicos de producción ovina en el secano central. Tercera edición. Fundación Chile, área agroindustria. p 18 - 33.

González-Mariscal, G., Poindron, P. 2002. Parental care in mammals: immediate internal and sensory factors of control. *Horm. Brain Behav.*

González-Reyna, A., Valencia, J., Foot, W.C., Murphy, B.D. 1991. Hair sheep in México: Reproduction in the Pelibuey sheep. *Animal Breeding Abstracts*. 59: 509-524.

González-Reyna, A., Murphy, B.D., Foot, W.C. 1992. Circannual estrous variations and ovulation rate in Pelibuey ewes. *Small Ruminant Research*. 8: 225-232.

Guignot, F. 2005. Cryoconservation des embryons des espèces domestiques. *INRAE Productions Animales*, 18(1), 27–35. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2005.18.1.3507>

Gündoğan, M., Baki, D., and Yeni, D. 2003. Reproductive Seasonality in Sheep. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science*, 53(4), 175–179.

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

Hashemi M, Safdarian M, Kafi M. 2006. Estrous response to synchronization of estrus using different progesterone treatments outside the natural breeding season in ewes. *Small Ruminant Research*. 65: 279-283.

Heredia, A., Menéndez, T.M., Velázquez, M.A. 1991. Factores que influyen en la estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey. *Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria*. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. p. 115.

Heyman Y, Vincent C, Garnier V, Cognie Y. Transfer of frozen-thawed embryos in sheep. *Vet Rec*. 1987 Jan 24;120(4):83-5. doi: 10.1136/vr.120.4.83. PMID: 3824855.

Jones, H. and Schrader, C. (1988): "In-Vitro Fertilization and Other Assisted Reproduction" *Annals of The New York Academy of Sciences*, Vol. 541, New York.

Martínez-González E.G., Muñoz-Rodríguez M., García-Muñiz J.G., Santoyo-Cortés V. H., Altamirano-Cárdenas J.R., Romero-Márquez C. 2011. El fomento de la ovinocultura familiar en México mediante subsidios en activos: Lecciones aprendidas. *Agronomía Mesoamericana* 22(2): 367-377.

Labatut, J., Girard, N., Astruc, J., & Bibé, B. (2013). Dissemination of genetic progress: A key aspect of genetic improvement of local breeds. *Animal Genetic Resources/Resources Génétiques Animaux/Recursos Genéticos Animales*, 53, 117-127. doi:10.1017/S2078633612000367.

Martínez, M. E. (2012). La técnica del flushing en la alimentación de las ovejas.

Menchaca A, Rubianes E. New treatments associated with Timed Artificial Insemination in small ruminants. *Reprod Fertil Dev*, v.16, p.403-414, 2004.

Mueller J. 1993. Utilización de la inseminación artificial y la superovulación con transferencia de embriones en el mejoramiento genético de ovinos. *Comunicación Técnica del INTA Producción Animal* 323: 1-8.

Mueller, J. (1985). Implementación de planes de mejoramiento genético en ovinos .

Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura. (2019).
Obtenido de El Estado de la Seguridad Alimentaria y la Nutrición en el mundo.:
<https://www.fao.org/3/ca5162es/ca5162es.pdf>

Quintero, A., Boscán, J., Palomares, R., González, A. y Boissiere, J. 1997. Efecto del sexo sobre el peso corporal a diferentes edades en corderos west-african criados en el trópico venezolano. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5(Supl. 1): 426-427.

Romero Y, Oriella y Bravo M Silvana (2012). Mejoramiento genetico en ovinos [en línea].
Temuco: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 245.

Sergio Martínez, J. A. (2010). Tecnologías para mejorar la producción ovina en México.

SIAP (2021). Obtenido de Acciones y Programas Producción Pecuaria:
<https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria>.

Tondello, L.; Dos Santos, P.C.; Gaudêncio, S.; et al. Microbiological and functional evaluation of an alternative device (OB®) for estrous synchronization in ewes. Ciencia Rural, v.49, p.389-395.

Valencia, T. D. (2014). Lineamientos para el fortalecimiento de la producción pecuaria familiar en América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.