

201



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESTUDIO DESCRIPTIVO DE UN PROGRAMA DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES PARA LA INTRODUCCION DE GANADO ESPECIALIZADO EN PRODUCCION DE CARNE AL TROPICO MEXICANO (1994-1997).

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO EN
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
PRESENTA:
ANA DELIA RODRIGUEZ CORTEZ

ASESORES: MVZ ADOLFO KUNIO YABUTA OSORIO
MVZ MARIA DE JESUS TRON FIERROS
MVZ JORGE AVILA GARCIA
MsC PATRICIA ADAME DE PAASCH
PhD LEOPOLDO PAASCH MARTINEZ



MEXICO, D. F.

1999

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Handwritten signature



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.

**ESTUDIO DESCRIPTIVO DE UN PROGRAMA DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES  
PARA LA INTRODUCCIÓN DE GANADO ESPECIALIZADO EN PRODUCCIÓN DE  
CARNE AL TRÓPICO MEXICANO (1994 – 1997).**

**Tesis presentada ante la  
División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**de la**

**Universidad Nacional Autónoma de México  
Para la obtención del título de  
Médico Veterinario Zootecnista**

**por**

**Ana Delia Rodríguez Cortez**

**Asesores: MVZ Adolfo Kunio Yabuta Osorio  
MVZ María de Jesús Tron Fierros  
MVZ Jorge Ávila García  
MsC Patricia Adame de Paasch  
PhD Leopoldo Paasch Martínez.**

**México, D.F.**

**1999**

## DEDICATORIAS

A la memoria de Juan Cortés...mi abuelo.

A ti Mamá por tu desborde de cariño, apoyo, confianza y fe que me hace sentir que soy parte especial en tu vida. Por tu impulso y enseñanza que rigen mis acciones.

A ti Papá por tu cariño, paciencia y por hacerme sentir lo orgulloso que te sientes de mí.

A mi padrino Carlos que me brindó su apoyo y cariño para alcanzar éste objetivo.

A Lalo mi hermano quien me ha mostrado el lado sensible de las cosas, por su cariño, y por ser mi perfecto ejemplo a seguir

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mis asesores:**

**MSc Patricia Adame de Paasch.  
PhD Leopoldo Paasch Martínez.  
MVZ Jorge Ávila García.  
MVZ María de Jesús Tron Fierros.  
MVZ Adolfo Kunio Yabuta Osorio.**

**Por la dedicación, apoyo, confianza y aliento que me brindaron para la culminación de este trabajo.**

**A la PhD María de la Salud Rubio Lozano por su orientación, asesoría y ayuda, así como sus valiosos comentarios.**

**Al MVZ Raymundo Martínez Peña por la contribución de sus observaciones, aliento y amistad.**

**Al MAE José Luis Dávalos Flores por sus invaluables sugerencias y estímulo para la realización del presente documento.**

**A los miembros del jurado:**

**MVZ Lucas G. Melgarejo.  
MVZ Salvador Romo.  
MCV Pedro Cano Celada.  
MVZ Adolfo K. Yabuta.  
MVZ Edgardo Canizal.**

**Por su dedicación y contribución para la elaboración del presente trabajo.**

A la MsC Patricia Adame y PhD Leopoldo Paasch por las facilidades prestadas y por brindarme su hospitalidad para la realización de este trabajo.

Un especial agradecimiento a mi asesor MVZ Adolfo Kunio Yabuta por brindarme su incondicional amistad, sus conocimientos, su esmero, apoyo y empuje.

Al Sistema Meteorológico Nacional por las facilidades otorgadas, y en especial al Meteorólogo José Guadalupe Rosales Huerta por su gentil atención.

A mis amigos:

Claudia Romero.  
Claudia Villanueva.  
Arturo Ramírez.  
Isauro Morales.  
Raúl Lurrabaquio.

Por su apoyo, confianza y estímulo para la finalización de este trabajo, sólo me resta decir gracias...

A mis maestros:

MVZ Adriana Alarcón  
MVZ Abel Trujillo  
MVZ Javier Gutiérrez y  
MVZ Alicia Soberón.

Por la formación, amistad e impulso que me brindaron.

## **SER OTRO**

No hay ser humano que no quiera ser otro  
y meterse en ese otro como en una escafandra  
como en un aura tal vez o en una bruma  
en un seductor o en un asceta  
en un aventurero o un boyante

sólo yo no quisiera ser otro  
mejor dicho yo  
quisiera ser yo  
pero un poco mejor

Mario Benedetti.

## CONTENIDO

### Página

RESUMEN.....	01
INTRODUCCIÓN.....	02
OBJETIVOS.....	21
MATERIAL Y MÉTODOS.....	22
RESULTADOS.....	26
DISCUSIÓN.....	42
REFERENCIAS.....	53
CUADROS.....	63
FIGURAS.....	72
ANEXO.....	73



## RESUMEN

**RODRÍGUEZ CORTEZ ANA DELIA.** Estudio descriptivo de un programa de transferencia de embriones para la introducción de ganado especializado en producción de carne al trópico mexicano (1994 - 1997). (Bajo la dirección de MVZ Adolfo Kunio Yabuta Osorio, MVZ María de Jesús Tron Fierros, MVZ Jorge Ávila García, MsC Patricia Adame de Paasch y PhD Leopoldo Paasch Martínez).

Se realizó el presente estudio retrospectivo con los objetivos de describir las cinco fases que incluyeron el programa de transferencia de embriones, las diversas tecnologías aplicadas en los programas de medicina preventiva y nutrición para mejorar la eficiencia de dicho programa y proponer un modelo adaptado a las condiciones tropicales. Se realizaron análisis de los resultados reproductivos por fase, obtenidos de los registros del rancho "La Esperanza" en Soto la Marina Tamaulipas y los factores climáticos prevalecientes, obtenidos del Sistema Meteorológico Nacional de la Estación Aldama y Observatorio de Soto la Marina. Se observó que una forma práctica y menos subjetiva para evaluar el confort térmico de los animales en condiciones tropicales es utilizar el índice THI (Índice de Temperatura y Humedad). De estas observaciones se concluye que es posible realizar la transferencia de embriones para la introducción de ganado especializado en producción de carne, con un modelo adaptado a las condiciones tropicales que incluya la planeación biológica e integración de diversas estrategias que permitan optimizar los sistemas de producción ubicados en dichas zonas.

## INTRODUCCIÓN

Desde la época en la que el hombre cazaba, se ha hecho uso de los animales en pastoreo como fuente de recolección y concentración de nutrientes de áreas extensivas de tierra, de las cuales quizá de otra manera, éste sería incapaz de utilizar.<sup>1</sup> El ganado bovino por su condición de poligástrico, tiene la característica de transformar pasturas en proteínas de alto valor nutricional para el hombre.<sup>2 y a</sup>

De esta manera, el pastoreo cobra una enorme importancia a escala mundial aún en nuestros días, aproximadamente el 25% del área total del mundo es considerada como pastoreable y los animales con el potencial de pastoreo sólo hacen uso del 10 al 15%.<sup>1</sup> Los costos en sistemas de pastoreo resultan insignificantes si se comparan con los costos que tradicionalmente se conocen en los sistemas en confinamiento, con grandes erogaciones por concepto de alimento, mano de obra e infraestructura.<sup>b</sup> Para los países en vías de desarrollo es especialmente relevante aumentar la eficiencia, así como aprovechar los sistemas productivos de pastoreo en los trópicos, ya que su población crece de modo rápido y es necesario que estén provistos de los alimentos adecuados, empleo y un mejor sistema de vida. Así mismo, la mejora en la agricultura no sólo es necesaria para obtener más alimentos para el consumo interno, sino también para poder exportar y de esta manera obtener divisas.<sup>2</sup>

De la superficie con la que México cuenta, el 26% corresponde a áreas tropicales tanto húmedas como secas aptas para el pastoreo, representando esta zona la de mayor potencial productivo. Este concepto se acentúa por el carácter generalmente árido del territorio nacional que ve como tierra de promisión a toda región en donde el agua podría no ser un factor limitante.<sup>3</sup>

En la época actual, la crianza del ganado bovino es un pilar fundamental de la producción pecuaria en México y una fuente importante de alimentos para consumo humano, pues la carne de bovino es la más importante dentro del consumo nacional, con 1 483 000 Toneladas de carne de esta especie, representando el 38.5 % del consumo total de carne, apenas seguido por el consumo de carne proveniente de aves, cerdos, ovinos y caprinos, además de ser la especie con mayor

<sup>a</sup> Aguilar GF. Situación de la ganadería de engorda en México. México DF, Ganadero Vol. VI, N° 5, 1981. pp 19 - 22.

<sup>b</sup> De la Parra EE. Opinión, nuevas oportunidades. Cebú. Vol. X, N°2, 1984. p 56

representatividad de la población ganadera (44%), convirtiéndose en una magnífica opción como fuente de captación de divisas y por ende, para el desarrollo económico del país.<sup>4, 5 y c</sup> En el balance total de comercio pecuario internacional, México aparece en 1994 como importante exportador con más de 1 millón de animales en pie (1 045 485 cabezas de ganado bovino) por año, obteniendo por este rubro cerca de 400 millones de dólares, pero con un déficit interno de carne, el cual nos lleva a erogaciones de 335 620 millones de dólares por concepto de importaciones.<sup>5, 7 y c</sup> Con lo anteriormente mencionado cobra importancia relevante el aprovechamiento del trópico como potencial forrajero, así como la introducción de razas con mayores rendimientos para proveer de alimentos adecuados a nuestra creciente población. Desde hace algunos años se hace mención de que el principal potencial de expansión para la producción bovina en el país se encuentra ubicado precisamente en las regiones tropicales y subtropicales, las cuales no solamente permiten aumentar la producción vegetal sino que constituye el principal recurso para el mejoramiento y crecimiento de la producción ganadera. Sin embargo, debido a la baja productividad de la región, los trópicos contribuyen sólo con el 25% de la producción Nacional de leche y 50% de la producción mundial de carne.<sup>4</sup>

El trópico representa una alternativa viable para nuestro país en la producción de esta valiosa fuente de proteína de primera calidad y para la captación de divisas, sin embargo será necesario dominar los factores adversos que permitan establecer una ganadería productiva en dichas zonas. Dicho potencial será efectivo en tanto se puedan integrar estrategias que permitan:

- \* Aprovechar con eficiencia la capacidad productiva forrajera del suelo.
- \* Combatir y controlar las enfermedades infecciosas y parasitarias.
- \* Aprovechar la base genética cebuina.<sup>c</sup>

En estas áreas tropicales del país, el principal forraje introducido existente es el pasto guínea (*Panicum maximum*) y el jaragua (*Hyparrhenia rufa*) en las partes más secas. La *Leucaena* y sus variedades son un forraje usual en todos los valles bajos del Golfo y del Pacífico, además se encuentran *Desmodios sp*, *Macoptilium sp* y *Centrosemas sp*.<sup>3</sup> Sin embargo, a pesar de la disponibilidad forrajera de estas regiones, la producción de pastos es estacional, con variaciones

<sup>c</sup> Paasch ML. Programa de capacitación para la producción de ganado bovino de exportación. FMVZ (Convenio UNAM - BID), 1996.

en la calidad nutritiva a través del año, lo que origina un pobre desarrollo en la productividad pecuaria.<sup>6</sup> La falta de experiencia con ganadería intensiva en el trópico, las enfermedades parasitarias, la mayor frecuencia de enfermedades infecciosas, el estrés climático de los animales, la deficiencia de minerales de los forrajes de estas zonas, la falta de créditos y de semillas adecuadas y la casi ausente tecnología comprobada son factores que limitan el desarrollo de una ganadería tropical productiva,<sup>2, 6, 7 y 8</sup> ya que tanto productores como trabajadores carecen de la información o asistencia técnica adecuada.

A pesar de estas claras desventajas de los trópicos y sin perder de vista las ventajas, en nuestro país la mayor densidad ganadera se presenta en la zona tropical, incorporando el 44% de los bovinos en el 25% de la superficie dedicada a la ganadería.<sup>5</sup> Se practica con mayor frecuencia el ordeño parcial o estacional de los bovinos acentuándose esta práctica cuando los precios del ganado de carne descienden.<sup>2</sup> Por las condiciones adversas descritas anteriormente, las razas de mayor difusión son las de origen cebuino, que superan fácilmente tales situaciones,<sup>d</sup> pero que resultan en una ganadería que se caracteriza por una elevada oferta de carne de bovino adulto, de pobre calidad de la canal y con bajos rendimientos.<sup>3 c</sup> Tradicionalmente los cruzamientos entre *Bos indicus* (cebú) y *Bos taurus* (ganado europeo) han sido quizás la alternativa con más aplicación para incrementar la producción de leche y carne en regiones tropicales, combinando la alta producción y capacidad del ganado europeo con la alta tolerancia al calor y resistencia a enfermedades infecciosas y parásitos, la capacidad de consumir forrajes naturales toscos y la adaptabilidad a largas caminatas del ganado cebú.<sup>9 e, 1</sup> Los híbridos (F1) o animales cruzados resultan ser los que demuestran una superioridad real en comparación al ganado puro.<sup>9</sup> Al utilizar la heterosis o vigor híbrido se aprovechan las características raciales poco heredables tales como las asociadas con la fertilidad y capacidad materna.<sup>10</sup>

<sup>d</sup> Fernández A, Megnabosco de UC, Embrapa COM, Caetano AR y Famuta TR. Estudio de las correlaciones genéticas y heredabilidades entre determinadas medidas corporales y el eso de la raza Brahman en México. México ganadero. N° 420. Febrero de 1997.

<sup>c</sup> Ibidem Paasch ML.

<sup>e</sup> Lucio MS. Características ideales del ganado Brahman. Asociación mexicana de criadores de Cebú - Acontecer bovino. Vol. II, N°10, 1997. pp 26 a 30

<sup>f</sup> Lucio SGC. Prueba de ganancia de peso. Nuestro acontecer bovino. Vol. III, N° 10, 1997. pp 37 a 39.

Como una opción para elevar la productividad del trópico, existen intentos de introducción de algunas de las razas europeas para conformar un pie de cría con la capacidad de aumentar la calidad de los productos cármicos y que pueden ser criadas en estos sitios como razas "paternas", como las razas Simmental, Limousin, Beefmaster.<sup>9</sup> y ahora de reciente introducción, la raza Belgian Blue, una de las razas hiperespecializadas en la producción de carne,<sup>11, 12 y h</sup> introducida a México en 1994 y 1995<sup>11</sup> en forma de semen y embriones por el Rancho "La Esperanza", localizado en el estado de Tamaulipas el cual se distingue por ser un modelo de producción con alta influencia para los demás ganaderos de la zona. En este sitio se llevaron a cabo las primeras transferencias de embriones para la obtención de crías de la raza Belgian Blue con la finalidad de conformar el primer pie de cría de esta raza existente en México, como un intento de coadyuvar a elevar la productividad de la ganadería mexicana mediante la generación de cruza terminales a partir de vientres de otras razas ya existentes en la zona.

Así mismo, el Rancho "La Esperanza" ha hecho convenios con otros particulares para diseminar la raza Limousin en el trópico con la misma finalidad. Por esta razón, el ganado de esta raza también ha sido sometido al programa de transferencia embrionaria (T.E.) que se lleva a cabo en dicho Rancho.

Aunque diversos autores coinciden en que el trópico americano no es precisamente un ambiente ideal para la producción intensiva, puesto que usualmente se registran temperaturas superiores a lo óptimo para la producción de forrajes (20 a 28°C), además del efecto negativo del estrés calórico sobre la productividad de los animales, representando una de las principales limitantes para la introducción de razas europeas puras al trópico, ya que los animales requerirán de una mayor adaptación térmica para permitir la productividad y la sobrevivencia, el trópico representa la principal fuente de expansión de la ganadería.<sup>2 4 y 13</sup> Bajo estas condiciones la principal actividad del animal consiste en mantener su ambiente interno constante, sacrificando las funciones de producción ya que come menos y las de reproducción por los cambios hormonales que se generan pudiendo llevar al extremo de la muerte al animal.<sup>2</sup>

---

<sup>9</sup> Ocampo CL. Ceremonia de inauguración de los cursos de posgrado 1996. Infovet. No.4, IV. México. 1995.

<sup>h</sup> Belgian Blue Breeders, Inc. Welcome to Belgian Blue Breeders [www.belgianblueinc.com/bigspringfarm.com/1mcar.htm](http://www.belgianblueinc.com/bigspringfarm.com/1mcar.htm)

Los factores adversos antes mencionados, pueden subsanarse con buenas prácticas de manejo y el uso de algunas estrategias, tales como la técnica de transferencia de embriones; la cual consiste en transferir un embrión de una vaca (donadora) y un toro de alta calidad genética, a un útero de una vaca incubadora (receptora). El embrión recibe de la vaca donadora y del toro padre todo su genotipo y la función de la receptora es la de incubar al embrión y alimentarlo hasta el parto; mediante los anticuerpos del calostro y la lactancia protegerlo durante los primeros meses de vida.<sup>13 y 14</sup> Los embriones pueden ser transferidos en cualquier región, en receptoras adaptadas a los factores bioclimáticos del lugar, con las ventajas de que los becerros al nacer reciben de las receptoras los anticuerpos contra las enfermedades locales en el calostro y crecen adaptándose al nuevo ecosistema.

Por otra parte, se evitan largos viajes y riesgos de premunición y disminuyen los años que se requieren para un programa de mejoramiento genético. El problema de adaptación a elevadas temperaturas, altitud, ectoparásitos (garrapatas), alimentación, plantas tóxicas, dependen del biotipo adulto seleccionado como receptor en cada ambiente y para cada sistema de crianza.

Entre algunas de las ventajas de mayor alcance de la técnica de transferencia de embriones se puede mencionar la capacidad de diseminar la riqueza genética superior logrando un mayor número de crías de hembras seleccionadas de acuerdo a su potencial genético, características fenotípicas, genotípicas y registros de producción; acortando de los intervalos generacionales a 21 meses en los programas de selección, pues los embriones heredan el 100% de la genética, alcanzando en una generación el biotipo animal buscado, mientras que el semen transmite el 50% en cada generación por lo que alcanzar la mayor aproximación al genotipo deseado requeriría de varias generaciones.<sup>13 y 14</sup> Los riesgos de transporte y costo por flete de un tanque de nitrógeno conteniendo 100 a 500 embriones son inferiores al movimiento de un solo animal en pie y se puede lograr obtener una cría completamente adaptada a las condiciones bioclimáticas en las que se desarrolla su madre "adoptiva".<sup>13 y 15</sup> La T.E se utiliza con gran éxito para distribuir germoplasma de alto valor sin peligro de distribuir enfermedades.<sup>16</sup> En las razas productoras de carne se puede incrementar la productividad en términos de calidad y cantidad de carne por animal, seleccionada para las diferentes condiciones prevalecientes y mercado. En las razas lecheras se puede

incrementar la producción de leche, grasa y proteínas lácteas que requiere la industria y prolongar la vida útil de vacas mediante la mejora en la fortaleza y tipo funcional, adaptadas a diversos sistemas de manejo.<sup>13</sup> El carácter innovador de la TE es que los vientres genéticamente inferiores del hato pueden gestar terneros genéticamente superiores, independientemente a su propio genotipo, con un valor agregado que justifique la inversión.

Para llevar a cabo un programa de T.E es necesario cubrir ciertos requisitos básicos, debiendo contar con un equipo humano calificado para desarrollar acciones específicas; tener un excelente manejo nutricional y reproductivo del hato; contar con hembras genéticamente superiores en relación a los índices de familia, producción propia y de sus crías, habilidad materna, fertilidad, fenotipo, etc.; se debe seleccionar a los toros padres y asignar los servicios a las donadoras; definir el número de receptoras de acuerdo a la cantidad de preñeces por año; tener en mente un calendario de colecciones y transferencias de embriones de acuerdo a las fechas deseables de parto teniendo en cuenta la época del año, el manejo del establecimiento, formación de grupos de edad homogénea para el control de desarrollo, sanidad, alimentación y servicios<sup>13</sup> y aunado a todo esto, se tiene que contar con el capital para financiar cada programa.

#### PROGRAMA REPRODUCTIVO

La transferencia de embriones consta de una serie de etapas delicadas, cuyo dominio condiciona el éxito final de la operación.<sup>13, 14 y 15</sup>

Estas etapas, fundamentalmente son:

- I. La ovulación múltiple o superovulación .
- II. La fertilización de los óvulos o producción de embriones.
- III. La colección, evaluación y clasificación de estos mismos,
- IV. El trasplante de estos a receptoras sincronizadas con la edad del embrión y
- V. La criopreservación de los embriones para el caso en que no exista el suficiente número de receptoras aptas .<sup>13 y 15</sup>

En el proceso de T.E. el examen clínico del aparato reproductor de la hembra es un factor clave. La aplicación correcta de los métodos de biotecnología (sincronización de celos, inseminación

artificial, superovulación, T.E. y métodos de diagnóstico) dependen del conocimiento y actualización en fisiología reproductiva y farmacología de los agentes terapéuticos. El diagnóstico de fertilidad e infertilidad depende de un método rápido, económico y detallado de examen clínico basado en la palpación transrectal, que para su correcta interpretación se complementa con la información recogida en la anamnesis e historia clínica, los signos exteriores ambientales, la inspección, vaginoscopia y ultrasonografía. Otros métodos complementarios de diagnóstico tales como la laparoscopia, biopsias y cultivos uterinos, determinaciones hormonales en sangre o leche, no siempre están al alcance de los clínicos de campo por razones de costo e infraestructura. La T.E. sólo es posible realizarla en vacas donadoras y receptoras vacías sanas y que demuestren signos de actividad ovárica.

### I. OVULACIÓN MÚLTIPLE

La ovulación múltiple o superovulación es la técnica mediante la cual se estimula el ovario por medios hormonales que permitirán a la vaca donadora multiplicar simultáneamente sus ovulaciones y producir así el mayor número de embriones posible.<sup>14</sup> Los tratamientos buscan imitar a mayor escala las fluctuaciones hormonales fisiológicas, utilizando para este fin generalmente hormonas de actividad gonadotrópica capaces de estimular el crecimiento folicular.<sup>13</sup> Para iniciar una superovulación exitosa se requiere la presencia de un cuerpo lúteo (CL) diestral normal. Con el fin de conocer el momento adecuado para iniciar el tratamiento se deberá comenzar por establecer la presencia o ausencia del CL mediante palpación rectal previa al inicio de cualquiera de los tratamientos.<sup>J</sup>

Los dos tipos de preparaciones hormonales de actividad gonadotrópica que se utilizan para este fin son:

Hormona Folículo Estimulante (FSH)

Gonadotropina Coriónica Equina (eCG, antes PMSG).<sup>13, 14, 17, 18, J</sup>

<sup>1</sup> Yabuta OAK. Notas del diplomado de Transferencia embrionaria. Departamento de Producción Animal: Rumiantes, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. Carretera México-Topilejo Km 28 ½, Tlalpan, México D.F. 1997

<sup>J</sup> Wenkoff M. Manual de transferencia embrionaria. Canadian Medical Veterinary Association. 1992.



El tratamiento con FSH se aplica en dosis decrecientes durante el diestro, previo a la aplicación de prostaglandinas que provocarán la destrucción del cuerpo lúteo (permitiendo que ocurra el estro), después de lo cual la vaca será inseminada.<sup>J</sup> Existen muchos esquemas de aplicación de esta hormona, pero dada su vida media tan corta, generalmente se ha coincidido en aplicarla cada 12 horas por cuatro días consecutivos, como se explica detalladamente en el anexo 1.<sup>17, 18, J</sup> La administración de la hormona superovulatoria por lo general comienza en el día 9 o 10 del ciclo estral, sin embargo, los tratamientos pueden empezar desde el día 8 al día 14.<sup>13, J</sup>

La glicoproteína eCG tiene doble actividad biológica, similar a la FSH y LH, pero con la diferencia de que tiene una vida media más larga (40 -144 horas) lo que le permite que sea una sola dosis la que provoque un efecto superovulador.<sup>14, 17, 18, J</sup> Aparentemente la eCG funciona mejor al principio de la fase folicular, por lo que el tratamiento puede iniciar el día 16 o 17 del ciclo estral y para lograr la mayor cantidad de embriones se ha propuesto la administración de eCG durante los días 9 y 12 después del estro, seguido de la administración de prostaglandinas y con apoyo en ocasiones de la Gonadotropina Coriónica humana (hCG) y hormona luteinizante (LH).<sup>17</sup> El esquema de tratamiento para superovular con esta hormona, se detalla en el anexo 1.

La respuesta ovulatoria se evalúa el día de la colección, siete días después del celo e inseminación artificial ya sea por inspección de los órganos internos, secreciones, palpación rectal del aparato genital interno, ultrasonografía de ovarios y la recuperación embrionaria. Se estima el número de cuerpos lúteos y la presencia de folículos anovulatorios en ambos ovarios, signos de tono, contractilidad y edema uterino, como signos del balance hormonal, complementado con la calidad y cantidad de los embriones colectados.

Después de un tratamiento superovulatorio, la producción promedio por donadora es de 4 a 5 embriones transferibles por colección, siendo un promedio entre un rango muy variable que puede ir desde cero hasta 51 embriones/vaca.<sup>13, 14, v 17</sup> Esta gran variabilidad en la respuesta superovulatoria ha sido documentada por diferentes autores como Touati, Bruce et al, Armstrong et al, Elsdén, Chupin et al, Lindsell et al y Bindon<sup>14, 19, 20, 21, 22, 23, 24 y 25</sup> como una causa de las variaciones en la respuesta ovárica individual de cada animal y las diferencias en la abundancia de

<sup>J</sup> Ibidem Wenkoff

FSH y LH activas en las preparaciones gonadotrópicas comerciales, así como la edad, alimentación, raza, factores climáticos, calidad del semen y el estrés. Los promedios de embriones viables por colección en las raza Limousin es de 4.5 y de 3.5 para la raza Belgian Blue. <sup>14, i</sup>

#### *Selección de donadoras*

La selección de las donadoras es un punto de extrema relevancia en los programas de T.E, ya que el avance genético del hato dependerá en 50% de las características de la hembra, en tanto que el otro 50% será responsabilidad del macho donador de semen. Las características más importantes a considerar en la selección de una donadora son: el historial de producción superior para las características de importancia económica, conformación o tipo superior, así como habilidad para heredar la mayoría de estas características. Se sugiere que las donadoras preferentemente sean vacas de más de tres años de edad, pues a esa edad se considera que el animal ha sido probado con los datos de sus registros productivos. Adicionalmente las hembras seleccionadas como donadoras no deben tener defectos de conformación, genéticos o antecedentes de distocia. Las donadoras ideales deberán contar con un historial de altos porcentajes de concepción y ser libres de enfermedades del aparato reproductor, con un buen historial reproductivo, ser una hembra sexualmente madura y haber mostrado dos períodos previos de estro antes de ser superovulada, adaptarse a su medio, tener una buena condición corporal, mostrar buenas ganancias de peso ante un balance energético adecuado, ser animales sanos, tener por lo menos 60 días o más de haber parido y contar con un calendario de vacunación completo previo al programa de T.E. <sup>i, j</sup>

Es importante evitar cualquier situación de estrés durante las operaciones (viajes en camión, elevación de temperatura, exceso de comida, cambios en la ración o alojamientos, tratamientos sanitarios, mal trato del personal), es decir, tratar de que se sienta confortable y no cambiar demasiadas cosas en su vida. En caso de requerirse alguna modificación, es importante dejar al animal por lo menos tres semanas como mínimo de adaptación a cambios importantes en su entorno. <sup>13, i</sup>

<sup>i</sup> Ibidem Yabuta.

<sup>j</sup> Ibidem Wenkoff.

Como parte de un programa de alimentación, las hembras que inician la fase de superovulación deberán recibir un complemento alimenticio y mineral desde cuatro semanas antes del inicio de la fase. En la dieta será especialmente importante el contenido de proteína, este deberá ser de 16 a 18% (16.5%)<sup>26</sup>, de este total de proteína ingerida será ideal que el 30 a 35% sea proteína de sobrepaso, ya que un exceso puede provocar toxicidad al embrión o al semen. Como alternativa para elevar el aporte proteínico de sobrepaso podrá utilizarse alimento balanceado para cerdo de iniciación, o cualquier alimento que contenga proteína de origen animal (harina de sangre o carne).<sup>i</sup> La complementación con sales minerales será especialmente importante, por un lado porque el selenio, cobre, fósforo, cobalto, manganeso y cinc son los minerales de mayor participación en las funciones reproductivas, y donde el selenio interviene principalmente en la ovulación y supervivencia del embrión,<sup>1,27</sup> por otra parte, en toda la región del golfo de México los suelos y por ende, los forrajes son característicamente deficientes en selenio, por lo que es conveniente la incorporación de este mineral en la dieta o mediante la aplicación parenteral cuando menos en dos ocasiones previas al programa de T.E.

La colección de embriones en las donadoras jóvenes puede empezar a partir del año de edad si las vaquillas han alcanzado la pubertad y un grado de desarrollo genital que permita las maniobras instrumentales no quirúrgicas. En cuanto a la frecuencia para superovular a las donadoras adultas, esta puede ser de 60 a 90 días, de esta manera, las donadoras descansan lo suficiente después del parto hasta que se completa la involución uterina y se reinicie la actividad ovárica, aprovechando de esta forma mejor a las receptoras. La vaca produce una generación de folículos cada 7 a 10 días, de manera tal que si a esto le sumamos 5 o 6 días de tratamiento hormonal e inseminación artificial y 7 días de desarrollo embrionario hasta la colección, teóricamente cada 20 a 25 días se podrían repetir las colecciones. Así mismo, a partir de 1976, con la implementación de las técnicas no quirúrgicas, no hay motivos para temer por el futuro reproductivo de las donadoras después de colecciones repetidas.

En cuanto a las fallas del tratamiento superovulador, se conoce que el 15% de las donadoras falla y el 30% de las colecciones no produce receptoras preñadas, existiendo más de una razón en

---

<sup>i</sup> Ibidem Yabuta.

diferentes situaciones. Las donantes mayores a 10 años de edad muestran una disminución en la respuesta a la superovulación, pero no lo suficiente para desalentar el uso de vacas adultas.<sup>13, 19, 20,</sup>

21, 28 y 29

## II. FERTILIZACIÓN DE LOS ÓVULOS

Para la fertilización de los óvulos se puede utilizar cualquiera de las dos siguientes técnicas: inseminación artificial o monta natural. Se sugiere el uso de la técnica de inseminación artificial, ya que ofrece un mayor control de las enfermedades de transmisión sexual y el semen proviene de machos que han sido probados genéticamente, así mismo, se conoce el momento exacto del servicio, para determinar la edad del embrión.

### *Inseminación artificial*

Las donadoras se deben inseminar dos o tres veces, cada 12 horas después de detectado el celo, según la disponibilidad del semen.<sup>13, J</sup> En las razas *índicas* y *sintéticas* a las 0 y 12 horas de detectado el celo de superovulación.<sup>15</sup> Si se cuenta con sólo una dosis de semen, se recomienda inseminar de 18 a 24 horas después de iniciado el *estro*.<sup>J</sup> El fenómeno de la superovulación no es simultáneo, iniciando aproximadamente 12 horas después de finalizado los signos de celo y se extiende por 24 horas, por este motivo es que se repite el servicio.<sup>13</sup>

Otro de los factores claves es el origen y la calidad del semen. Los inseminadores deben estar bien instruidos de las normas de manejo, conservación, descongelación y depósito del semen en el cuerpo del útero, con especial énfasis en la higiene de las operaciones. La técnica de inseminación artificial es explicada en el anexo 2.

## III. COLECCIÓN DE LOS EMBRIONES

Las colecciones uterinas o lavados no quirúrgico se realizan 7 días después del celo programado (6 a 8 días) cuando la mayoría de los cigotos han alcanzado la cavidad uterina y conservan la zona pelúcida intacta, lo que facilita la recuperación, aislamiento y transferencia. Estos lavados se

<sup>J</sup> Ibidem Wenkoff.

pueden realizar desde el día 6 hasta el 8 después del estro, pero el lavado en estas etapas tempranas o tardías debe dejarse para casos de emergencia en los que el número de hembras receptoras es superior al número de embriones disponibles, dado que los embriones tempranos no deben ser congelados. Por lo regular, los embriones anidados (se implantan en el día 8 a 9) son difíciles de manejar, especialmente si se encuentran en fase de elongación.<sup>J, 30</sup>

Los lavados uterinos se realizan utilizando el sistema cerrado, entrada de líquido por gravedad y salida por sifonaje y la propia elasticidad de las paredes uterinas. Al finalizar el lavado, las donadoras son inyectadas con prostaglandinas, una o dos dosis con un intervalo de 12 días. El objetivo es prevenir procesos inflamatorios uterinos y posibles gestaciones múltiples, ya que en el día 8 del ciclo un 7% de los huevos aún pueden permanecer en el oviducto. No se recomiendan infusiones uterinas de antibióticos, quimioterapéuticos o desinfectantes debido a que estas sustancias son irritantes.<sup>13, J</sup>

De las colecciones se obtienen *embriones, ovocitos sin fertilizar o degenerados*. Hasta ahora, de la mayoría de las colecciones se recupera el 50% de los embriones transferibles. Esta falla en la obtención de embriones viables puede deberse a alteraciones de uno o varios factores no controlables que intervienen en la fertilización y el desarrollo embrionario, tales como la foliculogénesis, la maduración de los ovocitos, el mecanismo de ovulación, la capacitación y transporte espermático, la fertilización o el equilibrio hormonal sobre el medio uterino. En algunas ocasiones se obtienen ovocitos sin fertilizar por mal depósito del semen, y generalmente coinciden con el aviso de dificultad de los inseminadores o bien, puede ocurrir por mala calidad del semen. La técnica de colección de embriones mediante la técnica no quirúrgica se explica en el anexo 3.

### III. EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE EMBRIONES

Los embriones al ser recuperados son evaluados y clasificados con una metodología aceptada por la Sociedad Internacional de Transferencia de Embriones (IETS) para determinar la calidad del embrión ya que de ella depende su capacidad de desarrollo posterior a la transferencia. Se utilizan parámetros relacionados con la supervivencia del embrión, clasificándose en: Transferibles y no

---

<sup>J</sup> *ibidem* Wenkoff.

viables, y de acuerdo a su aspecto morfológico, estadio, edad y calidad en seis categorías según la clasificación establecida por Eldsen et al. en 1978, modificada por Lindner et al en 1985 y avalada por la IETS la cual es la más utilizada en la actualidad. Ésta se enfoca a embriones colectados entre los días cinco y nueve después de la inseminación.<sup>13, 30, 31, 32, 33, 34, J</sup> Los criterios de clasificación de embriones se describen con mayor detalle en el anexo 4.

Una vez clasificados, los embriones transferibles son lavados cinco veces en medio de cultivo de acuerdo a las normas de esterilidad del proceso. Para realizar la transferencia de los embriones, cada uno de éstos son cargados en pajillas de 0.25 cc de acuerdo a la explicación técnica descrita en el anexo 5.

La T.E. puede realizarse entre 1 y 4 horas después de finalizada la colección, con la técnica de transferencia de embriones no quirúrgica descrita en el anexo 6. Sin embargo, es mejor transferir a los embriones tan pronto como sea posible.

#### **IV. TRANSFERENCIA DE EMBRIONES**

##### *Descongelación, remoción del crioprotector y rehidratación*

Antes de descongelar un embrión es requisito indispensable palpar a su receptora, para verificar si las condiciones físicas, aparato reproductivo y la fase del ciclo estral son aptos para la recepción y edad del embrión, posteriormente el embrión es sometido a un procedimiento de descongelación, remoción del crioprotector y rehidratación de acuerdo a las técnicas descritas en los anexos 7 y 8, antes de la transferencia.<sup>35</sup>

##### *Selección de receptoras*

Para realizar cualquier procedimiento de transferencia embrionaria será necesario seleccionar a las hembras receptoras; las cuales deben ser fértiles siendo una característica importante para ser considerada como receptora, ya que de esta cualidad dependerá en gran medida la gestación del embrión implantado, y por ende, el éxito del programa de transferencia.<sup>16, J</sup>

<sup>J</sup> Ibidem Wenkoff

<sup>J</sup> Ibidem Nabuta

La fertilidad es una condición que varía de acuerdo a muchos factores, dentro de ellos, el estado fisiológico, la zona geográfica y la especie de la vaca en cuestión, pues se ha mencionado que las *Bos indicus* tienen menor índice de fertilidad que las *Bos taurus*.<sup>1</sup>

La nutrición es otro de los factores que se deben tomar en cuenta: Las receptoras deberán manifestar ganancias aceptables de peso, para lo cual se puede utilizar un complemento alimenticio balanceado, que cubra los requerimientos de energía y debe contener minerales, igual que para el caso de las donadoras.<sup>13, 1, J</sup>

Todas las hembras requieren ser desparasitadas internamente y externamente contra moscas, garrapatas y piojos, pero ninguno de estos procedimientos se deben realizar con menos de dos semanas previas al programa de T.E., para evitar que los residuos de dichos desparasitantes pueden resultar embriotóxicos. Así mismo, las receptoras deben contar con su cuadro de vacunas completo antes de ingresar al programa.<sup>1</sup>

Las receptoras se seleccionan por sincronía del estado del ciclo estral con la edad del embrión, para lo cual, se debe contar con una detección de estros eficiente y precisa, ya que se aceptan sólo aquellas receptoras con una sincronía de un rango no mayor de 24 horas o menor de 12 entre la edad del embrión y el estro de la receptora.<sup>13, 35, 1, J</sup>

### *Sincronización de estros*

Por los cambios anatómicos y funcionales experimentados por el aparato genital durante las distintas fases del ciclo estral se desprende la necesidad de que las donadoras y las receptoras estén sincronizadas al máximo posible. De esta manera los embriones transferidos encontrarán un ambiente uterino favorable para continuar su desarrollo. Un embrión de 7 días de edad (mórula o blastocito) debe ser transferido a un útero que esté bajo la influencia hormonal y en un estado fisiológico (motilidad y secreciones) correspondiente a siete días del ciclo estral, con menos de 24 horas de diferencia.<sup>13, 35, 36, 1, J</sup>

La sincronización de celos implica controlar los niveles plasmáticos de progesterona, ya que ésta hormona es la que regula la duración del ciclo estral. Este control se puede lograr mediante la

<sup>J</sup> Ibidem Wenkoff.

<sup>1</sup> Ibidem Yabuta

destrucción del cuerpo lúteo (CL), sensible a efectos luteolíticos desde el día 5 al 17 del ciclo estral, mediante el empleo de prostaglandinas o sus análogos sintéticos,<sup>13,1</sup> o bien, en el caso de la sincronización con progestágenos, la función de estos será suspender la actividad ovárica y la ovulación mientras persistan los niveles de progesterona por efecto de retroalimentación negativa sobre la liberación de LH (hormona luteinizante) simulando la existencia de un cuerpo lúteo, impidiendo de esta manera el desarrollo folicular y por lo tanto la ovulación. Con el retiro del fármaco, los folículos completan su desarrollo y todas las vacas sometidas a tratamiento ovulan de una manera sincronizada.<sup>37 y 38</sup> Los tratamientos cortos con progestágenos (9 a 12 días) requieren la aplicación de un agente luteolítico (estrógenos o prostaglandinas) el final del tratamiento.<sup>17 y 37</sup> Los protocolos de tratamiento para la sincronización con prostaglandinas y progestágenos se describen en los anexos 9 y 10.

Las donadoras bajo tratamiento superovulatorio con gonadotropinas, manifestarán celo a las 40 - 48 horas después de la aplicación de la primera dosis de prostaglandinas en el penúltimo día del tratamiento superovulatorio, mientras que las receptoras en diestro bajo el efecto inhibitor de la progesterona manifestarán el celo a las 60 horas, con una variación de 12 horas en el 56% de los casos y 24 horas en el 70%. Por lo tanto, para lograr el máximo de sincronización entre donadoras y receptoras, éstas reciben la segunda dosis de prostaglandinas 16 a 24 horas antes que las donadoras.<sup>13, J</sup>

#### *Detección de estros*

Existen distintas maneras de detectar estros en el ganado bovino, pueden ser mediante observación e identificación de los cambios de conducta sexual de la hembra, o bien los métodos que utilizan los cambios fisiológicos relacionados con el estro como niveles de progesterona en leche o plasma, los cuales son una confirmación retrospectiva del estro, resultando esto último un método costoso y poco útil.<sup>39</sup> Por esta razón bajo condiciones de campo resulta más práctico el control de celos por observación directa entre las 36 y 120 horas después de la última inyección de prostaglandinas.

---

<sup>J</sup> Ibidem Wenkoff.

<sup>I</sup> Ibidem Yabuta



### *Técnicas de transferencia de embriones*

La transferencia de embriones se puede realizar por métodos quirúrgicos y no quirúrgicos, siendo el primero el que produce resultados más consistentes en cuanto a tasas de preñez se refiere. Sin embargo, un veterinario con experiencia que transfiere embriones con métodos no quirúrgicos puede obtener porcentajes de preñez similares a los logrados con transferencia quirúrgica. Cada vez más, las tasas de preñez obtenidas por métodos no quirúrgicos se acercan a las alcanzadas con las técnicas quirúrgicas. La transferencia no quirúrgica requiere de mayor destreza y experiencia del técnico la cual puede verse limitada por las deformaciones u obstrucciones cervicales en las receptoras. Pero las principales ventajas de ésta son el poco tiempo que se requiere para realizarla, costos reducidos y poco instrumental especializado.<sup>28, 36, J</sup> La técnica de transferencia de embriones no quirúrgica se describe en el anexo 6.

### *Diagnóstico de gestación*

Las receptoras se palpan transrectalmente a los 45 y/o 90 días después del día de la transferencia de embriones para determinar el diagnóstico de preñez.<sup>13</sup>

## **V. CONGELACIÓN DE EMBRIONES**

En algunas ocasiones, los embriones colectados superan la cantidad de receptoras programadas o aptas para recibirlos, por lo que es necesario considerar la congelación como una alternativa para almacenarlos. Además, con la aplicación de la técnica de criopreservación de embriones se ofrecen un número considerable de ventajas sobre los frescos, incrementando substancialmente la aplicación de la técnica de TE en campo. Los embriones congelados constituyen un nuevo envase o presentación del material genético, bajo un manejo adecuado no transmiten enfermedades, por lo tanto se agilizan los trámites de movilización (barreras sanitarias) facilitando el comercio internacional de embriones. La congelación permite la colección de embriones en cualquier época del año, esto a su vez, permite acumular una gran cantidad de embriones de diferentes tipos para ser utilizados en un lugar y tiempo adecuados; los embriones no pierden viabilidad a través del

---

<sup>J</sup> Ibidem Wenkoff

tiempo, siempre y cuando se mantengan en las condiciones de congelación necesarias. Así mismo, se recomienda que los embriones congelados no pasen de 2 años para ser transferidos, ya que la genética avanza constantemente, quedando estos obsoletos genéticamente. La congelación abarata los costos de compra de donadoras muy valiosas, difíciles de adaptar al medio y manejo de otro hato. La T.E. en receptoras locales y adaptadas permite que los becerros nazcan con cierta inmunidad contra las enfermedades de la zona, adaptándose con más facilidad al medio.<sup>13,14,16, 35, J.</sup>

Es muy importante que el lapso entre la colección y el comienzo de la congelación sea lo más corto posible, y nunca mayor de 3 horas. Pasado este tiempo decae abruptamente la viabilidad del embrión ante la congelación.<sup>13</sup> Actualmente cuando los embriones son de alta calidad se pueden esperar tasas de preñez de un 40 a 50% o más.<sup>14 y 35</sup> La técnica de congelación de embriones y sus detalles, se describen en el anexo 11.

Con la TE se puede obtener un promedio de 12 a 15 becerros por donadora por año, de tal suerte que después de un solo tratamiento es posible obtener la cantidad de becerros que una vaca podría producir durante toda su vida útil en condiciones de manejo naturales. De esta manera se disminuye el intervalo generacional y aumenta la selección genética, acelerándose el progreso hacia el biotipo seleccionado, para producir machos para la IA, nuevas generaciones para la TE y hembras de reemplazo.

Los programas de transferencia embrionaria pueden conformar hatos de razas especializadas en producción de carne completamente adaptadas a las condiciones tropicales, con perspectivas de incrementar la productividad de la ganadería bovina de exportación mediante la obtención de cruza terminales con animales locales. Cabe hacer destacar que éste tipo de programas de T.E. son posibles si se complementan con otras acciones dentro de programas de medicina preventiva y nutrición específicos para cada zona.

#### PROGRAMA DE MEDICINA PREVENTIVA

Los programas de medicina preventiva cobran especial importancia al inicio de un programa de TE que incluya la introducción de razas exóticas, debido a los barreras zocosanitarias de cada país

y de cada zona para la introducción de dichas razas. Se debe realizar una investigación epidemiológica del material biológico a introducir a fin de evitar cualquier riesgo en materia de sanidad animal. Así mismo, se debe contar con un riguroso programa de seguimiento de la seroprevalencia de enfermedades consideraras dentro de programas de erradicación de cada país o zona, como lo es para el nuestro la campaña de control y erradicación de brucelosis y tuberculosis. Paralelamente se deben llevar a cabo programas de inmunización contra enfermedades infectocontagiosas de acuerdo a cada zona, como lo es para el trópico mexicano la gangrena enfisematosa, anaplasmosis, piroplasmosis, pasteurelisis, papilomatosis, leptospirosis, rabia, parainfluenza, rinitraqueítis infecciosa bovina y diarrea viral bovina.<sup>40 y 41</sup>

Así mismo, se debe realizar un control constante de ectoparásitos tales como garrapatas de los géneros *Amblyoma spp* y *Boophilus spp*, así como de moscas (*Stomoxys calcitrans*), ya que casi la tres cuartas partes del territorio nacional están invadidos por estos ectoparásitos que se caracterizan por la extracción de sangre y linfa del ganado a su alcance, inyección de toxinas a través de la saliva, irritación y nerviosismo de los animales atacados, perforación de pieles cuyos precios luego son castigados en el mercado, y lo principal, la transmisión de enfermedades como babesiosis o anaplasmosis y en menor grado, la brucelosis. Además de la notable mema que provoca en la producción láctea (20 al 25%) y en la ganancia de peso (pérdidas de hasta 22%) de los becerros.<sup>7 y 42</sup> Otros aspectos que contempla el programa de medicina preventiva son el control de parasitosis internas como las causadas por *Haemonchus spp*, *Strongyloides spp* y *Ostertagia spp* principalmente.<sup>40, 41 y 43</sup> además de la supervisión de partos y atención del neonato.

#### PROGRAMA DE NUTRICIÓN.

Este programa se debe llevar a cabo con el fin de disminuir al mínimo los efectos adversos de la subnutrición y/o disponibilidad estacional del forraje mediante el empleo de técnicas de pastoreo intensivo y suplementación alimenticia estratégica. Así mismo, para evitar la presencia de enfermedades carenciales se deben ofrecer suplementos de sales minerales durante todo el año. Se debe aclarar que las hembras donadoras y receptoras que entran a un programa de TE deben recibir una dieta especial como fin de preparación.

## JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES

El programa de transferencia de embriones que a continuación se describirá tuvo como fin principal la introducción y reproducción de bovinos de razas puras especializadas en la producción de carne en el territorio mexicano, y especialmente al trópico, para lograr su completa adaptación a la zona, e iniciar la multiplicación de la raza pura para conformar un hato que se empleará como pie de cría. Una vez establecido el pie de cría, se utilizará para la producción de cruza terminales con las razas ya existentes en trópico a fin de colaborar con el aumento de la productividad de la ganadería mexicana y aprovechar el gran potencial productivo de dichas zonas.

Por otro lado, debido a factores casuales, este programa incluye el desarrollo de las transferencias de embriones realizadas para la adaptación y proliferación de la raza Limousin. Las vaquillas de dicha raza se criaban en Chihuahua, cuando dicho estado sufrió una enorme pérdida económica por efectos de la sequía de los años 1992 y 1993, por lo que se decidió mediante convenios, el introducir estos animales a la zona tropical a fin de rescatar el material genético de la raza y con ésta hacer más productiva a la zona.

## OBJETIVOS

- Describir las 5 fases del programa de transferencia de embriones llevados a cabo en el hato durante los años 1994 a 1997.
- Describir las diversas tecnologías aplicadas para lograr la presencia y productividad de las razas puras Limousin y Belgian Blue en el trópico mexicano.
- Proponer un modelo de Transferencia de Embriones adaptado a las condiciones del trópico mexicano a fin de instrumentar este tipo de programas para la introducción de ganado especializado en la producción de carne a dichas zonas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### UBICACIÓN

Para la realización de este trabajo, se utilizó la información de los registros reproductivos, de medicina preventiva y alimentación de las cinco fases del programas de transferencia de embriones llevados a cabo para la introducción y multiplicación de la raza Belgian Blue y Limousin en el rancho "La Esperanza", el cual se encuentra ubicado en el km. 91 de la carretera federal Estación Manuel - Reynosa, en el Municipio de Soto la Marina, del estado de Tamaulipas. Localizado a 23° 46' latitud 98° 12' longitud, a 21 msnm,<sup>17</sup> con un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (Awo (e)w<sup>17</sup>) alcanzando temperaturas promedio de 24.2 °C y una precipitación pluvial de 988.7 mm anuales.<sup>44</sup>

### REGISTROS DEL PROGRAMA REPRODUCTIVO

Los datos obtenidos de los registros reproductivos de cada fase del programa de transferencia embrionaria del Rancho La Esperanza incluyeron variables como número y razas de hembras receptoras seleccionadas, número y razas de las hembras donadoras seleccionadas, número de embriones colectados por donadora, número de embriones congelados después de la colección, número de embriones frescos y/o congelados transferidos, número y raza de hembras receptoras gestantes a los 45 días de la TE, número y razas de hembras receptoras no gestantes a los 45 días de la TE, número y razas de hembras paridas, duración de la gestación, número de hembras y machos nacidos, número de abortos, número de crías muertas en el período perinatal y posología de los fármacos utilizados.

### REGISTROS DEL PROGRAMA DE MEDICINA PREVENTIVA

Los registros del programa de medicina preventiva permitieron obtener datos de fechas en las que se realizaron las técnicas quirúrgicas cesáreas, número de crías viables después de la cirugía, inmunizaciones, fechas de los baños de inmersión contra las garrapatas, fechas de aplicaciones de mosquicidas, fechas y dosis de aplicación de vitaminas.

<sup>17</sup> Sistema Meteorológico Nacional. Av. Observatorio No.192. Col. Observatorio. México. DF CP 11860

## REGISTROS DEL PROGRAMA DE NUTRICIÓN

De los registros del programa de alimentación se recopilaron las fechas de entrada y salida de cada célula de pastoreo, para poder determinar los días de utilización y de descanso de cada unidad de pastoreo, así como las cantidades, fechas y tipo de alimento para la suplementación alimenticia y las cantidades de sales minerales ofrecidas.

## REGISTROS CLIMATOLÓGICOS

Con el fin de recuperar los datos de los factores climáticos prevaecientes en todos los días de cada fase del programa se acudió a las oficinas del Sistema Meteorológico Nacional para la extracción de los datos registrados por el Observatorio Soto la Marina y la Estación Aldama. Las variables que se obtuvieron fueron: temperatura, velocidad de viento y humedad relativa registrados cada hora, desde las 6:00 hasta las 18.00 horas. Temperaturas máximas y mínimas mensuales registradas a partir del año de 1991 a 1996.

Los datos de precipitación pluvial con 4 a 6 mediciones mensuales durante los años de 1995 a 1997, se recopilaron a partir de los registros de ranchos aledaños.

## ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para poder realizar el análisis de frecuencia se consideraron tres rangos de temperatura ambiental: menor a 28°C considerada como zona de confort; entre 28° y 32°C calor moderado y superior a 32°C estrés calórico, esto obedece a modificaciones de los parámetros reportados por Mundia et al<sup>45</sup> quienes consideraron un rango de temperatura ambiental menor a 28°C como temperatura termoneutral, en donde no se manifestaban cambios aparentes, bajo condiciones de laboratorio y un rango intermedio de 28 a 32°C se consideró como valor moderado de calor, ya que en los experimentos realizados por Ealy et al<sup>27</sup> y <sup>46</sup> en el que los embriones expuestos a temperaturas de 41° o 42°C in vitro por tres horas afectaban el desarrollo embrionario por efecto de estrés térmico, dichos rangos simulan la temperatura rectal de una vaca expuesta a una temperatura ambiental superior a los 32°C, considerada en este caso como la temperatura de estrés térmico.

Se utilizó el índice de temperatura y humedad (THI) para analizar cada fase del programa y el día de la transferencia de embriones, dicho índice calcula el grado de estrés producido por efecto de la temperatura y humedad relativa, determinando de esta manera el confort térmico de los animales, la tabla de valores de dicho índice se describe con mayor detalle en el anexo 12.<sup>47, 48, 49, 50 y 51</sup>

Para analizar los datos obtenidos se ordenaron por categoría reproductiva, de medicina preventiva o alimentación. Se delimitó cada fase del programa de acuerdo a la fecha de inicio de la preparación de receptoras y/o donadoras hasta el momento de la transferencia de los embriones. Desde ésta fecha hasta el momento del parto, sólo se determinó duración de la gestación, nacimientos ocurridos y sexo de la cría.

La secuencia de las fases se determinó de acuerdo al orden cronológico de la siguiente manera:

Fase 1. Del 29 de noviembre a 17 de diciembre de 1994.

Fase 2. Del 13 al 31 de marzo de 1995.

Fase 3. Del 21 de agosto a 22 de septiembre de 1995.

Fase 4. Del 9 al 27 de octubre de 1995 y

Fase 5. Del 26 de octubre a 7 de noviembre de 1997

De igual forma, se ordenaron los datos de acuerdo a las razas de hembras donadoras utilizadas (Belgian Blue o Limousin); por razas de hembras receptoras (Beefmaster, Limousin, Simbrah, Brahman y Criollas), por el tipo de embriones transferidos (congelados o frescos), la raza del embrión (Limousin o Belgian Blue) y por el tipo de variable en cada una de las diferentes categorías.

Después de procesar los datos de cada categoría se determinaron por fase y para cada tipo racial los porcentajes de hembras receptoras y donadoras seleccionadas, receptoras gestantes; tasas de preñez con embriones congelados o frescos de raza Limousin o Belgian Blue y viabilidad de la cría en cada fase, la duración de la gestación y porcentajes de hembras y de machos nacidos en cada fase. Cuando se realizaron las superovulaciones en el propio rancho se determinó el porcentaje de hembras superovuladas exitosamente y promedio de embriones transferibles por hembra. A su vez, se determinó el porcentaje de abortos y muertes perinatales en cada fase.



Para realizar el análisis de frecuencia de los datos climatológicos presentes para cada una de las cinco fases, así como la frecuencia de gestación en cada fase y para cada tipo racial se utilizó el programa computacional SAS ( Statistical Analysis System).<sup>52</sup> Para determinar las condiciones meteorológicas prevalecientes el día de la transferencia se calcularon los valores promedio de temperatura, velocidad de viento y humedad relativa; así mismo, se calcularon los promedios de estas mismas variables además de la precipitación pluvial, la duración de la hora más cálida y los rangos de temperatura predominantes durante toda la fase. Se realizó un análisis de correlación entre las variables de los factores ambientales y la variable reproductiva de no gestación.<sup>m</sup>

---

<sup>m</sup> Se agradece la intervención de la PhD María De la Salud Rubio Lozano para la realización del análisis estadístico.

## RESULTADOS

El programa de transferencia de embriones se divide en cinco fases, con sus respectivos programas: reproductivo, de medicina preventiva y de nutrición. Por lo tanto, cada fase quedó englobada en diferentes épocas del año con características propias a la estación y con sus problemas particulares que a continuación se exponen:

### **ACTIVIDADES OBSERVADAS DURANTE LA PRIMERA FASE**

#### **PROGRAMA REPRODUCTIVO**

La primera fase del programa de transferencia embrionaria se realizó del 29 de noviembre al 17 de diciembre de 1994, la época con el mayor promedio de precipitación pluvial de entre todas las fases. Dichas precipitaciones son las últimas de la época lluviosa y normalmente se deben a la gran cantidad de "nortes" (vientos fríos del noreste que se desplazan desde E.U. y Canadá y se cargan de humedad del Golfo de México) lo que aumenta la cantidad de precipitación pluvial de ésta época<sup>44</sup> y los valores de humedad relativa. Los registros de temperatura ambiental muestran que fue la época más fría de todas las fases, esto se debe a los bajos promedios de ésta y a las menores permanencias de la hora más cálida del día.<sup>45</sup> El índice de temperatura – humedad (THI) resulta ser de los valores más bajos, tanto para el día de la transferencia como el valor de THI para toda la fase como se puede observar en los Cuadros 1, 2 y 3.

Debido a que esta fase tuvo la finalidad de recibir los embriones congelados provenientes del Centro de Inseminación Artificial Linalux de Bélgica<sup>46</sup> no existieron hembras donadoras mexicanas, para reproducir y formar el pie de cría Belgian Blue nacional. Por lo tanto, las primeras fases de la transferencia, tales como selección, sincronización y superovulación de donadoras, inseminación artificial y colección de embriones se realizó en dicho centro Belga bajo la supervisión de un comité zoonosanitario mexicano.

<sup>44</sup> Sistema Meteorológico Nacional. Av. Observatorio No.192, Col. Observatorio. México, DF. CP 11860

<sup>46</sup> Centro de Inseminación Artificial Linalux: Rue des Champs Elysées 18 5590 Ciney. Tel. 32 (0) 83 21 57 95

Para la recepción de dichos embriones, se sincronizó el estro de 35 receptoras de diferentes razas, siendo la raza Beefmaster la predominante con 27 vacas; las hembras de la raza Brahman fueron 6 y sólo 2 vacas criollas. Las proporciones raciales durante todas las fases no obedecieron a ningún patrón de selección racial determinado, sino a la disponibilidad de vientres y manejo del hato en ese momento, dichas proporciones se pueden observar con mayor detalle en el Cuadro 4.

Para la sincronización de los celos se utilizaron implantes auriculares subcutáneos que contenían 6 mg de Norgestomet\* más 3 mg de este mismo progestágeno y 5 mg de valerato de estradiol por vía intramuscular. La duración del implante fue de 9 días, al momento de retirarlo se aplicaron 500 UI de PMSG para estimular el crecimiento folicular.

La detección de estros se realizó mediante observación directa en horarios de 5-8, 12-13, 15-17 y 18-19 horas, desde las 36 a 72 horas posteriores al retiro del implante, con la colaboración de tres observadores. Se anotó la fecha y hora de inicio de estro de cada vaca que presentó celo.

Siete días después de la detección de los estros, se realizó la técnica de transferencia de embriones por métodos no quirúrgicos descrita en el anexo 6, el tiempo de ese día no tuvo mayores variaciones con los promedios durante toda la fase, es decir se caracterizó por ser frío con humedad relativa alta como se observa en el Cuadro 3.

La descongelación de embriones se realizó con la técnica de desglícerolización en tres pasos detallada en el anexo 7. Cabe destacar, que las técnicas de rehidratación, descongelación y transferencia de embriones se realizaron por el mismo personal y en las mismas instalaciones en todas las fases.

Se transfirieron sólo 11 embriones belgas descongelados de la raza Belgian Blue, por los que se considera que el 68.57% de las hembras seleccionadas como receptoras fue eliminado (Cuadro 5).

De estas transferencias de embriones descongelados de la raza Belgian Blue se obtuvieron 4 gestaciones, de las cuales 4 llegaron al término de la gestación y 7 receptoras no quedaron gestantes.

---

\* Syncro-Mate -B. Rhone Merieux, Inc. Athens, GA 30601.

Debido a las características raciales de los animales puros de la raza *Belgian Blue* (animales hipermusculosos con elevados pesos al nacimiento, alrededor de los 44 kg), se sugiere la intervención cesárea en el 80% al 90% de los casos,<sup>11 y 12</sup> de tal suerte que de las 4 crías paridas, sobrevivieron sólo 2 y las 2 crías restantes murieron a causa de errores en la realización de una técnica quirúrgica cesárea desarrollada en Bélgica que aún no se adaptaba a las condiciones de campo en un ambiente tropical.

De las 2 crías sobrevivientes, 1 fue hembra y 1 macho. La duración promedio de la gestación fue de 278 días, siendo para el caso de la hembra de 272 días y para el caso del macho fue de 284 días. De las crías muertas no se determinó la duración de la gestación.

Entre los grupos raciales de las hembras seleccionadas como receptoras, el porcentaje mayor de gestaciones fue el de las hembras de la raza *Beefmaster*, este efecto puede deberse a la mayor cantidad de hembras de ésta raza utilizadas en la presente fase; las hembras de la raza *Brahman* y *criollas* no produjeron gestaciones (ver Cuadro 6).

#### *PROGRAMA DE NUTRICIÓN*

Las 35 vacas seleccionadas como receptoras no recibieron suplementación alimenticia de ningún tipo. La alimentación base fue mediante pastoreo rotacional intensivo en praderas de pasto Guinea (*Panicum maximum*),<sup>53</sup> con periodos de ocupación que van de los 5 a los 12 días, dependiendo de la época y de la dimensión de la unidad de pastoreo.

#### *PROGRAMA DE MEDICINA PREVENTIVA*

Se cumplió con todas las medidas zoonosanitarias para lograr la importación de la raza *Belgian Blue* de un país libre de fiebre Aftosa pero con cercanía de otros países que no la han erradicado y que lo hacen susceptible de introducirla. Aún así no existe el peligro de distribución de enfermedades. El aseguramiento de la inocuidad de los embriones para dispersar enfermedades radica en el buen lavado de estos, bajo el protocolo de lavados que establece la IETS, la cual indica que se deben realizar 10 lavados antes de congelar el embrión y colocarlo en una solución totalmente estéril.<sup>16</sup> Además para certificar la inocuidad de las donadoras y de los embriones mismos, se contó con una

comisión zoosanitaria mexicana que verificó el estado sanitario de las instalaciones del Centro Linalux Belga y de las vacas donadoras, emitiendo para ello un certificado que avala su estado de libre de fiebre aftosa, tuberculosis, brucelosis, IBR y DVB, entre otras.

Todas las receptoras fueron desparasitadas internamente por lo menos dos semanas antes de iniciar el programa de transferencia embrionaria con dosis 200 µg/kg de peso con ivermectinas,<sup>§</sup> administradas por vía subcutánea.<sup>§4</sup> Además, recibieron una desparasitación externa contra la mosca *Haematobia irritans* con fenthion<sup>§5</sup> aplicado en el dorso del animal. El control de garrapatas de los géneros *Amblyoma spp.* y *Boophilus spp.*, y contra los piojos de los géneros *Damalinia spp.* y *Linognathus spp.* se venía realizando desde hacia tiempo atrás mediante baños de inmersión conteniendo Amitraz<sup>TM</sup><sup>¶</sup> con una frecuencia de baño cada 7 días, a excepción de las dos semanas previas a la transferencia, para evitar al máximo cualquier causa de estrés excesivo. La vacunación de las receptoras normalmente ocurre con 3 a 5 semanas de anticipación a la transferencia embrionaria, con 2 ml de dicho agente inmunizante<sup>¶</sup> que contiene virus de rinotraqueítis Infecciosa Bovina (IBR), virus de Parainfluenza tipo 3 (PI<sub>3</sub>) y virus Respiratorio Sincicial Bovino (VRSB) activos modificados termosensibles y virus de la Diarrea Viral Bovina inactivo en su parte líquida.

## **ACTIVIDADES OBSERVADAS DURANTE LA SEGUNDA FASE**

### **PROGRAMA REPRODUCTIVO**

Con respecto a la segunda fase del programa, la cual se realizó del 13 al 31 de marzo de 1995, que resultó ser una época con muy pocas lluvias y con temperaturas promedio altas, pues es el término de la época seca y el inicio de la época lluviosa - calurosa. El promedio de la humedad relativa se puede considerar como un valor regular pero fue un factor muy variable en esta época, a su vez fue de las épocas con mayor cantidad de vientos. El THI durante toda la fase se consideró como alto y el valor para el día de la transferencia fue bajo. Dichos análisis caracterizan a la fase como época seca con grandes temperaturas y humedad relativa muy variable.<sup>¶¶</sup> (Cuadros 1, 2 y 3).

<sup>§</sup> Ivomec. Rhone Meriux. Carretera Panamericana Km 227 ½. Villa Corregidora Querétaro 76900

<sup>§4</sup> Tiguvon Spot - on. Bayer. M. de Cervantes Saavedra 259 México D.F. 11520

<sup>§5</sup> Tactic. Hoechst. Tecoyotilla 412 Col Hacienda de Guadalupe Chimalistac. México, D.F. 01050

<sup>¶</sup> Cattle Master. Smith Kline Beecham. Sevilla No. 821 Col Portales. México. D.F. 03300

<sup>¶¶</sup> Sistema Meteorológico Nacional. Av. Observatorio No 192. Col Observatorio. México, D.F. CP 11860

La TE incluyó sólo embriones congelados de las razas Limousin y Belgian Blue, por lo que no fue necesario preparar hembras donadoras; el hato de receptoras se formó por 64 hembras de diferentes razas con el predominio de 36 hembras criollas y 25 vacas de la raza Simbrah, la raza Beefmaster contó con 2 vacas y la raza Limousin con 1 (Cuadro 4).

Las receptoras se sincronizaron con dispositivos intravaginales de liberación controlada\* (CIDR's) compuestos de silicona inerte moldeada sobre una base de nylon que contienen 1.9g de progesterona natural micronizada. Los dispositivos se retiraron al décimo día después de habertos colocado.<sup>55</sup> Además, se aplicó 7.5 mg/ml de Luprostiol,<sup>†</sup> un análogo farmacológico de la PGF2  $\alpha$  como agente luteolítico al momento de retirar el dispositivo.

La detección de celos se realizó mediante observación directa del ganado con comportamiento típico de estro, por 3 observadores en horarios de 5-8, 12-13, 15-17 y 18-19 horas, desde las 30 a 90 horas posteriores de retirado el dispositivo. La detección se realizó en potrero, el registro de las hembras en estro incluyó el número de la vaca, hora y fecha de presentación de estro.

La TE se realizó mediante la técnica no quirúrgica descrita en el anexo 6, después de 7 días del estro, en un ambiente cálido-templado, sin vientos impetuosos y humedad relativa baja (Cuadro 3).

Los embriones se descongelaron, desgllicerolizaron y rehidrataron con la técnica de 3 pasos descrita en el anexo 7.

Esta fue la fase con mayor cantidad de embriones transferidos, 46 embriones congelados en Bélgica de la raza Belgian Blue<sup>‡</sup> y 5 embriones congelados en México de la raza Limousin. En ésta fase se seleccionó el mayor número de hembras preparadas para la recepción de los embriones, por lo tanto, se considera que fue la fase con menor número de hembras eliminadas del programa de transferencia.

La transferencia de embriones congelados de la raza Belgian Blue culminó con 16 gestaciones y 30 vacas no gestaron. De las gestaciones, 14 llegaron a término, 2 vacas abortaron en el último tercio de gestación sin determinarse la causa que los provocó. De las 2 muertes perinatales

---

\* CIDR's Eazi-Breed. Latinagro de México. El Cairo No.5012 Fracc. Las Torres, Monterrey N.L. 64930

† Prosolvin Intervet Madrid 77 C.P. 04100. México D.F.

‡ Centro de Inseminación Artificial Linalux. Rue des Champs Elysées, 18 5590 Ciney. Tel. 32 (0) 83 21 57 95

(muerte en fetos mayores a 270 días de gestación y menos de 24 horas de vida<sup>56 y 57</sup>) una de las crías murió a causa de hipotermia y al realizarse la necropsia de la segunda cría muerta se encontraron lesiones que concuerdan con el diagnóstico de miopatía degenerativa o enfermedad del músculo blanco (hipovitaminosis E o hiposelenosis).

De los embriones descongelados de la raza Belgian Blue, nacieron 7 hembras y 7 machos. El promedio general de la duración de la gestación fue de 275.92 días, con mayor duración para las hembras (277.14 días) que para los machos (274.5 días). Los rangos de duración de la gestación para las hembras osciló entre los 268 a 283 días y para el caso de los machos fue de 269 a 278 días.

Las razas de receptoras con mayores porcentajes de gestaciones durante esta fase fueron de la raza Beefmaster, las criollas y vacas de la raza Simbrah, aunque debe aclararse que sólo se utilizaron 2 vacas de la raza Beefmaster. Así mismo, en una vaca criolla y una Simbrah se presentaron los 2 abortos ocurridos, de los cuales no se especificó la causa (Cuadros 5 y 6).

Para el caso de las transferencias con embriones congelados de la raza Limousin, ninguna vaca quedó gestantes (Cuadro 7).

#### **PROGRAMA DE NUTRICIÓN**

La alimentación de esta fase fue de manera similar a la fase anterior, con pastoreo en praderas de pasto Guinea (*Panicum maximum*) y sin suplementación de ningún tipo.

#### **PROGRAMA DE MEDICINA PREVENTIVA**

Los programas de inmunización y control de ecto y endoparásitos se realizaron de manera constante. En cuanto a la vigilancia del momento del parto, también se realizó de manera rutinaria, pero con una innovación en esta fase, en la que se realizó la técnica quirúrgica cesárea modificada para las condiciones de campo en ambiente tropical<sup>58</sup> al momento del parto, descrita en el anexo 13.

## ACTIVIDADES OBSERVADAS DURANTE LA TERCERA FASE

### PROGRAMA REPRODUCTIVO

La tercera fase se realizó del 21 de agosto de 1995 al 22 de septiembre de 1995 con la finalidad de multiplicar la raza Limousin de alto registro. Esta época del año se caracteriza por una gran cantidad de lluvias, temperaturas promedio altas y permanencia mayor de la temperatura más calurosa, así mismo, los rangos de temperaturas demuestran ser de los más altos y con menos variabilidad durante toda la fase. Los valores de humedad relativa, velocidad de viento y vientos dominantes no se pudieron recopilar dado a la ausencia de dichos datos en el Sistema Meteorológico Nacional, sin embargo, tomando en cuenta la precipitación pluvial de la fase 1 y las altas temperaturas de la fase 2, se estimó la humedad relativa dentro del rango de 60 y 70%, esto arroja índices tan altos de THI entre 78 y 79, de igual forma, se puede observar que las frecuencias de los rangos de temperaturas del día de la transferencia muestran proporciones iguales tanto en la temperatura considerada como de confort, como la de estrés térmico <sup>Ω</sup> (Cuadros 1, 2 y 3).

De 10 vacas que se prepararon para el programa de superovulación para esta fase, sólo se seleccionaron 4 donadoras de la raza Limousin de alto registro. Del grupo de las 52 receptoras, predominaron las 37 hembras de la raza Limousin comercial, hubieron 7 vacas de la raza Brahman, 4 Beefmaster, 3 Simbrah y 1 hembra criolla. Las proporciones raciales se pueden observar con mayor detalle en el cuadro 4.

Las donadoras fueron previamente sincronizadas con Norgestomet\* y 2 cc de valerato de estradiol, el implante se retiró al décimo día después de haberlo colocado y 24 horas antes de retirarlo se aplicó una dosis 15 mg (2cc) de Luprostiol.\* Las receptoras se sincronizaron con dos aplicaciones de Luprostiol\* 15 mg y 18.75 mg (2cc y 2.5cc) a intervalos de 14 días .

La detección de celos para las donadoras empezó 24 y 48 horas posteriores al retiro del implante (9 días antes del inicio del tratamiento de superovulación); y para las receptoras, la detección de estros también comenzó 24 y 48 horas posteriores a la primera aplicación de Luprostiol\* y durante

<sup>Ω</sup> Sistema Meteorológico Nacional. Av. Observatorio No 192. Col. Observatorio. México, DF. CP 11860.

\* Syncro-Mate -B. Rhone Merieux, Inc. Athens, GA 30601.

\* Prosolvin Intervet Madrid 77 C.P. 04100. México D.F.



las 48, 72 y 96 horas después de la segunda aplicación del Luprostiol\*. La detección se realizó mediante observación directa, por 3 observadores, en horarios de 6- 8; 10 - 12; 14 y 16 horas en el potrero y de 17- 19 y 21 - 23 horas en encierro en los corrales. El comportamiento de estro se vio afectado por las altas temperaturas, ya que la mayoría de las receptoras no manifestaron el comportamiento típico de estro al mantenerse echadas a la sombra de los árboles y otras pocas lo manifestaron por corto tiempo.

Para la superovulación de las donadoras se aplicó hormona foliculo estimulante (FSH)\* de origen porcino en dosis total de 250 mg aplicada en forma decreciente desde 50 mg a 20 mg cada 12 hrs. durante 4 días, aplicando Luprostiol\* 24 y 12 horas antes del término del tratamiento de superovulación con FSH a dosis de 18.75 mg y 15mg, respectivamente. Las hembras fueron inseminadas a las 24, 36 y 48 horas después del término del tratamiento de superovulación, con 1, 2 y 1 dosis de semen, respectivamente utilizando la técnica habitual de descongelación de semen e inseminación artificial descrita en el anexo 2. Siete días después del día de la última inseminación, se colectaron 11 embriones de 4 hembras superovuladas mediante la técnica de colección de embriones no quirúrgica descrita en el anexo 3, con un promedio de 2.75 embriones por hembra, se obtuvieron 5 blastocitos maduros, 3 blastocitos iniciales y 3 mórulas en fase 1. Se transfirieron sólo 4 embriones frescos de la raza Limousin de los 11 colectados en México, los 7 embriones restantes fueron congelados utilizando glicerol como crioprotector mediante la técnica descrita en el anexo 6, con el aparato de Elsdén.<sup>35</sup>

La colección y transferencia de embriones se realizó en medio de un clima caluroso, con una humedad relativa estimada alta y por ende, un THI sumamente alto, (Cuadro 3). Inmediatamente después de la colección y evaluación de los embriones se realizó la transferencia de los embriones frescos por medio de la técnica no quirúrgica descrita en el anexo 6 el día 7 después del estro, a las vacas receptoras (lo que se denomina transferencia de embriones frescos). Esta fue la fase en la que se transfirió la menor cantidad de embriones, con sólo 4 Blastocitos maduros transferidos en el cuerno uterino ipsilateral al cuerpo lúteo en el tercio distal del útero (posición C).

---

\* Prosolvin Intervet Madrid 77 C.P. 04100. México D.F.

\* Follitropin-V, Lab. Vetrepharm. Pty. Ltd., 54 Napier Street, Essendon, Victoria Australia 3010

Esta fase fue la que eliminó mayor número de hembras seleccionadas como receptoras, utilizando sólo el 7.69% de las vacas disponibles (Cuadro 5). La única gestación llegó a término al final de 282 días con el nacimiento de un macho viable al periodo perinatal, y ocurrió en una hembra de la raza Limousin, el grupo racial más representativo en esta fase, como se observa en los Cuadros 4 y 6.

#### **PROGRAMA DE NUTRICIÓN**

Para preparar a las vacas donadoras, previamente a la superovulación se suministró un complemento al consumo de forraje en pastoreo. El complemento se elaboró mezclando 2 kg de concentrado con 16% de proteína<sup>1</sup> y 80 gr. diarios de sales minerales<sup>2</sup> por vaca. Así mismo, estos mismos minerales se suministraron en potrero para el consumo de vacas receptoras y donadoras.

#### **PROGRAMA DE MEDICINA PREVENTIVA**

Las prácticas de inmunización, control de parásitos externos e internos se realizó de manera rutinaria, así como la vigilancia del momento del parto. En esta fase, además, se aplicaron 10cc de vitamina E y Se<sup>3</sup> con el fin de evitar la presentación de enfermedades carenciales de esta vitamina como la enfermedad del músculo blanco diagnosticada a la necropsia en un becerro muerto en la fase anterior. La suplementación de esta vitamina, se ofrece desde esta fase en adelante a todos los machos Belgian Blue, a todas las hembras próximas a parto y un refuerzo a las hembras donadoras y receptoras que se someten a tratamientos de sincronización y/o superovulación del programa reproductivo de transferencia de embriones.

---

<sup>1</sup> Abrego, Alejandra Bremer González, Pedro J. Mendoza 201-2, Col. Primavera, Tampico Tamaulipas, 89130

<sup>2</sup> Potrerina, Purina S.A. de C.V. Paseo de la Reforma No. 295 piso 14 Col Cuauhtémoc, México, D.F. 06500

<sup>3</sup> MuSe, Shering Plough, división veterinaria, Av 16 de septiembre No 301, Col. Xaltocan, Xochimilco D.F. 16090

## ACTIVIDADES OBSERVADAS DURANTE LA CUARTA FASE

### PROGRAMA REPRODUCTIVO

Se realizó en las fechas del 9 al 27 de octubre de 1995, en un clima templado semilluvioso con grandes permanencias de la hora más cálida y humedad relativa moderadamente alta, resultando ésta combinación en un índice de THI de 73 considerado bajo, estos datos se puede observar en los promedios de los factores climáticos durante toda la fase (Cuadro 1). Así mismo, fue la fase con mayor cantidad de vientos con una velocidad promedio de 0.87 m/ seg.<sup>□</sup>

Se utilizaron 38 receptoras sincronizadas, siendo las vacas de las razas Brahman y Simbrah las predominantes de la fase, las vacas restantes eran 6 de la raza Beefmaster y 5 criollas (Cuadro 4).

Para la sincronización se utilizaron dispositivos intravaginales de liberación controlada (CIDR's)<sup>¶</sup> con 1.9 g de progesterona natural. El tratamiento sincronizador con estos dispositivos tuvo una duración de 9 días, al término de los cuales, se aplicó Luprostiol\* como agente luteolítico en dosis de 15 mg por vía intramuscular profunda.

La detección de celos comenzó desde las 48 horas posteriores al retiro del dispositivo y hasta las 96 horas posteriores a la misma, con la colaboración de tres personas y mediante el método de observación directa del comportamiento "homosexual" típico de las hembras que se encuentran en estro. Los horarios de observación de las vacas, se distribuyeron de la misma manera que en la fase anterior (6- 8; 10 - 12; 14 y 16 horas en el potrero y de 17- 19 y 21 - 23 horas en encierro en los corrales). Se registró la identificación de la vaca, hora y día del inicio del estro.

Los embriones de la raza Limousin congelados en México<sup>□</sup> y los embriones de la raza Belgian Blue congelados en Bélgica<sup>¶</sup> se transfirieron al séptimo día después de la presentación del estro, en un clima caluroso, humedad relativa moderada, THI alto y gran cantidad de vientos de 3.43 ± 0.93 m/seg. como se puede observar en los Cuadros 2 y 3.

<sup>□</sup> Sistema Meteorológico Nacional. Av. Observatorio No.192, Col. Observatorio. México, DF CP 11860

<sup>¶</sup> CIDR's Eazi-Breed. Latinagro de México. El Cairo No.5012 Fracc. Las Torres, Monterrey N.L. 64930

<sup>\*</sup> Prosovin Intervet Madrid 77 C.P. 04100, México D.F.

<sup>¶</sup> Centro de Inseminación Artificial Linalux. Rue des Champs Elysées, 18 5590 Ciney. Tel. 32 (0) 83 21 57 95

<sup>□</sup> Centro de Enseñanza, Investigación y Extensionismo en producción Agrícola y Ganadera. Km 2.5 de la carretera Chaico -Mixquic. Chalco Estado de México.

Dada la buena respuesta de la sincronización de las receptoras se realizó una adecuación del número de embriones a las 38 hembras disponibles, para esto se contaba con 34 embriones descongelados de la raza Limousin<sup>9</sup> para la transferencia y se decidió descongelar 4 embriones de la raza Belgian Blue<sup>9</sup> para complementar el número de embriones al número de hembras receptoras sincronizadas.

Los embriones se descongelaron con la técnica de tres pasos descrita en el anexo 7 y se transfirieron mediante la técnica no quirúrgica descrita en el anexo 6.

La transferencia de embriones descongelados de la raza Belgian Blue<sup>9</sup> no produjo ninguna gestación, en cambio, de los embriones descongelados de la raza Limousin resultaron 11 gestaciones, de los cuales 10 llegaron al término, una hembra de raza Beefmaster abortó. Todas las crías nacidas sobrevivieron al período perinatal. De los nacimientos, 7 fueron hembras y 3 machos con una duración promedio de gestación de 278.22 días, y una duración media para las hembras de 279.71 días, entre rangos de 275 a 289 días, y una duración promedio para los machos de 273 días, entre rangos de 271 a 275 días.

Aunque el número de las hembras de la raza Brahman fue superior al de las de la raza Simbrah, los porcentajes de gestación de ésta última superaron considerablemente a los de la primera, como se puede observar en los Cuadros 4 y 6.

#### PROGRAMA DE NUTRICIÓN

Las hembras receptoras se sometieron a un programa de alimentación un poco diferente, con el mismo sistema de pastoreo en praderas de Guinea (*Panicum maximum*) que en las fases anteriores, pero con suplementación con alimento balanceado comercial <sup>1</sup> y las mismas sales minerales,<sup>2</sup> a razón de 150g de sales/ animal y 6 kg de concentrado comercial con 14% de proteína cruda /animal, servidos en dos horarios de alimentación al día.

<sup>9</sup> Centro de Inseminación Artificial Linalux. Rue des Champs Elysées, 18 5690 Ciney. Tel. 32 (0) 83 21 57 96

<sup>9</sup> Centro de Enseñanza, Investigación y Extensionismo en producción Agrícola y Ganadera. Km 2.5 de la carretera Chalco -Mixquic. Chalco Estado de México.

<sup>1</sup> Potrerina Purina S.A. de C.V. Paseo de la Reforma No. 295 piso 14 Col Cuauhtémoc. México, D.F. 06500

<sup>2</sup> Abrego. Alejandra Bremer González. Pedro J. Mendoza 201-2. Col Primavera, Tampico Tamaulipas, 89130

## **PROGRAMA DE MEDICINA PREVENTIVA**

Se realizó el mismo programa de rutina, al igual que en la fase anterior.

## **ACTIVIDADES OBSERVADAS DURANTE LA QUINTA FASE**

### **PROGRAMA REPRODUCTIVO**

Se realizó del 26 de octubre al 7 de noviembre de 1997, el clima se caracterizó por ser templado semilluvioso, con poca permanencia de la hora más cálida, una moderada humedad relativa y en la mayor parte del tiempo con vientos ausentes o de poca velocidad; estos datos se detallan en el cuadro 1.<sup>□</sup>

Las hembras seleccionadas como donadoras fueron 4 vaquillas de la raza Belgian Blue producto de la segunda fase de transferencia de embriones. Las vacas receptoras fueron 37 de diferentes razas, predominando como se puede observar en el cuadro 4 las hembras de las razas Brahman y Simbrah, se sincronizaron sólo 7 de la raza Beefmaster y 4 criollas. El cuadro 5 muestra que de estas hembras seleccionadas como receptoras se eliminaron de la fase al 48.65%.

Para la sincronización de donadoras y receptoras se utilizó Clorprostenol <sup>†</sup> en dos aplicaciones con intervalos de 11 días, con una dosis de 150 mg por vía intramuscular profunda. La detección de celos se realizó desde las 48 a 96 horas posteriores a la última aplicación del luteolítico; en las mañanas se realizó en el potrero y por la noche, en encierro en los corrales, utilizando el método de observación directa, para lo cual, se conformaron 3 grupos de observadores, con dos integrantes cada uno. Cada grupo tuvo periodos de 1 hora de observación, por ocho de descanso, de esta manera, las vacas se observaron por tiempos de 1 hora y dos de descanso, permitiendo así un menor margen de error por causa del cansancio de observadores. Asimismo, se realizó un formato de anotaciones para la detección de celos en el cual se consideró el número de la vaca, horario de entrada en celo, permanencia y término de éste (Figura1).

---

<sup>□</sup> Sistema Meteorológico Nacional. Av. Observatorio No.192, Col. Observatorio. México, DF.CP 11860  
<sup>†</sup> Veteglan Laboratorios Serono de México Av Río Churubusco 658 col el Sifón, México DF 09400

Para superovular a las donadoras se utilizó Gonadotropina postmenopáusica de origen humano (hMG)<sup>v</sup> en dosis decrecientes desde 300 UI de FSH – 300 UI de LH hasta 75 UI de FSH – 75 UI de LH cada 12 horas (recibiendo cada animal dosis totales de 1650 UI de FSH y 1650 UI de LH) por 5 días consecutivos y una aplicación de Clorprostenol<sup>h</sup> a las 72 horas de iniciado el tratamiento en dosis de 150 mg, ambas por vía intramuscular profunda.

La presentación de la hMG<sup>v</sup> es una ampollita con liofilizado, la cual contiene FSH 75 U.I. y 75 U.I. de LH/ ml de solución fisiológica estéril como diluyente. Dado que las dosis para el caso de superovulación resultaban poco precisas e imprácticas si se diluían antes de cada ocasión de uso, se diluyeron previamente 11 ampollitas por cada donadora, en frascos color ámbar, esterilizados e identificados para cada una de las vacas y la dilución final obtenida se mantuvo en refrigeración siguiendo las recomendaciones del laboratorio.

La inseminación artificial se realizó a las 48, 60 y 72 horas posteriores a la última aplicación de Clorprostenol<sup>h</sup>, con 1, 2 y 1 dosis de semen de toros probados de la raza Belgian Blue (Bison de Somme, Ministre de Bouchelet y Koala de la Aurora) provenientes de catálogo Belga,<sup>e</sup> mediante la técnica de descongelación e inseminación descrita en el anexo 2.

La colección de los embriones se realizó mediante la técnica no quirúrgica tal como se detalla en el anexo 3, en el día 7 posterior a la última dosis de inseminación, garantizando de esta manera, que los embriones colectados estuvieran en estadio de mórulas tempranas o compactas y blastocitos tempranos, con edades de 5 y 7 días. Sólo 2 donadoras respondieron al tratamiento de superovulación, pero se debe aclarar que las otras 2 donadoras no habían presentado el celo previo al tratamiento de superovulación, pero se decidió introducirlas dentro del programa de superovulación por si existiera la posibilidad de obtener algún resultado positivo.

Se obtuvieron 6 embriones en estado de blastocitos maduros de calidad 1 de una hembra y 7 óvulos degenerados de la otra, las 2 donadoras restantes no respondieron al tratamiento, como era esperado.

<sup>v</sup> Pergovet. Laboratorios Serono de México. Av Río Churubusco 658 col el Sifón, México DF 09400

<sup>h</sup> Veteglan Laboratorios Serono de México. Av Río Churubusco 658 col el Sifón, México DF 09400

<sup>e</sup> Centro de Inseminación Artificial Linalux. Rue des Champs Elysées, 18 5590 Ciney. Tel. 32 (0) 83 21 57 95

Se transfirió el total del producto de la colección, es decir los 6 *embriones frescos* de la raza Belgian Blue y 13 *embriones descongelados* de la raza Limousin de origen mexicano (Cuadro 5).

La transferencia de embriones se realizó en un ambiente caluroso con moderada humedad relativa, ausencia de vientos y THI de 77. Se realizó la técnica no quirúrgica descrita en el anexo 6, teniendo cuidado especial en que la transferencia *en fresco* de los embriones de la raza Belgian Blue no ocurriera en un lapso mayor a dos horas después de su colección.

De los *embriones frescos* de la raza Belgian Blue se obtuvieron 4 gestaciones, logrando que los 4 llegaran a término con el nacimiento de 1 hembra y 3 machos, sobreviviendo todas las crías al periodo perinatal. La duración de la gestación general promedio de 273.75 días, de 262 días para la hembra y una duración desde 274 hasta 280 días, con un promedio de 277.66 días para el caso de los machos (Cuadro 7). El promedio de peso al nacimiento (PN) para los machos fue de 50.3 kg entre un rango de 42 a 62 kg; para el caso de la hembra, el PN fue de 35 kg obteniendo un promedio de PN general de 46.5 kg.

La transferencia para el caso de los *embriones* de la raza Limousin de esta fase, también se realizó por el método no quirúrgico descrito en el anexo 6, descongelados con la técnica de 3 pasos explicado en el anexo 7. Se logró la gestación de 7 *embriones*, todos llegaron a término, siendo 6 hembras y 1 macho, todos sobrevivieron al periodo perinatal. El promedio de duración de la gestación fue de 291.14 días, siendo de 289 días para el caso del macho y un promedio de 291.5 días para el caso de las hembras, entre un rango de 285 días para la gestación más corta y de 295 para la más larga.

De los grupos raciales de hembras receptoras descritos en el cuadro 4, aunque predominaban las hembras de las razas Brahman y Simbrah, el mayor porcentaje de gestaciones como se observa en el Cuadro 6, lo obtuvieron las hembras de la raza Beefmaster

#### PROGRAMA DE NUTRICIÓN

Tanto las hembras receptoras como donadoras se prepararon para la transferencia embrionaria con un suplemento alimenticio que contenía 80% de concentrado AA \*con 14% proteína cruda,

---

\*Concentrado AA . Purina S.A. de C.V. Paseo de la Reforma No. 295 piso 14 Col Cuauhtémoc. México, D.F. 06500

20% de alimento de iniciación de cerdo con 16% de proteína,<sup>‡</sup> esta mezcla se administró a razón de 6 kg por día a cada animal, repartiéndola en dos horarios de comida, para lograr manifestar ganancias aceptables de peso, además de su consumo de forraje y un suplemento de 80 g/ día / vaca de sales minerales inorgánicas convencionales<sup>‡</sup> y 20 g/ día/ vaca de sales minerales quelatadas.<sup>‡</sup>

#### *PROGRAMA DE MEDICINA PREVENTIVA*

El programa de medicina preventiva ocurrió de manera rutinaria igual que en la fase anterior. Cabe hacer la aclaración de que en ninguna fase del programa de transferencia de embriones se registró la condición corporal de las vacas, pero resulta obvio explicar que las vacas seleccionadas como receptoras y donadoras se sometieron a un examen físico general previo al programa, el cual tomó en consideración la condición corporal y aspecto físico superiores.

Los valores de frecuencia del Cuadro 2 muestran que durante todas las fases, la mayor parte de la temperaturas ambientales del día de la transferencia estuvieron dentro del rango considerado como zona de confort, a excepción de la fase 3, durante la cual, la temperatura de la zona de confort y la del rango considerado como estrés calórico se presentó en igual número de veces.

El índice de THI de los Cuadros 1 y 2 muestra que existió poca variación para las fases 1 y 3 entre los valores promedios para toda la fase y en los valores para el día de la transferencia de embriones; en cambio, para las fases 2 y 4 hubo poca variación, y para la fase 5 mucha variación.

Los valores de humedad relativa descritos en el Cuadro 2 para el día de la transferencia, muestran que en la fase 1 hubo poca variación, en las fases 2 y 4 fue muy variable y extremo, para el caso de la fase 5 se puede observar que fue variable. En cuanto a la velocidad de los vientos del día de la transferencia de las fases 1 y 5 fue nula, mientras que para la fase 2 fue muy variable y la fase 4 mostró una mayor cantidad de vientos pero con menor variabilidad que la fase

#### 2. (Cuadros 1, 2 y 3).

<sup>‡</sup> 12 - 25 Etiqueta Verde. Purina S.A. de C.V. Paseo de la Reforma No. 295 piso 14 Col Cuauhtémoc. México, D.F. 06500

<sup>‡</sup> Abrego. Alejandra Bremer González. Pedro J. Mendoza 201-2, Col Primavera, Tampico Tamaulipas, 89130

<sup>‡</sup> Cuatro plex. Zinpro Corporation. Nutrición Planificada, S.A. de C.V. Blvd. Felipe Angeles No. 1519 Pachuca Hidalgo 42080. (771) 453 66



El análisis de frecuencia de fertilidad realizado (Cuadro 8) demuestra que la fase con mayor número de gestaciones fue la 2, siguiéndole en orden descendiente las fases 5, 4, 1 y 3. En cuanto a la frecuencia de gestaciones a término, se observa que la fase 2 tuvo la mayor frecuencia a término de las gestaciones, pero a su vez la que también cuenta con el mayor número gestaciones interrumpidas, a esta frecuencia de las gestaciones a término le siguen las fases 5, 4, 1 y 3 (Cuadro 8). La fase con mayor frecuencia de mortalidades perinatales es la 1.

En cuanto a la mayor frecuencia de las hembras a las que se les implantó embrión y no resultaron gestantes, primero se encuentra la fase 1, después las fases 4, 2, 3 y 5.

Las hembras con mayor frecuencia en los porcentajes de gestación y que llegara a término fueron las de las razas Beefmaster y Simbrah, asimismo las hembras con menores porcentajes de preñez y persistencia de ésta pertenecen a la raza Limousin (Cuadro 6).

De acuerdo con los resultados, se observa que la fase con mayor porcentajes de éxito en cuanto a tasa de gestación tanto para embriones congelados como para frescos, gestantes a término, menor cantidad de gestaciones interrumpidas y hembras que recibieron embrión vacías, así como una de las fases con mayores porcentajes de viabilidad en las crías fue la fase 5, siendo también importantes los resultados de viabilidad de las crías de las fases 2 y 4; los resultados de viabilidad de la fase 3, en apariencia resultan alentadores, sin embargo, debe considerarse que se trata de la sobrevivencia de una sola cría nacida.

La correlación entre la temperatura ambiental y velocidad del viento con la no gestación son altamente significativas ( $r = 0.287$   $P = 0.0011$  y  $r = 0.321$   $P = 0.0004$ , respectivamente) en cuanto a la humedad relativa y la no gestación fueron altamente significativos y negativamente correlacionados ( $r = -0.384$ ) ( $P = 0.0001$ ) (Cuadro 10).

## DISCUSIÓN

Como se mencionó anteriormente, el trópico es sin duda una de las mejores alternativas de crecimiento para nuestro sector pecuario, sin embargo se debe aprender a convivir con ciertos factores que no son del todo benéficos para este tipo de producciones, así mismo, se deben desarrollar nuevas tecnologías que nos ayuden a sobrellevar tales adversidades y hagan de ese sector uno de los más fuertes y prominentes. Es este el caso de la técnica de Transferencia de embriones, como mencionan Munar et al (1992), Touati (1993), Romo (1993) y Singh et al (1997) esta ofrece grandes ventajas, desde disminución del intervalo generacional, distribución de germoplasma de alto valor genético y por ende un avance genético mayor sin riesgo de transmisión de enfermedades, por mencionar algunas ventajas. La TE como procedimiento meticuloso, acarrea otras nuevas necesidades a resolver para su óptimo desarrollo bajo condiciones de campo en tales climas.

### PROGRAMA REPRODUCTIVO

#### *Tasa de preñez*

Las tasas de preñez son muy similares entre las fases 1, 2 y 4, esto quizá corresponda al parámetro ideal obtenido al transferir embriones descongelados en condiciones tropicales utilizando vientres de tipo cebuino adaptados a la región, y en el caso de no realizar modificaciones al sistema de producción característico de dichas zonas tropicales, ya que difieren de los resultados de los trabajos de Cano (1995) y Vargas et al (1996)<sup>32</sup> y <sup>59</sup> al transferir embriones descongelados (43.8% al 55.29%) en condiciones de clima templado con ganado europeo como receptor de dichos embriones en México.

La tasa de preñez obtenida en la fase 5 es producto de las estrategias empleadas durante las fases anteriores y se observa una mejor eficiencia de la transferencia de embriones, pudiendo compararse con las tasas de preñez obtenidas por otros autores a nivel internacional como los resultados de Touati (1993)<sup>14</sup> en Bélgica que indican tasas de preñez entre 55.6 a 59.5%.

### *Detección de estros*

La detección de estros es una de las actividades factibles de cambiar fácilmente para aumentar la eficiencia al realizar transferencia de embriones bajo las condiciones de trópico, tal efecto se puede observar en las tasas de preñez obtenidas desde la fase 1 a la 5 durante las cuales cambió el método para detectar los estros, ya que comúnmente se realizaba de la misma manera que para el caso de la inseminación artificial. Dicha estrategia no es del todo eficiente, debido a que la transferencia de embriones implica una mayor exactitud y especificidad en el momento de las primeras manifestaciones del estro y la duración de éste, con el fin de seleccionar la receptora adecuada a la edad y estado de desarrollo del embrión, garantizando de cierta manera la sobrevivencia de éste.

### *Raza de las receptoras*

El análisis de los resultados en cuanto a tipo racial muestran que el comportamiento reproductivo de las razas Beefmaster y Simbrah fue el mejor, pero no se puede afirmar que estas sean las razas ideales para las receptoras, ya que los grupos de éstas hembras no fueron homogéneos debido a las disponibilidades de éstas en cada fase. Sin embargo, observaciones de campo demuestran que se tiene cierta tendencia a utilizar estas dos razas por la alta facilidad de las hembras Beefmaster a producir gestaciones, así como las Simbrah demuestran facilidad de predicción del momento de parto y por ende, la facilidad de programación para la técnica quirúrgica cesárea. De igual forma se ha visto que la producción láctea durante el amamantamiento se mantiene con poca variación, reflejándose esto en el peso al destete de los becerros. Las hembras criollas y de la raza Brahman aunque poseen una mayor adaptabilidad al clima por tener una mayor superficie corporal para poder disipar el calor (Román, 1992<sup>60</sup>) es conocido que obtienen los menores parámetros reproductivos (Anta et al, 1989<sup>61</sup>) lo cual coincide con los resultados obtenidos en este estudio. Las hembras de la raza Limousin no destacaron por sus porcentajes de fertilidad, pero el caso de esta raza tuvo implicaciones especiales, se trataba de hembras jóvenes recién llegadas al trópico y no adaptadas al clima, suelo, sistema de manejo y alimentación. Tales factores adversos interfirieron con su buen desarrollo en los primeros años.

### *Clima*

Aún en los climas no extremosos, existen diversos factores que influyen en la rentabilidad, fertilidad y facilidad de la transferencia de embriones, como pueden ser: la variabilidad de la respuesta superovulatoria, la tasa de embriones viables, el estadio embrionario y las técnicas de congelación y descongelación. En los trópicos además de los factores técnicos existen, como lo menciona Moberg (1975)<sup>62</sup> los denominados estresores ambientales como la temperatura, el viento y la humedad. Dichos factores influyen de manera adversa<sup>46, 47, 49, 60, 62, 63, 64 y 65</sup> en los parámetros reproductivos por interferencia en los mecanismos de síntesis y liberación de hormonas pituitarias, con efectos adversos en la sobrevivencia del embrión en su estadio más crítico considerado desde el estro hasta el momento de la implantación en el útero. Otras manifestaciones del efecto de los estresores ambientales son los cambios de comportamiento con menor magnitud en la manifestación de estro (cortos períodos de estro y menos manifiestos), de tal suerte, que si el factor de estrés es lo suficientemente intenso o prolongado, puede inducir al anestro. Los estresores pueden afectar la fase de división celular temprana por el probable desbalance hormonal materno afectando adversamente la viabilidad y el desarrollo embrionario como lo han demostrado Elsdén (1987), Ealy et al (1997), Johnson et al (1975), Putney et al (1989) y Drost et al (1987) en climas calurosos<sup>21, 27, 47, 66 y 67</sup>

Es notorio que la fase 3 se vio afectada por efectos del clima, ya que las altas temperaturas registradas desde la sincronización de las receptoras alteró la cantidad de embriones que se pudieron haber transferido, afectando principalmente la manifestación de los signos de estro. Esto coincide con lo reportado por Johnson et al (1975), Flamenbaum (1997 y 1998), Armstrong (1998), Roman (1992), De los Santos (1988), Moberg (1975), Varela (1998), Putney (1989) y Drost (1987)<sup>47, 48, 49, 60, 62, 63, 65, 66, 67 y 68</sup> quienes afirman que la manifestación y duración del estro disminuye en condiciones de estrés térmico. Así mismo, los valores ambientales promedio demostraron ser la época más crítica debido a temperaturas ambientales muy altas y constantes, lo que provocó el efecto negativo en los parámetros reproductivos de esta fase, lo cual coincide con Drost (1987)<sup>67</sup> quien afirma que temperaturas entre 30° y 42°C aumentan 1.4 a 1.7°C la temperatura rectal y que las altas temperaturas provocan una disminución del flujo sanguíneo al

útero, lo cual probablemente afecta la disponibilidad de agua, oxígeno, nutrientes y hormonas al útero y al producto. Como resultado, se altera el delicado balance y sincronía entre el útero, el embrión y el endometrio reduciendo probablemente la persistencia de la gestación.

En cuanto a la respuesta de la superovulación de las donadoras de la raza Limousin durante esta fase, se observa una buena respuesta de las 4 donadoras, sin embargo sólo se obtuvo un promedio de 2.75 embriones por donadora, este promedio se considera bajo en comparación con el promedio de embriones viables de la raza Limousin anotado por Yabuta (1997)<sup>1</sup> bajo condiciones tropicales (4.5 embriones), a su vez estos resultados son menores a los promedios indicados por Elsden (1987)<sup>21</sup> (6 embriones por donadora). La menor cantidad de embriones colectados de las donadoras de la raza Limousin puede obedecer al estrés térmico sufrido por las donadoras, aunque esto no coincide con lo reportado por Drost et al (1987) y Putney et al (1989),<sup>67 y 68</sup> en sus trabajos la superovulación no se ve afectada por el aumento en la temperatura ambiental, pero sí afecta la calidad de los embriones colectados. En esta fase todos los embriones que se colectaron se clasificaron según el método de evaluación de Elsden mencionado en el anexo 4 como de calidad 1 y 2. El promedio de embriones obtenido considerado como bajo puede obedecer como lo indican Bruce et al (1984), Armstrong et al (1986), Chupin et al (1984 y 1985) y Linsdell et al (1986)<sup>19, 20, 22, 23 y 24</sup> a factores como la variación de respuesta de cada individuo, diferencias en cuanto a la abundancia de FSH y LH activas en las preparaciones gonadotrópicas, o a factores genéticos como lo indica Bindon et al (1986).<sup>25</sup>

En cuanto a las fases 2 y 4, a pesar de que se registraron altas temperaturas en ambas fases y la considerablemente alta permanencia de la temperatura más cálida durante la fase 4, coinciden con índices para toda la fase de THI altos, lo cual pudo influir negativamente<sup>21, 27, 47, 48, 49, 65, 66, 67 y 68</sup> en las tasas de gestación, pero debido al efecto del viento, el estrés térmico en los animales pudo ser menor, como lo menciona Johnson et al (1975).<sup>47</sup>

---

<sup>1</sup> Ibidem Yabuta.

## PROGRAMA DE MEDICINA PREVENTIVA

### *Viabilidad de las crías en el periodo perinatal*

Es evidente la menor cantidad de crías viables a este periodo durante la fase 1, y como se observa, el número de las crías sobrevivientes al periodo perinatal de la fase 2 en adelante fue considerablemente mayor. Esto se debió a las acciones correctivas dentro del programa de medicina preventiva que se realizaron dentro del programa y con esto se enfatiza la importancia de dichas acciones dentro de cualquier programa. Las prácticas de manejo correctivas para mejorar la sobrevivencia de las crías incluyeron la aplicación de tecnologías como la técnica quirúrgica cesárea adaptada a condiciones tropicales, así mismo se hace evidente la relevancia de un control de ectoparásitos en las zonas tropicales previo al programa de transferencia de embriones, como lo indican Paez (1998) y Paasch (1996).<sup>42 y 70</sup>

## PROGRAMA DE NUTRICIÓN

### *Nutrición*

El mejoramiento de los parámetros de eficiencia de la fase 5 en comparación con la 1, también son producto de la suplementación estratégica de alimento y minerales simples y/o quelatados.

Diversos autores coinciden en que la nutrición es otro de los principales factores que afectan la eficiencia reproductiva en los trópicos Corro et al (1997), Román (1992), De los Santos (1988) y Domínguez (1997)<sup>60, 63, 71 y 72</sup> por la variación en la calidad y cantidad del pasto, el cual es dependiente de la temperatura (mayor a 12°C) y cantidad de lluvias, por lo que se hace necesario realizar prácticas de manejo adicionales para mejorar los parámetros reproductivos. La suplementación estratégica en vacas bajo sistemas de pastoreo ha sido documentada por diversos autores, así mismo, autores como Adame et al (1997), Ortíz (1990), McDowell et al (1990), Corah (1996), Reza (1998), De la Parra (1984), García et al (1997) y Cheeke (1991)<sup>73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 8</sup> mencionan la importancia de la suplementación mineral a bovinos en pastoreo, y recientemente se ha mencionado el beneficio en la respuesta superovulatoria de las donadoras usando tratamientos orales de minerales quelatados antes del tratamiento superovulatorio<sup>†</sup>.

<sup>k</sup> De la Parra E. Minerales VS reproducción. Cebú 1984;10:35-36.

<sup>†</sup> Acornembryo, dairy and beef embryos Angus update. <http://www.acornemb.com/hourly.htm> 17 febrero de 1999

La deficiencia de minerales traza de las zonas tropicales radica como lo menciona Ortiz (1990)<sup>75</sup> en el promedio del pH del suelo, como en el caso del estado de Tamaulipas el cual es de 7.6, considerándose como ligeramente alcalino, esto afecta negativamente la disponibilidad de ciertos minerales como el hierro (Fe), manganeso (Mn), boro (B), cobre (Cu) y Zinc (Zn). La fuente de esta alcalinidad ligera puede tener relación con el antiguo lecho de un lago o área del océano<sup>75</sup> tal situación se demuestra por la presencia de fósiles en el suelo del rancho en estudio. Este efecto en la disponibilidad de estos minerales, se observó en un estudio previo realizado en los mismos animales del rancho la Esperanza, al comparar los resultados del primer muestreo, con los del segundo, un año después, muestran que a pesar de la suplementación de minerales entre ellos el Cu, los valores de hipocupremia (deficiencia de cobre) seguían presentes aunque prevaleció una deficiencia ligera en el 24% de las vacas.<sup>73</sup> De lo anterior se desprende la necesidad de incorporar sales minerales enriquecidas y algunas veces quelatadas; pues como menciona Corah (1996)<sup>76</sup> el cobre, yodo, cinc, cobalto, selenio y manganeso son de los elementos traza que se observan con una mayor influencia en la producción de ganado en pastoreo y cuando se observa una deficiencia en estos, la eficiencia reproductiva y otros parámetros pueden ser afectados. Otros elementos como el hierro y el molibdeno pueden tener consideraciones importantes, pero la deficiencia no es muy frecuente; pero en ambos casos el exceso puede tener un impacto más notable por su efecto negativo en la utilización del cobre, el cual se involucra en numerosas funciones corporales y se ha evidenciado una reducción en las tasas de concepción, alteración del comportamiento de estro, así mismo altera la sobrevivencia embrionaria y las tasas de preñez en caso de transferencia de embriones.<sup>76</sup>

Otro mineral de considerable importancia en la dieta de animales en pastoreo es el selenio (Se), del cual es sabido que nuestro país es deficiente y existe un efecto cruzado con la deficiencia de vitamina E, la cual provoca deficiencias de Se. Dichas deficiencias provocan miopatías, alta incidencia de infertilidad y de muerte embrionaria, así como alta incidencia de retención placentaria. La deficiencia de selenio se ve incrementada cuando la dieta contiene niveles elevados de cobre y cinc.<sup>77</sup> Este fenómeno puede presentarse por la incorporación de sales

minerales enriquecidas con cobre y cinc en la dieta de los animales que entran al programa de transferencia de embriones.

### **Discusión general**

El análisis de correlación de los resultados de los factores climáticos, demuestra que los factores ambientales primarios como la temperatura, velocidad del viento y humedad relativa influyen de manera adversa en una pequeña proporción de alrededor de 28% a un 38% en los resultados de la Transferencia de Embriones en los trópicos y entre el 72% y 62% a otros factores. Este efecto se observa en la tasa de preñez general obtenida en todo el programa de transferencia de embriones que fue del 34.96% vs. 65.04% de no gestación, un parámetro bajo al ser evaluado desde un enfoque productivo, pero si es observado desde un punto de vista de avance genético, se puede apreciar que en el transcurso de 4 años se conformó el 26.02% del hato reproductor para la formación de cruza terminales, cumpliéndose el primer objetivo del programa de transferencia de embriones.

Como se podrá observar en los resultados, la fase más propicia y con mejores resultados tanto de tasas de preñez como de sobrevivencia al periodo perinatal fue la 5. Dicha fase obtuvo resultados que se encuentran dentro de los parámetros nacionales de tasa de preñez con embriones congelados de otras razas, y fue superior a los resultados obtenidos en Bélgica (60%) con embriones de la raza Belgian Blue transferidos en fresco, así mismo, el promedio de embriones viables obtenidos fue ligeramente inferior al promedio internacional con la raza Belgian Blue. Los resultados óptimos logrados en esta fase del programa pueden deberse a la decisión correcta de la época para llevar a cabo los tratamientos de superovulación, sincronización y transferencia de embriones, a una buena planeación de la transferencia embrionaria, tomando en cuenta no sólo el aspecto reproductivo, sino también el de nutrición y medicina preventiva.

Se puede observar que algunas veces el clima fue favorecedor para la época en que se transfirieron los embriones, logrando buenos resultados, pero existieron otras épocas adversas para los partos tal es el caso de la fase 2, en la cual se observa el caso de una cría muerta por causa de hipotermia; en otras ocasiones las altas temperaturas mostraron un efecto adverso en los resultados al coleccionar los embriones o con una clara disminución en las tasas de preñez. Por tales



razones se concluye que para optimizar la sobrevivencia embrionaria desde el momento de la fertilización hasta su obtención, bajo condiciones tropicales se deben planear las superovulaciones, la inseminación artificial y el lavado de las hembras en las épocas con índices de THI de 72 como lo indican Johnson et al (1975), Flamenbaum (1997 y 1998) y Armstrong (1998) con ganado productor de leche,<sup>47, 48, 49 y 68</sup> e inclusive, puede decirse que el ganado productor de carne pudiera soportar climas de THI no superiores a 75, siempre y cuando existan velocidades de viento de aproximadamente 2 m/seg.

Elsden (1987), Román (1992), Moberg (1975) y Badinga et al (1985)<sup>21, 60, 62 y 80</sup> mencionan que las tasas de concepción en las vacas disminuyen drásticamente cuando éstas son expuestas a temperaturas máximas que excedan los 30°C, así mismo, indican que las tasas de concepción de las vaquillas nulíparas no declinan sino hasta lo 35°C, tales efectos pueden estar relacionados con el efecto negativo del calor ambiental en el desarrollo de los embriones. Moberg (1975)<sup>62</sup> afirma que la duración de la exposición al calor es un factor más crítico, por lo tanto, la duración de la temperatura más cálida debe ser menor a 1.30 horas, las precipitaciones pluviales deberán ser menores a 15 mm diarios, aunque Badinga (1985)<sup>80</sup> menciona una relación curvilínea y negativa con el factor lluvia al día posterior a la inseminación. La presencia de vientos con velocidades de 2 m/seg, de acuerdo con Johnson (1975)<sup>47</sup>, ayuda a disipar con mayor eficiencia el calor.

Los factores climáticos ideales para el rancho en estudio, se ubican en los últimos días de marzo, los meses de abril, octubre, noviembre e inicios del mes de diciembre. Estas épocas son deseables para el caso de la implantación de los embriones, éstos pueden mejorar los porcentajes de viabilidad al transferir y adaptación del embrión al ambiente uterino receptor al disminuir al máximo el estrés embrionario y materno por choque térmico, así mismo, para asegurar un mejor ambiente al momento de parto o intervención cesárea. De lo observado se deduce que el mejor momento para realizar la transferencia de embriones son los meses de octubre, noviembre, enero y febrero, es decir, en épocas templadas y frías al momento de la transferencia, ocurriendo los partos en ambientes templados con pocas lluvias y calurosos con lluvias de los meses de julio, agosto, septiembre y octubre. De tal manera que los embriones colectados en marzo y abril se pueden congelar y posteriormente transferir en los meses de octubre y noviembre o hasta enero y febrero

del siguiente año. Las hembras colectadas en octubre y noviembre tienen la posibilidad de ser superovuladas y transferir sus embriones en frescos, los cuales demuestran porcentajes de fertilidad superior a los congelados.

Por los hallazgos del estudio se deben realizar futuras investigaciones del efecto climático en parámetros reproductivos en razas especializadas en producción de carne en los trópicos, ya que la evidencia existente de los parámetros climáticos conocidos como normales se ha determinado solamente en ganado lechero, en el cual es conocido que los rangos de termoneutralidad son menores por efecto del estrés al que son sometidas por el mayor gasto metabólico que le exigen las altas producciones de leche.

Como se puede observar, el índice de THI es un buen indicador de los efectos climáticos sobre los parámetros reproductivos, así mismo es un parámetro fácil de determinar bajo condiciones de campo<sup>49</sup> haciendo las observaciones menos subjetivas ya que correlaciona el efecto temperatura con la humedad relativa presente y no sólo busca el efecto aislado de un parámetro u otro, y por ende, los efectos de estrés térmico pueden ser estimados con mayor facilidad y precisión mediante su empleo (la tabla de valores de THI se incluye en el anexo 12).

Para desarrollar con mayor eficiencia el programa de transferencia de embriones es importante establecer sistemas de registro que permitan la supervisión y control de los indicadores reproductivos, productivos, alimenticios, económicos y climáticos. Algunas correcciones se podrán realizar mediante la planificación de las actividades a una época del año en especial, por lo que se sugiere que al menos un rancho de la zona cuente con una pequeña estación meteorológica que cuente con termómetro que registre las temperaturas máximas y mínimas del día, un higrómetro de bulbo para registrar la humedad relativa, una veleta para observar la dirección del viento, un anemómetro que determine la velocidad del viento y un pluviómetro.<sup>51</sup>

La transferencia de embriones en condiciones tropicales es posible, siempre y cuando se mejore la planificación de todas las prácticas de manejo en función del factor clima, debido a que éste influye de manera determinante en el desempeño de mantenimiento, productivo y reproductivo del animal. Esta biotecnología representa una herramienta valiosa para la introducción de ganado especializado en producción de carne a dichas zonas en una sola generación y no en varios años,

como lo requieren los cruzamientos absorbentes, así mismo se evitan los riesgos de muerte prematura causada por la inadaptabilidad a altas temperaturas o enfermedades parasitarias, factores que aquejan al trópico, pues las crías nacidas bajo estas situaciones se desarrollan adaptándose al medio. Pero contar con un programa reproductivo planificado en tales zonas no es suficiente, pues se tiene que contar además con un programa de medicina preventiva que incluya el control de las principales enfermedades de la zona tropical. El programa puede incluir inmunizaciones contra Brucelosis, pasteurelosis, leptospirosis, edema maligno, gangrena enfisematosa, diarrea viral bovina, papilomatosis, rinotraqueítis infecciosa bovina y rabia. Así mismo, se debe de llevar un estricto control sobre la población de ectoparásitos como garrapatas de los géneros *Amblyoma spp* y *Boophilus spp* a fin de evitar enfermedades como anaplasmosis y babesiosis, control de piojos de los géneros *Damalinia spp* y *Linognathus spp*, así como la población de moscas de los géneros *Haematobia irritans* y *Stomoxys calcitrans*, el programa preventivo a su vez controlará las enfermedades causadas por endoparásitos como la haemonchiasis, ostertagiasis, dictyocauliasis y fasciolosis.<sup>40, 41 y 43</sup> La época de transferencia se planeará de acuerdo a la época más propicia para obtener las mayores tasas de preñez y para que la época de nacimientos se realice en un clima propicio, se deberán realizar observaciones rutinarias de partos y el auxilio en caso de distocia, contando ahora con una técnica quirúrgica cesárea modificada para las condiciones de campo de zonas tropicales.

En cuanto a la nutrición de receptoras y/o donadoras, debido a que en la mayoría de los hatos ubicados en el trópico se practica el pastoreo, se recomienda la instrumentación de pastoreo racional, con épocas de utilización y descanso determinadas para cada época del año a fin de evitar sobrepastoreo o subpastoreo y debe contemplarse la suplementación alimenticia desde 2 o 3 meses antes de la fecha programada para la transferencia de embriones con concentrados que provean de niveles de energía, proteína, vitaminas y minerales adecuados, para evitar la presencia de enfermedades deficitarias subclínicas o clínicas con repercusiones en la producción o reproducción y si es posible, se puede proveer de minerales quelatados a fin de mejorar la respuesta a la superovulación.

Los ciclos biológicos que existen en la naturaleza superan fácilmente cualquier manejo realizado por el hombre, pues de ellos depende la preservación de la especie, y más aún en las zonas tropicales, donde el factor climático tiene una enorme influencia sobre dichos ciclos. Por ello, es de especial importancia hacer coincidir dichos ciclos biológicos naturales con los ciclos productivos y reproductivos de nuestro interés, de esta manera se garantiza una mayor eficiencia de los sistemas de producción en tales climas. Así mismo, una vez establecido el pie de cría se ofrece un valor agregado a la base genética (matema) ya existente por la introducción de genes de razas especializadas al trópico, haciendo la industria más competitiva en cuanto a calidad y cantidad de productos, siendo para éste caso en particular los cárnicos. En el presente estudio, la incorporación planificada del genotipo racial Belgian Blue al genotipo materno cebuino existente en el trópico representó rendimientos en canal de 15 a 20% más, con respecto a los rendimientos de los tipos raciales cebuinos, esto se debe al vigor híbrido entre una raza con aptitudes cárnicas y otra que aporta resistencia a las crías. El comportamiento en canal de las crías F1 mostró un 71 a 74%<sup>L y m</sup> de rendimiento en canal.

Aunque la introducción de la raza Limousin al trópico se debió a causas no predeterminadas, se logró rescatar una base genética destinada a desaparecer, muestra una buena adaptabilidad al clima así como buen desempeño reproductivo y por las aptitudes de producir carne suave y con 27 a 42%<sup>L</sup> menos grasa.

---

<sup>L</sup> Ocampo TJR, editor. La producción de carne en Jalisco. Una industria que se moderniza. Ganadero 1997; 23: 25 - 35

<sup>m</sup> Concurso de la XXXII exposición Regional ganadera de Guadalajara Jalisco, 1996.

**REFERENCIAS**

1. Hodgson J. Grazing management Science into practice. Hong Kong: Ed. Longman Scientific and technical, 1990.
2. Graupera GF. Agricultura y ganadería en los trópicos México DF: Aedos Barcelona - Edita mexicana, 1984.
3. De Alba JM. Panorama actual de la ganadería mexicana. Memorias del seminario internacional de ganadería tropical. Acapulco (Guerrero), 1976
4. López SP, García AW y Gallegos J. Sincronización del estro en ganado bovino de doble propósito en el trópico. Memorias del XVI Congreso Nacional de Buiatría; agosto 8-10 1991; Veracruz (Veracruz). México (DF): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC, 1991: 1 - 5.
5. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. Tomo I. México (DF):INEGI, 1994.
6. Zarazua JJ, Marín MB, Livas CF y Ocaña ZE. Efecto del nivel de suplementación alimenticia sobre el peso de novillos Holstein - Cebú castrados y con escroto reducido, en pastoreo en el trópico húmedo. Boletín informativo del Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical, UNAM - FMVZ 1992: 44 - 49.
7. Martínez HJM, Rubio GI, Martínez AA y Murcia MC. Evaluación del ciclo estral en vacas Holstein - Cebú en el trópico húmedo por medición de progesterona en leche. Boletín informativo del Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical, UNAM - FMVZ 1991: 48 - 50.
8. Sosa MOH, Basurto CH y Martínez AA. Evaluación reproductiva en vacas de doble propósito durante las épocas de "norte" y sequía en dos explotaciones de la región de Papantla, Veracruz. Boletín informativo del Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical, UNAM - FMVZ 1991: 50 - 55.
9. Ávila RJ, Ochoa GP, Acosta RR y Vásquez PC. Efecto de la diferencia predecible para leche de sementales Holstein con el nivel de producción de sus hijas F1 Holstein - Cebú en trópico

- húmedo. Boletín informativo del Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical, UNAM - FMVZ 1991.
10. Tocagni H. Bovinos Limousin. Editorial Albatros. Argentina .1978.
  11. Yabuta OAK, Paasch ML y Adame P. Alternativa genética. Razas mejoradas: Belgian Blue. Memorias del curso de actualización: Ganadería, Industria y Ciencia de la carne en México; 1996 mayo 27 - 31; México,( D.F. ) . México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; División de Educación Continua. Departamento de Producción Animal: Rumiantes, 1996:
  12. Hanset CR. The breed Blanc Bleu Belge. The Belgian Blue herd book. Ciney Bélgica: H & S impressions Namur, 1996.
  13. Munar CJ, Nigro MA, Vautier RA, Valdéz AR, Manterola R y Viana G. En: Cuaderno No. 1 Ciencia agropecuaria. Transferencia embrionaria en el campo argentino. Buenos Aires, Argentina: Ed. De Ciencia pura.1992.
  14. Touati K. Contribución al estudio de la producción y crioconservación de embriones y de hemi-embryones en la especie bovina. Tesis de doctorado. Universidad de Liege, Bélgica.1993.
  15. Romo GS. Biotecnología reproductiva: avances en ganado bovino. Veterinaria México 1993; 24 (3): 177 -184.
  16. Singh EL, Dulac GC y Henderson JM. Embryo transfer as a means of controlling the transmission of viral infections.XV. Failure to transmit bluetongue virus through the transfer of embryos from viremic sheep donors. Theriogenology 1997; 47:1205 - 1214
  17. Ramírez IH, Sumano LH y Arroyo YAE. Terapéutica Homonal en la reproducción de los bovinos. Veterinaria México.1989;20:303 - 315.
  18. Zarco QL y Hernández CJ. Usos y abusos de las hormonas en el manejo reproductivo de los bovinos. Memorias del XXI Congreso nacional de Buiatría; 1997 julio 9 - 12; Colima (Colima)México. México (DF): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios especialistas en Bovinos, AC. 1997: 315 - 321.
  19. Bruce DM, Mapletoft RJ, Manns J y Humphrey DW. Variability in gonadotrophin preparations as a factor in the superovulatory response. Theriogenology:1984; 1:117 - 125.

20. Armstrong DT y Opavsky MA. Biological characterization of a pituitary FSH preparation With reduced I.H. Activity. *Theriogenology* 1986; 25:135.
21. Elsdon RP. Freezing bovine embryos: causes of damage. *Embryo transfer* 1987; 2: 1 - 6.
22. Chupin D y Combarnous RP. Antagonic effect of LH on FSH-induced superovulation in cattle. *Theriogenology* 1984; 21:229.
23. Chupin D y Combarnous RP. Different effect of LH on FSH induced superovulation in two breeds of cattle. *Theriogenology* 1985; 23:184.
24. Linsdesll CE, Rajkumar K, Manning AW, Emery SK, Mapletoft RJ y Murphy BD. Variability in FSH:LH ratios among batches of commercially available gonadotrophins. *Theriogenology* 1986; 25:167.
25. Bindon BM, Piper LR, Cahill LP, Driancourt MA y O'Shea T. Genetic and hormonal factors affecting superovulation. *Theriogenology* 1986; 25:53-67.
26. Troncoso AH. Efecto de la proteína sobre la fertilidad del ganado. *Memorias del XX Congreso nacional de Buiatría; 1996 agosto 14 - 17; Acapulco (Guerrero) México. México (DF): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios especialistas en Bovinos, AC. 1996: 218 - 221.*
27. Ealy AD, Lannett HJ, Monterroso VH, Aréchiga CF y Hansen PJ. Deveolpmental changes in sensitivity of bovine embryos to heat shock and use of antioxidants as thermoprotectans. *Memorias del VII curso internacional de reproducción bovina; 1997 mayo 19-22; México ( DF) México . México (DF): Academia de Investigación en Biología de la Reproducción A.C., 1997: 129 - 135.*
28. Ávila GJ y Ortiz ChF. Manejo y evaluación de los embriones. *Transferencia. Memorias del II taller de transferencia de embriones en bovinos; 1994 julio 7 - 9; Tlaxcala (Tlaxcala) México. Tlaxcala (Tlaxcala.): Universidad Autónoma de Tlaxcala, Secretaría de Investigación Científica del Centro Estatal de Genética Animal (CEGA), 1994:24 - 26*
29. García AJ, Mapletoft y Bo GA. Nuevos avances en superovulación en bovinos: consideraciones prácticas. *Memorias del XVIII Congreso nacional de Buiatría; 1993 noviembre 11 - 13; México (DF) México. México (DF): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios especialistas en Bovinos, AC. 1993: 161 - 178.*

30. Balteridge KJ, King WA y Rieger D. Desarrollo del embrión bovino desde la concepción hasta la colección. Departamento de ciencias biomédicas del Colegio Veterinario de Ontario, Universidad de Guelph, Canadá, 1991.
31. Lindner GM y Wright RW Jr. Bovine embryo morphology and evaluation. Proceedings of the workshop Ixth annual meeting of the International Embryo Transfer Society; 1983 January 16; Colorado University, Fort Collins, Colorado USA.1983:21 – 32.
32. Cano CJP. Comparación de los porcentajes de fertilidad de embriones de bovinos en estadio de mórula y blastocito con la técnica de transferencia de embriones congelados a nivel de campo con un aparato manual (tesis de maestría). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM,1995.
33. Elsdon RP. Classification of embryos after thawing. Techniques for freezing mammalian embryos. Short course proceedings . Animal reproduction laboratory, Colorado University, Fort Collins, Colorado USA.1985.
34. Transferencia directa de embriones bovinos congelados: un video de enseñanza (videograbación). Ciney (Bélgica): Stroud video productions, 1995.
35. Ávila GJ. Los embriones congelados ofrecen muchas ventajas. Memorias del II taller de transferencia de embriones en bovinos; 1994 julio 7 - 9; Tlaxcala (Tlaxcala) México. Tlaxcala (Tlaxcala): Universidad Autónoma de Tlaxcala, Secretaría de Investigación Científica del Centro Estatal de Genética Animal (CEGA), 1994:
36. Rowe RF: Transfer of bovine embryos. En : Current therapy in theriogenology 2. Ed. Saunders Company W.B.:1986: 59 - 60.
37. Porras AAI y Galina HC. Utilización de progestágenos para la manipulación del ciclo estral bovino. Veterinaria México 1992;1: 31 - 36.
38. Britt JH y Roche JF. Inducción y sincronización de la ovulación. En: Reproduction in farm animals. Hafez ESE. Interamericana, 6ª edición, México, 1985: 521-531.
39. Galina HC, Saltiel CA, Valencia MJ, Beceril AJ, Bustamante CG, Calderón YA, *et al.* Reproducción de animales domésticos. México: Limusa,1986.



40. Asociación Ganadera Local de Aldama Tamaulipas. Relación de enfermedades frecuentes en el ganado bovino ocasionadas por agentes infecciosos en Aldama, Tamaulipas. Aldama (Tamaulipas):AGLAT, SAGAR, 1999.
41. Ristic M y McIntyre I. Diseases of cattle in the tropics. Economic and zoonotic relevance. Netherlands: Martinus Nijhoff publishers, 1981.
42. Paez ED. Nuevo enfoque en el control de moscas. Memorias del Congreso de Avances en farmacología aplicada en la clínica bovina; octubre de 1998; México (DF) México. México (DF) Colegio de Médicos Veterinarios Zootecnistas del DF AC, 1998: 95-98.
43. Santibañez MJA y Avellaneda SS. Identificación de larvas gastrointestinales más frecuentes en becerros lactantes, en trópico. . Memorias del XVIII Congreso nacional de Buiatría; 1996 agosto 14 - 17; Acapulco (Guerrero) México. México (DF): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios especialistas en Bovinos, AC. 1996: 130 - 134.
44. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen. (Para adaptarlo a las condiciones de la república Mexicana). 4ª Edición. México: UNAM,1987.
45. Mundia CM y Yamamoto S. Day-night variation of thermoregulatory responses of heifers exposed to high environmental temperatures. Journal of Agricultural Science, Cambridge 1997; 129: 199-204.
46. Ealy DE., Aréchiga CF., Bray DR., Risco CA. Y Hansen PJ. Effectiveness of short-term colling and vitamin E for alleviation of infertility induced by heat stress in dairy cows. Memorias del VII curso internacional de reproducción bovina; 1997 mayo 19-22; México ( DF) México . México (DF): Academia de Investigación en Biología de la Reproducción A.C., 1997: 136 - 142.
47. Johnson HD y Vanjonack WJ. Effects of environmental and other stressors on blood hormone patterns in lactating animals. Journal of Dairy Science 1975; 59: 1603-1617
48. Flamenbaun I. Prácticas de reducción del estrés térmico. Agua y aire es todo el secreto. Guía de Agrotecnología en Israel. Grupo editorial Aurora. 1997;77 – 79
49. Armstrong D. Porqué el estrés calórico es un problema en las vacas lecheras?. Memorias de la 14ª Conferencia Internacional sobre Ganado Lechero; 1998 agosto 5 - 7; México (DF) México. México (DF) Grupo CIGAL, 1998: 89 – 95.

50. Howard JL. Editor. Management of large producer cow/calf herds. Current therapy 3. Food animal practice. 3ª ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1993.
51. Flamenbaum I. Manejo de vacas lecheras de alta producción en clima subtropical. Memorias de la 14ª Conferencia Internacional sobre Ganado Lechero; 1998 agosto 5 - 7; México (DF) México. México (DF) Grupo CIGAL, 1998: 96 - 97.
52. Statistical Analysys System Institute. SAS user's guide: statistics. Cary, NC: SAS intitute.
53. Flores MJA. Bromatología Animal. 2ª edición. México: Limusa., 1980.
54. Sumano LH y Ocampo CL: Farmacología veterinaria. 2ª Ed. México D.F McGraw Hill. 1989
55. Macmillan KL y Peterson AJ. A new intravaginal progesterone releasing device for cattle (CIDR-B) for oestrus synchronization, increasing pregnancy rates and treatment of postpartum anoestrus. Animal reproduction science; 1993; 33:1 - 25.
56. Radostits Om, Leslie KE y Fetrow J. Health management of dairy calves and replacement heifers. En: Herd Health food animal production medicine. Radostits Om, Leslie KE y Fetrow J. Saunders company. 2ª edición, Philadelphia, E. U. 1994: 183 - 213.
57. Radostits Om, Leslie KE y Fetrow J. Planned Animal health and production in beef cattle breedings herds. En: Herd Health food animal production medicine. Radostits Om, Leslie KE y Fetrow J. Saunders company. 2ª edición, Philadelphia, E. U. 1994: 331 - 393.
58. Yabuta OAK, Paasch ML, Lemus V, Adame de PP y Ardura MG. Cesárea en cuadrupedestación. Modificación de la técnica de histerectomía belga, adaptación para el ganado de carne en el trópico mexicano. Memorias del curso internacional teórico - práctico de actualización de enfermedades más frecuentes en bovinos; abril 18 - 20 de 1996; México (Distrito Federal): División de Educación Continua, Departamento de Diagnóstico Clínico, Departamento de Producción Animal: Rumiantes. 1996: 107 - 118.
59. Vargas RB, Esperón SAE, López BB y Contreras AH. Evaluación de cuatro modalidades de transferencia de embriones bovinos para la raza Pardo Suizo. Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria; 1996 Cuemavaca (Morelos) México. 1996. 339.
60. Román PH. Manejo reproductivo de los bovinos reproductores de leche y carne en el trópico. Avances en la producción de leche y carne en el trópico americano Santiago de Chile: Oficina

regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Oficina regional de producción animal, 1992

61. Anta E, Rivera JA, Galina HC, Porras AA y Zarco QL. Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos II. Parámetros reproductivos. Veterinaria México. 1989; 20: 11 – 18.
62. Moberg GP. Effects of environment and management stress on reproduction in dairy cows. Journal of Dairy Science 1975; 59: 1618-1624.
63. De los Santos VS y Sosa AJH. Uso de compuestos hormonales para la resolución de anestro en ganado bovino productor de carne. Memorias del encuentro ganadero Aldama; 1988 junio 18; Aldama (Tamaulipas) México. Aldama (Tamaulipas): Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, CIFAP. 1988:9–13.
64. Helman MB. Ganadería tropical. 3ª. Ed. Buenos Aires : El Ateneo, 1983.
65. Varela AH. Algunas implicaciones de la nutrición sobre el confort de la vaca en producción. Memorias de la 14ª Conferencia Internacional sobre Ganado Lechero; 1998 agosto 5 - 7; México (DF) México. México (DF) Grupo CIGAL, 1998: 34 – 39.
66. Putney DJS, Drost M y Tatcher W. Influence of summer heat stress on pregnancy rates of lactating dairy cattle following embryo transfer or artificial insemination. Theriogenology 1989; 31:765 – 778
67. Drost M y Tatcher W. Heat stress in dairy cows. Its effect on reproduction. Veterinary clinics of north america: food animal practice. 1987;3:609 – 618.
68. Flamenbaum I. Manejo de vacas lecheras de alta producción en clima subtropical. Memorias de la 14ª Conferencia Internacional sobre Ganado Lechero; 1998 agosto 5 - 7; México (DF) México. México (DF) Grupo CIGAL, 1998: 96 – 97.
69. Putney DJS, Mullins W, Tatcher W, Drost M y Gross TS. Embryonic development in superovulated dairy cattle exposed elevated ambient temperatures between the onset of estrus and insemination. Animal Reproduction Science 1989;19: 37 – 51.

70. Paasch ML. Sistema integral para el control de las garrapatas en la ganadería del trópico húmedo. UNAM – FMVZ, 1996. Memorias del curso internacional teórico – práctico de actualización de enfermedades más frecuentes en bovinos; abril 18 – 20 de 1996; México (Distrito Federal): División de Educación Continua, Departamento de Diagnóstico Clínico, Departamento de Producción Animal: Rumiantes. 1996: 102 – 106.
71. Corro M, Rubio I, castillo E, Aluja A, Galina CS y Murcia C. Factores que influyen sobre el reinicio de la actividad ovárica postparto en ganado de doble propósito bajo condiciones tropicales. Memorias del VII curso internacional de reproducción bovina; 1997 mayo 19-22; México (DF) México. México (DF): Academia de Investigación en Biología de la Reproducción A.C., 1997: 109 - 128.
72. Domínguez MMA. Efectos de la condición corporal, estado reproductivo y grupo racial sobre la población folicular y calidad de los ovocitos en vacas. Memorias del VII curso internacional de reproducción bovina; 1997 mayo 19-22; México (DF) México. México (DF): Academia de Investigación en Biología de la Reproducción A.C., 1997: 144 - 153.
73. Adame P, Paasch ML, Bouda J y Yabuta OAK. Evaluación del estado mineral y proteico en vacas de cría de ganado de engorda de zona tropical. Memorias del XXI Congreso nacional de Buiatría; 1997 julio 9 - 12; Colima (Colima) México. México (DF): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios especialistas en Bovinos, AC. 1997.
74. McDowell LR, Conrad JH y Ellis GL. Suplementación de vitaminas y minerales para rumiantes en los trópicos. 17 –34.
75. Ortiz VB y Ortiz SCA. Edafología. 7ª edición. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de suelos, 1990.
76. Corah L. Trace mineral requirements of grazing cattle. Animal feed science and technology 1996; 56: 61 – 70.
77. Reza GLC. Efecto de la vitamina E y Selenio sobre parámetros reproductivos y productivos de los bovinos. Memorias del Congreso de Avances en farmacología aplicada en la clínica bovina; octubre de 1998; México (DF) México. México (DF) Colegio de Médicos Veterinarios Zootecnistas del DF AC, 1998: 101-105

78. García BCM. Importancia de los minerales en los procesos reproductivos en la hembra bovina. Memorias del VII curso internacional de reproducción bovina; 1997 mayo 19-22; México (DF) México. México (DF): Academia de Investigación en Biología de la Reproducción A.C., 1997: 155 - 165.
79. Cheeke PR. Micronutrients: mineral and vitamin supplements. In: Applied animal nutrition feeds and feeding. New York: McMillan Publishing company, 1991: 201 – 227.
80. Badinga L., Collier RJ., Thatcher WW y Wilcox CJ. Effects of climatic and management factors on conception rate of dairy cattle in subtropical environment. Journal of Dairy Science 1985; 68: 78-85
81. Nueva enciclopedia temática. El mundo del estudiante. México, DF: Editorial Cumbre, 1979.
82. Murphy BD y Pescador N. Métodos para mejorar la respuesta ovulatoria en el ganado. Memorias del VII curso internacional de reproducción bovina; 1997 mayo 19-22; México (DF) México. México (DF): Academia de Investigación en Biología de la Reproducción A.C., 1997: 87 - 100.
83. Peters AR y Ball PSH. Reproduction in cattle- Osney Mead, Oxford, Blackwell Science. 2ª edición, 1995.
84. Salisbury GW, VanDemark NL y Lodge JR. Fisiología de la reproducción. Zaragoza, España: Ed. Acribia, 2ª edición, 1984.
85. Cooperativa Limitada de Inseminación Artificial de Venado Tuerto. Manual de inseminación artificial. Hemisferio sur, Buenos Aires, Argentina; 1987 CIAVT. Arsnabarreta ER Coordinador
86. Hafez ESE. Transferencia de embriones, FIV (fertilización in vitro) e ingeniería genética. En: Reproduction in farm animals. Hafez ESE. Interamericana, 6ª edición, México, 1985: 521-531.
87. Galina HCS. Esquemas prácticos de manejo reproductivo en ganaderías de carne. Memorias del VII curso internacional de reproducción bovina; 1997 mayo 19-22; México ( DF) México . México (DF): Academia de Investigación en Biología de la Reproducción A.C., 1997: 43 - 54.
88. O'Coonor MI. Estrus synchronization. Large animal veterinarian. November – december 1993: 24 – 26.

89. Wiersma F y Armstrong DV. Microclimate modification to improve milk production in hot and climates. Agricultural engineering. Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Congress on Agricultural Engineering (CIGR). 1989 september 4 – 8; Dublín (Irlanda). Departament of Agricultural Engineering. University of Arizona, 1989: 1433 - 1440
90. Elizondo VC y González SF. Evaluación de algunas técnicas de manejo utilizadas contra el estrés calórico en un establo de la comarca lagunera. . Memorias del XIX Congreso nacional de Buiatría; 1995 agosto 24 - 26; Torreón (Coahuila) México. México (DF): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios especialistas en Bovinos, AC. 1995: 428 – 431

Quadro 1

FACTORES CLIMÁTICOS PREVALECIENTES EN CADA FASE DEL PROGRAMA DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES

FASE	Precipitación Pluvial Promedio (mm)	Temperatura		Temperatura		Rango		Rango		Horario de la		Permanencia		Índice		Vientos		Velocidad		Humedad	
		Promedio Fase (°C)	mínima Promedio (°C)	Máxima Promedio (°C)	de temperatura mínimo (°C)	de temperatura máximo (°C)	de la hora más cálida (Hrs.)	de la hora más cálida (No. de Hrs)	de la hora más cálida (Hrs.)	de la hora más cálida (No. de Hrs)	Temperatura Humedad (THI)	Temperatura Humedad (THI)	Domestinas	de viento (m/seg)	de viento (m/seg)	Relativa	Relativa				
1	35.17	20.53	16.88	26.00	7.0 - 22.0	14.0-31.0	12:00	1.20	73	N	0.84	72.14									
2	4.80	26.60	18.75	32.82	10.0 - 24.0	23.0-40.7	14:00	1.63	75	SE	1.29	57.03									
3	21.40	28.01	21.66	34.57	19.9-23.2	31.2-36.4	14:00	1.70	78*	ND	ND	ND									
4	10.52	24.79	18.15	29.14	9.0 - 24.5	28.0-34.2	14:00	2.05	73	N	0.87	62.75									
5	12.36	23.79	19.20	35.20	11.5 - 21.0	22.0-40.0	14:00	1.50	71	N	0.73	58.55									

ND. Valor no determinado

\* Valor estimado

**FRECUENCIA DE LOS FACTORES CLIMÁTICOS PRESENTES EN EL DÍA DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES PARA  
CADA FASE DEL PROGRAMA**

	Fase 1		Fase 2		Fase 3		Fase 4		Fase 5	
	Frec.*	%	Frec.*	%	Frec.*	%	Frec.*	%	Frec.*	%
Temperatura										
Menos de 28°C	7	10.61	16	24.25	3	4.55	5	7.58	10	15.15
28 - 32°C	0	0.0	2	3.03	1	1.52	4	6.06	5	7.58
Más de 32°C	0	0.0	2	3.03	3	4.55	4	6.06	4	6.06
Humedad rel.										
36 - 45%	0	0.0	6	10.16	ND	ND	5	8.47	2	3.39
46 - 55%	0	0.0	3	5.08	ND	ND	2	3.39	5	8.47
56 - 65%	0	0.0	1	1.69	ND	ND	1	1.69	4	6.78
66 - 75%	0	0.0	2	3.38	ND	ND	1	1.69	1	1.69
76 - 85%	7	11.86	6	10.16	ND	ND	3	5.08	2	3.39
86 - 90%	0	0.0	2	3.39	ND	ND	1	1.69	0	0.0
Velocidad										
0 m/seg	7	11.86	11	18.64	ND	ND	0	0.0	19	32.2
1 m/seg	0	0.0	0	0.0	ND	ND	0	0.0	0	0.0
2 m/seg	0	0.0	7	11.86	ND	ND	3	5.08	0	0.0
3 m/seg	0	0.0	1	1.69	ND	ND	4	6.78	0	0.0
4 m/seg	0	0.0	1	1.69	ND	ND	4	6.78	0	0.0
5 m/seg	0	0.0	0	0.0	ND	ND	2	3.39	0	0.0
Vientos Dom.										
Calma	7	11.86	11	18.64	ND	ND	0	0.0	19	32.2
Norte	0	0.0	2	3.39	ND	ND	0	0.0	0	0.0
Noroeste	0	0.0	4	6.78	ND	ND	0	0.0	0	0.0
Sureste	0	0.0	3	5.08	ND	ND	13	22.03	0	0.0

\* Frec. El término de frecuencia se refiere al número de veces que se repite un dato.

ND. Valor no determinado.



Cuadro 3  
**VALORES PROMEDIO DE LOS FACTORES CLIMÁTICOS EN EL DÍA DE LA TRANSFERENCIA PARA CADA FASE DEL PROGRAMA**

	Fase 1		Fase 2		Fase 3		Fase 4		Fase 5	
	Media	Dev.Est	Media	Dev. Est.	Media	Dev. Est.	Media	Dev. Est.	Media	Dev. Est.
Temperatura	22.41 ± 0.94		21.33 ± 3.00		28.40 ± 6.60		28.32 ± 4.27		27.81 ± 4.44	
Humedad rel.	80.14 ± 2.47		59.53 ± 15.82		ND		57.46 ± 21.18		61.15 ± 10.78	
Vel. viento	0.00 ± 0.00		0.97 ± 1.10		ND		03.43 ± 0.93		0.00 ± 0.00	
THI	73		71		78*		78		77	

THI Índice de Temperatura - humedad

ND. Valor no determinado

\* Valor de la humedad relativa estimado.

Cuadro 4

## PROPORCIÓN RACIAL DEL HATO RECEPTOR DISPONIBLE PARA CADA FASE DEL PROGRAMA DE T.E.

	Brahman		Simbrah		Beefmaster		Limousin		Criollas	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
FASE 1	(6/35)	17.14	(0/35)	0.0	(27/35)	77.14	(0/35)	0.0	(2/35)	5.71
FASE 2	(0/64)	0.0	(25/64)	39.06	(2/64)	3.12	(1/64)	1.56	(36/64)	56.25
FASE 3	(7/52)	13.46	(3/52)	5.76	(4/52)	7.69	(37/52)	71.15	(1/52)	1.92
FASE 4	(15/38)	39.47	(12/38)	31.57	(6/38)	15.78	(0/38)	0.0	(5/38)	13.15
FASE 5	(13/37)	35.13	(13/37)	35.13	(7/37)	18.91	(0/37)	0.0	(4/37)	10.81
PROMEDIO	41/226	18.14	53/226	23.45	46/226	20.35	38/226	16.81	48/226	21.24

## PORCENTAJES DE EFICIENCIA DURANTE TODO EL PROGRAMA DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES

	Fases									
	1		2		3		4		5	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>DONADORAS:</b>										
Tratadas	0	-	0	-	4/4	100	0	-	4/4	100
Respuesta (+)	-	-	-	-	4/4	100	-	-	2/4	50
Embriones totales	-	-	-	-	11	-	-	-	6	-
Embriones/Vaca	-	-	-	-	11/4	2.75	-	-	6/2	3
Relación embriones : vacas	-	-	-	-	11:4	-	-	-	6:2	-
Óvulos	-	-	-	-	0	-	-	-	7	-
Embriones congelados	-	-	-	-	7	-	-	-	0	-
<b>RECEPTORAS:</b>										
Embriones totales implantados	11 <sup>1</sup>	-	51 <sup>1,2</sup>	-	4*	-	38 <sup>1,2</sup>	-	19 <sup>3,4</sup> **	-
Seleccionadas	11/35	31.43	51/64	79.69	4/52	7.69	38/38	100.00	19/37	51.35
Eliminadas	24/35	68.57	13/64	20.31	48/52	92.31	0/38	0.0	18/37	48.65
Impl. Gestantes	4/11	36.36	16/51	31.37	1/4	25.0	11/38	28.94	11/19	57.89
Impl. Vacías	7/11	63.63	35/51	68.62	3/4	75.0	27/38	71.5	8/19	42.10
Gest. Abortadas	0/4	0.0	2/16	12.50	0/1	0.0	1/11	9.9	0/11	0.0
Gest. Paridas	4/4	100.0	14/16	87.50	1/1	100.0	10/11	90.9	11/11	100.0
Crias viables	2/4	50.0	13/14	92.85	1/1	100.0	10/10	100.0	11/11	100.0
Crias muertas	2/4	50.0	1/14	7.14	0/1	0.0	0/10	0.0	0/11	0.0

\*Embriones frescos mexicanos de la raza Limousin (primera superovulación)

\*\*Embriones congelados mexicanos de la raza Limousin (producto de la 1ª superovulación)

⊗ Embriones frescos mexicanos de la raza Belgian Blue (segunda superovulación)

1 Embriones congelados de Bélgica de la raza Belgian Blue

2 Embriones congelados de Chalco Estado de México de la raza Limousin

Cuadro 6

**TASA DE PREÑEZ EN CADA GRUPO RACIAL DE LAS RECEPTORAS UTILIZADAS EN CADA FASE DEL  
PROGRAMA DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES**

	Brahman		Simbrah		Beefmaster		Limousin		Criollas	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
FASE 1	(0/6)	0.0	(0/0)	0.0	(4/27)	14.81	(0/0)	0.0	(0/2)	0.0
FASE 2	(0/0)	0.0	(7/25)	28.0	(2/2)	100.0	(0/1)	0.0	(7/36)	19.44
FASE 3	(0/7)	0.0	(0/3)	0.0	(0/4)	0.0	(1/37)	2.70	(0/1)	0.0
FASE 4	(2/15)	13.33	(7/12)	58.33	(1/6)	16.66	(0/0)	0.0	(1/5)	20.0
FASE 5	(5/13)	38.46	(2/13)	15.38	(3/7)	42.85	(0/0)	0.0	(1/4)	25.0

Cuadro 7

## TASA DE PREÑEZ, VIABILIDAD DE CADA FASE Y PORCENTAJES DE HEMBRAS Y MACHOS NACIDOS

Tipo de embriones transferidos	Raza del embrión		Tasa de preñez (%)	Abortos (%)	Preñeces a término (%)		Muertes perinatales (%)		Crías viables (%)		Hembras (%)		Machos (%)	
	BB	L			100.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0				
FASE 1	Congelados	BB	36.36	0.0	100.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	
	Frescos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FASE 2	Congelados	BB	34.78	12.50	87.50	7.14	92.85	53.84	46.15	53.84	46.15	46.15	46.15	
	Congelados	L	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Frescos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FASE 3	Congelados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Frescos	L	25.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	
FASE 4	Congelados	BB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Congelados	L	32.35	9.09	90.90	0.0	100.0	0.0	100.0	63.60	36.36	63.60	36.36	
	Frescos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FASE 5	Congelados	L	53.84	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	85.71	14.29	85.71	14.29	
	Frescos	BB	66.66	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	25.0	75.0	25.0	75.0	

BB: Belgian Blue

L: Limousin

La muerte perinatal se refiere al deceso ocurrido entre el día 270 de gestación y una duración de menos de 24 hrs. de vida <sup>56 y 57</sup>

Cuadro 8

FRECUENCIA DE PREÑEZ Y VIABILIDAD DE LA GESTACIÓN EN LAS HEMBRAS QUE RECIBIERON EMBRIÓN EN CADA FASE DEL PROGRAMA DE TRANSFERENCIA

	Fase 1		Fase 2		Fase 3		Fase 4		Fase 5		Total	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
Transferidas gestantes	4	3.25	16	13.01	1	0.81	11	8.94	11	8.94	11	8.94
Transferidas no gestantes	7	5.70	35	28.46	3	2.44	27	21.95	8	6.50	8	6.50
Total transferidos	11	8.95	51	41.47	4	3.25	38	30.89	19	15.44	19	15.44
Gestantes a término	4	9.30	14	32.56	1	2.33	10	23.25	11	25.58	11	25.58
Gestantes interrumpidas	0	0.0	2	4.65	0	0.0	1	2.33	0	0.0	0	0.0
Total de gestantes	4	9.30	16	37.21	1	2.33	11	25.58	11	25.58	11	25.58

Frec. Número de veces que se repite un dato

Cuadro 9

## FRECUCIA DE PREÑEZ Y GESTACIONES A TÉRMINO SEGÚN EL TIPO RACIAL DE LAS HEMBRAS

	Beefmaster		Criollas		Limousin		Simbrah		Brahman		Total	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%		
Transferidas gestantes	10	8.13	9	7.32	1	0.81	16	13.01	7	5.69	43	34.96
Transferidas no gestantes	13	10.57	24	19.51	3	2.44	23	18.70	17	13.82	80	65.04
Total transferidas	23	18.70	33	26.83	4	3.25	39	31.71	24	19.51	123	100.0
Gestantes a término.	9	20.93	8	18.60	1	2.32	15	34.89	7	16.28	40	93.02
Gestantes interrumpidas	1	2.32	1	2.32	0	0.0	1	2.32	0	0.0	3	06.98
Total de gestaciones	10	23.25	9	20.92	1	2.32	16	37.21	7	16.28	43	100.0

71

Cuadro 10

## ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE FACTORES CLIMÁTICOS Y FERTILIDAD DE LAS HEMBRAS

	TEMPERATURA		HUMEDAD		VEL. VIENTO	
	r		r		r	
NO GESTACIÓN	0.287*		-0.384**		0.321***	

Los valores de correlación fueron estadísticamente significativos (\*P=0.001; \*\*P=0.0001 y \*\*\*P=0.0004)

FECHA: 30 DE OCTUBRE A 1 DE NOVIEMBRE DE 1997.

HORAS

IDENTIFICACIÓN	RAZA	7 a 8	10 a 11	13 a 14	16 a 17	19 a 20	22 a 24	4 a 5	7 a 8	10 a 11	13 a 14	16 a 17	19 a 20	22 a 24	5 a 6	8 a 9	11 a 12
01-5	Beefmaster							±	+	++		++					
06-5	Beefmaster								-	±	+	++					
07-1	Beefmaster		±		+	++											
08-5	Beefmaster							±	+	++							
25	Beefmaster								-	-	±	++	++				
32-5	Beefmaster																
34-5	Beefmaster																
2	Brahman								±	+	++	++	++	±	++		
4	Brahman																
7	Brahman																
11	Brahman																
12	Brahman											++	++	++			
16	Brahman									±	+	++	++	++			
23	Brahman									±	++						
29	Brahman																
31	Brahman		±		+	++				±	++	++					
37	Brahman																
38	Brahman																
39	Brahman																
40	Brahman																
4	Criolla								±	+	++						
5	Criolla																
15	Criolla																
16	Criolla																
3	Simbrah																
5	Simbrah																
10	Simbrah																
17	Simbrah								±	+					++		
19	Simbrah												++	++	++		
14-5	Simbrah																
25-5	Simbrah																
26-2	Simbrah									±	+				++		
26-5	Simbrah																
28-5	Simbrah																
29-5	Simbrah								±	+	++	++	++	++	++		
30-5	Simbrah																
38-5	Simbrah																
39-5	Simbrah																
49-5	Simbrah																

± Solamente monta  
 + Sopechosas (no se inquiete al momento de monta)  
 ++ Se deja montar por primera vez  
 +++ Se deja montar repetidas veces

FIGURA 1. REGISTRO DE DETECCIÓN DE CALORES PARA TRANSFERENCIA DE EMBRIONES DEL RANCHO "LA ESPERANZA". El registro muestra el momento de inicio y finalización del estró, con ello se elige con mayor eficiencia la receptora adecuada a la edad de cada embrión a transferir.



## ANEXO

## ANEXO 1. PROTOCOLO EMPLEADO PARA LA SUPEROVULACIÓN MÚLTIPLE DURANTE LAS FASES DESCRITAS

En los tratamientos superovulatorios descritos en este estudio, se utilizaron hormonas como la foliculo estimulante (FSH) y gonadotropina postmenopáusica de origen humano (hMG). El tratamiento con FSH se aplica por 4 ó 5 días a partir del día 9 ó 10 del ciclo estral sincronizado previamente; con dosis totales decrecientes de 28 mg a 32 mg por animal, fraccionando dicha dosis en 5 días con dos aplicaciones diarias (AM y PM) dada su vida media tan corta, y se asocia con prostaglandinas a las 72 y 96 horas de iniciado el tratamiento, para aprovechar la segunda oleada de maduración folicular y el efecto luteolítico de las prostaglandinas que determinarán la presentación de celo en el 96% de las donantes entre las 24 y 80 horas posteriores a la primera dosis de prostaglandinas la mayoría entre las 40 y 48 horas.<sup>13, 17, 18, 1, J</sup>

Veteglan(ml)	2	-
Veteglan(ml)	2.5	-
Detección de calores	+	++
Detección de calores	+++	++
1 Pergovet	4 ml	4 ml
2 Pergovet	3 ml	3 ml
3 Pergovet	2 ml	2 ml
4 Pergovet + Veteglan	1 + 2.5	1 + 2 ml
5 Pergovet	1 ml	1 ml
Servicio		1A 1 dosis
Servicio	1A 2 dosis	1A 1 dosis
Lavado	Lavado de donadoras	

Tomado de: Yabuta <sup>1</sup>

La dosis total de FSH es muy variable, pudiendo ser de 24 mg hasta 60 mg, pero como regla general, se ha coincidido en que para los animales jóvenes de 1 a 4 años y cruzas de la raza Brahman se utilicen dosis bajas de 28 mg, mientras que para las vacas más viejas de 8 o más años, o las más pesadas (pesos mayores a 700 Kg.) requieren de dosis más altas como 32 mg.<sup>1</sup>

Algunos autores mencionan variantes en el uso de la FSH en los tratamientos de superovulación como alternativa para obtener mejores resultados (ej. cosechas de más de 10 embriones utilizables, y el porcentaje de obtener menos de 4 embriones viables no es alto), ya que esta hormona estimula de una manera más fisiológica al ovario, se recomienda una preestimulación con

<sup>1</sup> Ibidem Yabuta

<sup>J</sup> Ibidem Wenkoff

FSH purificada a (pFSH) dosis de 2.5 a 10 UA (Unidades Armour, 1UA= 10 mcg.) obteniéndose mejores resultados con 2.5 UA de pFSH.<sup>14</sup> Y el empleo de la somatotropina bovina (bST), la cual en combinación con dietas con energía reducida favorece el proceso foliculogénico sin afectar la secreción de gonadotropinas.<sup>82</sup>

Debido que la hMG contiene FSH y LH, el tratamiento superovulador es similar al empleado para el caso de FSH, es decir tiene una duración de 5 días con dosis decrecientes y aplicación cada 12 horas, utilizando dosis totales de 1650 UI de FSH y 1650 UI de LH. El tratamiento inicia en el día 9 ó 10 del ciclo estral y de manera similar al de FSH, se aprovecha la segunda onda folicular. Se aplica una dosis de prostaglandinas a las 72 y 84 horas de iniciado el tratamiento, con dosis de 187 mg y 150 mg respectivamente de Clorprostenol.

Aparentemente la eCG funciona mejor al principio de la fase folicular, por lo que en animales de ciclo estral normal se aplica a dosis de 1 500 a 2 500 UI por animal que puede iniciar el día 16 o 17 del ciclo y para lograr la mayor cantidad de embriones se ha propuesto la administración de eCG durante los días 9 y 12, seguido de la administración de prostaglandinas y con apoyo en ocasiones de la Gonadotropina Coriónica humana (HCG) y hormona luteinizante (LH).<sup>17</sup>

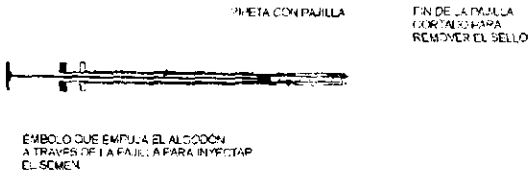
Dado que la vida media de actividad biológica de esta hormona es prolongada, se requiere de una sola aplicación en los tratamientos superovulatorios, esta ha sido utilizada ampliamente. Generalmente después de 48 horas de iniciado el tratamiento con eCG, se aplican 25 mg de prostaglandina F<sub>2</sub> $\alpha$  en una sola dosis. El estro se presentará en las siguientes 48 horas después de la inyección de la prostaglandina.

Sin embargo, a causa de la vida media tan larga que tiene, es usual que se produzcan gran cantidad de folículos desarrollados que no ovularán y se luteinizarán, incrementando de esta manera la cantidad de esteroides al momento de la ovulación, lo que reduce la tasa de fertilización, así como el número de embriones normales desarrollados. Para evitar esto, se desarrolló un suero anti - PMSG tratando de regular su actividad biológica, el cual se puede aplicar por vía intramuscular en dosis de 5 ml en las 6 a 12 horas posteriores de detectado el celo, incrementa número de embriones transferibles.

## ANEXO 2. TÉCNICA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

El semen (congelado en pajillas) será de alta calidad y deberá almacenarse en un tanque de nitrógeno líquido. Es importante que las pajillas de semen que han sido descongeladas se utilicen de inmediato. El procedimiento usual para descongelar pajillas de 0.25 ml consiste en introducir la pajilla que contiene el semen en agua tibia a 35° - 37°C / 7-15 segundos, al utilizarse estas temperaturas y tiempos, el semen estará ligeramente por debajo de los 35°C y el siguiente cambio de temperatura será al ser introducido en la vagina de la vaca.

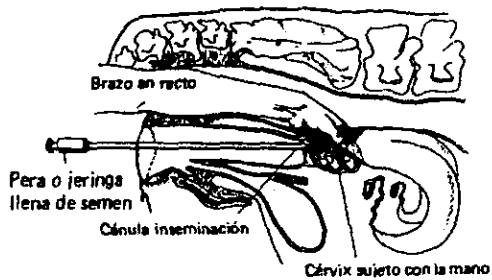
### PISTOLA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL



Tomado de: Peters et al. <sup>53</sup>

El semen contenido en la pajilla se introduce en el tracto reproductor de la vaca usando una pistola especial de inseminación artificial. Pese a que la técnica rectovaginal es más difícil que las técnicas vaginal y cervical, sigue siendo la técnica más empleada ya que se obtienen las tasas mayores de

concepción y la que estimula la actividad uterina de una forma similar a la que produce la monta natural. Esta técnica consiste en introducir una mano provista de un guante previamente lubricado en el interior del recto de la vaca con el propósito de localizar el cérvix a través de la pared rectal, seguidamente se introduce en el interior de la vagina la pistola de inseminación artificial cubierta con una funda desechable y se dirige al interior del útero, iniciando con la punta de la pipeta hacia arriba en un ángulo de unos 20 a 30° evitándose la posibilidad de introducirla en el divertículo suburetral o en la uretra. Se utilizará la mano enguantada situada en el recto, para seguir el extremo de la pipeta de inseminación cuando se empuja suavemente en el interior de la vagina, de esta manera, la pipeta servirá de

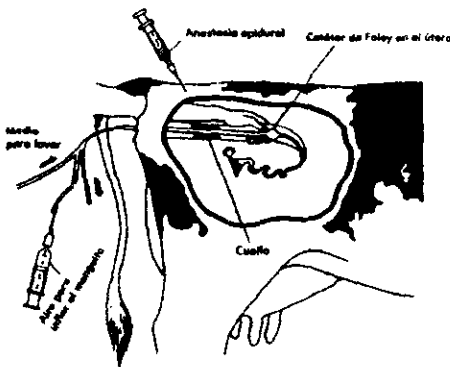


Tomado de: Salisbury et al. <sup>54</sup>

orientación en la localización del cuello uterino. Posteriormente se localizará la abertura del cuello uterino sujetándolo o fijándolo al piso de la pelvis, la pipeta de inseminación se pasará a través de los anillos del cuello uterino y el semen se depositará lentamente inmediatamente después de pasar el último anillo cervical, los ovarios no deben ser palpados.<sup>83, 84 y 85</sup>

### ANEXO 3. COLECCIÓN DE LOS EMBRIONES MEDIANTE LA TÉCNICA NO QUIRÚRGICA

Las donadoras se ponen en ayuno 24 horas previas a la colecta. Se sujetan en la prensa de manejo, se desinfecta la región perianal con yodo povidona y luego con alcohol al 70%.<sup>13, J</sup> Para disminuir el estrés del animal y la presión del esfínter anal sobre e brazo del operador se inyectan de 3 a 8 cc de xilocaína 2% en el espacio epidural entre el sacro y la primer vértebra coccígea, además se aplica una dosis de 0.4 mg/ Kg. de peso vivo de propionilpromazina por vía intramuscular.<sup>13, I</sup> Se desaloja completamente el recto de toda materia fecal. En este momento se pueden palpar los ovarios para evaluar la respuesta a la superovulación y el grado de respuesta, se puede anotar el número de cuerpos lúteos encontrados en cada ovario.<sup>1</sup>



Tomado de: Hafez.<sup>26</sup>

Para sondear los cuernos uterinos y realizar la colecta de los embriones se enjuaga el catéter con un poco de solución de PBS de lavado (Solución fosfatada buferada Dulbecco) y posteriormente se introduce por la vagina hasta el cuerno uterino, un catéter Minitüb (12-16 o 18 gaguee) con punta metálica modelo Lampeter o bien, puede ser un catéter Rush (calibre 18), o de Foley de uso humano de calibre 16 o 18,

con globo de 5 cc de aire. Cuando el cérvix se encuentra muy cerrado primero se puede introducir

<sup>1</sup> Ibidem Yabuta.

<sup>2</sup> Ibidem Wenkoff

un dilatador cervical por vía recto cervical hasta llegar al cuerpo del útero para aquellos casos que lo requieran. Es importante que durante este y los demás procesos no se toque la funda del catéter, éste es manejado exclusivamente por la perilla de su extremo. El asistente debe separar los labios vulvares hasta que el catéter haya entrado en el cérvix, éste se dirige a través del cuello, del cuerpo uterino y en el extremo proximal de uno de los cuernos uterinos. Durante la penetración del catéter hasta que la bombilla se encuentre a la altura de los ligamentos intercomuetales o al nivel del tercio medio de cada cuerno uterino, el asistente tuvo que haber ido retirando el estilete. La bombilla del catéter es inflada lentamente y con cuidado para no ocasionar rupturas en el endometrio con 5 a 16 cc de aire, dependiendo del tamaño y la condición del útero. Luego se conectan la sonda de tres vías ("Y" junction tubing) a el catéter Minitüb, la sonda de Foley o Rush. La vía de entrada se conecta con una bolsa estéril o desechable, de 1000 cc que contiene el medio de colecta (PBS), que se coloca a 80 o 100 cm sobre el nivel del útero para que el líquido ingrese por gravedad, la vía de salida se conecta con un filtro concentrador de embriones (Em-Con, Embryo clection filter). El cuerno uterino se dilata con el ingreso de 30 a 80 cc de líquido hasta que adquiere el tamaño de una gestación de 30 a 35 días, se da un suave masaje al cuerno uterino con la punta de los dedos, luego se abre la vía de salida y se cierra la entrada. De esta manera los embriones son colectados de la cavidad uterina y concentrados en el filtro que posee en la base la malla de 70  $\mu$  de poro, se debe tener cuidado especial en dejar durante todo el lavado por lo menos 0.5 cm de solución en el filtro, para evitar deshidratación en los embriones. Esta maniobra se repite alternativamente durante cinco ocasiones, hasta que hayan pasado 1000 cc de solución de PBS suplementado con 2% de FCS (suero fetal bovino) y 1% de antibiótico-antimicótico por cada cuerno uterino. La operación se repite para el otro cuerno uterino dejando salir el aire o solución estéril de la bombilla, retirando por completo la sonda e introduciendo una nueva sonda estéril y se dirige hacia el otro cuerno uterino, se coloca e inicia el lavado nuevamente.<sup>13, J</sup> A punto de finalizar el lavado, las donadoras son inyectadas con prostaglandinas, una dosis en el momento de extraer el último lavado (las prostaglandinas provocarán la contracción de los cuernos uterinos).

---

<sup>13</sup>Ibidem Wenkoff

Si se desea, se puede aplicar una segunda dosis 12 días después con el objetivo es prevenir procesos inflamatorios uterinos y posibles gestaciones múltiples, ya que en el día 8 del ciclo un 7% de los huevos aún permanecen en el oviducto. No se indican infusiones uterinas de antibióticos, quimioterapéuticos o desinfectantes debido a que estas sustancias son irritantes.<sup>13, J</sup>

#### ANEXO 4. EVALUACIÓN DE EMBRIONES

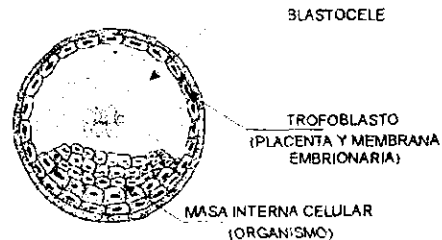
Una vez finalizado el lavado uterino, los filtros ingresan al laboratorio de embriología. El líquido del lavado se vacía a través del filtro para embriones, después se enjuaga la botella con 30 cc de solución de PBS; este lavado también se decanta sobre el filtro, inmediatamente se lava el filtro con una jeringa conteniendo 40 a 45 cc de PBS y con aguja del número 22. El fluido donde se va lavando el filtro es el que contiene los embriones y su contenido es vaciado en un recipiente "plastic search bowl" o caja de petri para su examen al microscopio esteroscópico a 12 ó 16X en búsqueda de embriones, a temperatura

ambiente de 20 a 35°C. La identificación se realiza por la presencia de la zona pelúcida que corona la masa embrionaria, la forma esférica y la tendencia a rodar sobre el fondo de la placa. La caja de Petri inicial se agita y se busca en el fondo nuevamente la presencia de más embriones, es importante revisar la caja unas 3

o 4 veces, ya que es fácil pasar por alto algún embrión entre las células uterinas existentes.<sup>13, J</sup>

Una vez colocados cada uno de los embriones con poca cantidad de fluido en la caja de Petri pequeña, deberán ser lavados con medio de cultivo, pasándolos de una gota a otra (hasta 10 veces). Esto se hace para diluir (diluciones de 100x) en cada lavado, para evitar posible contaminación, esto requiere pasar la menor cantidad de fluido junto con el embrión a cada gota. Los embriones se recuperan con una pipeta o tubos capilares adaptados a la jeringa de insulina de

#### ESTRUCTURAS EMBRIONARIAS



<sup>J</sup>ibidem Wenkoff

1 ml estéril, y son trasvasados a una caja de Petri pequeña (25 000 Coming) para su aislamiento en PBS enriquecido con 10% de FCS o BSA (albúmina sérica bovina) al 0.4% y 1% de antimicótico- antibiótico (A-A).<sup>1</sup>

Los embriones al ser recuperados son evaluados y clasificados con una metodología estandarizada bajo lineamientos internacionales de la IETS (Sociedad Internacional de Transferencia de Embriones) para determinar su calidad. Se utilizan parámetros relacionados con la supervivencia del embrión, aspecto morfológico, estadio, edad y calidad en seis categorías según la clasificación propuesta por Eldsen et al. en 1978 y modificada por Lindner en 1983, la cual es la más utilizada, ésta enfoca a embriones cosechados entre los días cinco y nueve<sup>13, 14, 30, 31, 32, 33, 34, J</sup>

#### CONCORDANCIA DEL ESTADO DE DESARROLLO Y EDAD EMBRIONARIA

Estadio de desarrollo del embrión	CÓDIGO DE DESARROLLO (edad estimada)
Mórula	5 días
Mórula compacta	6 días
Blastocito temprano	7 días
Blastocito	7 días
Blastocito expandido	8 días
Blastocito tardío	9 días

Tomado de: Lindner GM y Wright RW.<sup>31</sup>

La clasificación de los embriones basada en parámetros morfológicos, toma en cuenta el estadio embrionario y la edad, los estados de desarrollo embrionario desde mórulas tempranas hasta la etapa de blastocito maduro anidado se describen a continuación<sup>31, 33 y 34</sup>

**Mórulas.** Grupo de células. Los blastómeros individualmente son difíciles de distinguir, la masa embrionaria ocupa la mayoría del espacio perivitelino (PV).

**Mórula compacta.** Blastómeros individuales, se han juntado tanto que forman una masa compacta, la masa embrionaria ocupa el 60 a 70% del espacio PV.

<sup>1</sup>ibid Wenkoff

**Blastocito temprano.** Embrión formado por una cavidad que contiene fluido o blastocele, tiene apariencia de anillo, ocupa el 70 a 80% del espacio PV. Es posible diferenciar el trofoblasto y la masa de células.

**Blastocito.** Fuera de la línea del trofoblasto, color negro, más compacta, la masa celular es evidente, el blastocele es prominente el embrión ocupa la mayor parte de espacio PV.

**Blastocito expandido.** Todo el diámetro del embrión crece dramáticamente con una delgada zona pelúcida (1/3 del grosor original). Frecuentemente aparecen colapsados, esto se debe a una pérdida parcial o total del blastocele.

**Blastocito eclosionado.** Puede encontrarse en proceso de implantación o desprovisto de zona pelúcida. Esféricos con blastocele bien definido o colapsado.

#### TRANSFERIBLES :



**1) Excelentes (clase I).** Embrión esférico en estado normal de desarrollo. Aspecto simétrico, blastómeros, color y textura regulares. Zona pelúcida sin daño, el espacio PV libre de residuos celulares o células muertas.



**2) Buenos (clase II).** Parecidos a los embriones excelentes pero asimétricos, con imperfecciones triviales como pocos blastómeros extruidos, forma irregular y pocas vesículas. Pueden estar ligeramente retardados con relación a los otros embriones recuperados de la misma donadora. La zona pelúcida puede estar dañada, pocas células de fragmentación en el espacio PV.



**3) Medios o regulares (clase III).** Embriones con retardo en su desarrollo de 1 a 2 días. Problemas definidos pero no severos, presencia de blastómeros extruidos, vesiculaciones y algunas células degeneradas que lo hacen ver más oscuro de lo normal.



**4) Malos o pobres (clase IV).** Embriones con retardo de desarrollo de 2 días. Problemas severos, numerosos blastómeros extruidos, células degeneradas, células de varios tamaños, límites celulares indistintos, gran número de vesículas pero una aparente masa embrionaria que parece viable.



**NO TRANSFERIBLES:**

**5) Huevos fertilizados degenerados o muertos.** Muestran anomalías estructurales con avanzado grado de degeneración observándose estructuras de color oscuro.



**6) Huevos sin fertilizar u ovocitos.** La zona pelúcida se queda esférica, la masa celular está representada por una sola y gran célula picnótica

El aspecto morfológico puede ser apreciado con la ayuda de una serie de elementos de observación propuestos por el INRA (1980), dichos elementos son los siguientes:

**Zona pelúcida.-** Esfericidad, espesor e integridad.

**Blastocisto.-** Forma general, regularidad, opacidad, estructuras visibles: trofoblasto, masa interna y blastocete. Estadio de desarrollo acorde con la edad; tamaño normal (160 a 200 micrones) y color ambarino;

**Células.-** Aspecto de los contornos celulares, variación del tamaño entre células, células desprendidas, detritus o blastómeros en el espacio perivitelino, integridad de las células, presencia de vacuolas, dispersión del material celular, granulaciones en la periferia, picnosis, y distribución del citoplasma.<sup>13, 14, J</sup>

Los embriones transferibles son lavados cinco veces en medio de cultivo estéril usando diferente micropipeta cada vez, antes de cargarlos en pajillas de 0.25 cc para la transferencia.

## ANEXO 5. TÉCNICA DE CARGADO DE LAS PAJILLAS PARA LA TRANSFERENCIA O CONGELAMIENTO DEL EMBRIÓN

Esta técnica consiste en un procedimiento que implica la ubicación del embrión dentro de una pajilla, la cual será conducida a través de un proceso de descenso de temperatura hasta su congelación.

La técnica consiste en adaptar una pajilla francesa de 0.25ml estéril, a una jeringa de insulina de 1 ml. Se coloca primero el tapón de cloruro de polivinilo (PVC), el extremo de la pajilla quedará

<sup>J</sup> Ibidem Wenkoff

dentro de la jeringa proporcionando un sello impermeable; si no es el caso, se adapta un pedazo de tubo de caucho o goma y con éste se une la pajilla a la jeringa, o bien, una aguja del calibre 16 se adaptará en la pajilla brindando un sello impermeable. Una vez preparado el material, se introducirán pequeñas columnas de medio y aire, con el fin de formar 3 columnas de medio separadas por 2 columnas de aire, de tal suerte que el embrión quede colocado en la columna central de medio de la pajilla. Las columnas que contienen aire tienen el objetivo de evitar que durante el proceso de congelación, tomando verticalmente a la pajilla, el embrión caiga a cualquiera de los extremos, para tal proceso se aspirará una parte del medio hasta ocupar 2 a 3 cm de la pajilla, seguidos de una pequeña columna de aire (0.5 cm) . Posteriormente se aspira el embrión con una columna de 3 a 4 cm de medio, a la cual seguirá otra columna de aire. Finalmente se aspira suficiente medio dentro de la pajilla, de manera que la primera columna de fluido moje la porción de PVC del tapón.<sup>35, J</sup>

El cargado de pajillas para la transferencia de embriones es un poco diferente, para tal fin se utilizan medios como Biolife, EmCare o PBS enriquecido con BSA, la pajilla sólo contendrá dos columnas de medio y una de aire, el embrión quedará colocado en la columna de medio superior.

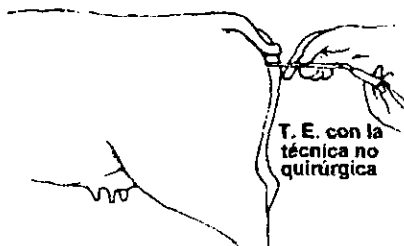
## ANEXO 6. TRANSFERENCIA DE LOS EMBRIONES MEDIANTE LA TÉCNICA NO QUIRÚRGICA

Las receptoras deben estar en ayuno por 24 horas, se sujetan en una manga de manejo y se les aplica anestesia epidural de 5 a 7 cc de xilocaína 2% y en caso de requerirlo, se utilizará sedación con 5 cc de clorhidrato de propiopromazina ( dosis de 0. 4 mg/ Kg) por vía intramuscular, aplicado 15 minutos antes de la transferencia. La región perianal fue desinfectada con yodo - povidona y alcohol al 70%. Solamente se transfieren aquellas receptoras que presentaron un cuero lúteo ovárico correspondiente a la fase del ciclo (CL2 ó CL3), que corresponden a cuerpos lúteos de 1 - 2 cm y de más de 2 cm de diámetro, respectivamente.<sup>13, J</sup>

Se pueden utilizar pistolas de transferencia de plástico desechable Continental, las de Cassou (IMV, L'Aigle, Francia) de inseminación de ¼ cc que son las más utilizadas, o se puede utilizar una

<sup>J</sup> Ibidem Wenkoff

pistola miniaturizada azul de Munar-Cassou protegida de la contaminación vaginal con un escudo protector.<sup>13, 14, 36, J</sup> La pistola Continental es conveniente porque es desechable, se pueden cargar varias desde antes de la transferencia y se pueden utilizar pajillas sin cortar, pero con las desventajas que se pueden contaminar con más facilidad al penetrar en el canal cervical y al ser de plástico transparente, no protege al embrión de la luz ultravioleta. La vaina azul miniaturizada desechable fue especialmente diseñada para la T.E. en bovinos. Su punta roma y ciega, con dos orificios laterales que evitan la contaminación con sangre y moco cervical y el sitio de ensamble de la pajilla de forma capilar cónica para asegurar la salida del embrión, la longitud del catéter y su



Modificado de Hafez.<sup>86</sup>

diámetro miniaturizado fueron diseñados para minimizar algunos de los factores que afectan la supervivencia embrionaria luego de la T.E. no quirúrgica, como: violación del cérvix en la fase luteal, estímulo y traumatismo cervical, daño al endometrio, infecciones localizadas, material mucoso, sanguinolento o detritus acarreado hasta el sitio de depósito del embrión. Los riesgos de traumatismo y contaminación aumentan durante las maniobras demoradas.<sup>13, J</sup> El cateterismo cervical, uterino, el sitio del depósito del embrión y el tiempo en completar la operación dependen del instrumental utilizado y de la habilidad manual del operador.<sup>13</sup>

La vaina miniaturizada, el escudo protector y la pajilla fueron envasados y esterilizados con óxido de etileno.

Los embriones son cargados en pajillas de 0.25 cc adaptadas a jeringas de insulina, en una columna de medio entre dos columnas de aire y dos de medio de cultivo, hasta que el tapón de algodón trenzado de la pajueta se humedezca y solidifique el PVC como ya se describió anteriormente.<sup>13, 14, 35, I, J</sup> Los labios vulvares se lavan con antiséptico y un asistente debe separarlos hasta que la pistola haya entrado en el cérvix, la pistola se dirige a través del útero hasta el cuerno

<sup>J</sup> ibidem Wenkoff

<sup>I</sup> ibidem Yabuta.

ipsilateral al ovario con cuerpo lúteo, donde los embriones se depositan lo más profundo posible en el tercio anterior del cuerno uterino.<sup>13, 14, 28, 35, i, j</sup>

## ANEXO 7. DESCONGELACIÓN, REMOCIÓN DEL CRIOPROTECTOR Y REHIDRATACIÓN CON LA TÉCNICA DE TRES PASOS

La descongelación de los embriones se realiza manteniendo las pajillas a temperatura ambiente (20 a 25°C) durante 10 segundos, luego se transfiere al baño María a 37°C durante 15 a 20 segundos hasta que desaparezca todo el hielo. La remoción del glicerol se puede hacer en 1, 4 ó 6 pasos.<sup>13, 14, 35, j</sup>

La remoción en cuatro pasos con soluciones de glicerol y sucrosa se realiza con 5 ó 6 minutos en cada paso.<sup>20, 21 y 43</sup> El procedimiento abarca el uso de tres soluciones (A, B, C):

Solución A: Contiene 10% de FCS inactivado o 0.4% de BSA en PBS modificado

Solución B: Contiene 10% de glicerol y 10% de FCS inactivado en PBS modificado

Solución C: Contiene 34.2% (1M) de sacarosa en PBS modificado más 10% de FCS inactivado

Para la preparación de las soluciones finales de los cuatro pasos de descongelación, las soluciones se mezclan en las cantidades que a continuación se describen:<sup>35, n</sup>

PASO	SOLUCIÓN (ml)			SOLUCIONES FINALES
	A	B	C	
1	2	12	6	6% glicerol + 10.3% (0.3M)sucrosa + 10%FCS
2	8	6	6	3% glicerol + 10.3% (0.3M)sucrosa + 10%FCS
3	14	0	6	10.3% (0.3M)sucrosa + 10%FCS
4	20	0	0	PBS + 10% FCS

El cuarto paso ya no contiene glicerol ni sacarosa, esta solución final se pasa a través de un filtro de 0.45 U que es colocado al final de la jeringa, los embriones son lavados mediante 4 pasajes sucesivos en medio isotónico de PBS + 10% FCS+1% A-A evaluados y luego transferidos. Es necesario que la pajilla también sea lavada 2 o 3 veces en un medio estéril, para eliminar cualquier residuo que pudiera ser tóxico para el embrión.<sup>13 y 35</sup>

<sup>i</sup> Ibidem Yabuta.

<sup>j</sup> Ibidem Wenkoff

<sup>n</sup> Elsdén RP y Seidel GE. The use of thawing solutions. 1994

Estas diluciones por etapas en soluciones conteniendo cantidades decrecientes de crioprotector permiten limitar la velocidad de penetración de agua en la célula (rehidratación) y, por tanto, evitan el inflado y estallamiento al realizar un equilibrio osmótico.<sup>14</sup> Sin embargo, el retiro del crioprotector en una sola etapa es posible, pero sólo en presencia de un compuesto que no penetre en la célula, en este caso, la sucrosa. Esta asegura una dilución progresiva del crioprotector por simple difusión pasiva.<sup>14</sup>

## ANEXO 8. DESCONGELACIÓN, REMOCIÓN DEL CRIOPROTECTOR Y REHIDRATACIÓN CON LA TÉCNICA DE UN PASO

La desglicerolización en un paso consiste en pasar los embriones durante 10 o 20 minutos en una solución de sucrosa 1M ó 1.25M antes de sumergirlos en el PBS.<sup>14</sup>

No debe transcurrir más de treinta minutos desde que se descongela el embrión hasta que es transferido al útero receptor.<sup>36</sup>

## ANEXO 9. SINCRONIZACIÓN DE ESTROS CON PROSTAGLANDINAS

Para el empleo de los agentes prostaglandínicos hay dos formas de procedimiento:

- **Método de palpación rectal y una aplicación:** Por medio de palpación rectal e inyección de prostaglandinas a todas las receptoras que posean un cuerpo lúteo.
- **Método de doble aplicación:** Dos aplicaciones de prostaglandinas con una diferencia de 11 a 12 días de intervalo, de manera tal que al tiempo de la segunda dosis estén todas las receptoras en diestro, con CL sensible a la acción luteolítica.

El celo aparecerá a las 48 - 120 horas después en el 80% de los vientres tratados, con un pico a las 60 horas.

Aquí caben dos indicaciones, la de utilizar la dosis que el laboratorio sugiere y la de utilizar agujas hipodérmicas de 18"x 24" para que la administración sea intramuscular profunda.<sup>13,1</sup>

---

<sup>1</sup> Ibidem Yabuta

## ANEXO 10. SINCRONIZACIÓN DE ESTROS CON PROGESTERONA O SUS ANÁLOGOS

En el caso de la sincronización con progestágenos, la función de estos será la de suprimir el estro y ovulación durante el tiempo de administración del tratamiento por prolongación simulada de la vida media del cuerpo lúteo debido al efecto de retroalimentación negativa sobre la liberación de LH (hormona luteinizante), debido probablemente a la reducción de la frecuencia de pulsos de liberación de esta; debido a esto se impide el desarrollo folicular y por lo tanto la ovulación, al retirar el fármaco, los folículos completan su desarrollo y todas las vacas sometidas a tratamiento ovulan de una manera sincronizada.<sup>37 y 38</sup> Los tratamientos cortos con progestágenos (9 a 12 días) requiere la aplicación de un agente luteolítico (estrógenos o prostaglandinas) al inicio o el final del tratamiento.<sup>17 y 37</sup>

Las donadoras bajo el efecto de las gonadotropinas manifiestan celo a las 40 - 48 horas después de la aplicación de la primera dosis de prostaglandinas, mientras que las receptoras en diestro bajo el efecto inhibitor de la progesterona manifestarán el celo a las 60 horas, con una desviación de 12 horas en el 56% y 24 horas en el 70%. Por lo tanto, para lograr el máximo de sincronización entre donadoras y receptoras, éstas reciben la segunda dosis de prostaglandinas 16 a 24 horas antes que las donadoras.<sup>13, J</sup>

Existen diferentes métodos que utilizan progesterona o sus análogos, susceptibles de ser utilizados en el ganado bovino, a continuación se detallaran algunos de los más utilizados:

### **Método 1**

Consiste en administrar 25 mg de progesterona por animal/ día, durante 6 días, o bien, 3 mg por animal en un implante durante 5 días. Al final de tratamiento se aplican 2 mg de cipionato de estradiol / animal. El estro se presentará de 3 a 6 días después de la inyección de estradiol.

### **Método 2**

Se emplea progesterona en dispositivos intravaginales impregnados con 3 g de progesterona ó 0.150 g de cronolona, durante 10 a 20 días. En el tratamiento de 10 días se administran 5 mg de

---

<sup>J</sup> *ibidem* Wenkoff.

estradiol / animal al final del tratamiento de progesterona. El celo se presentará el día 2 ó 5, con un porcentaje de sincronización de menos del 80%, el índice de concepción a primer servicio es del 88%.

Con el tratamiento de 20 días se obtienen buenas tasas de sincronización del 85% y el estro se presenta del segundo al cuarto día de finalizado el tratamiento, con este esquema de tratamiento obtenemos 51.4% de concepción al primer servicio y 82.9% al segundo.

- El *PRID* (progesterone releasing intravaginal device) es un espiral metálico de 11 cm de largo y 4.6 cm de diámetro recubierto de silicona e impregnado con 2.3 g de progesterona, en uno de sus extremos se encuentra fijada una cápsula que contiene 10 mg de benzoato de estradiol y en el extremo opuesto tiene una cuerda para retirar el dispositivo con facilidad. La espiral se coloca en la vagina durante 12 a 17 días, la progesterona suprime el ciclo estral y el benzoato de estradiol contenido en la cápsula inhibe el desarrollo del CL (en las vacas que se encuentran en el día 1 ó 5 del ciclo) o en los animales que se encuentran entre el día 6 a 17 provoca luteólisis. El celo se presenta de 48 a 72 horas después del retiro de la espiral, la IA se puede realizar una vez a las 56 horas de retirado ó a las 48 y 72 horas después de la extracción del implante. Se han observado hasta 90% de retenciones.
- El *CIDR* (control internal drug releasing) es un dispositivo compuesto por silicona inerte que contiene 1.9 g de progesterona natural micronizada y 10 mg de estradiol. El tratamiento tiene una duración de 9 días al término de los cuales se retira el CIDR de la vagina del animal, después de 30 ó 90 horas se puede realizar la IA.
- *IMPLANTES*. A partir de los hallazgos de Dziuk y Cook, quienes demostraron que hormonas esteroidales colocadas en un dispositivo de silicona en forma de implante se liberaban de manera constante y uniforme por períodos de varios días, surgieron los implantes subcutáneos, que después se sustituyeron por un polímero de silicona llamado hydron, que redujo su tamaño y facilitó su colocación en forma de implante subcutáneo. Este tipo de implantes contienen algún progestágeno con alta actividad biológica como el norgestomet (17  $\alpha$ - acetoxi-11b-methyl-19 norpreg-4-ene-20dione), este facilitó su aplicación en implantes de dimensiones más

reducidas. El norgestomet (6mg) se comenzó a utilizar en tratamientos cortos de 9 a 11 días (cerca del día 18 del ciclo estral ocurre la regresión del CL, por lo que se retira el tratamiento antes de que se cumplan 12 días de su aplicación) acompañados de la administración intramuscular de una combinación de valerato de estradiol y norgestomet al inicio del tratamiento (para aquellas vacas que tengan un CL que pueda interferir con la respuesta) lo que permite un buen control de la sincronización y mejor fertilidad. Los tratamientos tan largos como 18 a 21 días reducen los porcentajes de fertilidad por un retraso en la división celular del nonato, lo que resulta en asincronía entre la edad embrionaria y el estado del endometrio materno. El tratamiento se conoce como Syncromate B (SMB), este altera la liberación de gonadotropinas y cuando la fuente exógena del progestágeno se remueve, el animal responde con desarrollo folicular, estro y ovulación en un periodo de 2 a 5 días (86.7% de las hembras tratadas manifiesta estro en  $36 \pm 0.9$  horas posteriores a l retiro del implante), por lo que la IA a tiempos fijos de 48 a 54 horas de retirado el implante es más eficiente, obteniendo con este sistema 50% de gestaciones. Como agente inductor de calores en vaquillas prepúberes, se obtienen porcentajes de hembras en calor del 79 al 94% en un período de 4 días de observación (promedios de  $49.8 \pm 4.7$  horas) después del retiro del implante, y porcentajes de gestación del 43 a 56%, dicho tratamiento es particularmente práctico en vaquillas menos precoces como es el caso de algunos tipos cebuinos.

Sin embargo, aunque casi todas las hembras responden manifestando estro después de cualquier tratamiento, las expectativas en cuanto a fertilidad son moderadas, sobre todo en hembras que al inicio del tratamiento se encuentran en anestro, lactando y con una pobre condición corporal; por tal motivo, se sugiere que para mejorar el grado de inducción, sincronización y fertilidad de las hembras tratadas, se utilice conjuntamente con sistemas de lactancia controlada, destete precoz, buen régimen de alimentación y un buen manejo sanitario. Otras consideraciones para el uso de la sincronización de celos son: utilizar la dosis que el laboratorio sugiere, administración por vía intramuscular profunda, utilizar semen de buena fertilidad y excelente calidad genética; el técnico inseminador tiene que tener alta capacidad técnica. Se ha observado que existe mejor sincronización de estros en grupos de vacas que en animales aislados, pues en el grupo se



manifestarán con más claridad el comportamiento reproductivo de montas y estática. Se debe contar con una acertada detección de calores y llenado de registros.<sup>17, 18, 37, 38, 55, 71, 72, 85, 87, 88, o</sup>

## ANEXO 11. TÉCNICA DE CONGELACIÓN DE EMBRIONES

Los embriones seleccionados para la congelación deberán ser de calidad excelentes y buenos (I y II), y ser manipulados sanitariamente de acuerdo a las normas sugeridas por la IETS (International Embryo Transfer Society), con respecto a la madurez del embrión, se seleccionan embriones de 6.5 a 7 días de edad en estado de mórulas tardías bien compactas y blastocitos iniciales o maduros.<sup>13, 14, 16 y 35</sup>

Antes de la congelación los embriones son lavados 10 veces con medio estéril de PBS (Lab. Gibco) + 0.4% FCS inactivado o BSA en una policubeta (12 Well, 25815 Cell Wells Corning) utilizando una micropipeta (10 µl) para una dilución mínima de 1: 100 en cada pasaje.<sup>13 y 16</sup>

Los embriones se colocan en una medio de manejo de PBS + 0.4 % de BSA fracción V y 50 mg de Kanamicina (Lab. Gibco) con una pH 7.2 a 7.4. y se anota el tiempo en que fueron colectados. Para obtener mejores resultados se sugiere que no transcurran más de dos horas entre la colecta y la congelación. A esta solución de manejo se le adiciona glicerol (Lab. Baker) a una concentración de 1.5 M. Esta glicerolización se realiza a temperatura ambiente, durante un período de equilibración de 20 a 30 minutos para dar el tiempo suficiente para que el glicerol se introduzca en el embrión, es muy importante que no pase más de una hora ya que el tiempo prolongado de exposición al glicerol, podrá ser tóxico o afectar el metabolismo del embrión.<sup>13, 14, 35 J</sup>

Los embriones son cargados en pajillas de 0.25 cc (IMV Cassou France) como se describió anteriormente, e identificadas con la siguiente información: Prefijo de la raza, número de registro y/o tatuaje de la donadora, código de congelamiento expedido por la Sociedad Internacional de Transferencia de Embriones (IETS), fecha, número de embriones y edad. Se puede además, utilizar otro método de identificación, utilizando colores, los cuales indicarán la madurez del embrión, de esta manera evitamos el sobremanejo de los mismos: verde - mórula, verde y amarillo

<sup>o</sup> Mapes SG. Mejore la respuesta productiva de su hato. Carne y leche. 1996 (noviembre - diciembre): 27 - 28.

<sup>J</sup> Ibidem Wenkoff.

- blastocisto inicial, rojo - blastocisto maduro. Las pajillas se cierran con perlas Minitüb, con calor o polvo de PVC.<sup>35</sup>

#### **MÉTODO DESCRITO CON EL APARATO DE ELSDEN**

Se pueden utilizar congeladores programables como la de Elsdén, el cual necesita un termo con nitrógeno cargado a la mitad de su capacidad. Es necesario un pre - enfriado del aparato y cuando lleve un ritmo de 1°C por minuto, los embriones se colocan a 0°C hasta (-7°C) en el que el aparato es detenido por 5 ó 10 minutos, dependiendo de la temperatura ambiente, para que toda la pajilla esté bien fría y estable. Se pone a enfriar una pinza en nitrógeno líquido y se coloca por 4 a 5 segundos en la parte superior de la columna que contiene al embrión (columna de 2 a 3 cc para evitar lesiones a este), siempre debe marcarse la parte superior con tinta indeleble para nitrógeno o resistente al alcohol para evitar confusiones del lugar donde se realizará la cristalización. Transcurridos los 10 minutos, el aparato se va introduciendo en la boca del termo con nitrógeno, hasta que adquiera un ritmo de enfriamiento desde -5°C a razón de 0.5°C por minuto hasta (-30° ó 35°C). Los embriones son introducidos directamente en nitrógeno líquido donde permanecerán hasta que sean requeridos.<sup>13, 14, 35, J</sup>

#### **MÉTODO DESCRITO CON EL APARATO DE ROBERTSON**

Otro aparato que se puede utilizar para congelar embriones es el que trabaja con etanol o alcohol etílico de Robertson, en el cual se colocan los embriones a (-6°C) durante 2 minutos para inducir la cristalización o seeding, y se dejan 10 minutos en reposo (periodo de equilibración y pérdida de líquidos), después el aparato empieza a descender a 0.5°C por minuto hasta (-30°C), después de un reposo de 10 minutos, los embriones se colocan en nitrógeno líquido.<sup>14, 35, J</sup>

Los embriones se someten a una deshidratación mediante la adición de crioprotectores para evitar así la formación de grandes cristales en su interior que pudieran dañar su estructura, y por ende su viabilidad. Con el crioprotector se pretende evitar que los embriones lleguen a su punto de congelación. Los embriones al contener líquido dentro de su estructura no están libres de este

<sup>J</sup> Ibidem Wenkoff

fenómeno y de otros como las vibraciones, choques mecánicos o térmicos, impurezas los que contribuyen a la formación de estos cristales. Las sustancias crioprotectoras modifican las propiedades físicas de las soluciones, este sustituye al agua, disminuyendo el riesgo de la aparición de hielo intracelular, evitando así el efecto deletéreo de muy fuertes concentraciones salinas en la célula. La mayoría de los crioprotectores son alcoholes como el etilen glicol, 1, 2, isopropanediol, glicerol, y el dimetilsulfóxido (DMSO), los cuales son considerados como crioprotectores penetrantes; la sucrosa, polivinil pirrolidona, hidroxil etil starch (almidón), dextrán, suero y albúmina bovina se consideran como no penetrantes. Entre los crioprotectores penetrantes los más usuales son el DMSO, el glicerol y el propenediol.<sup>14</sup> Los crioprotectores que no penetran en la célula intervienen principalmente ya sea por acción sobre las membranas citoplasmáticas o únicamente por deshidratación.

#### ANEXO 12. TABLA DEL ÍNDICE DE TEMPERATURA HUMEDAD DESCRITA POR WIERSMA 1990

Existen numerosos datos que mencionan los efectos detrimentales que provoca la temperatura ambiental en la producción, sin embargo hay una menor cantidad de estudios que refieren los efectos de la humedad relativa, radiación solar y la velocidad de viento, factores que también participan en el estresamiento térmico de la vaca. Dichas investigaciones han llevado a determinar la zona de confort termoneutral para el ganado lechero, y la cual variará de acuerdo a la raza, grado de aclimatación, producción y consumo de alimento.<sup>47, 48, 68 y 69</sup>

Aparentemente la humedad relativa tiene efectos insignificantes al combinarse con temperaturas bajas, sin embargo, cobra importancia al combinarse con temperaturas ambientales elevadas, tal efecto fue observado desde 1959 por Weather y Bureau, quienes desarrollaron una ecuación en la que interactúan variables como la temperatura ambiental, humedad relativa y producción láctea (fórmula 1),<sup>55</sup> dicha ecuación fue simplificada por Wiersma en 1990, con ésta nueva ecuación (fórmula 2) se realizó la tabla de THI (índice de temperatura y humedad)<sup>47, 49 y 50</sup> la cual incluye sólo los valores de THI, las zonas de alerta, peligro y emergencia sin incluir su repercusión en la producción lechera como lo hicieron de manera gráfica originalmente Weather y Bureau.

Debido a que el THI muestra la importancia de la humedad ambiental en el confort del animal Jonhson et al, Amstrong et al y Flamenbaun<sup>47, 48, 49, 68 y 90</sup> coinciden en que índices superiores a 72 causan estrés térmico con una consecuente hiperventilación, la vaporización superficial se inhibe provocando esto un aumento en la temperatura rectal y por tanto, un gran esfuerzo en la compensación del calor, afectando el consumo de alimento, y por consecuencia disminución en la producción. Si persiste el estrés térmico, esto limitará la formación de reservas para servir de apoyo a la producción.

*Fórmula 1 (Weather y Bureau, 1959):*

$$THI = 0.55t_{db} + 0.2t_{dp} + 17.5^{\circ}F$$

*Fórmula 2 (Wiersma 1990):*

$$THI = DBT - [0.55 - (0.55RH/100)] DBT - 58$$

Donde:

DBT= Temperatura ambiental (bulbo seco) en °F.

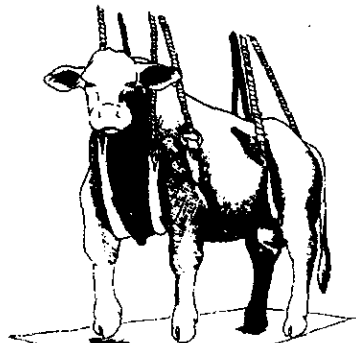
RH= Humedad relativa.

		Humedad relativa (%)																					
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	°F	°C
TEMPERATURA	75									70	70	71	71	72	72	73	74	74	75	75	75	23.88	
	76							70	70	70	71	72	72	72	73	74	74	74	75	76	76	24.44	
	77						70	70	71	71	72	72	73	73	74	74		75	75	76	76	25.00	
	78					70	70	71	71	72	72	73	74	74		75	75	76	76	77	78	25.55	
	79				70	70	71	72	72	73	73	74	74		75	76	76	77	77	78	78	26.11	
	80			70	70	71	72	72	73	73	74	74		75	76	76	77	78	78		79	79	26.66
	81		70	70	71	71	72	73	73	74		75	75	76	77	77	78		78	79	80	80	27.22
	82		70	71	71	72	73	73	74		75	75	76	77	77	78		79	79	80	81	81	27.77
	83	70	71	71	72	73	73	74		75	75	76	77	78	78		79	80	80	81	82	82	28.33
	84	70	71	72	72	73	74		75	75	76	77	78	78		79	80	80	81	82	83	83	28.88
	85	71	72	72	73	74		75	75	76	77	78	78		79	80	81	81	82	83	84	84	29.44
	86	71	72	73	74	74		75	76	77	78	78		79	80	81	81	82	83	84	84	85	30.00
	87	72	73	73	74		75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83		84	85	85	86	30.55
	88	72	73	74		75	76	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	86	87	88	31.11
	89	73	74	74		75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	88	31.66
90	73	74		75	76	77	76		79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	87	88	32.22	
91	74		75	76	76	77	78		79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	88	89	32.77	
92	74		75	76	77	78		79	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88	89	90		33.33	
93		75	76	77	78		79	80	80	81	82	83	84	85	87	87	88	89	90			33.88	
94		75	76	77	78		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90				34.44	
95		76	77	78		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90					35.00	
96		76	77	78		79	80	81	82	83	84	84	86	87	88	89	90	91				35.55	
97		77	78		79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	90	91					36.11	
98		77	78		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90						36.66	
99		78		79	80	81	82	83	84	86	87	88	88	89	90							37.22	
100		78		79	80	82	83	84	85	86	87	88	88	90								37.77	
105		80	82	83		84	86	87	88	89	90	91										40.55	
		<b>ALERTA</b>						<b>PELIGRO</b>						<b>EMERGENCIA</b>									

Tomado de: Armstrong D. V. CIGAL. 1988. Pag. 95<sup>o</sup>; Howard. Current therapy. 1993. Pag. 124<sup>o</sup>.

### ANEXO 13. TÉCNICA CESÁREA EN CUADRIPEDESTACIÓN. MODIFICACIÓN DE LA TÉCNICA DE HISTERECTOMÍA BELGA, ADAPTACIÓN PARA EL GANADO DE CARNE EN EL TRÓPICO MEXICANO

En el momento de inicio de la segunda fase del parto directamente en el establo, se desarrolla la técnica cesárea con aproximación sublumbar izquierda o derecha (por el flanco), con una vaca capaz de mantenerse en pie durante la cirugía, utilizando únicamente analgesia local con clorhidrato de lidocaína al 2% sobre la línea de incisión para insensibilizar la piel y músculos abdominales. Con esta técnica se evitan los riesgos de accidentes durante el derribo, la



**Forma de sujeción del animal para su suspensión.**

Tomado de: Yabuta et al.<sup>56</sup>

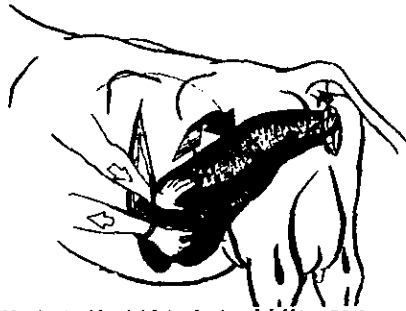
timpanización del animal, la posibilidad de espasmo laríngeo en el becerro y efectos adversos en la vaca por el uso de sedantes y tranquilizantes. Por realizarse en el momento del parto, se puede disponer de calostro para el becerro y se minimizan las retenciones placentarias. Para cubrir los objetivos con esta técnica, además se tuvieron que realizar algunas modificaciones a fin de intervenir animales de temperamento típicamente agresivo o nerviosos y bajo las condiciones de potrero en el trópico. Para ello, se mantuvo en

vigilancia permanente (24 horas al día) a las vacas próximas a parto, una vez detectado el inicio del parto, el animal es transferido al corral de manejo. Se procede a realizar un bloqueo epidural en dosis mínima (4 ml de clorhidrato de lidocaína al 2%) a fin de inhibir el pujo del animal sin riesgo de postración. Para evitar los efectos del estrés y moderar el temperamento del animal, se les colocó un paño sobre la cabeza para abatir la percepción del ambiente y para anular las respuestas agresivas. Para evitar lesiones o postración, se colocaron 4 tirantes (regiones inguinales y axilares) disminuyendo el punto de apoyo sobre sus extremidades.<sup>58</sup>

Después de haber inhibido el trabajo de parto con el bloqueo epidural, se utilizaron simultáneamente las técnicas de bloqueo nervioso paravertebral lumbar distal y bloqueo en "L" invertida con 30 a 50 ml de clorhidrato de lidocaína al 2% y bloqueo local en el sitio de incisión (50

mi) asegurando la insensibilización completa de la zona. Para lograr la relajación del útero se utilizan espasmolíticos como el Lactato de Isosuprina a dosis de 116 mg por vía endovenosa, aplicados 10 a 15 minutos antes de la intervención. El rasurado, lavado y embrocación del campo operatorio se lleva a cabo durante el tiempo de efecto de los medicamentos aplicados.<sup>58</sup>

La incisión se realiza verticalmente con bisturí, por debajo de la 4ª ó 5ª vértebra lumbar con trazo firme a lo largo de 40 cm y posteriormente profundizando hasta llegar a los músculos abdominales, seccionándolos mediante movimientos cortos continuos hasta localizar el peritoneo, una vez localizado este, se efectúa un pequeño corte en la comisura dorsal de la herida, interrumpiendo la sensibilidad y posteriormente se amplía el corte. El acceso al útero se realiza con el desplazamiento manual del rumen y omento mayor hacia delante. El cirujano puede asir y retraer



Manipulación del feto dentro del útero para su exteriorización.

Tomado de: Yabuta et al.<sup>58</sup>

cualquier extremidad con una mano mientras que con la otra empuja el cuerpo fetal hasta rotar al becerro dentro del útero a modo de exteriorizarlo. Una vez extraído el cuerno gestante se incide cranealmente con tijera o bisturí por arriba de la curvatura mayor, cuidando que la abertura sea lo más cercana posible a la bifurcación del útero sin tocar ninguno de los cotiledones y al mismo tiempo lo más distante posible del ovario para evitar futuras adherencias sobre éste, así como para poder extraer la porción que será suturada. El tamaño de la herida debe ser lo suficientemente grande para evitar el desgarre uterino al salir el becerro.<sup>58</sup>



Desgarre manual de la membrana del cordón umbilical.

Tomado de: Yabuta et al.<sup>58</sup>

Con el corte de las membranas placentarias y extrayendo las extremidades del producto mediante cuerdas o lazos obstétricos se procede a la tracción del mismo. Después de su exteriorización es importante hacer una pausa, a fin de efectuar un desgarre manual e intencional de la membrana alantoidea (vaina del

cordón umbilical) a 30 cm aproximadamente del becerro, disecando o exponiendo las venas y arterias umbilicales, y al final de la tracción del becerro, los vasos sanguíneos se distiendan en el sitio de la exposición previa facilitando el colapso y resorteo helicoidal hacia el interior de la cavidad abdominal.<sup>58</sup>

Una vez retirados los becerros de sus madres, se cuelgan de las extremidades posteriores por algunos segundos hasta que eliminan el líquido alojado en el tracto respiratorio. Se debe tener precaución de evitar impregnar olores que interfieran con la futura improntación de la madre y su cría. Una vez reanimados lo becerros se procede a desinfectar el ombligo con tintura de yodo al 7% y se depositan sobre mantas limpias aguardando la conclusión de la cirugía.<sup>58</sup>

Mientras ocurre la reanimación del becerro, el cirujano procede a efectuar el cierre de tejidos auxiliándose con forceps para el útero; se realizan las técnicas convencionales de sutura, así mismo, se inyectan directamente 50 UI de oxitocina para favorecer la retracción de la sutura y la neutralización del espasmolítico, se retiran los coágulos y se limpia la serosa con una solución de 10 g de oxitetraciclina en 1000 ml de solución salina, una vez el útero en su lugar, se procede a la reconstrucción del peritoneo y de los músculos, con la aplicación de la combinación penicilina – estreptomycin en dosis terapéuticas directamente en el interior de la cavidad abdominal. Como tratamiento adicional se aplican 10 g de oxitetraciclina de larga acción en forma parenteral al término de la laparotomía.<sup>58</sup>