

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

**FACULTAD DE AGRICULTURA
SUBDIRECCION DE POSTGRADO**



**EVALUACION DE LA RESPUESTA OVULATORIA EN
UN PROGRAMA DE OVULACION MULTIPLE PARA
GANADO ESPECIALIZADO EN LA PRODUCCION
LECHERA**

TESIS

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN
PRODUCCION ANIMAL**

PRESENTA

M.V.Z. ALEJANDRO ANGEL GOMEZ DANES

MARIN, N. L.

OCTUBRE, 1998



TM
SF201
.G6
c.1



1080110302

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES



ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LAS DIETAS EN
TIPOLOGÍA DE CUBIERTA MULTIPLE PARA
GANADO ESPECIALIZADO EN LA PRODUCCIÓN
LECHERA.

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN
PRODUCCIÓN ANIMAL.

PRESENTA

M.V.Z. ALEJANDRO ANGEL GOMEZ DANES

BUENOS AIRES,

OCTUBRE DE 1987

TM
SF201
. GG



**EVALUACION DE LA RESPUESTA OVULATORIA EN
UN PROGRAMA DE OVULACION MULTIPLE PARA
GANADO ESPECIALIZADO EN LA PRODUCCION
LECHERA**

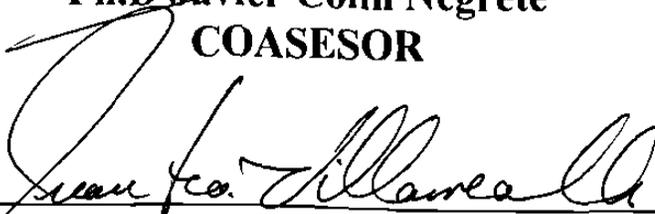
Aprobación de Tesis:



**Ph.D. Javier García Cantú
ASESOR PRINCIPAL**



**Ph.D. Javier Colín Negrete
COASESOR**



**Dr. Juan Francisco Villarreal Arredondo
COASESOR**

DEDICATORIA

A él, el ser supremo que me dio la vida, le agradezco el haber logrado el desarrollo y hacer de esto lo más maravilloso, esperando me siga iluminando para ser honesto conmigo mismo pues así alcanzare la claridad en mi camino, buscando nunca apartarme de su infinita sabiduría.

A mi padre quien aunque no se encuentra en presencia física, siempre en su verdadero esfuerzo busco para sus hijos la mejor inversión, el conocimiento dinámico pudiendo obtener algo que jamás variaría en la vida, y teniendo así mejores oportunidades.

A mi madre quien con su ejemplo nos enseña los valores que hicieron de la familia una estructura fructífera por medio de todo su cariño, amor y comprensión, además de su entereza como ser humano que aún con su edad no se a amedrentado y nos sigue enseñando.

Para mis hermanos Pedro, Hector, Raúl, Gerardo, Luis, Blanca, Ma. Eugenia, Laura, Armando, y Berta Alicia a ustedes todo mi agradecimiento porque aún sin tener necesidad siempre me brindaron los mejores momentos al escucharme y reprenderme por mis malas acciones, así como aconsejarme no nada mas como hermanos sino como buenos amigos.

A ti Lilia, mujer, amiga y esposa que has sabido apoyarme cuando requerí de una superación personal, te agradezco hayas sido padre y madre para nuestros hijos durante la conclusión del postgrado e investigación para ti todo mi amor y respeto.

Para mis hijos Miguel Loanis, Lilia Alejandra, Christy Cecilia y Alejandro Angel les doy las gracias por permitirme el honor de ser su padre y esperando legarles un mensaje con este nuevo esfuerzo así como permitirme ser siempre su amigo, gracias.

AGRADECIMIENTO

A la compañía LICONSA S.A., pero en especial al Centro de Mejoramiento Genético y Transferencia de Embriones (CEMEGEN) quien en forma responsable y sin perseguir otro fin que el de la investigación me brindaron todo su apoyo en especial al Dr. Arturo Sánchez Aldana por su apoyo y comprensión.

Al Dr. Everardo Anta Jaen, todo mi agradecimiento, por su paciencia y dedicación para la presente investigación.

A todos mis familiares, Don Angel, sobrinos, sobrinos nietos cuñados y cuñadas por darme siempre muestras de afecto y cariño pues a sido parte del alimento para superarme en todos los sentidos.

A usted Doña Magdalena (Mama Nena) por ser una mujer excepcional en mi vida.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia del Centro de Estudios Universitarios de Nuevo León y en especial al M.V.Z. Arturo Carranza B. y Ruben Arizpe que además de ser maestros fueron grandes

amigos fomentando siempre en mí la superación profesional, también a todos mis maestros de licenciatura toda mi gratitud.

A la Universidad Autónoma de Nayarit, al rector M.C. Javier Francisco Castellón, C.P. Francisco Alberto Rivera Domínguez, Lic. M.V.Z. Mario Jaugregui Medina, M.V.Z. Margaret Moller Porraz, al SPAUAN. a todos ustedes como institución y personal que labora por esforzarse en obtener los espacios para la superación académica en beneficio de la Universidad y del Estado así como al personal docente y administrativo por hacer menos tediosa mi estancia en la Maestría, sabiendo desempeñar adecuadamente su trabajo.

A la Coordinación de Investigación Científica de la U.A.N., al Ing. Raymundo Arvizú López, al M.S.P. Saúl Aguilar Orozco por brindarnos el apoyo a todos los que laboramos y de alguna forma buscamos crecer en conocimientos así como a todos los compañeros que buscamos generar conocimientos a través de la investigación para la Universidad y la sociedad en general.

Al Programa de Desarrollo Rural Integral de la C.I.C. de la Universidad Autónoma de Nayarit, M.C. Raúl Navarrete Méndez, M.V.Z. Roberto Padilla Noriega, Benito García Carmona, Antonio Sánchez Torres, Ma. Magdalena Espinosa Gómez, Miguel Fragosó Arjona así como a los I.Q.I Verónica Ibarra Silva y en especial al amigo Ing. Liborio González Torres por ser un excelente compañero y por contar con el apoyo incondicional como amigo.

Al M.C. Clemente Lemus Flores por la gran ayuda prestada para el presente trabajo.

A todos los compañeros investigadores y personal administrativo que de alguna manera me ayudaron para llegar a feliz termino mis estudios de maestría.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, a la subdirección de postgrado y en especial a los doctores que creo fueron la piedra angular para entender el nuevo conocimiento con un orden adecuado, Ph.D Javier García Cantú quien influyo para ver desde otra perspectiva la reproducción animal aportando mas inquietudes para lograr

nuevos conocimientos de reproducción aplicada a la investigación, al Ph.D Emilio Olivares Saenz, quien de una forma dinámica supo aportar conocimientos nuevos en la estadística, una ciencia que desconocía en muchos aspectos.

A mi jurado Ph.D Javier García Cantú, Ph.D Javier Colín Negrete y Dr. Juan Villarreal Arredondo. quienes con sus consejos, recomendaciones y aportaciones no hicieron tan tedioso este trabajo de investigación. Les quedo infinitamente agradecido.

A todos los doctores que de alguna u otra forma contribuyeron en mi formación como Maestro en Ciencias en Producción Animal, en especial Ph.D Rigoberto González González, Ph.D Humberto Ibarra Gil, Ph.D José Luis de La Garza, PhD Alejandro S. del Bosque González, Ph.D Erasmo Gutiérrez Ómelas.

Al Ing. M^a Elena Contreras Martínez, Srita. Korina López Cruz, Juana Pineda Velázquez, al Ing. Alfredo Fraire al Ing. Antonio Duron, así como a la Srita. Rosa María Rodríguez Gutiérrez, a Chela y a todo el personal administrativo y docente de la facultad.

A mis compañeros de generación en la Maestría en Producción Animal. **M.C. Javier Reyna Carrera** y **M.C. Esteban Gallegos García** a ellos todo mi agradecimiento y comprensión por todos los gratos momentos de estudio y esparcimiento que disfrutamos durante nuestra estancia esperando no se terminen ahí, a mis compañeros de la Maestría en Producción Agrícola. **M.C. M^a del Carmen Ojeda Zacarías**, **M.C. Arturo Luna Zacarías**, **M.C. Mario Leal Chapa**, y **M.C. Juan Martínez Medina** gracias por su amistad y espero fomentarla con el tiempo a todos los compañeros de Doctorado **M.C. Neftali Gómez Ruiz**, **M.C. Juana Aranda** y de Licenciatura de la Facultad de Agricultura mi reconocimiento.

Claro no podía faltar a mi gran amigo y hermano con toda la extensión de la palabra **M.C. Venancio Orozco Rogero**, por enseñarme lo que es un ser humilde; la verdad, este escrito se queda corto a tantas gentes que tengo que agradecer perdónenme a los que no recordé mi gratitud a todos.

4.3 El impacto de la transferencia de embriones sobre el índice de ganancia genético, para machos y hembras.	33
4.3.1. Pruebas de progenie para madres de toros y de hembras de remplazo.	33
4.4. Algunos de los métodos utilizados en la técnica de superovulación.	39
4.5. Clasificación de los estadios de los embriones	44
4.5.1. Clasificación de las estructuras recobradas	46
4.6 Ventajas de la técnica de transferencia de embriones.	49
4.6.1 Desventajas de OMTE.	50
4.7. Dosis de espermatozoides para la fertilización del embrión.	51
4.7.1. Proceso de capacitación del espermatozoide.	53
4.7.2. Proceso de fertilización del ovocito.	54
4.8. Aspectos de la utilización de la técnica de transferencia de embriones en el mundo.	57
4.9. Respuesta ovulatoria debido a la época del año.	58
4.10. Análisis del comportamiento de la producción láctea, sus costos y consumos en México y países del TLC.	52
5. MATERIALES Y METODOS.	63
5.1 Localización.	63
5.2 Respuesta ovulatoria de las dos razas utilizadas.	63
5.3 Evaluación estadística.	64

5.4 Hormonas utilizadas en los protocolos para ovulación múltiple.	66
5.5 Evaluación ovulatoria en las diferentes épocas del año.	67
5.6 Evaluación económica por embrión.	67
6 RESULTADOS.	68
6.1 Evaluación de la respuesta reproductiva de programa OMTE.	68
6.2 Evaluación de los resultados estadísticos.	74
6.3. Evaluación económica.	82
7. DISCUSIONES.	83
7.1 Resultados de la respuesta ovulatoria.	83
7.2 Respuesta ovulatoria de acuerdo a la época del año.	83
7.3 Tasa de partos por medio de la técnica OMTE.	84
7.4 Evaluación económica de un programa OMTE.	84
8.CONCLUSIONES.	85
9. BIBLIOGRAFIA.	87
10. APENDICE.	106

LISTA DE CUADROS, GRAFICOS Y FIGURAS

Cuadro	Página
1. Efecto de la utilización de la hormona FSH por diferentes vías.	17
2. Efecto de la FSH, con vacas con cirugía y sin esto.	18
3. Respuesta superovulatoria de vacas “ Rubias Gallegas” Tratadas con folltropin, por dos vías.	19
4. Respuesta superovulatoria de vacas Holstein con diferentes dosis por diferentes vías de FSH.	20
5. Respuesta ovulatoria a la concentración hormonal de LH y 17 β estradiol administradas por diferentes vías.	22
6. Respuesta ovulatoria de vaquillas al, tratamiento con PMSG.	23
7. Respuesta de superovulación en vaquillas tratadas con FSH.	24
8. El efecto de la hormona del crecimiento recombinante bovina como pretratamiento sobre la respuesta superovulatoria con FSH en vaquillas.	25
9. Efecto de la hormona FSH-p con baja y alta concentración de LH, en vaquillas.	26
10. Efecto de diferentes preparaciones de gonadotropinas de diferentes países, sobre la respuesta superovulatoria en vacas Holstein.	27
11. Efecto de PGF₂α en diferentes programas de superovulación usando PMSG o FSH-p en vaquillas sincronizadas con SMB.	28

12. Efecto de concentración de FSH en suero alterado sobre la respuesta ovarica a la superovulación.	30
13. Efecto de PMSG y FSH-p, sobre la respuesta ovarica en el número de embriones recobrados y transferibles.	32
14. Métodos para realizar la superovulación por dosis decrecientes de FSH.	40
15. Esquemas de superovulación propuestos por Donaldson	41
16. Tipo de evaluación en los embriones.	44
17. Calidad del embrión por dosis de semen en vacas y vaquillas.	52
18. Actividades reportadas en T. E. en 1991.	57
19. Efecto de la respuesta ovulatoria en diferentes la épocas del año tratadas con FSH.	59
20. Respuesta ovulatoria en diferentes épocas del año.	59
21. Cambios en el consumo per capita en México	60
22. Producción en porciento en carne y leche.	52
23. Calendario de aplicaciones de gonadotropinas (FSH) para superovulacion en vacas.	66
24. Efectos de la superovulación en raza Holstein Y Pardo Suizo.	71
25. Respuesta a la superovulación en la raza Holstein.	72
26. Respuesta a la superovulación de la raza Pardo Suizo.	73

27. Lavados realizados en la época I (calor) marzo – junio, de 1988 a 1992.	74
28. Lavados realizados en la época II (lluvia) julio – octubre de 1988 a 1992.	75
29. Lavados realizados en la época III (frío) noviembre – febrero de 1988 a 1992.	75
30. Tabla de contingencia agrupada por época y sexo	76
31. Tabla de contingencia agrupada por raza y sexo	77
32. Tabla de contingencia agrupada por época y sexo	77
33. datos de las interacciones de las medias época por año	79
34. Análisis de varianza de la variable Ovario derecho.	106
35. Anova de la variable ovario izquierdo.	106
36. Anova de la variable Cuerpos lúteos totales.	106
37. Anova de la variable embriones transferibles.	107
38. Anova de la variable embriones no transferibles.	107
39. Anova de la variable estructuras totales recobrados.	107
40. anova de la regresión múltiple para ovario izquierdo.	108

GRAFICO	Página
1. Efecto de la superovulación en la razas Holstein y Pardo Suiza.	71
2. Efecto de la superovulación en la raza Holstein.	72
3. Efecto de la superovulación en la raza Pardo Suiza.	73

FIGURAS	Página
1. Las tasas de concepción óptimas en un programa de transferencia de embriones	42
2. Diagrama de embriones bovinos.	48
3. Interacciones de la época por año	80

RESUMEN.

El presente trabajo fue realizado en el Centro de Mejoramiento Genético y Transferencia de Embriones (CEMEGEN), LICONSA S.A. de C.V. ubicado en el municipio de Cuautitlan Izcalli, Estado de México.

El objetivo de la presente investigación fue hacer una evaluación de la eficiencia reproductiva a través de la respuesta ovulatoria en un programa de ovulación múltiple en transferencia de embriones (OMTE), así como una evaluación del costo por embrión producido.

Se analizaron las ventajas y desventajas del programa OMTE en las razas Holstein y Pardo Suizo durante los años 1988 a 1992 con un total de 534 hembras donadoras y 1046 lavados. Las variables a medir fueron: cuerpos lúteos y folículos maduros, sobre el ovario izquierdo y ovario derecho, las variables anteriores fueron detectadas por medio de palpación rectal, además, se cuantificaron el número de embriones recobrados después de cada lavado y se clasificaron como transferibles y no transferibles.

Del total de 1046 lavados, la respuesta ovulatoria y el promedio para ambas razas, fue de ovario derecho 6.09, ovario izquierdo de 5.65, total 11.74 cuerpos lúteos. Estructuras totales recobradas 9.86 que fueron embriones transferibles 6.01 y embriones no transferibles de 3.84. En la evaluación económica se tomó como promedio 6 embriones dando un costo de \$ 84.95 dólares Estadounidenses por embrión. Se considera que el costo del embrión puede incrementar en un 66 % una vez transferido.

Los embriones transferibles promedio por lavado para la raza Holstein fueron de 5.97 y para la raza Pardo Suizo de 6.20 por donadora. De 1004 nacimientos reportados para ambas razas fueron 442 machos y 562 hembras, 44 y 56 % respectivamente.

El sexo de los becerros nacidos por transferencia de embriones es independiente ($P > 0.05$) de la época del año cuando se realizó la transferencia. Además, se encontró que el sexo es también independiente de la raza de la donadora. El número de cuerpos lúteos sobre el ovario izquierdo o derecho depende estadísticamente ($P < 0.05$) de la interacción época por año de superovulación. El número de cuerpos lúteos totales de las vacas donadoras fue afectado por el año y la interacción año por época del

año ($P > 0.05$). El número de estructuras recobradas de los ovarios estimulados, dependió de año y de la interacción época por año.

El número de embriones transferidos dependió positivamente ($P < 0.001$) del número de cuerpos lúteos sobre el ovario izquierdo y del número de estructuras totales recobradas y negativamente ($P < 0.001$) del número de embriones transferidos.

SUMMARY

This survey was conducted at “Centro De Mejoramiento Genético y Transferencia de Embriones (CEMEGEN), Liconsa, S.A. de C.V., which is located at Cuautitlan Izcalli County, in the state of Mexico.

The objective of this research was to establish an evaluation of reproductive efficiency through the ovulatory response in a scheme of multiple ovulation and embryo transfer, (MOET) as well as, to estimate the cost of embryo produced.

Advantages and disadvantages of the MOET program were analyzed. When MOET was applied to Holstein and Brown Swiss breeds during 1988 to 1992, the study included 534 donor cows with 1046 flushes. The variables in study were corpora lutea and mature follicles on both ovaries. The former variables were measured by rectal palpation. In addition, the number of recovered embryos were quantified after flushed and were classified as transferables or untransferables.

One thousand and forty-six flushes were accounted as ovulatory response of both breeds, where 6.09 and 5.65 ova were observed right and left ovaries respectively. The averages of total ova recovered were 9.86, of which 6.01 were classified as transferables and 3.84 as not transferables. In the economic evaluation, the average of ova recovered was 6.0 with a unitary cost of 84.95 USA dollars per embryo. We considered an embryo transfer with an additional cost of 66% (148.35).

Transferable embryos per flushing per donor's cow were 5.97 and 6.20 embryos for Holstein and Brown Swiss breeds, respectively. One thousand and four calves were reported for both breeds, from which, 442 were males and 562 females, meaning 44 % and 56 % respectively.

Calf sex after embryo transfer was independent ($P > 0.05$) of season of year, and year when the embryo transfer was performed. In addition, was sex calf also independent of donor breed.

Number of corpora lutea on left or right ovary statistically ($P < 0.05$) depend on interaction between year and season of superovulation program. The number of total corpora lutea in donor cows, was affected ($P < 0.05$), by year and combined effect year and season. The total structures

recovered of stimulated ovaries, depend on ($P < 0.05$) season and interaction year for season.

The number of transfer embryo depend positively on ($P < 0.001$) the number the corpora lutea on left ovary and total structures recovered, beside, depended negatively ($P < 0.01$) on number of nontransferable embryos.

I. INTRODUCCION

La ciencia ha experimentado avances importantes en los últimos 20 años. Hoy en día, han llevado a desafiar la imaginación y mezclar el arte con la ciencia ficción, donde el hombre, a través de la manipulación de los genes y del desarrollo, pareciera emerger como la nueva herramienta de la evolución, tratando de crear nuevas especies animales y desafiando la identidad de las mismas, (García, 1992).

Este crecimiento se ha notado en gran cantidad de ambientes, siendo atractivo no solamente a productores, sino también a especuladores, aficionados y hasta periodistas (Caras *et al.* 1980; citado por Seidel *et al.*, 1981). Sin duda alguna, esta atracción a tan amplio sector de la población, radica en que la transferencia de embriones se a considerado como nueva, ya que su difusión a sido acompañada por una serie de términos y técnicas incomprensibles para la mayoría de la población.

Como en todo lo que tiende a la modernidad, se busca nuevas formas de producción. Dentro de las inquietudes que han surgido son: realizar una evaluación de la eficiencia reproductiva, económica y genética. esto

con la finalidad de encontrar algunas de las posibles respuestas en un programa de transferencia de embriones dirigida a incrementar la producción láctea. La técnica de transferencia de embriones, ha tenido una tendencia a disminuir, debido a que estamos partiendo del supuesto que los logros de la misma han sido bajos en los resultados en la respuesta ovulatoria (Vos *et al.* 1995), y esto, ha traído como consecuencia el alto costo de la misma, buscando mejorar el costo de la técnica en sí. Desde que fue introducida la técnica en el país en 1980 se adaptaron algunas prácticas de los países desarrollados. En alguna parte de nuestro país no se cuenta con la infraestructura, ni la planeación adecuada para tener un seguimiento del proceso reproductivo en el ganado bovino.

Los consumos de carne y leche en México presentan poca variación. Sin embargo se nota una ligera tendencia en el consumo de leche per capita que fue de 112.4 litros en 1988 a 131.0 litros en 1994, (CANACINTRA, 1995), aunque por otro lado, los costos de producción en México se ven afectados ya que para USA los precios de garantía en dólares estadounidenses son de 27 cts./kilo, para Canadá de 35 cts. y para México de 29 cts. El precio que se le paga al productor es variable

y depende de los subsidios. Por ejemplo en 1987 el precio al productor de leche fluida fue de 30 y 14 cts. de dólar para USA y México, respectivamente, mientras que en 1989 fue el mismo para USA y México de 25 cts. (Aguilar y Luevano 1995). Con esto observamos políticas subsidiarias muy variables para la producción de leche, las cuales desalientan o alientan la actividad de producción. Esto provoca que México sea un país con déficit de leche. En 1983 se calculó un déficit de siete millones de litros diarios, 11 millones en 1987 y nueve en 1995. Lo anterior trae como consecuencia una implementación en la política de importación de leche. En 1988 se importaron 2,612 millones de litros (29.8 % del consumo); para 1992, 4,250 millones de litros (27.9 % del consumo). Esto desalienta el mejoramiento de la vaca lechera y su eficacia productiva. La producción por vaca por año fue de 4,000 kg contra 6,800 kg y 5,800 kg para USA y Canadá, respectivamente. Esta deficiencia en la producción puede ser subsanada por una agresiva política de mejoramiento de la producción por vaca, implementando protocolos biotecnológicos, como inseminación artificial y transferencia de embriones. El objetivo del presente estudio es evaluar los programas de OMTE en bovinos productores de leche en

México, usada como una alternativa para mejorar la producción de la leche por vaca.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GENERALES.

1. Realizar un análisis general de los logros que se han conseguido en la respuesta ovulatoria, en los años 1988 a 1992 en el Centro de Mejoramiento Genético (LICONSA)

2. Evaluar la respuesta ovulatoria en donadoras y dar seguimiento a receptoras en las diferentes estaciones del año.

3. Efectuar una correlación entre las diferentes variables de estudio cuerpos lúteos totales (CLT), embriones transferibles (ET), y embriones no transferibles (ENT) por época, raza y año.

4. Estimar costos reproductivos, para un programa de Ovulación Múltiple en la Transferencia de Embriones especializado en producción láctea.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Evaluar la respuesta en un programa de Ovulación Múltiple en la Transferencia de Embriones (OMTE).

2. Evaluar de acuerdo a los resultados el costo - beneficio teórico en el proceso del manejo de esta biotecnología.

3. Cuantificar la respuesta ovulatoria en épocas determinadas para dos razas de producción lechera.

3. HIPOTESIS:

La ovulación múltiple para transferencia de embriones tiene beneficio reproductivos, económicos y genéticos, para la ganadería bovina especializada en la producción de leche bajo las condiciones actuales de la región.

4. REVISION DE LITERATURA

4.1 Antecedentes.

En la época actual podemos utilizar al máximo el potencial reproductivo y genético del macho, gracias a los métodos modernos de conservación del semen, mientras que en la hembra, solo se aprovecha un mínimo de la reserva gamética en la producción de terneros, perdiéndose la mayoría de los óvulos en el transcurso de la vida reproductiva.

La técnica de transferencia de embriones, ha intensificado su perfeccionamiento después de la segunda guerra mundial encontrando su aplicación en las pruebas de progenie para hembras, esto es, como contraparte de la técnica de inseminación artificial para machos. Logrando así, optimizar el proceso de mejoramiento de ganado.

Los inicios de la técnica de transferencia de embriones se remonta a 1672 cuando Regnier de Von Graaf observó por primera vez un blastocito de

una coneja, y se fueron aislando óvulos de diferentes especies. Hope (1890) fue el primero en reportar una transferencia de embriones en coneja.

Fue hasta 1930 cuando realmente se realizó lo que hoy se conoce como transferencia de embriones cuando Marshall, Hammond y Asdel lo realizaron con la aplicación de hormonas para producir la multiovulación. En 1934 se logro en ovejas y cabras, siendo relevantes los trabajos de Warwick *et al.*, en 1949. La técnica se aplicó para realizar una transferencia de embriones en 1949 en vacas y a partir de 1950 este método fue realizado ya en condiciones prácticas (Averill *et al.*, 1956). El primer transplante exitoso en el ganado vacuno fue llevado a cabo por Willet *et al.* (1951). En cerdos igualmente en 1951, en caballos en 1974, y en humanos en 1978 según reporta Holy (1980).

El primer reporte que se tiene de un embrión congelado para después realizar la transferencia de embriones, es del 20 de abril de 1977, el cual, fue hecho por la Carnation/Genetics (Herman *et al.*, 1994).

La escuela de Cambridge Inglaterra ha tenido una posición primordial demostrando que con su técnica es posible lograr hasta el 70-90 % de

gestaciones, (Rowson *et al.*, 1969, 1971; Rowson *et al.*, 1972; Newcomb *et al.*, 1978 y Newcomb *et al.*, 1980).

El principio fundamental de la transferencia embrionaria se basa en la ganancia del máximo número de óvulos fecundados (embriones), procedentes de las madres genéticamente superiores a través del proceso de la superovulación y su transferencia a los animales receptores que sirven solo como incubadores biológicos para el desarrollo de los embriones. La superovulación y la transferencia de embriones realmente incrementarán el número de la descendencia de hembras genéticamente superiores.

Entre otras ventajas la transferencia embrionaria ofrece la posibilidad de gemelos (Anderson 1978; Gordon *et al.*, 1987; Holy 1980) aumentando notablemente la producción de terneros sin aumentar el número de las madres gestantes o paridas.

Cuando el ganado es saludable y se encuentra propiamente tratado con índices de buena fertilidad, se esperan de 5 a 20 embriones (Elsden *et al.*, 1986).

Los becerros obtenidos por transferencia de embriones en una vaca Simmental llamada "Big T Furka, que fue lavada dos veces por año, son de 30 nacimientos, realizado por Alberta Livestock Trasplant, LTD. (Herman *et al.*, 1994).

El proceso del trasplante incluye una serie de fases íntimamente relacionadas, cuya exactitud garantiza el buen éxito de la operación y la efectividad general.

Con respecto a la transferencia de embriones muchos son los investigadores que han escrito sobre la técnica, pero pocos se han concretado a estudiar el tema de la transferencia de embriones desde el punto de vista de una evaluación económica y genética, (McDaniel *et al.*, 1981).

La técnica de la transferencia de embriones es relativamente nueva en México. De acuerdo con Garza *et al.* (1980), en Marzo del mismo año se obtuvo la primer becerro a partir de la transferencia de embriones.

El trasplante de embriones consiste en extraer un embrión, en sus primeras fases de desarrollo del aparato reproductor de su madre, el cual es transferido al aparato reproductor de otra hembra, donde se completara su desarrollo hasta su nacimiento (Kraemer *et al.*, 1972).

4.1.1. Respuesta ovulatoria debida a factores: intrínsecos y extrínsecos de la vaca.

Prado *et al.* (1990), plantearon un experimento para examinar el efecto de la condición corporal (CC) sobre la población de folículos, el tamaño de los folículos, como la capacidad esteroidogénica y el estado histológico a dos diferentes tiempos (5 y 9 semanas) postparto. A cinco semanas después del parto las vacas con más pobre condición tuvieron menos cantidad de folículos de menos de 3 mm de diámetro que las vacas con mejor condición corporal (24.1 vs 44.9; $P < 0.05$), a 9 semanas no hubo efecto de la condición corporal sobre el número promedio de folículos (38.1 vs 40.4; $P > 0.05$). Los resultados anteriores reflejan que donde la condición corporal es muy semejante (2.35 vs 2.85) no hay diferencia ($P > 0.05$) en la actividad ovarica.

Monniaux *et al.* (1984), mencionan que factores endocrinos importantes intervienen sobre la respuesta ovulatoria a las gonadotropinas. Los autores mencionan, que existe una estrecha correlación ($r = .88$) entre el número total de folículos en crecimiento en el ovario antes del tratamiento y el total de cuerpos lúteos y folículos luteinizados.

4.2 Determinación y estimación de la respuesta ovárica a la OMTE.

A pesar de que cada vez se hacen más eficientes los pasos de la metodología de producción y transferencia de embriones, aún es imposible que una donadora suministre un número uniforme de embriones en un momento determinado. La causa principal, es la gran variabilidad individual de la respuesta ovulatoria a los tratamientos (Hammond y Bhattachrya 1944, citados por Moor *et al.* 1980; Monniaux *et al.* 1984).

La variación en la respuesta ovárica se debe a los tratamientos seleccionados y la diferente respuesta de los animales a un tratamiento dado (Gordon *et al.*, 1962; Rowson, 1976). Por otro lado Guay *et al.* (1981), mencionan que otra parte de la variabilidad es debida al método de la estimación a la respuesta ovárica. Por ello, es necesario conocer la precisión y los límites de las técnicas utilizadas para estimar la respuesta ovárica. Los

estimadores que pueden utilizarse son el número de estructuras lúteas o foliculares en los ovarios estimulados, que pueden ser determinados a través de palpación rectal y endoscopia u observación directa (Moniaux *et al.*, 1984). Otro de los estimadores utilizado para saber la respuestas a los tratamientos son los niveles de hormona en la sangre (Saumande, 1980) o en la leche citados por (Monniaux *et al.*, 1984).

Para estimar la respuesta ovárica por conteo de estructuras generalmente se utiliza la palpación rectal por ser el método más económico y práctico, el cual se efectuará alrededor de los 6 a 8 días post-tratamiento durante el ciclo estrual. La endoscopia de los ovarios, así como las concentraciones hormonales son menos utilizadas. Al comparar estas tres técnicas se ve cierta discrepancia en los resultados especialmente obtenidos por examen clínico (Guay *et al.*, 1981; Herman *et al.*, 1994, citados por Monniaux *et al.* 1984). La precisión en la estimación por palpación rectal disminuye al incrementarse el número de ovulaciones y resulta totalmente inadecuado cuando hay más de 10 cuerpos lúteos en un ovario. Así mismo no es posible distinguir entre un cuerpo lúteo (CL) y un folículo luteinizado (FL) y esto puede ser distinguible solamente por técnicas histológicas a las 48 hr del pico preovulatorio de la hormona LH.

La correlación entre la observación directa o endoscópica de los CL y la citología exfoliativa es alta ($r = .94$); pero si se considera el número total de estructuras lúteas, CL y FL, la correlación entre este número y el de las ovulaciones disminuye ($r = .77$). La correlación entre el número de embriones recuperados y el número de ovulaciones, es mayor que con el número de estructuras lúteas. Por ello, el número de embriones recobrados puede ser el mejor estimador de la respuesta ovulatoria al tratamiento que el número de estructuras lúteas observadas (Monniaux, 1984).

La superovulación se realiza artificialmente por inducción hormonal con Suero de Gonadotropinas de Yeguas Gestantes, ¹ (PMSG) u Hormona Folículo Estimulante, ²(FSH), aplicada en la fase correspondiente del ciclo estrual, la PMSG tiene la desventaja de que, dicha estimulación se basa en una lenta desactivación en el organismo (10-12 días), lo que prolonga la irritación de las gónadas con una variable reacción al superovular, por lo que se buscó el disminuir éste efecto por medio de anti-sueros de PMSG, tratando de bloquear la función prolongada de la PMSG (Critser *et al.*, 1978; Lubaddeh *et al.*, 1979; Elsdén *et al.*, 1978).

¹ PMSG = Intervet International BV. Boxmeer. The Netherlands.
² FSH = Vetrepharm Inc . London Ont.

Andrew *et al.* (1993), mencionan que existen evidencias de que la respuesta que encontramos es debida en parte al desarrollo de los folículos presentes en los ovarios cuando el tratamiento con FSH es iniciado. La FSH es la hormona más utilizada en los tratamientos de superovulación y generalmente se ha empleado en dosis reducidas en 4 y 5 aplicaciones por vía intramuscular (IM), por la mañana y otra por la tarde con lapsos de 12 hr,. Esta hormona es usada por tener una vida media en el organismo de 2 a 5 hr, (Curtis, 1991 y UTESA, 1982).

La variabilidad individual de los animales, en relación al surgimiento de la onda folicular es un factor limitante muy importante en el éxito de la superovulación en la vaca (Adams *et al.*, 1994). Se sincronizaron 65 vacas con Syncromate B (SMB) tratadas con 17β estradiol ($E_2-17\beta$) como un sincronizador de la onda folicular emergente. Los resultados demostraron que vacas tratadas con SMB + $E_2-17\beta$ pueden ser usadas para inducir la sincronización de una cosecha de folículos después de un tratamiento con gonadotropinas (cuadro No.1) sin necesidad de estimular la segunda onda folicular.

Cuadro 1. Efecto de la utilización de la hormona FSH por diferentes vías

	<u>Control- día 8</u>		<u>SMB +17 βE₂ día 5</u>	
	1X	8X	1X	8X
Numero de vacas	16	16	19	18
Cuerpos lúteos	22.4 ± 4.0	23.9 ± 3.2	26.3 ± 2.4	16.8 ± 3.0
Total de huevos	13.3 ± 2.6	14.1 ± 2.7	13.0 ± 1.5	10.1 ± 1.7
Huevos fértiles	8.8 ± 1.9	8.7 ± 1.6	8.9 ± 1.2	7.2 ± 1.6
Embriones Transferibles	5.4 ± 1.6	5.5 ± 1.7	5.2 ± 1.1	3.7 ± 1.1

SMB = Sincromate B Superovuladas desde el día 5 de la sincronización.

Control = Día 8.

1X = 400 mg de FSH en 1 inyección subcutánea.

8X = 400 mg de FSH en 8 inyecciones intramusculares.

Cuadro 2. Efectos de la FSH, en vacas con cirugía y sin estro

Respuesta	Todas las vacas		Vacas con cirugía (n 142)		Vacas con estro o sin estro (n 31)	
	Media	D E	Media	D E	Media	D E
No cuerpos l	18.6	14.2	21.9	13.4	3.4	4.2
Embriones	14.0	11.3	16.6	10.7	1.9	3.3
Fertilizados	11.0	8.9	13.0	8.4	1.3	3.1
° Fertilizados	78	25	80	22	59	48

Se palparon 173 vacas con un cuerpo lúteo, el 95 % de estas palpaciones fueron inyectadas con dosis reducidas cada 12 hr por cuatro días con FSH (Shering) por vía intramuscular. En 142 vacas se practicó cirugía por medio de laparotomía ventral media que represento el 82 %, a las 40-53 h, un promedio de 11 huevos fertilizados fueron colectados por donadora, reportado por Brink *et al.* (1994), como se muestra en el cuadro 2.

Respuesta superovulatoria de vacas Rubias Gallegas tratadas por diferentes vías con, 400 mg NIH-FSH^P administrado en dosis sencillas y múltiples, reportados por Fernández, *et al.* (1993). De acuerdo al siguiente cuadro 3.

**Cuadro 3. Respuesta superovulatoria de vacas “Rubias Gallegas”
Tratadas con FSH por dos vías.**

	Inyecciones sencilla SC	Inyecciones múltiple IM
Numero	16	15
Cuerpos lúteos y Foliculos	13.2 ± 1.7	11.4 ± 1.7
Embriones recobrados	10.8 ± 1.9	9.8 ± 1.5
Embriones viables	6.2 ± 2.2	5.8 ± 1.8
Embriones degenerados	2.9 ± 0.9	2.3 ± 1.0
Embriones sin fertilizar	1.2 ± 0.4	1.0 ± 0.3

No hubo una diferencia significativa entre los grupos ($P > 0.05$).
FSH Folltropin.

Aunque la tendencia en el número de la inyección sencilla subcutánea (sc), de Folltropin sobre las dosis múltiples intramusculares (IM) no fueron significativamente diferentes ($P > 0.05$). La inyección sencilla en vacas “Rubias Gallegas” puede ser usada con una respuesta aceptable.

Cuadro 4. Respuesta superovulatoria de vacas Holstein con diferentes dosis por diferentes vías de FSH.

	Dosis múltiples	Dosis sencilla	Dosis 75 : 25
N	12	13 ±	13
Cuerpos lúteos	14.0 ± ± 3.0 ^a	6.4 ± 2.4 ^b	10.5 ± 3.4 ^{ab}
Total de huevos/ Embriones	7.7 ± 1.5 ^a	3.1 ± 1.0 ^b	5.3 ± 1.9 ^{ab}
Embriones fértiles	7.0 ± 1.4 ^a	2.3 ± 0.9 ^b	4.7 ± 1.8 ^{ab}
Embriones transferibles	5.6 ± 1.2 ^a	2.3 ± 0.9 ^b	3.0 ± 1.1 ^{ab}

^{ab} Medias con una diferencia significativa de ($P < 0.05$).

Dosis múltiple de 50 mg de ¹NIH-FSH-P1® c/12 hr por 4 días IM.

Dosis simple de 400 mg SC (única).

Dosis de 75:25 300 mg SC + 100 mg 48 hr después.

Lovie *et al.* (1994); realizaron un estudio con la administración de FSH, por diferentes vías, midiendo la respuesta en la superovulación. El número de folículos presentes en el ovario al inicio del tratamiento superovulatorio no demostró que existieran diferencias entre los grupos, pero si hubo diferencias significativas con dosis múltiples por vía intramuscular ($P < 0.05$) comparado con dosis sencillas por vía subcutánea en las dosis de 75:25 de 300 mg de FSH y

¹ FSH-P1 - Hormona folículo estimulante porcina

seguida de 100 mg de FSH por vía subcutánea 48 hr después, no hubo diferencia significativa con ninguno de los otros grupos (cuadro 4).

Desaulniers *et al.* (1995) realizaron un experimento donde se compararon vaquillas menores de 2 años con un historial bueno con respuestas de más de 6 CL y vacas de 9 a 13 años con respuestas pobres menor de 3 CL; los tratamientos realizados fueron dos con clorprostenol (estumarate) y 500 mg, como luteolíticos, tomándose muestras cada 6 hr para determinar la onda pulsátil de la hormona luteinizante (LH) y además se superovularon con 30 mg de FSH en forma decreciente por vía IM (0/6, 6/6, 4.5/3.5, + 500 mg ¹PGF₂α), donde se mostró una menor respuesta en las vaquillas que en las vacas que produjeron 15.2 ± 2 y las vacas 0.5 ± 0.2 menos.

¹PGF₂α - Prostaglandina F 2 alfa.

Cuadro 5. Respuesta ovulatoria a la concentración hormonal de LH y 17 β estradiol administradas por diferentes vías (Schallenberg *et al.*, 1994).

Tratamiento

	Huevos / embriones		L H Preovulatoria		Estradiol 17 β			
	Total	Infértiles	Dañados	Transferibles	ng/ml	h p. PGF	pg/ml	H P. PGF
Subcutánea I	19.8 \pm 5.1	6.7	4.3	8.8	22.4 \pm 10.5	45.0	50.1 \pm 20.2	45.0
Epidural II	12.4 \pm 9.4	3.4	2.5	6.5	18.9 \pm 10.6	49.1	38.1 \pm 31.6	48.8
(IM) III	15.5 \pm 12.0	5.0	2.4	8.1	17.4 \pm 6.4	46.3	45.1 \pm 19.4	46.7

Los rangos entre la respuesta de los tratamientos I, III vs. II (51.8, 48.0 vs. 84.3 % respectivamente) siendo el segundo tratamiento, más significativo (P> 0.05).

Cuadro 6. Respuesta ovulatoria de vaquillas al, tratamiento con PMSG.

	Numero de CL	Numero de Embriones		Sin fertilizar
		Viables	no viables	
Control	20.5 ± 2.3 ^a	3.4 ± 1.5	1.6 ± 0.7	4.5 ± 1.5 ^a
Experimento	29.6 ± 3.8 ^b	2.3 ± 0.6	2.4 ± 0.6	10.6 ± 3.0 ^b

^{a,b} Media ± SEM con diferente literal en las filas son significativas (P < 0.05).

Vos *et al.* (1995). Realizaron una investigación con veintidós vaquillas tratadas con 2,500 UI de PMSG por vía IM y 15 mg de PGF₂α Prosolvin IM 48 hr antes de la terminación de ¹Folligon®, 11 vaquillas que fue el grupo experimental fueron sincronizadas con Progesterona + Valerato de estradiol, se aplicaron 10 mg de ²GnRH que fue inyectado al remover el implante, y las otras 11 grupo control fueron monitoreadas con RIA cada 8 hr, las tasas recobradas de todos los estados desarrollados de los embriones fue menor en vaquillas experimentalmente (19.0 ± 4.3 %) que los controles (14.4 ± 1.6)con una significancia de (P < 0.05) cuadro 6.

¹ Folligon PMSG = Suero de yegua gestante.

² GnRH - Factor liberador de gonadotropinas.

Cuadro 7. Respuesta de superovulación en vaquillas tratadas con FSH.

Días en que fueron iniciados los tratamientos

	Día -1	Día 0	Día + 1	Día + 2
No. vaquillas	16	16	12	6
Ovulación/vaquillas	9.4 ± 2.0 ^a	11.6 ± 1.5 ^a	3.7 ± 1.0 ^b	6.5 ± 2.3 ^b
Folículos > 7 mm	20.1 ± 3.1 ^a	14.0 ± 1.0 ^b	6.8 ± 1.8 ^c	7.3 ± 2.3 ^c
Proporción que ovularon	14/16 ^a	15/16 ^a	9/12 ^a	6/6 ^a
Embriones recobrados	4.4 ± 0.8	-----	4.9 ± 0.9	-----

Las medias con literales diferentes, son significativas ($P < 0.05$).

Adams (1994) por medio de dos experimentos con Folligon en vaquillas encontró los siguientes resultados. La respuesta superovulatoria de vaquillas tratadas con Folligon (PMSG), donde se combinaron los 2 experimentos, teniendo como hipótesis del funcionamiento de las hormonas en diferentes ondas foliculares antes y después del celo, dándonos como resultado que al agrupar el día+1 y el día 0 como onda folicular 1 contra la onda folicular 2 que corresponde a los días +1 y día +2 se encontró lo siguiente, que el número de ovulaciones inducidas son (6.6 ± 1.0 vs 8.2 ± 1.7) en la onda folicular 1 y el número de embriones recobrados (4.4 ± 0.8 vs 4.9 ± 0.9) cuadro 7.

Dolman *et al.* (1995). Desarrollaron un experimento viendo la respuesta a la superovulación, donde se realizó una modificación de los métodos convencionales de lavado, por medio de un aspirador modificado para realizarlo *in situ*, el recobro de los folículos para ver si se afectaba la respuesta a la superovulación subsecuente. Se realizaron un experimento de acuerdo al cuadro número 15 obteniendo resultados mayores a las cuatro semanas.

Cuadro 8. El efecto de la hormona del crecimiento recombinante bovina ¹(rbGH)® como pretratamiento sobre la respuesta superovulatoria con FSH en vaquillas.

	Rango de ovulación	No. Embriones Total.	No. de embriones Transferibles	(%) de embriones transferibles
Control	10.8 ± 1.7 ^a	4.5 ± 0.8 ^a	3.1 ± 0.7 ^a	68.8 ^a
RbGH	18.6 ± 2.0 ^b	8.1 ± 1.2 ^b	7.4 ± 1.3 ^b	91.4 ^b

^{ab} Valor entre columnas con diferente literal difiere significativamente (P<0.01).

Gong *et al.* (1995), observaron la respuesta de la superovulación con un tratamiento previo de hormona del crecimiento recombinante bovina, más tratamiento de superovulación con FSH en vaquillas. Con lo cual noto que la hormona del crecimiento recombinante bovina (rbGH) en vaquillas aumenta la respuesta del número de ovulaciones al ponerla como un tratamiento previo a la FSH.

Cuadro 9. Efecto de la hormona FSH-p con baja y alta concentración de LH, en vaquillas. Kelly *et al.* (1995).

	1F	8F	1P	10P
No. vaquillas	23	21	21	22
CL	10.5 ^a	17.7 ^c	22.6 ^b	23.3 ^b
Tamaño del folículo (>10mm)	1.5 ^a	3.3 ^c	4.8 ^b	4.1 ^c
E. recobrados	5.7 ^a	12.2 ^b	13.6 ^b	16.4 ^c
Grado 1 y 2	2.2 ^a	5.5 ^b	2.6 ^a	3.8 ^c
Grado 3	1.0 ^a	2.7 ^b	1.3 ^a	2.7 ^b

1F = Folltropin, inyección atrás del hombro sc/4 días

8F = Folltropin, Inyección IM /4 días.

1P= Pluset, inyección de 1,000 UI simple por vía subcutánea.

10P = Pluset, inyección IM, en dosis de 1,000 UI por 5 días,

(Folltropin, FSH con baja concentración de LH y Pluset FSH/LH = 1).

^{abc} Las medias dentro de los renglones con literal diferente (P< 0.05).

Kelly *et al.* (1995). Probaron diferentes vías de administración y tipo de gonadotropinas en la respuesta ovulatoria en vacas destinadas a la producción de carne, la aplicación de Folltropin (FSH con baja concentración de LH) en la

aplicación IM, rindió mayor número de C.L. que la aplicación subcutánea (17.7 vs 5.7), folículos más desarrollados (3.3 vs 1.5), mayor número de embriones recobrados (12.2 vs 5.7) y mayor calidad de embriones de grado 1 y 2 (5.5 vs 2.2) (cuadro 9). De igual modo, la aplicación de Pluset en donde la relación FSH/LH = 1, rindió mejores resultados en todos los parámetros antes descritos cuando la aplicación fue por vía IM comparada con vía subcutánea. Además el Pluset resulto en general mejor que Folltropin, excepto para calidad de embriones de grado 1 y 2 donde la aplicación IM de Folltropin fue mejor que la aplicación IM de Pluset (5.5 vs 3.8).

Cuadro 10. Efecto de diferentes preparaciones de gonadotropinas de diferentes países, sobre la respuesta superovulatoria en vacas Holstein. (Larocca *et al.*, 1995).

Gonadotropinas.	n	CL	Total Embriones	E. Transferidos	%
¹ Folltroopin	44	7.3 ^{ab}	6.2 ^{ab}	3.2 ^a	48.9 ^a
² FSH-p	66	8.8 ^a	7.5 ^{ab}	2.9 ^a	39.5 ^a
³ Laborclin (FSH-p)	84	8.9 ^a	8.5 ^a	4.2 ^a	49.1 ^a
⁴ FSH-p (Altrin)	29	7.7 ^{ab}	6.5 ^{ab}	3.2 ^a	48.9 ^a
⁵ Folitropina	26	7.4 ^{ab}	4.5 ^b	3.1 ^a	70.0 ^b

^{ab} Los valores en las mismas columnas con diferente literal son diferentes (P<0.05).

¹ Folltropin® (Verterpharm Inc. Canada. lote 121A).

² FSH-P® (Sherig Plough Corp. USA. lote 596 A90).

³ Laborclin® (Lab. Laborclin. Brazil. lote 01/91).

⁴ Altrin® (Antrin. Japon. lote 512241).

⁵ Folitropina® (Lab Elea. Argentina. lote E6017).

Larocca *et al.* (1995) evaluaron diferentes preparaciones de gonadotropinas, la investigación se llevo a cabo con 276 colecciones en un centro comercial de transferencias de embriones, analizándose 5 productos comerciales de diferentes partes del mundo. No se observo diferencia estadística ($P > 0.01$) en el número de cuerpos lúteos y porcentajes de embriones transferibles con lo que se puede recomendar cualquiera de los productos utilizados mostrado en el cuadro 10.

Cuadro 11. Efecto de $PGF_2\alpha$ en diferentes programas de superovulación usando PMSG o FSH en vaquillas sincronizadas con SMB.

	Degenerados	Sin fertilizar	Cuerpos lúteos palpado	óvulos recobrados	Embriones viables
St 1	19.9	15.7	8.7	6.7	4.2
St 2	18.1	21.6	12.0	9.3	5.9
St 3	23.8	20.0	4.3	3.7	2.3
St 4	18.1	28.2	8.6	6.9	3.6

En 137 vacas tratadas, se encontró una diferencia significativa ($P < 0.05$ entre St3 y los otros grupos).

ST1 = PMSG + $PGF_2\alpha$.

ST2 = FSH + $PGF_2\alpha$.

ST3 = SMB + PMSG + $PGF_2\alpha$.

ST4 = SMB + FSH + $PGF_2\alpha$.

Almeida (1987); realizó un experimento utilizando 4 tratamientos superovulatorios. En el tratamiento ST1 se aplicaron 3.000 UI de PMSG a la

mitad del ciclo y 2 días antes de terminarlo inyectando $\text{PGF}_2\alpha$. Un segundo tratamiento (ST2) consistió en realizar la superovulación por medio de FSH con 40 mg 2 veces al día por 4 días en forma decreciente empezando a la mitad del ciclo estrual e inyectando $\text{PGF}_2\alpha$ en la mañana del día 3 del tratamiento superovulatorio. También se utilizó un tercer tratamiento (ST3) que contemplo la sincronización con SMB (Syncromate B) por 9 días + una inyección de PMSG 3,000 UI el día 7 de la sincronización y una inyección de $\text{PGF}_2\alpha$ al inicio del tratamiento, en el cuarto tratamiento (ST4) se utilizó SMB por 9 días como sincronizador de estro siguiendo el mismo esquema del tratamiento ST2. En todos los tratamientos se realizó el lavado al séptimo día de la I A, en total se trataron 137 vacas de las cuales 115 (89.9 %) mostraron resultados superovulatorios. El tratamiento de PMSG + $\text{PGF}_2\alpha$ en vaquillas sincronizadas con SMB mostró el menor número de embriones recobrados (2.3), de óvulos recobrados (3.7) y de cuerpos lúteos (4.3), siendo diferente ($P < 0.05$) a los tratamientos ST1, ST2 y ST4 (Cuadro 11).

Cuadro 12. Efecto de concentración de FSH en suero alterado sobre la respuesta ovarica a la superovulación. Lussier y Carruthers. (1987).

Tratamiento Grupo	Cuerpos lúteos	Foliculos sin ovular largos	Foliculos sin ov pequeños
I Control, (n = 9)	10.9 ± 1.9	2.2 ± 0.5	25.6 ± 3.8
II FSH-p (n = 8)	7.4 ± 3.7	3.4 ± 0.9	20.9 ± 3.2
III bFF ¹ (n = 9)	4.2 ± 2.4	2.0 ± 0.8	17.6 ± 2.0

Foliculos sin ovular > de 5 mm. (Largo).

Foliculos sin ovular < de 5 mm. (Corto).

I. Control a base de suero salino con 7 ml por vía sc.

II. FSH-p (0.5 mg IM) a 4, 3, 2, 1 mg IM. Y colprostenol (PGF₂α) 500 µg al tercer día

por la mañana.

III. Extracto bovino de Fluido Folicular (bFF) 7 ml por vía sc.

Lussier y Carruthers (1987), probaron el efecto de la FSH_p (porcina) y el extracto bovino de fluido folicular (bFF) sobre la superovulación de vaquillas sincronizadas con doble dosis de Clorprostenol aplicado por vía IM 11 días aparte. Los tratamientos antes mencionados fueron comparados contra un testigo (suero salino fisiológico). No se observó diferencia ($P > 0.05$) entre FSH_p y bFF sobre el número de CL, número de foliculos grandes (> 5 mm) no ovulados y número de foliculos pequeños ($P < 5$ mm), cuando FSH_p y bFF se compararon con el testigo, los tratamientos mostraron disminuir la respuesta superovulatoria ($P < 0.05$) cuadro 12.

Gray *et al.* (1993). Por otro lado reportan resultados en la colección de embriones para vacas tratadas con BST (somatotropina bovina) o placebo combinado con FSH-P donde no se observó una diferencia significativa al ($P > 0.05$).

Crister *et al.* (1980) colectaron un promedio de 6.4 ± 0.9 embriones en vaquillas Holstein. Mientras que Donaldson, (1983), recobro 10.1 ± 8.8 embriones con una media de 5.4 ± 6.1 de transferibles. Lindsell (1985), menciona 13.3 y 7.2 de embriones colectados y transferibles, respectivamente, en ganado Holstein.

Cuadro 13. Efecto de PMSG y FSH-p, sobre la respuesta ovarica en el número de embriones recobrados y transferibles .

Gonadotropina	Ovocitos y embriones recolectados Promedio \pm DS	Embriones transferibles Promedio \pm DS	Autor/es
PMSG (25000 UI) + anti PMSG	5	4	Kim <i>et al.</i> (1988)
FSH-p ¹ (28 mg)	5	3	
FSH-p ² (400 mg) Purificada	4	2	
PMSG (3000 UI)	7 \pm 2	4 \pm 1	Mapletoft (1980)
FSH-p (40 mg)	9 \pm 2	6 \pm 1	
PMSG (2500 UI)	6 \pm 6	3 \pm 5	Monniaux <i>et al</i> (1983)
FSH-p (50 mg)	9 \pm 7	4 \pm 4	
PMSG (300UI)	NR	5.	Foote <i>et al</i> (1989)
PMSG (3000 UI) + anti PMSG	NR	9 _b	
FSH-p (32 mg)	NR	5.	

1 Burns- Biotec, Oakland, CA.

2 Folltropin[®], Veterpharm, Ontario

NR: No registrado.

La literatura científica muestra resultados muy variables del efecto de gonadotropinas sobre la respuesta ovulatoria, sobre todo en el número de embriones transferibles, se han argumentado diferentes efectos como son: la edad de las donadoras, el número de programas anteriores, la sobre estimulación hormonal etc. (Palma y Brem, 1993).

Bearden *et al.* (1980). Superovularon y transplantaron embriones. En un estudio con 40 donadoras colectaron un promedio de 7.9 óvulos por el método no quirúrgico, de 60 a 70 % de óvulos obtenidos, pueden ser embriones normales.

En trabajos realizados en transferencias de embriones en la U.N.A.M. el mayor porcentaje de recuperación de embriones es de un 67% (Córdoba, 1986).

4.3 El impacto de la transferencia de embriones sobre el índice de ganancia genético, para machos y hembras.

4.3.1. Pruebas de progenie para madres de toros y de hembras de reemplazo.

La intensidad de selección incrementada por la transferencia de embriones podría potencialmente incrementar el mérito genético de madres de toros en un 17 % cuando se aplican a la producción de toros para pruebas de progenie.

Los beneficios adicionales podrían consistir en incremento en la disponibilidad de hermanas de éstos toros. El mérito genético de las madres de las hembras de reemplazo se incrementa más que el mérito genético de las madres de los toros con transferencia de embriones, sin embargo los costos actuales de la transferencia de embriones limitan su aplicación a las hembras

de remplazo cuando la producción incrementada es la fuente principal del ingreso agregado. Por lo tanto la selección en masa, tomando como base el comportamiento individual y al pedigrí produce un índice más alto de ganancia genética por año que las pruebas de progenie de las hembras.

La aplicación de la transferencia de embriones a los esquemas de selección es para múltiples características y pueden resultar beneficiosos (McDaniell *et al.* 1981).

Nos dice Powell (1981) que la transferencia de embriones ofrece oportunidades y problemas especiales en genética. En la evaluación genética, puede no existir una adecuada selección de donadoras que es de una considerable importancia. La mayor precisión en la evaluación de vacas puede conseguirse por medio de la transferencia de embriones con informaciones disponibles de 4 a 6 años después de que la vaca fue seleccionada como una donadora. Los índices son derivados para añadir información de hijas, hijos o nietos de la vaca, para formar una selección teóricamente más precisa. Debido a la verosimilitud del tratamiento no aleatorio de las hijas, si se añaden más datos de las vacas hará los resultados menos dependientes de la precisión de cualquier fuente. Las donadoras y los toros de servicio usados en la transferencia de embriones no tienen la

superioridad genética para producción que proporcionaría más que un ligero incremento en el progreso genético. Así como la transferencia de embriones puede ofrecer innovadoras oportunidades, con programas eficientes en la selección de progenitores y donadoras, con esto se buscará la superioridad genética que nos proporcionará un ligero incremento en el progreso genético de ellos mismos y un incremento genético mayor en la heterosis.

En un experimento realizado por Vanderboom *et al.* (1991), en Arizona, en un programa intensivo con inseminación artificial, de producción de leche por seis años por vaca por lactación se obtienen aproximadamente 18,000 libras lográndose un incremento a 21,240 libras por año y mientras en un programa de transferencia de embriones se obtuvieron 22,900 libras por hembra por lactación y al ser sexados los embriones el incremento genético fue mayor de alrededor de 23,990 libras por vaca por lactación en el mismo intervalo de tiempo que las otras técnicas de cruzamiento. El sexado de embriones determina el progreso en el manejo de crías por medio de esta técnica aunque es muy costosa todavía para la función comercial generalizada, dentro de los riesgos que se pueden suscitar en el sexado está la muerte del embrión y por lo tanto el ganadero cargaría con los gastos. Se establece que el riesgo en la transferencia de embriones sexados es la misma que en la transferencia rutinaria sin embargo, esta se incremento de un 10

% más y por otro lado se ha determinado que esta prueba puede tener una exactitud de un 95 % citados por (Ahlam *et al.* 1995).

Mejoramiento genético tradicional.

Las tasas anuales de mejoramiento genético son determinadas por cuatro factores: intensidad de selección (una función de la proporción seleccionada), la precisión de selección (la correlación entre el valor del “breeding” estimado y verdadero), la desviación estándar genética (variabilidad genética) y el intervalo generacional. El periodo entre el nacimiento de un animal y un nacimiento de su descendencia. Estos factores afectan el mejoramiento genético como se muestra en la siguiente formula de Rendel y Robertson, (1950).

$$\text{Mejoramiento genético anual} = \frac{(\text{intensidad de selección})(\text{precisión de selección})(\text{DS genética})}{\text{Intervalo generacional}}$$

Para predecir el mejoramiento genético anual de una población por medio de esta formula se estimaría por cuatro rutas de selección: padres de toros (SB), padres de vacas (SC), madres de toros (DB) y madres de vacas (DC).

La inseminación artificial (IA) ha sido la biotecnología más exitosa y de menor costo que ha contribuido para lograr el mejoramiento genético para ganado en el rendimiento lechero, esto es de 1.0 – 1.5 % de la media por año por vaca (Smith, 1984). Debido a que la IA mejora dramáticamente las tasas reproductivas de machos, las rutas de selección de SB y de SC proporcionan la mayoría del mejoramiento genético debido a que los toros pueden ser intensamente seleccionados. Aun más, con información de 50 o más hijas, la precisión de selección es muy alta, estos factores son los mayormente responsables de la popularidad de las pruebas de progenie en los esquemas de mejoramiento para ganado destinado a la producción de carne o leche. La ruta de DB es también importante porque únicamente una pequeña fracción de la población de hembras es necesaria para producir la siguiente generación de sementales, y de este modo, la intensidad de selección puede ser muy alta, sin embargo, debido a que existen limitaciones de las hembras bovinas, su número de progenie es limitado, y la presencia de selección es baja, (menos del 0.7 %). Aun más, la simulación computarizada ha mostrado que, con tratamientos preferenciales de ciertas hembras, la precisión de selección puede ser aun más reducida de un (25 a 39 %); finalmente, la ruta tradicional DC contribuye poco al mejoramiento genético debido a un

mínimo de desecho voluntario de hembras, propiciando una muy baja selección y un intervalo generacional grande.

La transferencia de embriones en la ruta de selección madre – toro (DB), a sido ampliamente usada debido a que más toros pueden ser obtenidos de las mejores vacas. La ruta DC puede también ser mejorada con el uso más intensivo de la transferencia de embriones, pero al menos que los costos sean reducidos al mismo nivel que la IA el procedimiento de OMTE puede no ser económicamente viable. El uso de clonación de embriones combinado con un sexado no muy costoso, podría incrementar la intensidad de selección DC y reducir los costos de la transferencia de embriones para producción de reemplazos (Lhouis, 1995).

La transferencia de embriones ha sido la más poderosa herramienta para el mejoramiento genético animal desde la implementación de la inseminación artificial. Varios países como U.S.A., Canadá Nueva Zelanda, Australia, Sudáfrica, etc., han incorporado la técnica de OMTE dentro de las pruebas de pro genie para incrementar el mejoramiento genético en ganado destinado a la producción de leche o carne. Para citar un ejemplo, el equipo de mejoramiento genético de Canadá, planea obtener 55 familias de hermanos completos. con un 19 % más corto intervalo generacional que las

pruebas de progenie actuales. Los programas de computación simulados predicen una tasa de mejoramiento genético de 8 a 9.8 % más altas que las pruebas convencionales. Con la selección de machos juveniles, así como, adultos y hembras con un grupo de mejoramiento, se predice una ventaja de 12 a 22 % de incremento en mejoramiento genético (Lohuis, 1995).

El propósito de la evaluación de la técnica OMTE en México es determinar si contamos con los argumentos necesarios para su incorporación en los esquemas de mejoramiento o si por el contrario la técnica OMTE se aplica sin una finalidad de mejoramiento animal.

4.4 Algunos de los métodos utilizados en la técnica de superovulación.

Se han planteado algunos esquemas para llevara a cabo la superovulación en el ganado bovino y uno de ellos es el presentado por (Holy, 1983).

La FSH^P tiene una duración de aproximadamente 5 hr por lo que es preciso aplicarla cada 12 hr durante cuatro a cinco días y las dosis pueden variar de entre 20 a 60 mg y puede administrarse en forma constante o decreciente durante cuatro o cinco días, y aunque la administración de ésta hormona en los tratamientos superovulatorios parece ser mejor que las otras

puede ser variable debido a factores tales como raza (Chupin *et al.* 1985,) edad (Donaldson *et al.* 1983) y Ozil *et al.* (1980), estado lactacional (Brand *et al.* 1978 y Hastler *et al.* 1983), estado nutricional (Dunn 1980), superovulaciones anteriores, anticuerpos circulantes Hansen, (1985) y Stephan (1985), medio ambiente Gordon *et al.* (1987) y el grado de contaminación de la hormona LH en la producción de la FSH (Martínez *et al.*, 1995).

Cuadro 14. Método para realizar la superovulación según Holy, 1983. Por el método decreciente de la dosis de FSH.

Día 10	a.m. 5 mg de FSH p.m. 5 mg de FSH.
Día 11	a.m. 4 mg de FSH p.m. 4 mg de FSH.
Día 12	a.m. 3 mg de FSH p.m. 3 mg de FSH.
Día 13	a.m. 2 mg de FSH +4 cc PGF ₂ α p.m. 2 mg de FSH.
Día 14	a.m. 2 mg de FSH p.m. 2 mg de FSH.

En las vacas lactantes y vacas de carne de gran tamaño, se recomienda la dosis de FSH en un 50 % mayor de lo normal. El estro aparece 48 hr después de la aplicación de la PGF₂α.

Cuadro 15. Esquemas de superovulación propuestos por Donaldson, (1982).

DIA	PROCEDIMIENTO
0	 ESTRO
10	← PMSG
12	← PGF ₂ α
14	 ESTRO INSEMINACION ARTIFICIAL
20	← CUERPO LUTEO

Donaldson, 1982 propone en el instituto de Río Vista San Antonio diferentes esquemas de superovulación en dosis decrecientes que varían de 28 mg, 40 mg, 52 mg y 60 mg para inyectarse por la mañana y por la tarde con lapsos de 11 a 12 hr y son los siguientes 3/3,2/2, 1/1 y 1/1; 4/4, 3/3, 2/2 y 1/1; 5/5, 4/4, 3/3 y 2/2; y por ultimo 6/6, 5/5, 3/3 y 1/1 respectivamente, aplicándose estos tratamientos en el día 9 a 13 del ciclo estrual de la donadora cuadro 15.

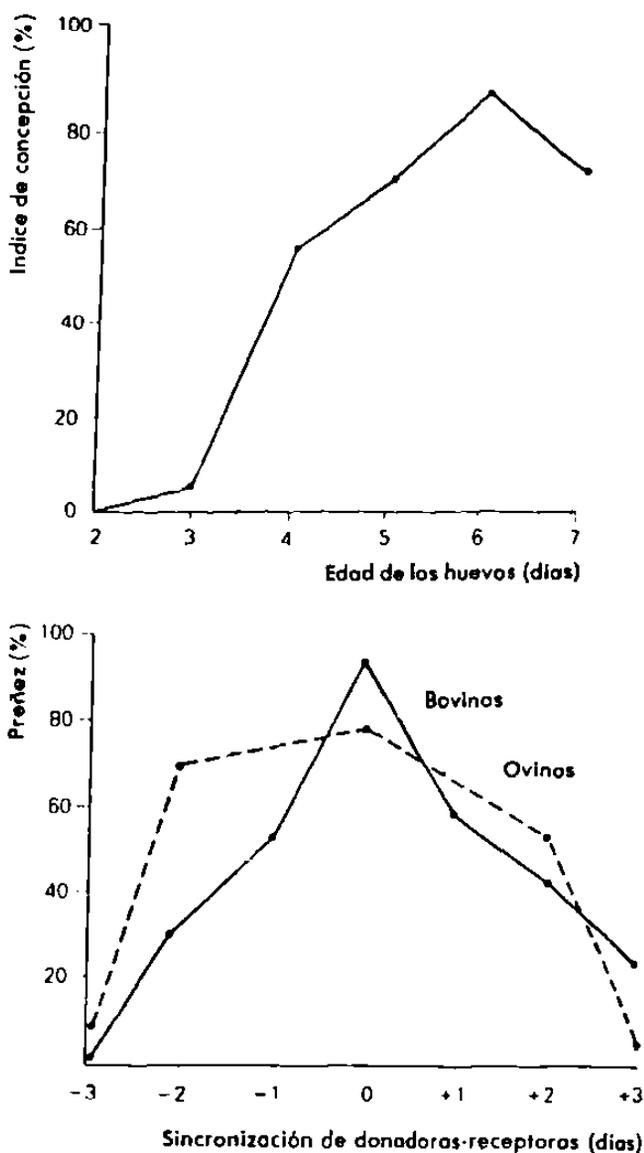


Figura No. 1. Los índices de concepción en técnicas de transferencia de embriones (arriba), tasas de preñez por sincronización de donadora y receptora (abajo).

Los índices de concepción óptimo después del trasplante de embriones en bovinos, obtenidos con blastocitos de seis días de edad. No hay duda de que la selección de embriones para trasplante contribuye al índice de éxitos

en esta etapa. La importancia de la sincronía es estrecha en los ciclos estruales de la donadora y la receptora para lograr tasas de concepción elevados después del trasplante de embriones (Hunter, 1982).

El efecto superovulatorio depende también de la calidad del producto hormonal y de la relación entre la hormona FSH y la contaminación de la hormona LH Menzer *et al.* (1979). En la PMSG su aplicación es individual dependiendo de la raza, el peso corporal, edad, y estado postparto en la época del año, del nivel y calidad de nutrición y de otros factores.

En general se puede colectar el 60 al 100 % de óvulos en relación con el número de cuerpos amarillos, de estos solo el 65 al 70 % se encuentran fecundados (Elsden *et al.*, 1986).

4.5 Clasificación de los estadios de los embriones.

Las calidades de los estadios que se evaluaron para ser transferidos fueron los siguientes:

Cuadro 16. Tipo de evaluación en los embriones.

ESTADIO		CALIDAD	
1.-	Ovulo	1.-	EXCELENTE
2.-	2 - 8 células	2.-	BUENO
3.-	Mórula temprana	3.-	REGULAR
4.-	Morula compacta	4.-	NO TRANSFER.
5.-	Blastocito joven		
6.-	Blastocito maduro		
7.-	Blastocito expandido		
8.-	Blastocito eclacionado		

Los embriones en los estadios 1, estos son iniciado entre las 36 y 48 hr, en el caso del estadio 2 se lleva a cabo en el tercer día de la formación del embrión para el 3, que cuenta ya con alrededor de 16 células y se forma por el día cuatro se les considera como un embriones no transferibles. Los embriones en los estadios 4 que son embriones que cuenta con 32 a 64 células y es formado por el día 4 o 5, en el quinto estadio que es conocido también como blastocito joven o temprano ya cuenta con 160 células y su formación se da alrededor del día sexto o séptimo día, para los estadios 6 o 7 que son formados alrededor de los días

sexto al octavo día y se les conoce como blastocito maduro y expandido ya cuentan con 200 células, y pueden ser transferibles dependiendo de su calidad excelente, buena o regular para el blastocito en eclosión puede ser transferido en fresco siempre que su calidad sea excelente. (CEMEGEN, 1988 - 1992).

La mórula temprana, se refiere a una agrupación o masa de células que tienden a ser esféricas, en las cuales se pueden observar individualmente los blastómeros, la cuenta celular es difícil. La masa celular ocupa el 80 % del espacio perivitelino.

La mórula madura, su principal característica es la compactación de la masa celular y sus blastómeros son de forma poligonal. En la periferia de la masa celular las células son esféricas. La observación individual de los blastómeros es imposible, la masa celular ocupa el 60 % o el 70 % del espacio perivitelino.

Blastocito temprano, Es un embrión que se encuentra en una fase compacta y en su interior se empieza a formar una cavidad interna conocida como blastocele. El blastocito tiene una apariencia de anillo y ocupa de un 70 a 80 % del espacio perivitelino. La diferencia entre el trofoblasto y la masa celular es apreciable. El blastocele abarca menos del 50 % de la masa celular del embrión.

Blastocito maduro, se caracteriza por una pronunciada diferenciación en las células del trofoblasto (que se alarga y se extiende en toda la periferia del

embrión) y el disco embrionario que es una masa muy pequeña de color muy oscuro y más compacta. El blastocele abarca más del 50 % de la totalidad del embrión y el embrión ocupa el 90 % del espacio perivitelino.

Blastocito expandido, algo que lo caracteriza es el aumento en el diámetro del embrión, así como el adelgazamiento de la zona pelúcida (hasta un tercio del grosor normal) y la ocupación del 100 % del embrión en el espacio perivitelino, en algunas ocasiones se pueden colectar embriones que se colapsan con pérdida total o parcial del blastocele, sin embargo su zona pelúcida queda sin modificarse (adelgazada).

Blastocito en eclosión, en esta fase de desarrollo el embrión tiene fisurada la zona pelúcida por donde eclosiona paulatinamente hasta salir totalmente de ella. El embrión puede tener la forma esférica de un blastocito expandido o bien estar colapsado.

4.5.1 Clasificación de las estructuras recobradas.

Elsden *et al.* (1986) clasifican los embriones de bovinos en 11 estadios (figura 2) y presentan los días post-estro en que normalmente se pueden encontrar cada uno de ellos.

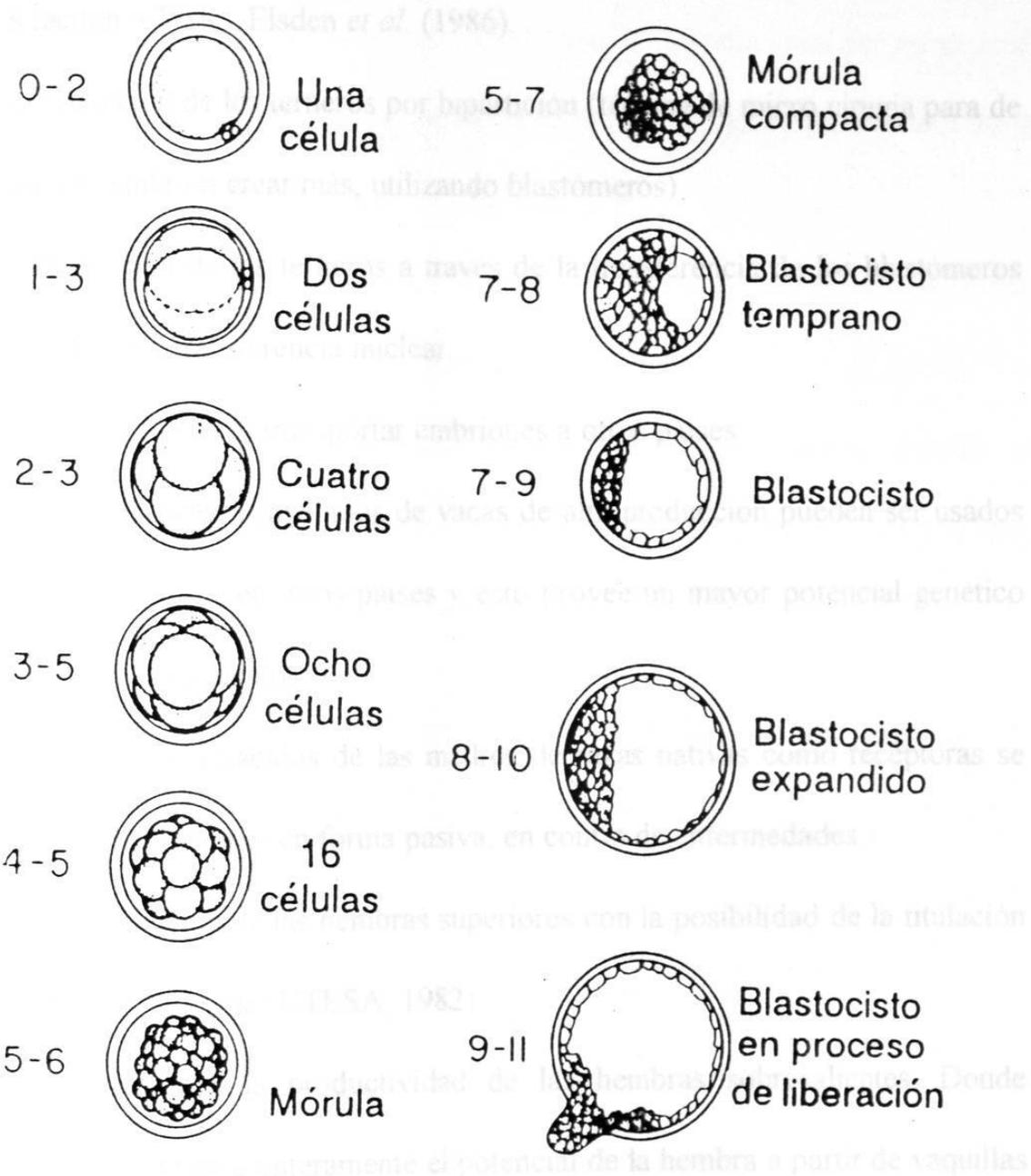
Figura 2. Diagrama de embriones bovinos *Elsden. et al., (1986).*

No.	Descripción	Días post-estro
		normalmente encontrados
1	1 célula	0 – 2
2	2 células	1 – 3
3	4 células	2 – 3
4	8 células	3 – 5
5	16 células	4 – 5
6	Mórula temprana	5 – 6
7	Mórula compacta	5 – 7
8	Blastocito temprano	7 – 8
9	Blastocito tardío	7 – 9
10	Blastocito expandido	8 – 10
11	Blastocito protruido	9 – 11

Las calidades de los estadios que se evaluaron para ser transferidos fueron los siguientes:

4.6 Ventajas de la técnica de la transferencia de embriones.

- Control de los terneros por medio de diagnóstico del sexo por medio de la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa, (Polimerasa Chain



4.6 Ventajas de la técnica de la transferencia de embriones.

- Control de los terneros por medio de diagnóstico del sexo por medio de la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa, (Polimerasa Chain Reaction = PCR), Elsden *et al.* (1986).
- Producción de los terneros por bipartición (técnica de micro cirugía para de un solo embrión crear más, utilizando blastómeros)
- Producción de los terneros a través de la transferencia de los blastómeros aislados por transferencia nuclear.
- La posibilidad de transportar embriones a otros países.
- Los embriones congelados de vacas de alta producción pueden ser usados en otros hatos y en otros países y esto provee un mayor potencial genético para el mejoramiento.
- Los becerros nacidos de las madres de razas nativas como receptoras se encuentran inmunes en forma pasiva, en contra de enfermedades.
- Multiplicación de las hembras superiores con la posibilidad de la titulación de la descendencia (UTESA, 1982).
- Se multiplica la productividad de las hembras sobresalientes. Donde Podemos explotar enteramente el potencial de la hembra a partir de vaquillas prepúberes.

- Se acorta el intervalo entre generaciones mediante la superovulación de hembras púberes y el trasplante de los embriones a receptoras adultas, (Powell, 1981).
- Se ha logrado incrementar el número de embriones en becerras, y cuando se practique en forma rutinaria acortará el intervalo generacional por un año más.
- Permite la incorporación de nuevas razas y líneas genéticas a regiones donde las leyes prohíben la importación de animales.
- Una fuente de recursos en los ingresos en la venta de criadores de razas puras tanto en becerros como becerras.
- El liberarlos de enfermedades indeseables en el mundo debido al procesamiento y selección en la procedencia del semen y el embrión (Holy, 1983).

4.6.1 Desventajas de OMTE.

- La propagación del ganado con baja fertilidad y producción, si los méritos de un animal en particular se basan en criterios de animales elite.
- Bajo las circunstancias actuales todavía el costo es prohibitivo para regiones donde se lleva un manejo extensivo por detalles técnicos.
- El tratamiento prolongado con hormonas proteicas (PMSG Y FSH) induce a la formación de anticuerpos Jainudeen *et al.* (1966). Y los animales se vuelven

resistentes a la hormona, Foote *et al.* (1970). Si se permite que la donadora conciba entre tratamiento se disminuye la incidencia del problema inmunológico de la hormona (Tervit, 1974).

- Aumento de los problemas reproductores, en vacas que tuvieron gemelos.
- Aumento en la frecuencia de ovarios quísticos cuando se utiliza F S H exógena, en particular en la forma de P M S G, se debe esperar una frecuencia de ovarios quísticos.

4.7 Dosis de espermatozoides para la fertilización del embrión

Aproximadamente el 70 % de los espermatozoides permanecen en la vagina de la vaca, solo un 30 % penetra en el cuello. La mayor parte de estos se quedan en el cuello, pues solo el 10 % llega al interior del útero y apenas el 1 % penetra en el oviducto una hora después de inseminar o de la monta natural; la mayor concentración de espermatozoides en el oviducto, se observa 8 hr después de la inseminación o la monta natural, pues su número disminuye a partir de ese momento; (Dobrowolski *et al.*, 1970), se estima que el número de espermatozoides que llegan al sitio de la fecundación fluctúa entre 4, 200 y 27, 500, (Blandau, 1973).

**Cuadro 17. Calidad del embrión por dosis de semen
en vacas y vaquillas.**

Dosis Tamaño	n	total de Embrión	Fertilizados %	Transferidos %
20 X 10 ⁶ (0.25 ml)	24	215	201 93.5	128 85.3
50 X 10 ⁶ (0.25 ml)	24	202	182 90.1	76 67.2
50 X 10 ⁶ (0.50 ml)	30	231	194 84.0	124 72.5
100X 10 ⁶ (0.50 ml)	25	206	176 85.4	112 80.5

Por otro lado (García *et al.*, 1994) en un experimento realizado en 103 vacas y vaquillas con respecto a la calidad y concentración del semen demostró que con dosis de una concentración de 20 X 10⁶ en pajillas de 0.25 ml es satisfactoria para su uso según cuadro 17.

Muchos espermatozoides penetran en las abundantes criptas que forman los pliegues y permanecen ahí hasta que se liberan o son fagocitados (Jazcazak *et al.*, 1972).

Una vez que los espermatozoides pasan por el cuello uterino y penetran en el útero, el miometrio se convierte en el principal factor de transporte. Durante el

celo, el miómetrio se contrae en repetidas veces en presencia de estrógenos y secreción de oxitocina gracias a las contracciones, los líquidos secretados por el tracto reproductivo y los espermatozoides son mezclados y empujados hacia el oviducto (Zerobin *et al.*, 1972).

4.7.1 Proceso de capacitación del esperma.

En el oviducto ocurren dos procesos, la capacitación de los espermatozoides y la fertilización del óvulo.

Capacitación, se sabe que la capacitación es llevada a cabo en el ístmo del oviducto, donde los componentes de la superficie del espermatozoide son modificados o eliminados por las secreciones del aparato genital, la bicapa de fosfolípidos se desestabiliza y se permite la activación del acrosoma, tales cambios incluyen la disminución de colesterol en la superficie del espermatozoide, alteración de los glucosaminoglicanos y cambios en los iones a medida que el espermatozoide penetra en el tracto del oviducto, en síntesis la capacitación consiste en cambios acrosómicos necesarios para la penetración del espermatozoide al óvulo (Hafez, 1984).

Zerobin (1972) efectuó investigaciones en ratas y conejos, descubrieron que los espermatozoides deben permanecer por varias horas en el aparato reproductor de la hembra, antes de adquirir la capacidad de fecundar el óvulo.

Se ha demostrado que las mayores tasas de concepción se obtiene cuando la vaca es inseminada de 12 a 20 hrs antes de la ovulación y la principal transformación de los espermatozoides se da en el acrosoma después de la capacitación (Bedford, 1970).

Se han añadido diferentes compuestos para incrementar las tasas de concepción, Hafs *et al.*(1974) añadió amilaza al semen en un programa de OMTE, esta es una enzima que se encuentra presente en el camote o boniato, para mejorar la capacitación; los resultados de la concepción fueron mayores en un 2 a 4 % que en el semen no tratado.

4.7.2. Proceso de fertilización del óvulo.

La fecundación requiere de tres pasos críticos 1). Migración de espermatozoides entre cúmulos de células (si están presentes). 2). Unión y migración del espermatozoide a través de la zona pelúcida y 3). Fusión de la membrana plasmática de espermatozoide y óvulo. La unión de la cabeza del espermatozoide con la zona pelúcida parece estar regulada por sitios

receptores en la zona superficial. La penetración del espermatozoide a la zona es lleva a cabo en un lapso de 15 minutos Hafez (1984)

Los líquidos fluyen sobre todo hacia el extremo ampular después de la ovulación debido a la presencia de estrógenos, cuando la dirección se invierte hacia la unión uterotubarica y el óvulo se desplaza hacia el útero hasta después de la fecundación (Belven *et al.*, 1968).

Para que se lleve a cabo la fertilización del óvulo existen unas barreras que se interponen a las células externas del óvulo, a medida que el espermatozoide se acerca al óvulo, después de capacitado, el acrosoma es capaz de secretar una enzima llamada hialuronidaza que digieren las uniones existentes, según Baker (1989). Aunque también existen otras, Brown (1975).

Las reacciones químicas que ocurren entre las sustancias del espermatozoide y las de la zona pelúcida forman una barrera que impide la penetración de otro espermatozoide. La membrana vitelina, es delgada y la última que se opone a la penetración del espermatozoide, en este instante ocurre un sellado en la membrana vitelina, llamado también bloqueo vitelino, el cual impide también la penetración de otros espermatozoides (Guyton, 1966).

La formación de los pronucleos, es por la penetración de la membrana vitelina que da el estímulo necesario para completar la segunda metafase, anafase y telofase y la formación del pronucleo femenino el cual tiene 1n cromosomas, la cabeza del espermatozoide comienza a agrandarse y poco a poco se separa de las membranas y la cola para dar parte a la formación del pronucleo masculino.

La singamia, es cuando los pronucleos masculino y femenino emigran uno hacia el otro y se fusionan y luego se da la organización de los cromosomas. En esta situación, al núcleo recién formado y el citoplasma que lo rodea se le considera un cigoto. La segmentación es dada cuando el cigoto forma dos blastómeros las cuales son hijas de menor tamaño. Las primeras divisiones ocurren sin cambio en la masa, pero el número de células se incrementa.

El cigoto sigue dividiéndose para formar un conglomerado de células, que se le conoce como mórula; esta se transforma en una esfera hueca, denominada blastula, mientras el cigoto se encuentra rodeado de la zona pelúcida. Es durante ese estadio que es más difícil hacer el trasplante de embriones con buenos resultados.

4.8 Aspectos de la utilización de la técnica de transferencia embrionaria en el mundo.

El número de nacimientos por medio de la transferencia de embriones en los Estados Unidos creció en 1970 hasta 1986 con un promedio de 60,000 nacimientos por año. (Backer 1989).

Cuadro 18. Actividades reportadas en T. E. en 1991 por Thieber, M. citado por Herman *et al.* (1994).

Región	Lavados	Embriones	
		Transferibles	Transferidos
Africa ^b	489	2 337	1 918
Norte América ^c	22 594	-d	88 246
Sur América	2 556	11 847	12 589
Asia	2 111	9 285	22 299
Europa	24 982	123 275	115 685
Total	52 732	146 744	240 730

a). Sociedad Internacional de transferencias de Embriones (IETES).

b). Solo Zimbabwe.

c). Solo E.U.A.

d). Datos no disponibles.

La Sociedad Internacional de Transferencia de Embriones (IETS) reporta que más de 50,000 vacas fueron lavadas con una producción de más de 240,000 embriones transferibles (cuadro 18).

En 1992 la Asociación Holstein de América reportó un total de 161,952 embriones, de los cuales 58,740 fueron machos y 103, 212 hembras según (Herman *et al.*, 1994).

4.9 Respuesta ovulatoria debido a la época del año

La reacción superovulatoria depende también de la intensidad en la actividad folicular natural, la cual es más pronunciada en los meses de primavera e invierno en diferentes épocas del año que las dividió para su estudio en meses II – IV, obteniendo 26.8 CL y 17.9 ovulaciones, para la época dos que consiste en los meses V – VII, se encontraron 15 CL y 9.5 ovulaciones, en la época tres que comprendió los meses VII – X, 12,2 CL y 8.9 ovulaciones, y por ultimo para la ultima época fue de 17.5 CL y 10.0 ovulaciones (Scanlon *et al.*, 1968) cuadro 19.

Cuadro 19. Efecto de la respuesta ovulatoria en diferentes épocas del año tratadas con FSH.

Meses	Número de Vacas	Número CL y folículos desarrollados	Promedio de ovulaciones
II – IV	77	26.8	17.9
V – VII	75	15.0	9.5
VII – X	34	12.2	8.9
XI -- I	54	17.5	10.0

Cuadro 20. Respuesta ovulatoria en diferentes épocas del año.

Verano		Invierno/Primavera
7.1	vs.	12.2
	Fertilización %	
85	vs.	95
	Embriones recobrados	
44	vs.	59
	E. considerados fértiles	
46	vs.	73

a) 14/22 animales que es el 63.6 % presentaron ausencia de CL

b) 7/22 animales que es 31.8 % con ovarios sin folículos

c) 1/22 animales que es 4.6 % no presento estro.

Gordon *et al.* (1987), determino que en la estación del año, durante el proceso de superovulación se puede encontrar una diferencia en la respuesta ovulatoria tratadas con la hormona FSH, el probó la respuesta a la hormona y los efectos sobre la calidad de los embriones transferibles utilizando 243 vacas Holstein. (cuadro 20).

4.10. Análisis del comportamiento en la producción láctea, sus costos y consumo en México y países del TLC.

Los cambios en el consumo per capita de productos de origen animal en México. Han sido como lo muestran el cuadro 21.

Según datos proporcionados por (CANACINTRA, 1995) en términos de producción tanto de leche como de carne en 1993 y 1994 en México como se muestra en los cuadros 21 y 22.

Cuadro 21. Cambios en el consumo per capita en México.

	CARNE (Kg)	LECHE ¹ (LITROS)
1988	15.9	112.4
1989	15.0	106.5
1990	14.3	112.1
1991	15.8	119.2
1992	16.4	129.4
1993	15.9	132.2
1994	17.9	131.0

¹ Vacas lecheras.

Cuadro 22. Producción en porciento en carne y leche.

Tipo	1993		1994	
	Producción en Miles de ton.	Porciento de Producción	Producción en miles de ton.	Porciento de Producción
Leche	2469	18.8	2440	17.5
Carne	1275	9.7	1385	9.9
Total	3744	28.6	3825	27.4

Fuente reportadas por CANACINTRA de 1994 y 1995.

Con esto se demuestra cierta tendencia a la baja en la producción, debido al incremento de la población humana en el país, por lo cual se deben mejorar los programas establecidos en la República Mexicana, así como incrementar las actividades zootecnicas para aumentar la producción.

Los consumos de carne y leche en México representan poca variación. Sin embargo se nota una ligera tendencia al incremento en el consumo de leche per capita que fue de 112.4 litros en 1988 a 131.0 l en 1994, (CANACINTRA, 1995), aunque por otro lado, los costos de producción en México se ven afectados ya que para USA los precios de garantía en dólares estadounidenses son de 0.27 cts./kilo, para Canadá de 0.35 cts. y para México de 0.29 cts.. El precio que se le paga al productor es variable y depende de los subsidios. Por ejemplo en 1987 el precio al productor de leche fluida fue de 30 y 14 cts. de dólar para USA y México, respectivamente, mientras que en 1989 fue el mismo para USA y de 25 cts.

en México (Aguilar y Luevano, 1995). Con esto observamos políticas subsidiarias muy variables para la producción de leche, las cuales desalientan o alientan la actividad de producción. Esto provoca que México sea un país con déficit en leche. En 1983 se calculó un déficit de siete millones de litros diarios, 11 millones en 1987 y nueve millones para 1995. Lo anterior trae como consecuencia una implementación en la política de importación de leche. En 1988 se importaron 2,612 millones de litros (29.8 % del consumo), para 1992, 4,250 millones de litros (27.9 % del consumo). Lo anterior desalienta el mejoramiento de la vaca lechera y su eficacia productiva. La producción por vaca por año en México fue de 4,000 kg contra 6,800 kg y 5,800 kg para USA y Canadá, respectivamente. Esta deficiencia en la producción puede ser subsanada por una agresiva política de mejoramiento de la producción por vaca, implementando protocolos biotecnológicos, como inseminación artificial y la transferencia de embriones. El objetivo del presente estudio es evaluar los programas de OMTE en bovinos productores de leche en México, usada como una alternativa para mejorar la producción de leche por vaca.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 Localización.

El presente trabajo se realizó en el Centro de Mejoramiento Genético y Transplante de Embriones (CEMEGEN) de LICONSA, S.A. ubicado en el municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Localizado en las coordenadas 19° 43' latitud norte y 94° 14' longitud oeste, a 2450 msnm, con un clima c(WO)b(i), templado, subhúmedo con lluvias en verano (García, 1979), con una temperatura media de variación de 5° a 24°C y una precipitación anual media de 610.6 mm..

5.2 Respuesta ovulatoria de las dos razas utilizadas.

Se utilizaron 534 hembras donadoras de las razas Holstein y Pardo Suizo, a las que se les programaron 1046 lavados de los cuales 839 fueron para Holstein y 207 para Pardo Suizo, tratando de obtener dos lavados por vaca por año.

Se tomaron los datos de vacas de las razas Holstein y Pardo Suizo en las siguientes variables: Número de cuerpos lúteos (CL) en ovario izquierdo, Número de CL en ovario derecho, CL totales, embriones transferibles (ET), no transferibles (ENT) y estructuras totales recobradas (ETR).

5.3 Evaluación estadística.

Se midieron las frecuencias para el número de estructuras en las variables cuerpos lúteos totales, número de CL en el ovario izquierdo, número de CL en el ovario derecho por examen tocológico, embriones transferibles y no transferibles, además se consideraron los factores procedencia, época del año, raza y año del lavado.

Los datos colectados fueron analizados por el método GLM (“General Lineal Model”) usando para tal caso el paquete estadístico SAS (“Statistical Analysis System”). 1989. Se considero el modelo lineal.

$$Y = \mu + E_i + A_j + R_k + (E^*A)_{ij} + (E^*R)_{ik} + (A^*R)_{jk} + (E^*A^*R)_{ijk} + E_{ijke}$$

$$i = 1,2,3. \quad J = 1,2. \quad k = 1,2. \quad e = 1,2,\dots r.$$

μ = Es el efecto verdadero de la media.

E_i = Es el efecto de la i 'ésima época del año.

A_j = Es el efecto de la j 'ésimo año.

R_k = Es igual al efecto de la k 'ésima raza.

Y = Variables dependientes:

OD = Ovario derecho.

OI = Ovario Izquierdo.

CLT = Cuerpos lúteos totales.

ET = Embriones transferibles.

ENT = Embriones no transferibles.

ETR = Estructuras totales recobradas.

Se programó una correlación entre todas las variables, además de análisis de regresión múltiple para medir el efecto de la raza, época, año y procedencia de colección en el número de embriones transferibles, número total de cuerpos lúteos (CTL) y número de CL en el ovario izquierdo y derecho. Además, se estimo la media y desviación estándar para las variables arriba mencionadas, para determinar si el número de nacimientos es independiente de la calidad y estadio del embrión así como la época y año de colección, se construyeron tablas de contingencia para una prueba de Ji-cuadrada.

Para determinar el número de embriones transferibles (ET), se opto por realizar un programa de regresión por pasos ("Stepwise") en donde el modelo completo fue:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 E_i + \beta_2 A_i + \beta_3 R_i + \beta_4 ODi + \beta_5 OLi + \beta_6 CLTi + \beta_7 ENTi + \beta_8 ETi + \beta_9 ETRI + E_i$$

Y_i = (ET) embriones transferibles.

β_0 = La ordenada al origen.

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_9$ = Son los coeficientes de regresión asociados a cada una de las variables independientes del modelo.

E_i = Error experimental.

5.4 Hormonas utilizadas en los protocolos para ovulación múltiple.

En la técnica de transferencia de embriones por ovulación múltiple se utilizó, en todos los casos, la hormona FSH-p. Las dosis de FSH fueron en general de 48 mg por vaca, para el primer lavado, incrementándose la dosis a 54 mg o 60 mg para un segundo o tercer lavado, respectivamente. La dosis total de FSH se dividió en 8 aplicaciones durante 4 días, por la mañana y tarde aplicándose en forma decreciente entre el día 9 y 13 del ciclo estroal según el cuadro.

Cuadro 23. Calendario de aplicaciones de gonadotropinas (FSH) para superovulación en vacas.

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4
Mañana	8 mg	7 mg	5 mg + PGF ₂ α	4 mg
Tarde	8 mg	7 mg	5 mg + PGF ₂ α	4 mg

5.5 Evaluación ovulatoria en las diferentes épocas del año.

Se evaluaron las siguientes tres épocas de acuerdo a sus temperaturas y precipitaciones con relación a el número de lavados.

Se colectaron los datos de las tres diferente épocas del año que se dividieron, de acuerdo a la temperatura (calor) época I que comprendía los meses de marzo a Junio, precipitación como época II comprendida entre los meses de Julio a Octubre y frío para la época III para los meses de Noviembre a Febrero.

5.6 Evaluación económica por embrión transferido.

Se hizo un análisis del costo de los materiales utilizados actualmente para llevar a cabo la evaluación económica por embrión transferido. Se consideró la sincronización, tratamiento superovulatorio, inseminación artificial, colección de los embriones, preservación y manejo de embriones y transferencia de embrión fresco en todos los manejos y lavados. Este es considerado como considerado servicio técnico, por embrión fresco producido y transferido, y el costo fue en dólares estadounidenses.

6. RESULTADOS

6.1 Evaluación en la respuesta reproductiva de programa OMTE.

Los lavados en las donadoras fueron en total de 1,046, con una proporción de 839 lavados en la raza Holstein con una proporción de 80.21 %, y en la raza Pardo Suizo de 207 lavados con una proporción de 19.78 %. La respuesta ovulatoria en ambas razas fue en total en el ovario derecho de 6,369 cuerpos lúteos (CL) con una media de 6.09 por vaca y para el ovario izquierdo fue de 5,925 por vaca con una media de 5.65. El número de estructuras totales, fueron recuperadas fueron de 10,293 con una media de 9.84 por lavado, así como el número de CL totales detectados por medio de examen tocológico fueron de 12,345 con una media de 11.74 por vaca. Los embriones cuya calidad fue aceptable de regular, bueno y excelente con estadios que fueron desde mórula compacta pasando por blastocito joven, maduro, expandido o tardío y en eclosión fueron de 6,293 con una media de 6.01 por lavado y para los embriones que no fueron transferidos debido a su calidad y estadio, fueron 4,014 con una media de 3.84 por lavado. Se tomaron los siguientes parámetros de selección en los

embriones no transferibles con un estadio de óvulo, embrión de 32 células o de mórula temprana (ver Cuadro 24 y Gráfico 1).

Los lavados a las donadoras de la raza Holstein, fueron 839, equivalente al 80.21 % del total de lavados, con una respuesta ovulatoria en el ovario derecho de 5,144 CL con una media de 6.13 y para el ovario izquierdo fue de 4,782 con una media de 5.69 por lavado. Así como el número de CL totales detectados por medio de examen tocológico fueron de 9,977 con una media de 11.89, El número de estructuras totales que fueron recuperadas son de 8,147 con una media de 9.71. Los embriones cuya calidad fue aceptable de regular, bueno y excelente con estadios que fueron desde mórula compacta pasando por blastocito joven, maduro, expandido o tardío y en eclosión fueron de 5,004 con una media de 5.96 y para los embriones que no fueron transferidos debido a su calidad y estadio, fueron 3,139 con una media de 3.74. Se tomaron los parámetros de selección para no transferibles a los embriones con un estadio de óvulo, embrión de 32 células o de mórula temprana (ver Cuadro 25 y Gráfico 2).

Para la razas Pardo Suizo, fueron 207 lavados, equivalentes al 19.78 % del total de lavados, con una respuesta ovulatoria en el ovario derecho de 1,225 CL con una media de 5.91 por lavado. Para el ovario izquierdo fue de 1,143 con una media de 5.52. El número de estructuras totales que fue recuperadas son de 2,146 con una media de 10.36 por lavado, así como el número de CL totales detectados por medio de examen tocólogoico fueron de 2,368 con una media de 11.43, los embriones cuya calidad fue aceptable de regular, bueno y excelente con estadios que fueron desde mórula compacta pasando por blastocito joven, maduro, expandido o tardío y en eclosión fueron de 1,289 con una media de 6.22 y para los embriones que no fueron transferidos debido a su calidad y estadio, fueron 875 con una media de 4.22, se tomaron los siguientes parámetros de selección en los embriones con un estadio de óvulo, embrión de 32 células o mórula temprana (ver Cuadro 26 y Gráfico 3).

CUADRO 24. Efectos de la superovulación en las razas Holstein y Pardo Suizo.

Variable	N	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE VARIACION	SUMATORIA TOTAL
Ovario derecho	1046	6.08891	4.06958	66.83	6369
Ovario izquierdo	1046	5.66444	4.12312	72.78	5925
C L totales	1046	11.802010	7.96740	67.50	12345
Estructura total	1046	9.84034	6.92823	70.40	10293
Embriones transferibles	1046	6.01625	4.80796	79.91	6293
Embriones no transferibles	1046	3.83748	4.56913	119.06	4014

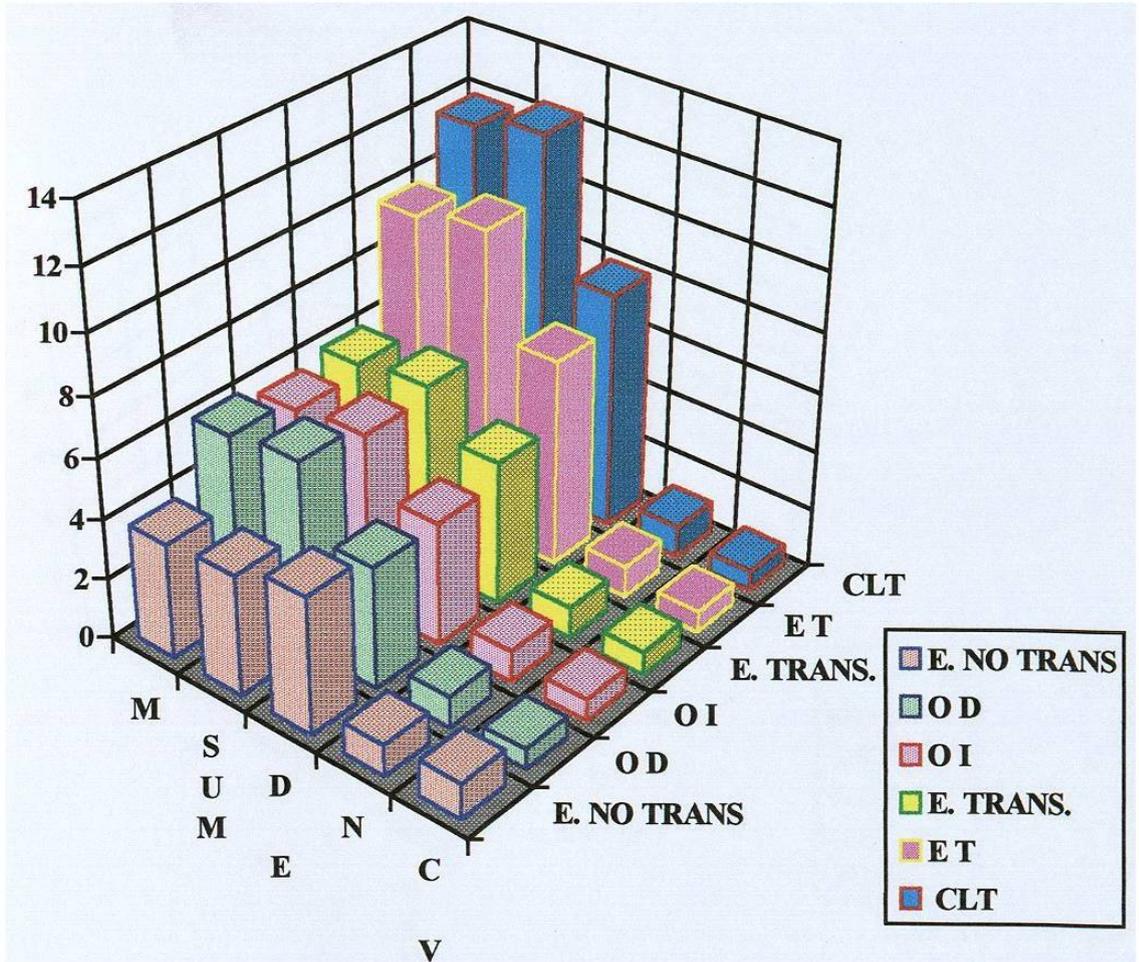


GRAFICO 1. Efecto de la superovulación en razas Holstein y Pardo Suizo

CUADRO 25. Respuesta a la superovulación en la raza Holstein.

Variable	N	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE VARIACION	SUMATORIA TOTAL
Ovario derecho	839	6.131108	4.115223	67.12	5144
Ovario izquierdo	839	5.699642	4.190897	73.52	4782
CL totales	839	11.89154	8.145538	68.49	9977
Estructuras total	839	9.710369	6.948036	71.55	8147
Embriones transferibles	839	5.964243	4.808124	80.61	5004
Embriones no transferibles	839	3.741359	4.528994	121.05	3139

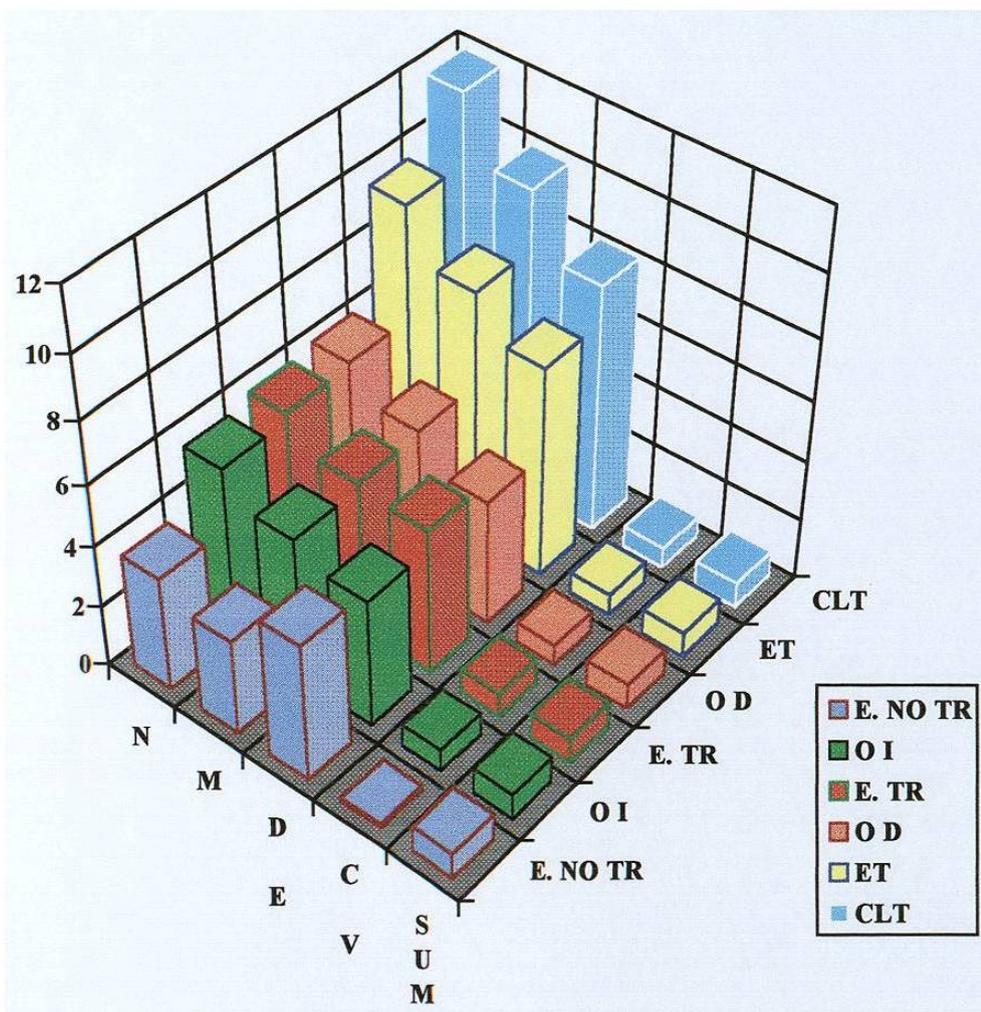


GRAFICO 2. Respuesta a la superovulación de la raza Holstein.

CUADRO 26. Respuesta a la superovulación de la raza Pardo Suizo.

Variable	N	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE VARIACION	SUMATORIA TOTAL
Ovario derecho	207	5.917874	3.884	5.63	1225
Ovario izquierdo	207	5.521739	3.842564	69.58	1143
CL totales	207	11.43961	7.207397	63.00	2368
Estructuras total	207	10.36715	6.838674	65.96	2146
Embriones transferibles	207	6.227053	4.813174	77.29	1289
Embriones no transferibles	207	4.227053	4.719474	11.164	875

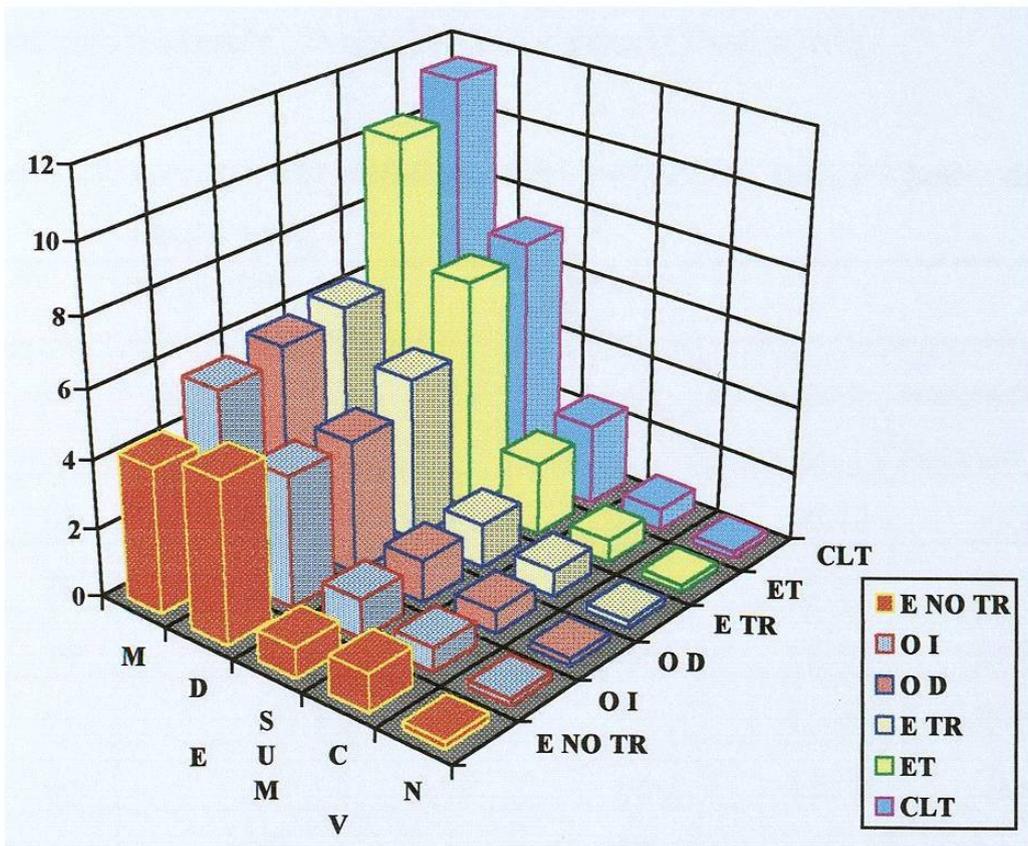


GRAFICO 3. Respuesta a la superovulación de la raza Pardo Suizo.

6.2 Evaluación de los resultados estadísticos

El resultado para las correlaciones de todas las variables no fue significativo ($P < 0.05$) en el número de lavados efectuados durante las tres épocas.

Los datos agrupados en los cuadros 27, 28 y 29 de acuerdo a las épocas para los lavados realizados en los años de 1988 a 1992.

Cuadro 27. Lavados realizados en la época I (calor) marzo – junio, de 1988 a 1992.

HOLSTEIN		PARDO SUIZO		Temperatura promedio	Precipitación Promedio
Año	Número de Lavados	Año	Número de lavados		
88	88	88	22	16.43	49.77
89	97	89	26	15.47	37.50
90	28	90	10	15.34	31.05
91	37	91	9	15.96	89.60
92	27	92	8	15.23	44.17
TOTAL	277		75		
Promedio	55.4	Promedio	15		

Cuadro 28. Lavados realizados en la época II (lluvia) julio - octubre de 1988 a 1992.

HOLSTEIN		PARDO SUIZO			
Año	Número de lavados	Año	Número de lavados	Temperatura Promedio	Precipitación promedio
88	144	88	36	15.23	68.82
89	48	89	5	15.17	91.20
90	43	90	14	15.24	108.41
91	17	91	19	15.31	94.55
92	8	92	0	15.12	129.35
TOTAL	260		74		
Promedio	52.0	Promedio	14.8		

Cuadro 29. Lavados realizados en la época III (frío) noviembre- febrero de 1988 a 1992.

HOLSTEIN		PARDO SUIZO			
Año	Número de lavados	Año	Número de lavados	Temperatura promedio	Precipitación Promedio
88	105	88	31	12.53	18.45
89	92	89	19	12.50	3.75
90	42	90	10	12.50	10.27
91	37	91	11	12.16	8.42
92	15	92	4	14.31	27.92
TOTAL	189		75		
Promedio	37.9	Promedio	15		

Los datos referentes al número de becerros nacidos fueron agrupados en tablas de contingencia para determinar si el sexo de los becerros es independiente de la época del año de nacimiento y de la raza del becerro

E_1 = Época 1, Marzo, Abril, Mayo y Junio.

E_2 = Época 2, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre.

E_3 = Época 3, Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero.

A_1 = Año = 1988,1989,1990. A_2 = Año 1991,1992

R_1 = Raza Holstein. R_2 =Raza Pardo Suizo

Cuadro 30. Tabla de contingencia agrupada por época del año y sexo.

Valor observado					Valor esperado.			
	E_1	E_2	E_3	ϵ		E_1	E_2	E_3
♀	141	174	177	492	♀	145.57	165.82	180.60
♂	125	129	153	407	♂	120.42	137.17	149.40
ϵ	266	303	330	899				

Cuadro 31. Tabla de contingencia agrupada por raza y sexo.

Valor observado.				Valor esperado		
	R ₁	R ₂	ϵ		R ₁	R ₂
♀	349	162	511		358.10	152.90
♂	281	107	388		271.90	46.18
ϵ	630	269	899			

Cuadro 32. Tabla de contingencia agrupada por año y sexo.

Valor observado.				Valor esperado		
	A ₁	A ₂	Total		A ₁	A ₂
♀	324	173	497		326.73	170.27
♂	267	135	402		264.27	137.73
Total	591	308	899			

De los resultados obtenidos en los cuadros 30, 31 y 32 podemos concluir que el sexo de los becerros nacidos por transferencia de embriones es independiente ($P > 0.05$) de la época del año donde se efectuó la transferencia en los años (88,89 y 90 vs 91 y 92) y la raza (Holstein y Pardo Suizo).

Se encontró que las variables cuerpos lúteos sobre ovario izquierdo (OI) y ovario derecho (OD) fueron afectados ($P < 0.05$) por la interacción época por año de transferencia (ver cuadro 34 y 35 del apéndice). El año y la interacción época por año afectaron ($P < 0.05$) el número de cuerpos lúteos totales cuantificados por palpación rectal (cuadro 36, apéndice). El número de embriones transferibles no fue afectado por la época y el año de transferencia, ni por la raza de la donadora ($P > 0.05$), por otra parte, el número de embriones no transferibles fue afectado ($P > 0.01$), por la interacción época por año. Por último, el año y la interacción época por año afectaron ($P < 0.01$) significativamente el número de estructuras recuperadas (cuadros 37,38 y 39 del apéndice).

Las medias y desviación estándar por época, año, raza y las interacciones que afectaron significativamente cuerpos lúteos totales, embriones transferibles y estructuras totales recobradas, se presentan en el cuadro 33, figura 3. Donde se observa la interacción de época por año de transferencia representada por el cruce de las líneas en la gráfica.

	E1	E2	E3
A1	n = 290 11.51 ± 7.22	10.86 ± 7.05	12.35 ± 8.00
A2	N = 67 13.16 ± 8.24	13.16 ± 8.99	9.97 ± 5.90

	E1	E2	E3
A1	n = 290 5.96 ± 4.55	6.17 ± 4.85	6.09 ± 5.16
A2	N = 67 5.86 ± 4.66	6.26 ± 4.95	4.64 ± 3.42

	E1	E2	E3
A1	n = 290 9.53 ± 7.02	9.39 ± 6.57	9.93 ± 7.11
A2	n = 67 11.86 ± 6.74	11.52 ± 7.69	8.35 ± 4.49

Cuadro 33 Datos de las interacciones de las medias época por año.

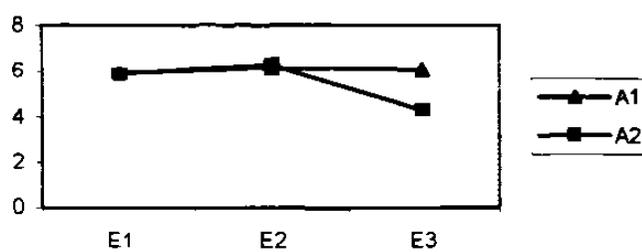
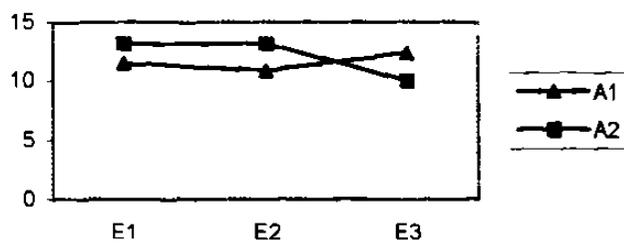


Figura 3 Interacciones de la época por el año

El número de embriones transferidos fue usado como variable dependiente en un modelo de regresión múltiple, las variables independientes fueron seleccionadas mediante el proceso de (“Stepwise”) regresión por pasos, el modelo óptimo evaluado y que explico en un 99 % la variable entre el número de embriones transferibles después de cada lavado fue:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 (OD)_i + \beta_2 (ENT)_i + \beta_3 (ETR)_i + E_{ij}$$

Y_{ij} = Embriones transferidos.

(OD) = Cuerpos lúteos sobre ovario Izquierdo.

(ENT) = Embriones no transferidos.

(ETR) = Estructuras totales recobradas.

El análisis de varianza, así como, los valores de las primeras β 's y su error se presentan en el cuadro 40 (ver apéndice), la variable cuerpos lúteos totales sobre el ovario izquierdo afecta ($P < 0.01$) positivamente el número de embriones transferibles a pesar del supuesto que es el ovario con menor actividad.

6.3. Evaluación económica.

Para la transferencia de embriones frescos, por concepto de los materiales el costo de la sincronización (\$10.82) y (\$ 2.00) por servicio técnico (ST), el tratamiento superovulatorio (\$ 50.30) y (\$ 6.50) (ST), y por la inseminación artificial fue de (\$ 80.46) y (\$ 20.00)(ST), por la colección de embriones (\$ 32.30) y (\$ 185.00) (ST), por el manejo de los embriones (\$ 39.47) y (\$ 30.00) (ST), con un costo total de \$ 216.20 dólares por concepto de materiales y del servicio técnico de \$ 293.50 dólares. Resultando un total de \$ 509.70 dólares. Por donadora que dividido entre 6 embriones transferibles promedio de las dos razas observadas, nos da un total de \$ 84.95 dólares estadounidenses por embrión transferible cotizados en 1992.

El total de transferencias fue de 4,304. De los cuales fueron 497 machos y 402 hembras y 859 más sin reporte de sexo. Las restantes 2,546 vacas resultaron vacías al diagnóstico de gestación, si consideramos el costo del embrión transferido en \$84.95 dólares, el costo por becerro nacido es de \$ 194.00 dólares estadounidenses.

7. DISCUSION

7.1 Resultados de la respuesta ovulatoria.

Estos resultados están de acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación son que en ganado Holstein de 5.9 y en la raza Pardo Suizo de 6.2 embriones transferibles no encontrando diferencia significativa entre razas ($P < 0.05$).

De acuerdo con Adams, (1994), Fernández, *et al.*, (1992), Lovie, *et al.*, (1994), Schallenberg, *et al.*, (1994), Dolman, *et al.*, (1995), Larocca, *et al.*, (1995), obtuvieron 5.5, 6.2, 7.0, 6.5, 5.9 y 4.2 embriones transferibles respectivamente; debido a que se asemejan en los resultados de los embriones transferibles.

7.2 Respuesta ovulatoria de acuerdo a la época del año.

En el presente estudio no se encontró diferencia significativa ya que fue muy pequeña la variación en las diferentes épocas del año.

De acuerdo con Gordon, (1987), cuando las estaciones climáticas del año son marcadas, se obtienen mejores resultados en cantidad y calidad sobre todo en las épocas de invierno y primavera.

7.3 Tasa de partos por medio de la técnica OMTE.

Según Herman (1994), de los 161,952 embriones transferidos con buenos resultados, 58,740 fueron hembras y 103,212 resultaron machos con porcentajes de 36.2 y 63.7 % respectivamente. De acuerdo a lo obtenido en CEMEGEN, se encontraron diferencias. De 1004 embriones transferidos exitosamente, de los cuales al parto resultaron 442 machos y 562 hembras, con un porcentaje de 44.0 y 55.9 % respectivamente.

7.4 Evaluación económica de un programa OMTE.

Los costos netos por la transferencia de embriones son relativamente baratos según los cálculos que se realizaron en este estudio de \$84.95 dólares comparados con los encontrados por Elsdén, *et al.*, (1986) que fue de \$ 200.00 dólares por embriones.

8. CONCLUSIONES

Los parámetros encontrados en el presente estudio respecto a la respuesta ovulatoria, así como, la tasa de nacimientos en un programa OMTE son normales y adecuados, de acuerdo a los resultados obtenidos por diferentes investigadores.

La variación climática de la región favorece el trabajo de transferencia de embriones.

La evaluación económica de este trabajo se realiza considerando únicamente el costo por embrión y el becerro nacido, por lo que se recomienda realizar estudios más completos.

El amplio desarrollo de la técnica de transferencia de embriones durante los pasados 20 años, a conducido a favorecer los parámetros que influyen en los animales cuando las condiciones corporales y reproductivas son las adecuadas. Mejorar intensivamente el aspecto fisiológico y económico es necesario para adaptar dicha biotecnología en el país.

Los logros conseguidos en el presente estudio durante los años 1988 a 1992, demostraron que la respuesta ovulatoria se encuentra dentro de los parámetros mundiales de esta tecnología comparados con otros investigadores.

Los embriones obtenidos pueden ser destinados a la investigación, comercialización o ser sometidos técnicas modernas, transgénicos y/o clonación

El estado de México se encuentra en inigualables condiciones para el manejo de la producción láctea, por su poca variabilidad en el clima en las diferentes épocas del año.

Se recomienda más estudio, en el seguimiento de las crías producidas por el centro a través de esta tecnología, para analizar sus parámetros productivos, tanto para machos como para hembras.

Por ultimo se observo en el ovario izquierdo una mayor respuesta a la a la estimulación exógena hormonal que puede ser debido, a la baja funcionalidad del mismo.

9. BIBLIOGRAFÍA

Adams G.P. 1994. Control of ovarian follicular wave dynamics in cattle: Implications for synchronization & superestimulation. Theriogenology 41: 19.

Adams G.P., G.A. Bo, M. Martinez, M. Caccia, H. Tribulo, R.A. Pearson, R.J. Mapletof. 1994. The effect of estradiol-17 β and progesterona on superovulatory response in beef cows. Theriogenology 41: 153.

Aguilar V. A. y Luevano G.A.1994. Análisis comparativo de los costos de producción de leche entre México, E.U. y Canadá. México Ganadero. Septiembre 34.

Ahlam W., E. Fisher.: 1995. Sexado de Embriones, Lechero latino. Feb/Mar. 14.

Alameida A.P. 1987.: Superovulation in cattle: A combined treatment using syncromate B with either PMSG or FSH. Journal of Reprod. And Fertility 27: 203.

Anderson G. B.: 1978. Methods for producing twins in cattle. Theriogenology 9: 3.

Andrew, J.E.E., Sherrill, J.M. Grizze And T.H.Wize. 1993. Factors involved in regulating the development of ovarian follicles in cattle. Beef Reserch. Progress Report No. 4 University of Nebraska.

Averill R.L., L.E. Rowson. 1956. Natura. London, 167.

Backer R. D. 1989. Embryo transfer calves produced in the Unaited States from 1973 to 1989. Proc. 8th Ann. Conv. American Embryo Transfer Assoc. (AETA) 108.

Bearden H. J., J. Fuquay. 1980. Reproducción Animal Aplicada Primera edición, Ed. El Manual Moderno México D.F..

- Bedford J. M. 1970. Sperm capacitation and fertilization in mammals. Biol. Reprod. suppl. 2: 128.
- Belven A. R., M. F. McDonald. 1968. Directional flow of fallopian tube secretion in the romney ewe. J. Reprod. Fertil. 15: 357.
- Brink, Z., M.L. Reed, R.A. Bowen and G.E. Seidel, Jr.: 1994. A reliable producer for superovulating cattle obtain zygotes and early embryos for microinjection. Theriogenology 41: 168.
- Blandau R. J. 1973. Gamet transportation in the female mammal in R.O. Greep, ed. handbook of Physiology : Endocrinology II Williams & Wilkins, Baltimore. USA.
- Brand A., A.O. Trouson, M.S. Aarts, M. Dorset, D. Soayer. 1978. Superovulation and nonsurgical embryo recovery in the lactating dairy cow. J. Reprod. Fertility, 26: 55.
- Brown C. R. 1975. Distribution of Hialuronidase in the ram spermatozoon. J. Reprod. Fertil. 45: 537.

CANACINTRA, Cámara Nacional de la Industria y la Transformación. 1995, Cambios per capita en el consumo humano en México *Lechero Latino* 6: 5, 23.

CEMEGEN, Centro de Mejoramiento Genético y Transferencia de Embriones de LICONSA., (1988 - 1992).

Córdoba L.A. 1986. Respuesta ovárica a la superovulación con hormona folículo estimulante (FSH) en ganado Cebú. Tesis de maestría, FMVZ - UNAM, México D.F.

Critser J. K., Rowe, X. R. Del Campo, M. R. Snyder, D. A. Ginther, O. J. 1978, handbook Amer. Soc. Anim. Sci. 70th ann. Meeting abstrac. 348.

Crister J.K., R.F. Rowe, M.R. Del Campo And J.O. Ginther. 1980. Embryo transfer in cattle: Factors affecting superovulatory response, number of transferable embryos, and length of post-treatment estrous cycles. *Theriogenology* 13: 391.

Curtis, L.J. 1991. Cattle embryo transfer. Academic press, Inc. San Diego California 92: 101.

Chupin D., Cambarnus Y., Procuer R. 1985. Diferent effect of LH on FSH induce superovulation in two breeds of cattle. Theriogenology 23: 1845.

Desauliniers D.M., J.G. Lossier, A.K. Goff, D. Bousquet and L.A. Guilbault.: 1995 Comparation of follicular development and endocrine profiles in heifers and mature cows during a synchronized estrus cycle and superobulation. Theriogenology 43: 194.

Dobrowski W. And E.S, Hafez. 1970. Transport and distribution of espermatozoa in the reproductive tract of the cow. J. Animal Sci. 31: 940.

Dolman D.F., P.J. Brodbent, R.G. Watt and L.C. Higgins. 1995. Effect of frequency of follicle aspiration and subsequent superovulatory response in cattle. J. Reprod Fert. 43: 200.

Donaldson L.E. 1982. The effect of prostaglandin F₂ alpha in treatments superovulated cattle on estrus response and embryo production. *Theriogenology* 20: 279.

Donaldson L.E. 1983. Effect of age of donor cows on embryo production. *Theriogenology* 21: 963.

Dunn T. 1980. Relationship of nutrition to successful embryo transplantation. *Theriogenology* 13: 27.

Elsden R.P. y G,E, Seidel. 1986. Procedimientos para recolección, división, congelamiento y transferencia de embriones bovinos. Laboratorio de reproducción animal, Colorado State University.

Fernández M., L. Sanchez, F.S. Alvarez, C. Vasquez and A. Iglesias. 1993. Superovulation in "Rubia Gallega" cows with a single subcutaneous injections of FSH. *Theriogenology* 39: 217.

Foote R. H. and H. Onuma. 1970. Superovulation ovum collection culture and transfer a review. *J.Dairy Sci.* 53: 1681.

Foote, R., S. Allen and B. Henderson. 1989. Buserelin in a superovulatory regimen for Holstein cows. II. Yield quality of embryos in commercial herds. *Theriogenology*. 31: 385.

García A. R.J. Mapletoft, and R. Kenedy. 1994. Effect of semen dose on fertilization and embryo quality in superovulated cows. *Theriogenology* 41: 202.

García E. 1979. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.

Garza CH., M.R. Valle, R. Paredes, M. Tellez y J. Montemayor. 1980. Transplante de embriones de bovinos México. *Practica Bovina* 1: 32.

- Gong J.G., I. Wilmut, T.A. Broamly and R.Webb. 1995. Pretreatment with recombinant bovine somatotrophine enhance the superovulatory response to FSH in heifers. *Theriogenology* 43: 221.
- Gordon I., M.P. Boland, H. McGovern and G.Lynn. 1987. Effect of season on superovulatory response and embryo quality in Holstein cattle in Saudi Arabia. *J. Agric. Sci.* 27: 231.
- Gordon I., G. Williams and J.Edwards. 1962. The use serum gonadotrophin (PMSG) in the induction of twin pregnancy in the cow *J. Agric. Sci.* 59: 143.
- Gray B., D. Stringfellow, M. Rindell, K. Rindell, G. Davenport and J. Wright. 1993. The effect of treatment with bovine somatotrophin (BST) on superovulatory response of cattle. *Theriogenology* 39: 227.

Guay P.M. and M. Bedoya. 1981. A study of a equivalence between rectal palpation, laparoscopy and laparatomy on ovarian dissection for evaluation of the ovarian response of PMSG superovulated cows. *Can. Vet. J.* 22: 253.

Guyton A. C. 1966. Fertilization in the ovum. In A.Guyton, ed. *Texbook of cattle Proc. 6th Int. Congr. on Anim. Reprod. and A.I.* 1.

Hafez E. S. E. 1984. *Reproducción e Inseminación Artificial en Animales*. Cuarta edición, Ed. Interamericana, México D.F.

Hafs H. R., T. M. Lous, P. A. Noden, W. D. Oxender. 1974. Effect of amilasa on the transfrey of embryo. *J. Dairy Sci.* 38:1, 10.

Hansen P.J. 1985. Immunological aspect of reproduction in mammals. *Theriogenology.* 24: 149.

Hastler J.F., A.D. McCauly, E.C. Schermemorn, R.H. Foote. 1983.
Superovulatory response of Holstein cow. *Theriogenology* 19:
83.

Hope W. 1890 Preliminary note on the trasplantation and growth of
mammalians ova within a uterine foster mother. *Pro. Roy. Soc.*
London 48: 457.

Herman H. A., Mitchell, J. R., Doak, G. A.: 1994. The artificial
insemination and embryo transfer of dairy and beef cattle.
Eighth Edition. De Interstate Publisher, Inc, Danville, Ill.

Holy L. 1980. Nineth International Congress on animal reproduction
and A.I., Vol. III. Simposia., Madrid.

Holy L. 1983. Bases Biológicas de la Reproducción Bovina, primera
edición. Ed. México, D.F.

Hunter, 1982. *Reproduction of farm animals*. London, Longman.

Jazcazak S. and H. Kanagawa. 1972. Physiological mechanisms of spermatozoa transport through the cervix. Proc. 72th int Congr. on Anim. Reprod. and A.I. 2: 2290.

Jainuden M.R., E. S. E. Hafez, P. D. Gollnick and L. A. Maustafa. 1966. Antigonadotrophins in the serum of cow following reaped therapeutic pregnant mare serum injections. Amer. J. Vet. Res. 27: 669.

Kelly P., P. Duffy, A. BAguisi, J.R. Dobrinsky, E.W. Overstrom, R.T. Duby, J.F. Roche and M.P. Boland. 1995. Effect of FSH type and number of injections on peripheral FSH concentrations follicle numbers and embryo yield in heifers. Theriogenology 43: 1, 245.

Kim, H., R., Rorie, C. Yungs. K. White and R. Godke. 1987. The use of anti-PMSG antibodies with PMSG for superovulating beef cattle. Theriogenology 27: 243.

Kraemer D. C. and J. E. Dula, Jr. 1972. The role of embryo transfer in beef cattle production. Proc. 21st and 22nd Beef Cattle Short Course, Texas A & M Univ. College Station. (memorias).

Larocca C.E., A. Fernández, A.F. González and A.A. Carbo. 1995. The efficiency of different gonadotrophin preparations on the superovulation reponse of Holstein cows. Theriogenology 43: 261.

Lindsell C.E., V. Powloshyn, A. Bielasky and R.J. Mapletoft. 1985. Superovulation in heifers With FSH-p Beginig on differentsdays of the cycle. Theriogenology. 23:203.

Lohuis M. M. 1995. Potential benefits of bovine embryo-manipulation technologies to genetics improvement programs. Theriogenology 43: 51.

Lovie M.; A. García, A. Hackett and R.J. Mapletft. 1994. The effect of dose schedule and route of administartion on superovulatory response to follitropina in Holstein cows. *Theriogenology* 41: 241.

Lubaddeh W. F., Graves, C. N., Spahar, S.L. 1979. Superovulation of dairy cattle effect of PMSG - antiserum treatment. *Theriogenology*. 29:252.

Lussier J.G. and T.D. Carruthers. 1987. Endocrine and superovulatory response in heifers pretreated with FSH or follicular fluid. *Theriogenology* 27. 253.

Martínez S.B., S.A. Pérez, E.A. Jaen, J.M. Berruecos, J.V. Méndez. 1985. Valoración de dos hormonas foliculoestimulante comerciales usadas en superovulación de vacas en lactación y vaquillas en ganado lechero. *Tec. Pec. Mex.* 33: 1, 22.

Mapletoft, R. 1980. Effect of a progestagen ear implant on superovulatory response in the cow. *Theriogenology*. 13:102.

McDaniel B. T. and B. Cassell. 1981. Effects of embryo transfer on genetic change in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 64: 2484.

Menzer C. H. Schams, D. 1979. Factors affecting superovulation, on effect of number of embryos, *J. Repro. Fertility* 55:339.

Monniaux, D., D. Chuupin and J.Saumande. 1983. Superovulatory response of cattle. *Theriogenology*. 19:55.

Monniaux D., J.C. Mariana and W. R. Gibson. 1984. Action of PMSG on follicular populations in the heifer. *J. Reprod. Fertil.* 70: 243.

Moor R.M., L.P. Cahill, F. Stewart. 1980. Ovarian stimulation or egg production as limiting factor of egg transfer. IX Intern. Cong. Anim. Reprod. Insem. 1: 451.

Newcomb R. Christie, W. B., Rowson, L. E. A. 1978. Birth of calves after *in vivo* fertilization of oocytes removed from follicles and matured *in vitro*, *J. Reprod Fertil.*, 52: 395.

- Newcomb R., Rowson, L. E. A. 1980. Conception rate after uterine transfe of oaw eggs in relation to synchronization of estrus and age of eggs, *Theriogenology* 13, 41.
- Ozil J.B., Y. Heyman, R. Cassou. 1980. Embryo recover in young heifers and large old donnor cows. 3th. Inter. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insem. Madrid, Spain. p. 581.
- Palma, G.A. y G. Brem. (1993) Transferencia de embriones y biotecnología de la reproducción en la especie bovina. De. Hemisferio sur. Pag 68.
- Prado, R., S.M. Rhind, I.A. Wright, A.J. Russel, S.R. McMillen, A.J. Smith and A.S. McNelly. 1990. Ovarian follicle populations, steroidogenicity and micromorphology at 5 and 9 weeks post partum, in beef cattle in tow levels of body condition. 51: 103.
- Powell R. L. 1981. Genetic impact of embryo transfer possible effects of embryo transfer on evolution of cows and bulls. *J. Dairy Sci.* 64: 2476.

Rendel J. M. and A. Robertson. 1950. Stimulation of genetic gain in milk yield by selection in closed herd of dairy cattle. *J. Genetics*. 1950: 1.

Rowson L. E. A.; R. M. A., Moor, and R. A. S., Lawson. 1969. Fertility following egg transfer in the cow: Effect of method medium and synchronization of estrus. *J. Reprod. Fertility* 18: 517.

Rowson L. E. A., Lawson, R. A. S. Moor, R. M. A. 1971. Production of twins in cattle by egg transfer. *J. Reprod. Fertil.* 25: 261.

Rowson L. E. A., Lawson, R. A. S., Moor, R. M. A. and Baker, A. A. 1972. Egg transfer in the cow: Synchronization requirements. *J. Reprod. Fertil.* 18: 427.

Rowson L.E.A. 1976. Egg transfer in cattle, E.E.C. Eur 5491.

Saumande J. 1980. Concentrations of luteinizing hormone, oestradiol 17 beta and progesterone in the plasma of heifers treated to induce superovulation. *J. Endocr.* 84: 425.

Scanlon P.F., Sreenan and I.Gordon. 1968. Hormonal induction of superovulation in cattle. *J. Agric. Sci. Comb.* 70: 179.

SAS, 1989. Statistical Analysis System.

Schallenberg E., P. Ulrich, E. Mostl, S. Fuchs and H. Tenhumberg. 1994. Induction of superovulation in cattle comparing single subcutaneous and repeated epidural dose with standard intramuscular administration of FSH. *Theriogenology* 41: 290.

Smith C. 1984. Rates of genetic changes in farm livestock res and development. *Agriculture*, 1:75.

Sorensen A. M. 1982. *Reproducción Animal Principios Prácticos* primera edicion, Ed. McGraw Hill, México D.F..

- Stephan P.F.. 1985. Maternal recognition of pregnancy. *Theriogenology*. 23: 145.
- Theiber M. 1992. Statistics of E. T. industry around of the world. *Embryo transfer Newsletter (IETS)* 10:10 citado por Herman, H. A., Mitchell, J. R., Doak, G. A. 1994. *The artificial insemination and embryo transfer of dairy and beef cattle. Eighth Edition.* De Interstate Publisher, Inc, Danville, Ill.
- Tervit H. R., L. E. A. Rowson and M. F. McDonald. 1974. Application of the eggs transfer Techniques in cattle and sheep. *Proc. New Zeland Soc. anim. Prod.* 34: 56.
- UTESA, 1982. Unidad de transferencia de embriones S.A., memorias del curso, sobre técnicas de transferencia de embriones en bovinos. Santa María Rayón, Estado de México.
- Vanderboom R. J., R. Tappan, T. C. McCauly and R. L. Ax. 1991. Designing tomorrows genes. *Theriogenology*. 35: 33.

Vos P.L., M.M. Bevers, A.H. Willemse and S.J. Dielman. 1995. Dose postponement of preovulatory LH surge affect ovulation rate and embryo yield in superovulated Holstein heifers. *Theriogenology* 43: 344.

Warwick B. L. and Berry, R. O. 1949. Inter-generic and intra-specific embryo transfer. *Canad. Record.* 40: 297.

Willet E.L., L.E. Stone, P.J. Brucker. 1951. Successfull transplantation of a fertilized bovine ova. *Sci.* 113.

Zerobin K. and H. Sporri. 1972. Motility of the bovine and porcine uterus and fallopian tube. *Adv. Sci. Comp. Med.* 16: 303.

10. APENDICE

Cuadro 34 Anova de la variable Ovario derecho.

Dependent Variable: OD					
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EPOCA	2	28.6894617	14.3447309	0.87	0.4194
ANO	1	53.8158932	53.8158932	3.26	0.0712
RAZA	1	13.0666118	13.0666118	0.79	0.3737
EPOCA*ANO	2	134.3993648	67.1996824	4.07	0.0173
EPOCA*RAZA	2	76.6488556	38.3244278	2.32	0.0984
ANO*RAZA	1	38.8905137	38.8905137	2.36	0.1250
EPOCA*ANO*RAZA	2	4.3087783	2.1543892	0.13	0.8776

Cuadro 35. Anova de la variable ovario izquierdo.

Dependent Variable: OI					
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EPOCA	2	14.5117825	7.2558913	0.43	0.6515
ANO	1	18.8314497	18.8314497	1.11	0.2918
RAZA	1	7.4062613	7.4062613	0.44	0.5085
EPOCA*ANO	2	131.8336909	65.9168455	3.89	0.0207
EPOCA*RAZA	2	49.9922313	24.9961156	1.48	0.2289
ANO*RAZA	1	68.3426324	68.3426324	4.04	0.0448
EPOCA*ANO*RAZA	2	1.4687713	0.7343856	0.04	0.9575

Cuadro 36. Anova de la variable Cuerpos lúteos totales.

Dependent Variable: CLT					
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EPOCA	2	21.3911793	10.6955897	0.52	0.5927
ANO	1	423.0681128	423.0681128	20.70	0.0001
RAZA	1	25.6288530	25.6288530	1.25	0.2630
EPOCA*ANO	2	168.3410915	84.1705457	4.12	0.0165
EPOCA*RAZA	2	17.9073489	8.9536745	0.44	0.6454
ANO*RAZA	1	1.6553432	1.6553432	0.08	0.7760
EPOCA*ANO*RAZA	2	43.6470632	21.8235316	1.07	0.3441

Cuadro 37. Anova de la variable embriones transferibles.

Dependent Variable: ET					
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EPOCA	2	16.89634307	8.44817154	0.37	0.6936
ANO	1	18.74883278	18.74883278	0.81	0.3677
RAZA	1	8.65164667	8.65164667	0.37	0.5405
EPOCA*ANO	2	62.66307776	31.33153888	1.36	0.2578
EPOCA*RAZA	2	29.45311503	14.72655752	0.64	0.5286
ANO*RAZA	1	86.57562804	86.57562804	3.75	0.0531
EPOCA*ANO*RAZA	2	54.74625019	27.37312510	1.19	0.3059

Cuadro 38. Anova de la variable embriones no transferibles.

Dependent Variable: ENT					
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EPOCA	2	81.6464984	40.8232492	0.71	0.4905
ANO	1	137.0267558	137.0267558	2.39	0.1222
RAZA	1	39.5425352	39.5425352	0.69	0.4062
EPOCA*ANO	2	529.5714840	264.7857420	4.62	0.0100
EPOCA*RAZA	2	242.2179211	121.1089605	2.11	0.1212
ANO*RAZA	1	210.9083217	210.9083217	3.68	0.0553
EPOCA*ANO*RAZA	2	1.7978177	0.8989088	0.02	0.9844

Cuadro 39. Anova de la variable estructuras totales recobradas.

Dependent Variable: ETR					
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EPOCA	2	10.0694111	5.0347056	0.11	0.8994
ANO	1	263.0489225	263.0489225	5.54	0.0188
RAZA	1	65.2415266	65.2415266	1.37	0.2414
EPOCA*ANO	2	425.4674023	212.7337012	4.48	0.0115
EPOCA*RAZA	2	46.8259803	23.4129902	0.49	0.6109
ANO*RAZA	1	112.0054903	112.0054903	2.36	0.1249
EPOCA*ANO*RAZA	2	7.1128174	3.5564087	0.07	0.9278

Cuadro 40 Anova de la regresión múltiple para ovario izquierdo.

	Grados L.	Suma de cuadrados	medias de cuadrados	F	Prop> F
Regresión	3	24154.276	8051.4255	2823302	0.0000
Error	1046	2.9744	0.0028		
total	1046	24157.251			

 $R^2 = 0.9998$

Variable	Parámetro Estimado	Error estándar	Suma de cuadrados	F	Prob>F
OI	0.0014867	0.0005105	0.02418	8.48	0.0037
ENT	-0.999767	0.0005224	10443.022	3661936	0.0000
ETR	0.999402	0.0003990	17884.441	6271334	0.0000



