

Factibilidad económica del uso y aplicación de la transferencia de embriones con etilenglicol en bovinos

Economic feasibility of the use and application of embryos transfer with ethylene glycol on bovines

Horacio Ruiz Hernández¹
Horacio León Velasco¹
Alfonso Ruiz Moreno¹
Gilberto Yong Ángel¹
Carlos Galina Hidalgo²
Carlos Gutiérrez Aguilar²

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la factibilidad económica del uso y aplicación de la transferencia de embriones con los crioprotectores etilenglicol versus glicerol, así como la evaluación de la fertilidad en el ganado bovino. Para evaluar la factibilidad económica en ambos crioprotectores se utilizaron los siguientes indicadores económicos: costos fijos y variables, ingresos totales, egresos, relación-beneficio-coste y punto de equilibrio en ventas. Se transfirieron 60 embriones de los cuales 30 embriones con el sistema de glicerol resultando 12 vacas gestantes (40%) y 30 embriones para el método de etilenglicol con 11 gestaciones (36.6%) ($P>0.05$). Se encontró una relación-beneficio-coste de \$1.57 y \$2.23 para el método de glicerol y etilenglicol respectivamente, esto representa ganar por cada peso invertido 0.57 centavos con glicerol y 1.23 pesos con etilenglicol. El punto de equilibrio en ventas por la técnica de glicerol fue de \$69,991.55 mientras que para etilenglicol fue de \$18,365.55. Con respecto al punto de equilibrio en unidades fue de 3.29 para glicerol y 0.88 para etilenglicol. Al realizar una proyección financiera estimada hasta 100 vacas transferidas, se observó que a partir de 6 vacas por programa en condiciones de trópico con dos gestaciones empieza a ser rentable la técnica de transferencia de embriones con etilenglicol, mientras que para glicerol se necesitan 16 vacas transferidas con 6 gestaciones. Se concluye que la técnica de congelación y transferencia con el método de etilenglicol presenta mayores ganancias económicas para los productores pecuarios y para la industria de transferencia de embriones, así como también presenta resultados aceptables de preñez en condiciones de trópico.

Palabras clave: costos, crioprotectores, fertilidad, bovinos.

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the economic feasibility in the use and application on embryo transfer with the cryoprotectors ethylene glycol *versus* glycerol, and the fertility of these embryos when transferred to cattle under tropical conditions. To evaluate the economic feasibility on both cryoprotectors the following indicators were used: fixed and variable cost, total income, expenses, the cost-benefit relationship, point of balance in sales. Out of the 60 embryos transferred, 30 embryos with glycerol produced 12 cow gestations (40%) and 30 embryos with ethilenglicol produced 11 pregnancies (36.6%) ($P>0.05$). The cost-benefit relationship was of \$1.57 pesos for glycerol and \$2.23 pesos for ethylene glycol. Therefore, for each peso invested, a profit of 57 cents for the glycerol system is to be expected while \$1.23 pesos as a profit is envisaged for each peso invested in the ethilenglicol system. According to the point of balance in sales, in the case of glycerol it was \$69,991.55 while for ethilenglicol it was \$18,365.55. The point of balance in units for glycerol was 3.29 and 0.88 for the ethylene glycol technique. Besides, when calculating the financial projection estimate on 100 cows transferred, it was observed that an estimate of six cows are needed with two gestations so the ethylene glycol system can be profitable, whilst with ethylene glycol, a minimum of 16 cows are needed with six gestations to achieve similar levels of profitability. It was concluded that freezing and transferring with ethylene glycol offers better profits for cattle producers and the embryo transfer industry with acceptable pregnancy levels under tropical conditions.

Key words: cost, cryoprotectors, fertility, bovines.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día conocer y manejar el entorno agropecuario requiere tanto de una administración moderna como también de personal técnico con

mayor capacidad y habilidad analítica para resolver problemas. Ninguna empresa puede sobrevivir en el tiempo sin generar ganancias sea cual fuere su campo de acción o área de influencia. La elección de una tecnología determinada, es claro

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas. Km 8 carretera al ejido Emiliano Zapata. Delegación Terán. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. C.P. 29020. E.mail: ruiz.62@gmail.com

² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, México, D.F. C.P. 04510.

ejemplo de nuevas formas de producción basadas en principios de productividad empresarial. De esta forma, la teoría de la producción se aboca al estudio de los principios que rigen al proceso productivo y se basa en la decisión que debe tomar el productor para determinar la factibilidad económica del uso y aplicación de nuevas biotecnologías reproductivas. Tal es el caso del estudio de la factibilidad económica de la transferencia de embriones con el uso industrial de crioprotectores para la congelación de embriones como lo son el glicerol y etilenglicol. Este último proporciona ventajas comparativas en el uso y manejo de la técnica (Voelkel & Hu, 1992). Sin embargo, no hay estudios que demuestren su viabilidad en la implementación en explotaciones pecuarias y en condiciones tropicales.

En los últimos años con el fin de mejorar los métodos de congelación y descongelación de los embriones bovinos y hacerla sencilla y rápida en su aplicación, se empezó a utilizar el etilenglicol como crioprotector, éste permite la transferencia directa del embrión, sin necesidad de extraer el crioprotector ni de visualizar el embrión, esto supone un ahorro de equipo, material y tiempo en un programa reproductivo. Este método de congelación y transferencia proporciona una opción entre los productores del trópico mexicano en biotecnología reproductiva; sin embargo, los embriones congelados con etilenglicol no pueden ser evaluados antes de ser transferidos y pueden existir problemas de fertilidad. En consecuencia, con respecto a los indicadores de factibilidad, no hay evaluación económica para su implementación en explotaciones pecuarias y en condiciones tropicales, por lo cual reviste gran importancia el presente trabajo.

El objetivo del presente estudio fue determinar la factibilidad económica del uso y aplicación de la transferencia de embriones con los crioprotectores etilenglicol versus glicerol, así como la evaluación de la fertilidad en el ganado bovino en condiciones del trópico.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en la Posta Bovina de Carne propiedad de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chiapas. En este trabajo se utilizaron 20 vaquillas donadoras de la raza Cebú X Suizo de 24 a 30 meses de edad, con un peso vivo de 400 a 450 kg y con una condición corporal 2.5 a 3.0, en escala de 1.0 = muy flaca y 5.0 = obesa (Wildman, Jones, & Wagner, 1982). Las vaquillas

donadoras fueron superovuladas con la hormona folículo estimulante (FSH), (Folltropin-V 400 mg de NIH-FSH-P1, Lab. Vetrepharm-Canadá). El sistema de aplicación fue a intervalos de 12 h durante cuatro días, iniciando el tratamiento en el día 10 del ciclo estral en forma decreciente. La dosis total fue de 280 mg de FSH por animal y en el día tres del tratamiento de FSH se les administró una dosis de 25 mg por animal de PGF2 α (Dinoprost trometamina, Lutalyse, Laboratorios Pfizer) para lograr la luteólisis del cuerpo lúteo y manifestación de estro a las 48 h después del tratamiento. Las vaquillas fueron inseminadas a las 12 y 24 h después de haber iniciado el estro.

La colección de embriones se realizó por medio de lavado uterino a los 7 días posteriores a la primera inseminación artificial. Los embriones de calidad buena y regular se congelaron siendo estadios de mórulas compactas, blastocitos iniciales, maduros y blastocitos expandidos. Éstos se lavaron 10 veces con medio estéril (Solución Hartmann + 10% de albúmina sérica bovina). Se congelaron un total de 60 embriones, 30 con el método de glicerol (1.4 molar) y 30 con el sistema de etilenglicol (1.5 molar) (Elsden, 1977; Voelkel & Hu, 1992). Para el proceso de congelación se utilizaron pajillas francesas de 0.25 ml más el embrión y se colocaron en la congeladora manual a una temperatura de 0 °C, luego se descendió gradualmente 1 °C por minuto hasta los -7 °C donde se realizó la cristalización. Este proceso consistió en inducir la formación de cristales tocando con una pinza metálica fría (nitrógeno líquido) la columna de la pajilla donde se encuentra el embrión. Se continuó lentamente el enfriamiento a un ritmo de 0.5 °C por minuto hasta los -32 °C, llegando a esta temperatura las pajillas con los embriones se sumergieron directamente en el nitrógeno líquido alcanzando una temperatura de -196 °C para su conservación y almacenamiento en los termos criogénicos (Elsden y Seidel, 1986).

Selección de las vacas receptoras

Se seleccionaron 60 vacas receptoras con una condición corporal de 2.5 a 3.0 de acuerdo a la escala 1.0 a 5.0 (Wildman, Jones & Wagner, 1982) encontrándose entre el 2° a 4° partos. La mayoría de los semovientes fueron de la cruce Cebú X Suizo. La sincronización de éstos se llevó a cabo con la aplicación de prostaglandinas F2 alfa (25 mg de Dinoprost trometamina, Lutalyse, Laboratorios Pfizer) previa palpación vía transrectal y diagnosticadas con un cuerpo lúteo (CL3) para realizar lisis de los mismos, las vacas presentaron estro a las 48 a

92 h después de haberseles aplicado el agente luteolítico. Aquellas receptoras que presentaron un CL3 a los 7 días de haber presentado manifestaciones de estro fueron seleccionadas para la transferencia de embriones por la técnica no quirúrgica.

Se transfirieron 30 embriones a igual número de vacas receptoras bajo el protocolo de descongelación del glicerol, que consistió en bajar el embrión de la pajilla, eliminar el glicerol con medios de sacarosa e hidratar el embrión con medios de mantenimiento y subir de nuevo a la pajilla y transferir (Elsden y Seidel, 1986). De igual forma, se transfirieron 30 embriones con el método de etilenglicol, pero en este caso se utilizó el sistema de transferencia directa, que consistió en descongelar la pajilla en baño maría a 35 °C, montarlo en el aplicador y transferirlo del cuerno uterino ipsilateral al cuerpo lúteo.

Costo por transferir embriones congelados con etilenglicol y glicerol

Para determinar la rentabilidad de los dos métodos para transferir embriones a vacas receptoras en condiciones de trópico, fue necesario congelar 60 embriones, 30 congelados con el método de glicerol y 30 con el sistema de etilenglicol (Voelkel & Hu, 1992). Además se utilizaron indicadores económicos que permiten conocer y saber las utilidades económicas que arroja cada técnica.

El costo de la técnica se basó en la utilización de equipo y material reciclable para transferir todos los embriones durante el proceso del trabajo. Con respecto a los precios totales que aparecen en los cuadros del material desechable, medios de descongelación y mano de obra son únicamente para transferir un embrión a una vaca receptora en ambos métodos (Cuadros 1 y 2), que posteriormente se multiplicó por 30 vacas o embriones transferidos para determinar los costos variables totales en cada técnica.

Indicadores económicos

Se analizó la factibilidad económica de la transferencia de embriones con glicerol comparándola con el sistema de etilenglicol con relación a los siguientes indicadores económicos (Alonso, Bächtold, Aguilar, Juárez y Casas, 1989; Alonso, 2003).

- CFT (Costos Fijos Totales).
- CVT (Costos Variables Totales).
- CT (Costo Total o egresos).
- VT (Ventas Totales o ingresos).

- RBC (Relación Beneficio Costo).
- CVG (Costo por Vaca Gestante).
- PEU (Punto de Equilibrio en Unidades).
- PEV (Punto de Equilibrio en Ventas).
- USI (Utilidad Sobre Inversión).

Los CFT representan el equipo y material reciclable utilizado en ambas técnicas, los costos de operación que incluyen material desechable, medios de descongelación, mano de obra por transferir los embriones y costos del embrión, todo esto multiplicado por 30 vacas receptoras dio como resultado los costos variables totales. Los CT incluyen todos los gastos ocasionados durante la aplicación de ambas técnicas y las VT son los ingresos obtenidos al vender el producto final (semovientes). Para determinar los costos variables y los costos fijos se tomó como base 60 embriones transferidos a igual número de vacas receptoras, a los embriones se les dio un valor de \$1,600.00 c/u y la mano de obra \$600.00 para la transferencia con el sistema de glicerol y \$400.00 con el método de etilenglicol.

Cálculo utilizado en el análisis económico

Definiciones

Costos Variables Totales = costos de operación X No. de vacas tratadas.

Costo Total o egresos = costos variables totales + costos fijos totales.

Costo por transferencia = costo total / vacas tratadas.

Ventas Totales o ingresos = No. de semovientes X \$15,000.00.

Costo vaca gestante = costo total / No. de vacas gestantes.

Utilidad = ventas totales - costo total.

Punto de Equilibrio en Unidades = costos fijos totales / (precio venta semoviente - costo de operación).

Punto de Equilibrio en Ventas = costos fijos totales / [1 - (costos variables totales / ventas totales)].

Índice de Absorción = costos fijos totales / ventas totales - costos variables totales.

Relación Beneficio Costo = ventas totales / costo total.

Utilidad Sobre Inversión = (ventas totales - costo total) / costo total.

Costos de operación = es la suma de material desechable, medios de descongelación, mano de obra por transferencia y costo del embrión.

Cuadro 1. Costos del equipo, material y medios utilizados en la transferencia de embriones con el método de glicerol

Conceptos	Unidad	Costos
Equipo		
Microscopio estereoscópico	1	\$ 30,000.00
Termo de nitrógeno líquido (20 kg)	1	10,000.00
Total		\$ 40,000.00
Material reciclable		
Aplicador de T.E.	1	\$ 1,200.00
Termo descongelador (baño María)	1	150.00
Tijeras	1	50.00
Total		\$ 1,400.00
Material desechable		
Funda de T.E.	1	\$ 52.00
Camisa sanitaria	1	2.60
Pajillas de 0.25 ml	1	3.80
Caja 4 pozos (multiwellish)	1	55.00
Jeringa de 1 ml	1	5.00
Monopet	1	3.60
Jeringa de 5 ml de plástico	2	9.00
Jeringa de 10 ml normal	1	4.00
Xilocaína de 50 ml al 2%	8 ml	8.00
Guantes de plástico para palpación	1	1.00
Alcohol 125 ml	1	5.00
Servilletas paquete de 125 hojas	1	5.00
Algodón paquete de 25 g	1	8.00
Agujas No. 20 X 1 ½	1	1.00
Total		\$ 163.00
Medios de descongelación		
Sacarosa (1.0 molar)	5 ml	\$ 63.50
Medios de transferencia	5 ml	24.50
Total		\$ 88.00

Análisis estadístico

Para comparar los resultados de preñez se utilizaron 60 embriones, los cuales 30 embriones fueron congelados con el sistema etilenglicol y los embriones restantes con glicerol, los cuales fueron transferidos a igual número de vacas receptoras de la raza F1 (Cebú X Suizo). El porcentaje de preñez se analizó por la prueba estadística de ji cuadrada (Steel y Torrie, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis económico

Los resultados obtenidos en el estudio técnico financiero se aprecian en el Cuadro 3. Se transfi-

reron 30 embriones con el sistema de glicerol resultando 12 vacas gestantes y 30 embriones para el método de etilenglicol con 11 vacas gestantes. El costo del embrión como promedio fue de \$1,600.00 en ambos tratamientos y la mano de obra por transferir un embrión fue de \$600.00 para el método de glicerol, mientras que para el sistema de etilenglicol fue de \$400.00. Los costos fijos totales representados por el equipo de laboratorio y material reciclable para el sistema de glicerol fue de \$41,400.00, mientras que para el método de etilenglicol fue de \$11,400.00. Los costos de operación que incluyen material desechable, medios de descongelación, mano de obra para transferir un embrión y costo del embrión fue de \$2,451.00 para el sistema de glicerol y \$2,086.60 para el método de etilenglicol, éstos a la vez se multiplicaron por 30 vacas receptoras transferi-

Cuadro 2. Costos del equipo y material utilizado para la transferencia de embriones con el sistema de etilenglicol

Conceptos	Unidad	Costos en pesos
Equipo		
Termo de nitrógeno líquido (20 kg)	1	10,000.00
Material reciclable		
Aplicador de T.E.	1	1,200.00
Termo descongelador (baño María)	1	150.00
Tijeras	1	50.00
Total		1,400.00
Material desechable		
Funda de T.E.	1	52.00
Camisa sanitaria	1	2.60
Jeringa de 10 ml normal	1	4.00
Xilocaína de 50 ml al 2%	8 ml	8.00
Alcohol 125 ml	1	5.00
Servilletas paquete de 125 hojas	1	5.00
Algodón paquete de 25 g	1	8.00
Guantes de plástico para palpación	1	1.00
Agujas No. 20 X 1 ½	1	1.00
Total		86.60

das en cada grupo arrojando un resultado para el sistema de glicerol de \$73,530.00 y para el método de etilenglicol de \$62,598.00, de esta forma se obtuvieron los costos variables totales.

El costo por transferencia de embriones fue de \$3,831.00 con el sistema glicerol, mientras que para el método de etilenglicol fue de \$2,466.00. La relación beneficio costo indica una utilidad por cada peso invertido de \$1.57 para el programa de glicerol y \$2.23 para el sistema de etilenglicol. Con respecto al punto de equilibrio en ventas, para la técnica de glicerol fue de \$69,991.55 y \$18,368.78 para el programa de etilenglicol. Asimismo, esto refleja una utilidad sobre inversión de \$0.57 y \$1.23 para el sistema de glicerol y etilenglicol respectivamente (Cuadro 4). Con base en estos resultados, se estimaron los costos fijos, costos variables para cada caso en particular y se realizó una proyección hasta 100 vacas transferidas para conocer la rentabilidad del programa de transferencia de embriones. En esta corrida financiera se logró conocer las utilidades en ambos tratamientos, para el sistema de glicerol con transferir 16 vacas y obtener 6 crías se obtienen ganancias de \$9,384.00 y con el programa de etilenglicol con transferir 6 vacas y lograr 2 crías se obtienen ganancias de \$6,084.00.

La diferencia en ambos tratamientos es bastante favorable para el sistema de etilenglicol.

Los conceptos manejados en este estudio financiero sobre la factibilidad económica de los embriones transferidos con etilenglicol o transferencia directa, se relacionaron con el proceso productivo y dentro de estos conceptos se tiene a los costos fijos los cuales están representados por el equipo de laboratorio y material reciclable, siendo el costo para el método de glicerol de \$41,400.00 y \$11,400.00 para el estudio de etilenglicol observándose una diferencia de \$30,000.00 entre ambas técnicas.

Con relación a los costos variables que incluyen material desechable, medios de descongelación, costo del embrión, y la mano de obra de la transferencia de embriones, se encontró un costo para el programa de glicerol de \$2,451.00 y \$2,086.00 para el sistema de etilenglicol, existiendo una diferencia mínima de \$365.00 entre estos crioprotectores, esta diferencia se debe a que en el sistema de etilenglicol no se utilizaron medios de descongelación y menos material desechable. El precio del embrión fue de \$1,600.00 y la mano de obra por transferencia con el método de glicerol fue de \$600.00 y \$400.00 por el sistema de etilenglicol,

Cuadro 3. Comparación de costos fijos y variables entre glicerol vs etilenglicol

Conceptos	Glicerol (Costos en pesos)	Etilenglicol (Costos en pesos)
Equipo (CFT)	40,000.00	10,000.00
Material reciclable (CFT)	1,400.00	1,400.00
Costos fijos totales	41,400.00	11,400.00
Material desechable (CVT)	163.00	86.60
Medios de descongelación (CVT)	88.00	0.00
Mano de obra por transferir un embrión (CVT)	600.00	400.00
Costo del embrión (CVT)	1,600.00	1,600.00
Costos de operación	2451.00	2,086.60
Vacas tratadas	30.00	30.00
Costos variables totales	73,530.00	62,598.00

Cuadro 4. Indicadores y conceptos relativos a la factibilidad económica de un programa de TE

Tratamiento	Glicerol (Valores en pesos)	Etilenglicol (Valores en pesos)
Costos Fijos Totales (CFT)	41,400.00	11,400.00
Costos Variables Totales (CVT)	73,530.00	62,598.00
Costo Total (CT)	114, 930.00	73,998.00
Costo por transferencia	3,831.00	2,466.60
Gestantes	12.00	11.00
Costo vaca gestante (CVG)	9,577.50	6,727.00
Precio Venta Unitario (PVU)	15,000.00	15,000.00
Ventas Totales (VT)	180,000.00	165,000.00
Utilidad	65,070.00	91,002.00
Relación Beneficio Costo (RBC)	1.57	2.23
Punto de Equilibrio de Ventas (PEV)	69,991.55	18,3685.55
Punto Equilibrio en Unidades (PEU)	3.30	0.88
Índice de Absorción (IA)	0.3888	0.1113
Utilidad Sobre Inversión (USI)	0.57	1.23

ambos se rigieron por la media del precio existente en el mercado, el valor de un semoviente se encuentra regido por el programa de Ganado Mejor en donde los animales con registro tienen un precio de venta garantizado de \$15,000.00, sin importar si son de monta natural, inseminación artificial o transferencia de embriones, este último adquiere mayor precio de venta en el mercado (Reglas de Operación Alianza Contigo, SAGARPA, 2003). Por su parte, las ventas totales o ingresos totales ascendieron a \$180,000.00 para el método de glicerol y \$165,000.00 para el método de etilenglicol, existiendo una diferencia de \$15,000.00

lo que representa un semoviente; sin embargo, las utilidades son mayores en etilenglicol con una diferencia de \$25,950.00 debido a los conceptos menores de los costos fijos (termo de nitrógeno líquido, aplicador de transferencia de embriones, tijeras, termo descongelador de pajillas) y costos variables (funda de transferencia de embriones, camisa sanitaria, xilocaína, alcohol, guantes para palpación, algodón, agujas, jeringas, mano de obra de la transferencia).

Al comparar ambos grupos a través de la relación-beneficio-costos (RBC) se observó 1.57 y 2.23 para los métodos de glicerol y etilenglicol

respectivamente, esto representa ganar por cada peso invertido \$0.57 con el sistema de glicerol y \$1.23 con el método de etilenglicol que según los indicadores financieros proporciona una gran ventaja económica el sistema etilenglicol (Alonso, Bächtold, Aguilar, Juárez, y Casas, 1989).

En cuanto al punto de equilibrio en ventas (PEV), éste fue de \$69,991.55 para el sistema de glicerol y \$18,365.55 con el método de etilenglicol, esto significa que con estos precios la empresa no tiene utilidades ni pérdidas. Al igual se recurrió al indicador punto de equilibrio en unidades (PEU) siendo para el primer grupo 3.29 y 0.88 para el segundo, con estos valores se llega al punto intermedio entre utilidades y ganancias en ambas técnicas. La utilidad sobre inversión (USI) fue de 0.57 para glicerol y 1.23 para el uso de etilenglicol, este concepto expresa que se tiene una ganancia total del 57% sobre el ingreso con la técnica de transferencia de embriones con glicerol y el 123% de ganancia utilizando el método de transferencia directa en etilenglicol. La transferencia de embriones con la técnica de etilenglicol representa una técnica rentable para la industria de la ganadería como se ha demostrado en este trabajo, siempre que se utilicen más de 8 vacas por programa de transferencia de embriones como se ve representado en la proyección financiera hasta 100 vacas transferidas. Para ser más competitivo es necesario utilizar economía de escala, ya que a mayores vacas en programa de TE representa mayores utilidades (Sabino, 1991).

Con respecto a los conceptos de utilidad, relación beneficio costo, punto de equilibrio en venta, punto de equilibrio en unidades y utilidad sobre inversión, en el presente estudio se demostró que el sistema de transferencia directa de embriones manifiesta mayores ganancias en el mismo periodo de tiempo en comparación al grupo del sistema de glicerol. Por otra parte, se puede mejorar el nivel tecnológico de los productores, con lo cual se obtendrá una mayor posibilidad de éxito en los programas de transferencia de embriones por ser un método aplicable en condiciones de campo y lo más importante se puede lograr una tasa de gestación aceptable en condiciones del trópico mexicano (León, Hernández, Keisler y Gutiérrez, 2003).

Ventajas del método de congelación de embriones con etilenglicol

Los embriones congelados con etilenglicol tienen la ventaja de ser transferidos directamente a una vaca receptora, siendo parecido a la técnica de la

inseminación artificial, el único inconveniente es no poder evaluar el embrión en el momento de realizar la transferencia, este proceso hace suponer que no existe control de calidad de estos embriones principalmente por aquellas compañías que utilizan este método de congelamiento y son poco éticos en los criterios de la evaluación morfológica de los embriones para su congelación, ocasionando con esto, desconfianza dentro de los productores interesados en adquirir y transferir embriones mediante el sistema de etilenglicol. En consecuencia, existen métodos específicos para evaluar la calidad y desarrollo de los embriones descongelados como el uso de técnicas invasivas como es la de Túnel, éstas permiten conocer la existencia de un incremento significativo en el número de células con proceso de apoptosis, desafortunadamente los embriones evaluados con esta técnica no pueden ser transferidos (Márquez et al., 2004) y las técnicas no invasivas, como es el uso de cultivos de embriones que permiten el desarrollo de éstos hasta etapas en las que podrían ser transferidos y lograr una gestación exitosa (Goto, Kajihara, Kosaka, Koba, Nakanishi & Ogawa, 1988), y aquellos cultivos que permiten establecer si su calidad y viabilidad los hace aptos para su posterior transferencia con el uso de medios de McCoy® (Thompson, 1996). De esta forma, se podrá detectar con precisión la calidad de éstos y así aumentar el porcentaje de embriones transferibles y mejorar la técnica de TE en bovinos, por lo que el uso de sistemas de cultivo es una opción para poder determinar si sufrieron alguna alteración en su estructura y morfología durante el proceso al descongelamiento y previa a la transferencia de embriones (Aguilar, Galina, Merchant, Montiel, Canseco y Márquez, 2002).

Análisis de fertilidad

De los embriones congelados bajo el sistema de glicerol y el método de etilenglicol, a la vez transferidos a igual número de receptoras se obtuvieron los siguientes resultados: 40% de fertilidad, lo que equivale a 12 vacas preñadas con el método de transferencia de glicerol y el 36.6% de fertilidad lo que corresponde a 11 vacas preñadas con el método de etilenglicol ($P > 0.05$).

Existe una gran cantidad de factores que afectan la fertilidad de un hato en cualquier programa de biotecnologías que se utilice, por esto, los resultados del presente estudio (40% de preñez con glicerol y 36.6% con etilenglicol) son diferentes a los encontrados por Voelkel & Hu (1992) quienes emplearon etilenglicol al 1.5 M obteniendo una

tasa de preñez del 50%, además observaron que los embriones congelados con etilenglicol toleran mejor la rehidratación en el medio de cultivo, sin previa dilución del crioprotector comparado con los embriones congelados con glicerol. Sin embargo, resultados similares a este estudio fueron reportados por Ruiz (1999) quien al transferir 844 embriones congelados con glicerol en condiciones de ganadería tropical, obtuvo el 39.6% de preñez. Por otra parte, Fuentes (2002) señala que con el fin de mejorar las técnicas de congelación y descongelación de embriones, sobre todo sencilla y rápida en su aplicación, congeló 618 embriones con glicerol al 1.4 M y 370 embriones con etilenglicol al 1.5 M. La metodología de descongelación y transferencia utilizada fue en función al crioprotector utilizado, con los embriones congelados con etilenglicol y transferidos directamente a la receptora, se alcanzó el 55.1% de preñez, similar al obtenido con los embriones congelados y transferidos con glicerol con lo cual se logró el 57.3% de preñez, no existiendo diferencia significativa entre ambos grupos ($P > 0.05$). Por lo anterior, se deduce que la técnica de congelación y transferencia de embriones con el método de etilenglicol presenta mayores ganancias económicas para los pequeños empresarios y para la industria de la transferencia de embriones, así como también presenta resultados aceptables en la fertilidad del ganado bovino.

CONCLUSIONES

En el presente estudio se demostró que la transferencia de embriones con el sistema de congelación de etilenglicol presenta mayores ganancias económicas en el mismo periodo de tiempo en comparación con el sistema de glicerol. Permite un ahorro de tiempo, dinero y esfuerzo. Se elimina el uso de material, microscopio estereoscopio, medios (sacarosa y de mantenimiento) y de técnicos especializados.

Se mantienen los porcentajes de gestación alcanzables por otros crioprotectores en el proceso de congelación y descongelación en condiciones del trópico mexicano. Además puede ser realizada por cualquier técnico de inseminación artificial, esto es, sin necesidad de recibir cursos de transferencia de embriones para la manipulación de los embriones.

Con esta nueva tecnología se podría mejorar el nivel tecnológico de los productores, teniendo una mayor posibilidad de éxito en los programas

de transferencia de embriones por ser un método aplicable en condiciones de campo.

REFERENCIAS

- Aguilar, M., Galina, C., Merchant, H., Montiel, F., Canseco, R. y Márquez, Y.C. (2002). Comparison of stereoscopy, light microscopy and ultrastructural methods for evaluation of bovine embryos. *Reprod Dom Anim*. 37: 1-6.
- Alonso, P.F. (2003). *Teoría de costos dentro de la economía. Curso de actualización en economía, administración y comercialización de productos ganaderos*. Departamento de administración y economía. México: FMVZ-UNAM. 28-42.
- Alonso, P.F.A., Bächtold, G.E., Aguilar, V.A., Juárez, G.J., Casas, P.V.M. (1989). *Economía Zootécnica*. 2ª edición. México: Limusa. 751.
- Elsden, R.P. (1977). *Embryo transfer by surgical method. Embryo transfer in farm animal*. Edited by K.J. Bettebridge. Agriculture Canada. Monograph 16:27-28.
- Elsden, R.P. y Seidel, G.E. (1986). *Manual de procedimientos para recolección, congelamiento, división y transferencia de embriones en bovinos*. Fort Collins, CO.: Colorado State University Press.
- Fuentes, S.I. (2002). *Utilización de tratamientos hormonales para la sincronización de receptoras de embriones*. Aberekin, S.A.
- Goto, K., Kajihara, Y., Kosaka, S., Koba, M., Nakanishi & Ogawa, K. (1988). Pregnancies after co-culture of cumulus cells with bovine embryos derived from in-vitro fertilization of in-vitro matured follicular oocytes. *Journal of Reproduction and Fertility* (1988) 83, 753-758.
- Kay, R.D. (1986). *Administración Agrícola y Ganadera. Planeación, Control e Implementación*. México: CECSA.
- León, V.H., Hernández, C.J., Keisler, D.H. y Gutiérrez, C.G. (2003). *Relación entre los cambios de la condición corporal y las concentraciones plasmáticas de Leptina, IGF-I e insulina en vaquillas de doble propósito*. México: FMVZ-UNAM.
- Manzur, P. (1977). The role of intercellular freezing in the death of cells cooled at supraoptimal rates. *Cryobiology*. 14:251-272.
- Márquez-Alvarado, Y.C., Galina, C.S., Castilla, B., León, H., & Moreno-Mendoza, W. (2004). Evidence of Damage in Cryopreserved and Fresh Bovine Embryos Using the Tunnel Technique. *Reprod Dom Anim*. 39:141-145.
- Reglas de Operación Alianza Contigo. (2003). Subsecretaría de Desarrollo Rural (SAGARPA). www. Sagarpa.gob.mx/sdr/-26 k. DOF 25/07/03. 44, 45, 46.
- Ruiz, M.A. (1999). *Análisis retrospectivo de la fertilidad de embriones descongelados en el ganado bovino, bajo condiciones de trópico*. Tesis de Licenciatura, FMVZ, UNACH.
- Sabino, Carlos. (1991). *Diccionario de Economía y Finanzas, Economía de Escala*. Edit. Panapo, Caracas, Venezuela.
- Steel, R.G.D. y Torrie, J.H. (1988). *Bioestadística. Principios y procedimientos*. 3ª edición. México: Mc GrawHill. 458-464.
- Thompson, J.G. (1996). Defining the requirements for bovine embryo culture. *Theriogenology*. 45:27-40.
- Voelkel, S.A. & Hu, Y.X. (1992). Use ethyleneglycol as a cryoprotectant for bovine embryos allowing direct transfer of frozen-thawed embryos to recipient females. *Theriogenology* 37: 687 - 697.
- Wildman, E.E., Jones, G.M. & Wagner, P.E. (1982). Dairy body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J. Dairy Sci.* 65: 495.