

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



ANALISIS DE ALGUNOS FACTORES QUE AFECTAN  
LA SUPEROVULACION EN GANADO BOVINO  
DE LA RAZA SALERS.

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

P.M.V.Z. JOSE MARTIN RUIZ SANCHEZ

DIRECTOR DE TESIS

M.V.Z. MARCO ANTONIO ASPRON PELAYO

GUADALAJARA, JAL.

MAYO DE 1993

C O N T E N I D O

PAGINA

RESUMEN.....	x
INTRODUCCION.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
JUSTIFICACION.....	19
HIPOTESIS.....	20
OBJETIVOS.....	21
MATERIAL Y METODOS.....	22
RESULTADOS.....	25
DISCUSION.....	35
CONCLUSIONES.....	38
BIBLIOGRAFIA.....	39

## RESUMEN

Se llevó a cabo el análisis de la superovulación en 144 donadoras de la raza Salers en la Unidad de Transferencia de Embriones de la CONAMEGRA, A.C., ubicada en Ajuchitlán, Colón, Querétaro, estudiando los siguientes factores: 94 tratamientos se aplicaron con FSH dos veces al día durante cuatro días y 50 fueron aplicados cada 24 horas durante cuatro días; estadísticamente no hubo diferencia significativa entre uno y otro, por lo que los demás efectos fueron analizados independientemente de la frecuencia de tratamiento con FSH.

Las dosis de FSH que mejor efecto tuvieron sobre la respuesta ovárica y producción de embriones transferibles fueron las de 24 a 32 mg. Las donadoras que mejor respondieron al tratamiento superovulatorio con respecto a la edad fueron las que estaban comprendidas entre los 4 y 6 años. Para el factor días del estro a la superovulación se encontraron mejores resultados cuando el tratamiento superovulatorio se inició entre el día 10 y 11. Para el factor número de superovulación hubo un promedio de embriones transferibles más alto cuando se superovularon por segunda vez.

Se dieron los mejores promedios de embriones transferibles cuando el intervalo entre superovulaciones fue de más de 120 días. De los 6 sementales usados para la Inseminación Artificial de las donadoras, se presentaron porcentajes de fertilidad variables, para el más alto fue de 85.4 % y el más bajo 50.8 %.

## I N T R O D U C C I O N

Una de las mejores biotecnologías de que se dispone para el mejoramiento genético del ganado es la transferencia de embriones, que consiste en colocar un embrión procedente de una vaca de calidad genética sobresaliente ( donadora ) en el útero de otra vaca de escaso valor genético ( receptora ).

Esta técnica no es nueva, ya que desde 1890 Heape transfirió con éxito embriones en conejos; otros autores han trabajado en las demás especies, como Nicholas, que en 1933 lo hizo en ratas; Warwick y Berry en 1949 lo hicieron en ovejas y cabras; Kvangnickii en cerdos en 1951; Willet y col. en 1951 realizaron el primer trasplante exitoso en bovinos; Whittingham y col. en 1972 obtienen crias de ratones con embriones congelados, lo mismo que Wilmut y Rowson en 1973 con embriones congelados de bovinos (4,26).

Así esta técnica ofrece una serie de ventajas como:

- a).- Multiplicar por tres o más la progenie normal de una vaca.
- b).- Obtener numerosos becerros genéticamente similares y de la misma edad para la reproducción o para efectuar pruebas de progenie.
- c).- Incrementar la calidad de un hato mediante el trasplante de embriones superiores en vacas comerciales o vacas desechadas de hatos lecheros.
- d).- Enviar becerros superiores en su etapa embrionaria a sitios donde las cuarentenas o las condiciones sanitarias dificultan su introducción en pie y así poder mantener un hato puro en esas condiciones.

- e).- Incrementar el hato sin comprar ganado adulto.
- f).- Lograr progenie adicional de vacas muy viejas muy jóvenes o con enfermedades no genéticas.
- g).- Conservar embriones congelados en bancos y utilizarlos en el momento que se requiera y.
- h).- Producir gemelos idénticos, (37).

Entre las desventajas la principal es que esta técnica es costosa, ya que requiere una alta tecnificación como: Disponer de instalaciones especiales, llevar un estricto control de programas preventivos, de sanidad, reproducción, alimentación, contar con técnicos especializados (23); esto en gran medida limita su uso en países subdesarrollados, haciéndose casi exclusiva de ganaderos ricos.

Para llevar a cabo esta técnica es necesario realizar una serie de eventos que incluyen los siguientes (2).

- (A). SUPEROVULACION.
- (B). SINCRONIZACION ESTRAL.
- (C). INSEMINACION ARTIFICIAL.
- (D). RECOLECCION DE EMBRIONES.
- (E). EVALUACION DE EMBRIONES.
- (F). TRANSFERENCIA DE EMBRIONES.
- (G). CONSERVACION DE EMBRIONES.

(A). SUPEROVULACION: Se entiende por superovulación la técnica en la cual la hembra es inyectada con hormonas exógenas para que imiten a mayor escala las fluctuaciones hormonales fisiológicas y se le induzca a producir más óvulos (39).

Los factores que influyen en la respuesta superovulatoria son:

- a.- La edad.
- b.- La talla corporal.
- c.- El peso.
- d.- La etapa del ciclo estral cuando se inicia el tratamiento.
- e.- Los días entre superovulaciones.
- f.- El clima y la estación del año.
- g.- La dosis.
- h.- La potencia, la pureza y la calidad de las preparaciones de gonadotropinas disponibles en el mercado.

Otro investigador hace la clasificación en tres grupos (48).

- A.- Variación asociada al programa de superovulación y a la calidad de las hormonas utilizadas para la superovulación.
- B.- Factores intrínsecos de la vaca, que incluyen diferencias entre razas, variación entre individuos al ser superovulados en diferentes etapas de su vida.
- C.- Factores medio ambientales, incluyendo época del año, temperatura, calidad del alimento, etc.

Así uno de los pasos fundamentales en el transplante de embriones es la superovulación (45), solo tras una superovulación eficaz se puede recobrar un número satisfactorio de embriones para transplantar.

Aunque cualquier vaca o vaquilla de ciclo regular puede responder satisfactoriamente a un tratamiento superovulatorio y utilizarse para transplante de embriones, las vacas donadoras deberán de reunir de preferencia los siguientes requisitos: Edad de 4 a 9 años, ser de calidad genética superior, con aparato reproductor de tamaño normal, sin signos de endometritis y vaginitis, de ovulación regular, bien alimentada y con un historial de partos normales. Es importante no descuidar los aspectos anteriores, ya que el transplante de embriones es una operación costosa (45).

A pesar de que todas las hembras de los mamíferos domésticos responden a la superovulación, esta es más practicada en las no multiparas y en especial en las vacas, ya que una vaca produciría una pequeña cantidad de descendientes y al superovularla, recolectarle los embriones y al transferirlos a otras hembras el número de descendientes potenciales se incrementaría notablemente (26).

En los mamíferos en general los ovarios tienen miles de ovocitos, pero solo una pequeña cantidad llega a ovular (26), por lo cual se requiere la aplicación de gonadotropinas exógenas para que imiten el efecto de la hormona folículo estimulante (FSH). Esta aplicación de gonadotropinas es necesaria ya que deben estar disponibles el tiempo suficiente para que el folículo continúe creciendo y facilite la maduración final del ovocito, además de que asegure su fertilización y el desarrollo del embrión (9).

Se han utilizado diversas gonadotropinas para incrementar las tasas de ovulación en bovinos lecheros y de carne, en conjunción con tratamientos de prostaglandinas para regular el ciclo estral (9); las gonadotropinas que se utilizan más son la PMSG (gonadotropina sérica de yegua preñada), FSH (hormona folículo estimulante) y HMG (gonadotropina menopáusica humana).

Descripción de las hormonas que se utilizan para la superovulación :

1.- Hormona folículo estimulante (FSH): Esta hormona es la que más se utiliza actualmente para inducir la superovulación en las hembras donadoras de embriones bovinos (14). La FSH debe ser aplicada durante 4 ó 5 días en dosis decrecientes dos veces al día y la razón de ello es que esta hormona tiene una vida media muy corta en el animal que va de 2 a 2.5 horas (26). Aunque no hay una dosis estándar para todas las hembras, por lo general varía desde 24 a 60 mg (19) para ganado europeo o dosis menores para ganado cebú (13). Se han llevado a cabo trabajos para reducir el manejo de los animales, como la aplicación de la gonadotropina cada 24 horas durante cuatro o cinco días (32) o en lugar de que sea el tratamiento por 4 o 5 días reducirlo a tres (14) o a uno (28), en estos dos últimos casos con pobres resultados

Para obtener los mejores resultados el tratamiento superovulatorio se debe de iniciar entre los días 8 y 14 del ciclo estral (18,48), contándose el día del estro como día 0 (cero); a las 48 horas de iniciado el tratamiento se debe aplicar prostaglandina  $F_2$  alfa (PGF<sub>2</sub> alfa) para que destruya el cuerpo lúteo, presentándose el estro 48 a 72 horas después de la inyección de PGF<sub>2</sub> alfa y las ovulaciones múltiples de 24 a 30 horas después de iniciado el estro (48).

2.- Gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG) : Fue una de las primeras gonadotropinas disponibles y era utilizada ampliamente para inducir la superovulación. Se aplica en dosis que van de 2,000 a 3,000 U.I. por una sola vez; es una hormona que permanece por varios días en sangre, lo cual provoca el crecimiento de nuevos folículos, con el consiguiente incremento de los niveles de 17 - beta estradiol que muchas veces produce un estado inadecuado para el desarrollo de los embriones (26).

Para reducir el problema anterior se puede utilizar un suero Anti-PMSG (15) o anticuerpos monoclonales contra la PMSG (46), los cuales se aplican al momento de detectar el estro de la donadora o al inseminarla y su acción va a consistir en neutralizar la PMSG e impedir que sigan desarrollándose más folículos.

3.- Hormona menopáusica humana (HMG ) : También es conocida con el nombre de Pergonal y ha sido utilizada para inducir la superovulación en vacas (29,33) ; se obtiene de preparaciones purificadas de orina de mujeres menopáusicas (26), siendo tan efectiva para la hiperovulación como la FSH y la PMSG.

(B). SINCRONIZACION ESTRAL : Los progresos que se han tenido en la técnica de transferencia de embriones no se hubieran logrado sin el descubrimiento de productos que sincronicen el estro, ya que estos nos van a permitir controlar el ciclo estral y esperar la respuesta en un tiempo predeterminado.

Existen dos tipos de sincronizadores estrales los progestágenos (36) , y los luteolíticos que son la Prostaglandina F<sub>2</sub> alfa y sus análogos sintéticos (34,35).

Estos sincronizadores controlan la fase lútea del ciclo; los progestágenos actúan como un cuerpo lúteo artificial y

al retirarse del animal aparece el estro 2 ò 3 días después (36).

Los agentes sincronizadores luteolíticos son los más utilizados y estos son la  $PGF_2$  alfa (Dinoprost) y sus análogos sintéticos ( Cloprostenol, Fenprostaleno ) (34,35), la función de las prostaglandinas es destruir el cuerpo lúteo de la vaca para hacer que entre en estro 48 - 72 horas después de aplicados, por lo tanto el tratamiento superovulatorio con gonadotropinas se puede iniciar entre el día 8 y 14 del ciclo estral y al aplicar las prostaglandinas 48 - 72 horas después de iniciado, aparecerà el estro en la mayoría de las donadoras 48 horas después de aplicadas, o sea 4 ò 5 días después de iniciada la superovulación, con lo cual el pico de LH ( hormona luteinizante ) coincidirá con el máximo desarrollo folicular y podrán ovular la mayoría de los folículos estimulados (5).

(C). INSEMINACION ARTIFICIAL : Para fertilizar los óvulos que se producen al superovular a las hembras, por lo general se aplica mayor dosis de semen de lo normal; pueden ser dos o más inseminaciones, la primera a las 12 horas de iniciado el estro y la segunda a las 18 horas (11) o a las 24 horas (40) y esto se hace porque las ovulaciones no ocurren al mismo tiempo sino que son paulatinas.

(D). RECOLECCION DE EMBRIONES: La recolección de embriones se puede lograr por dos métodos: El quirúrgico y el no quirúrgico. Actualmente el que más se recomienda es el no quirúrgico, ya que el quirúrgico presenta varias desventajas como que el intervalo entre recolecciones es mayor, riesgo de muerte del animal, infecciones postoperatorias, costos elevados, se necesita una sala de cirugía, las donadoras se colectan nada más dos o tres veces, la vaca puede quedar infértil (24).

Por lo tanto, el método no quirúrgico ha sustituido al quirúrgico, ya que elimina los riesgos del anterior. Es menos costoso y más rápido, puede ser ejecutado por dos personas, y se puede efectuar varias veces en la misma donadora (24).

Actualmente en la clínica de transferencia de embriones el método que se utiliza es el no quirúrgico (20,21) y la recolección se lleva a cabo ó a 8 días después de haber presentado el estro la donadora.

Descripción del método: El animal se coloca en una trampa para inmovilizarlo, se le aplica anestesia epidural baja para suprimir los movimientos rectales, se lava y desinfecta la región perivulvar; el siguiente paso es determinar por vía rectal el tamaño de los ovarios y contar los cuerpos lúteos, lo cual nos dará una idea aproximada del número de embriones que podrán recolectarse.

Enseguida se introduce un dilatador cervical hasta el cuerpo del útero, que sólo es necesario en vaquillas ya que en vacas con uno o más partos no se necesita; esto ayudará a decidir el calibre de la sonda de Foley que se empleará en la recolección. La sonda es un tubo flácido de hule látex con orificios cerca de su extremidad anterior y un globo inflable con capacidad de 5 ó 30 ml cuya función es fijar la sonda dentro del útero. Hay sondas de dos o tres vías, que son una para llenado del globo y una o dos para la entrada y salida de líquidos.

Cuando el útero es pequeño se realiza la recolección simultánea llenando el globo de 5 ml con aire o líquido a nivel del cuerpo uterino de tal forma que selle la os interna del cérvix y se pueda introducir el líquido a ambos cuernos uterinos a la vez. En el caso de úteros más grandes se emplea la sonda con globo de 30 ml, que se introduce a través del cérvix con una varilla de acero

inoxidable en su interior para darle rigidez, después la sonda se conduce hacia uno de los cuernos procurando que llegue lo más adelante posible. El globo se va inflando poco a poco con solución salina fisiológica hasta que quede ajustado para que el medio no se escape entre la pared del útero y el globo, el cual se procura que no quede demasiado lleno ya que se puede dañar el endometrio; una vez terminada la recolección en un cuerno se repite la operación en el otro con sonda nueva.

Para efectuar la recolección se emplea la solución PBS de Dulbecco modificada con suero fetal bovino, o también se esta utilizando en nuestro país con buenos resultados la solución de Hartmann con suero fetal bovino (6,7,44) , siendo esta más barata y de más fácil adquisición.

Para llevar a cabo la recolección se colocan en una botella estéril de 600 a 1,000 ml la solución de Dulbecco o de Hartmann, y se sitúa a un metro de altura de la vaca, conectada a una manguera de drenaje, esta manguera se conecta a la sonda de Foley con un conector en forma de Y, a este se le coloca otra manguera que va a un filtro concentrador de embriones (38), cuya malla tiene poros con diámetro de 75 micras y ahí se detienen los embriones y partículas mayores a ese diámetro; el paso del medio en ambas mangueras se controla mediante pinzas o seguros de plástico.

Se deja pasar el medio hasta llenar el útero o el cuerno, se cierran los seguros de las mangueras y se procede a dar masaje al útero para provocar corrientes del medio que arrastren los embriones; después se abre el seguro de la manguera de salida para que el medio con los embriones salga hacia el filtro. Este proceso se repite hasta hacer pasar 500 ml del medio por cada cuerno en la recolección independiente o 1,000 ml en la recolección simultánea; se debe procurar mantener en el filtro concentrador un nivel de

50 - 100 ml de medio para evitar que los embriones se deshidraten .

Este es un método bastante seguro ya que es muy difícil que se contaminen el medio o los embriones; una vez que se ha terminado la recolección se procede a la identificación y evaluación de los mismos.

(E). EVALUACION DE LOS EMBRIONES: Una vez que se ha terminado la recolección el medio que quedó retenido en el filtro se deposita en una caja de Petri con capacidad de 50-100 ml. La malla se debe enjuagar a presión para desprender todos los embriones y partículas que pudieran adherirse ( el enjuagado se puede realizar con 30 ml con solución de Dulbecco o de Hartmann con una jeringa de 10 ml y aguja hipodérmica de calibre 25 ). Se hace la observación al microscopio estereoscópico para buscar los embriones a 15 aumentos; las características que permiten la identificación de los mismos son la refringencia de la zona pelúcida y el hecho de que ruedan sobre el fondo de la caja. Se deben hacer por lo menos dos revisiones a cada caja antes de desechar el líquido; al ir haciendo la identificación de cada embrión se debe trasladar con una micropipeta capilar de vidrio a una caja de Petri con 5 ml de solución de Dulbecco o Hartmann suplementada con 10 % de suero fetal bovino (5).

Una vez que se tienen todos los embriones de una donadora en la solución de Dulbecco o Hartmann con 10 % de suero fetal bovino, se procede a observarlos a 45-120 aumentos para poder apreciar su morfología, y evaluar su calidad en base a las siguientes características (31,42).

El diámetro del embrión mide de 150-190 micras y la zona pelúcida tiene un grosor de alrededor de 12-15 micras; este tamaño no va a cambiar hasta la expansión de la

blàstula. En las fases tempranas del desarrollo del embriòn se le refiere por el número de blastòmeros presentes, así será un embriòn de dos blastòmeros, de ocho blastòmeros, hasta el de 16 blastòmeros, después del de 16 células al examen microscòpico se va a revelar solo una estimaciòn del número de células presentes, por lo que se usa otra nomenclatura que es la siguiente:

Mòrula temprana: Se asemeja a un racimo de células, cada blastòmero es difícil de diferenciar de otro, la masa celular del embriòn ocupa la mayoría del espacio vitelino.

Mòrula compacta: Los blastòmeros están adosados formando una masa compacta; la masa embrionaria ocupa un 60-70 % del espacio vitelino.

Blàstula temprana: En esta etapa la masa de células forma una cavidad llena de fluidos, el blastocele, y el embriòn ocupa de un 70 a un 80 % del espacio vitelino; en este estado es posible observar la diferenciaciòn del trofoblasto con respecto a la masa celular interna.

Blàstula en expansiòn: Se encuentra una marcada diferenciaciòn de la capa externa del trofoblasto y una opacidad más compacta es evidente en el interior del trofoblasto. El blastocele es fácilmente observable y el embriòn ocupa la mayor parte del espacio vitelino.

Blàstula expandida: El diámetro del embriòn se incrementa rápidamente con la reducciòn del grosor de la zona pelúcida a aproximadamente a un tercio de su espesor original, algunos embriones en este estado pueden estar colapsados por la pérdida total o parcial del blastocele, sin embargo la zona pelúcida rara vez recupera su espesor original.

Blàstula eclosionada: Los embriones recobrados en este estado de desarrollo pueden estar iniciando el proceso de

liberación o pueden estar completamente desprendidos de la zona pelúcida, la blástula puede ser esférica con su blastocele bien definido o bien estar colapsada.

Dado que cuando se superovula una hembra las ovulaciones no son simultáneas, al realizar la recolección, que se debe llevar a cabo entre los días 6 y 8 post-estro, se pueden encontrar embriones con diferente grado de desarrollo.

A continuación se indica la edad estimada del embrión en los diferentes estados de desarrollo.

Estado celular:	Edad estimada:
Mórula temprana.	5 días.
Mórula compacta.	6 días.
Blástula temprana.	7 días
Blástula en expansión.	7 días.
Blástula expandida.	8 días.
Blástula eclacionada.	9 días.

La calidad de los embriones se determina por los siguientes criterios:

1.- Excelente: Un embrión ideal, esférico, simétrico, con células de tamaño color y apariencia uniforme.

2.- Bueno: Pequeñas imperfecciones, con algunos blastómeros separados del resto, forma irregular, pocas vacuolas.

3.- Regular: Defectos manifiestos pero no graves, presencia de blastómeros separados, forma irregular, pocas vacuolas.

4.- No transferible: Defectos graves, numerosos blastómeros separados, células degeneradas, células de diversos tamaños, vacuolas grandes y numerosas, retardo marcando en su desarrollo (menos de 16 células); aquí se incluyen los óvulos no fertilizados.

Es evidente que los mejores resultados se obtienen con embriones clasificados como excelentes y buenos y cabe esperar resultados inferiores con embriones regulares.

(F). TRANSFERENCIA DE LOS EMBRIONES: Una vez que se han recuperado y evaluado los embriones, pueden ser transferidos de inmediato, unas horas después o bien congelarlos.

Independiente de si se trata de embriones frescos o congelados el método de transferencia puede ser el mismo.

Para llevar a cabo dicha transferencia es necesario hacer una selección de las hembras que van a ser utilizadas como receptoras (45), pudiendo ser vacas jóvenes o novillas libres de enfermedades y con ciclos regulares, la raza no tiene importancia, los animales deben estar bien nutridos y en condiciones de parir crías del tamaño de la raza de la donadora.

Los métodos de transferencia que se pueden utilizar son dos:

- a).- El método quirúrgico y,
- b).- El método no quirúrgico.

a).- Método quirúrgico: Al mismo tiempo que se practicaba la recolección de embriones por vía quirúrgica, los trasplantes se efectuaban también mediante cirugía, con una incisión en la línea media o en el flanco (5,12). Este es un método que poco se utiliza actualmente en los bovinos ya que se tienen las mismas desventajas que la recolección de embriones de donadoras por este método (2).

b).- Método no quirúrgico: Actualmente la mayoría de los trasplantes se efectúan por este método; para llevarlo a cabo se deben seguir los siguientes pasos (5,12): el animal se inmoviliza en una trampa, se lava la región perivulvar, se le aplica anestesia epidural baja, el embrión

se coloca en una pajilla de 0.25 ml quedando en una gota de medio entre dos burbujas de aire. La pistola de Cassou es cargada como en la técnica para la inseminación artificial. Se localiza el cuerno ipsilateral al cuerpo lúteo por palpación de los ovarios, la pistola de transferencia es introducida a través del cervix hasta llegar a la mitad de dicho cuerno, donde se deposita suavemente el embrión.

(6). CONSERVACION DE EMBRIONES: Uno de los avances más importantes en la técnica de la transferencia de embriones es el de la congelación de los mismos, ofreciendo varias ventajas (8): se puede acumular un gran número de embriones de diferentes donadoras para ser utilizados en el lugar y tiempo adecuados, la congelación permite la colección de embriones a todo lo largo del año, permite transportarlos a diversas partes del mundo, no se necesita un hato de receptoras sincronizadas al momento de la recolección.

En general, el método de congelamiento (45), consiste en colocar el embrión en un crioprotector, DMSO o glicerol, al 10 % en PBS o Hartmann con 10 % de suero fetal bovino; se envasan en pajillas de 0.25 ml (5), se van enfriando a razón de 1 °C / min hasta -7 °C, se induce la cristalización del medio y se van enfriando 0.5 °C / min hasta -30 °C ó -35 °C, pasándolos posteriormente a nitrógeno líquido, que es donde se mantendrán hasta el momento de descongelarlos para transferirlos.

La descongelación se realiza en baño maria a +25 °C ó a +37 °C; el embrión se extrae de la pajilla, y se elimina el crioprotector en varios pasos con glicerol en concentraciones decrecientes o en un solo paso utilizando una solución de sacarosa (45).

Tras la descongelación se evalúan los embriones morfológicamente; si no tienen daños severos se pasa por 10 gotas de PBS o Hartmann, estando listos para transferirse a las receptoras lo más pronto posible; la tasa de gestación que se espera es de un 5-10 % menor a la que se obtiene con embriones frescos (5).

#### DESCRIPCION DE LA RAZA " SALERS " (10):

Origen y desarrollo: Es originaria de la región volcánica del macizo central de Francia, es muy diferente al resto de las razas francesas y tiene cierta similitud con las razas de ganado rojo provenientes del suroeste de la península Ibérica, lo cual sugiere un origen común.

Las características principales de la región donde se ha desarrollado esta raza desde el siglo pasado, son una altitud de 600 a 1,300 m, terreno muy montañoso, con lluvias intensas en el otoño, invierno de 6 a 7 meses, que hacen casi imposible la siembra de cereales, por lo cual el ganado se alimenta de pasto en el verano y heno en el invierno, la naturaleza del medio ambiente ha tenido efectos considerables en las características de la raza.

Hasta los años sesenta había sido criada para producir leche, carne y trabajo, con animales largos de buena talla sin exceso de grasa y capaces de regular su temperatura corporal, a partir de entonces se le ha dado más importancia a la producción de carne sin perder las habilidades maternas especialmente las de reproducción y la producción de leche.

Características de la raza: La capa es de color rojo caoba oscuro, algunos pueden ser de color negro. El pelo es generalmente rizado, la piel es de color café, la cabeza es

triangular, los cuernos tienen forma de lira, los cuales se van abriendo con la edad, son raros los animales sin cuernos.

Medidas: Las vacas y vaquillas miden en promedio a la cruz 140 cm y los toros 150 cm. Los machos adultos en buenas condiciones pesan de 1,000 a 1,200 Kg y las vacas y vaquillas de 650 a 850 kg.

Cualidades básicas: Es un ganado que tiene la capacidad para caminar grandes distancias y pastar por grandes áreas a diversas altitudes, ya que tienen bien desarrolladas las piernas y pies con pezuñas negras, consecuentemente este ganado camina sobre terrenos pedregosos y húmedos sin lesionarse.

Esta raza soporta bastante bien los cambios climáticos, en el invierno el pelo rizado crece y resiste bastante bien el frío, además, debido al color café de sus membranas mucosas, no padece enfermedades oculares y agrietamiento de la ubre.

Las vacas y vaquillas Salers son capaces de utilizar sus reservas energéticas para producir leche cuando escasea el pasto y se recuperan cuando este está en plenitud.

La longevidad de este ganado en promedio es de 10 años con 7 lactaciones, hay registro de vacas con 20 años de edad y 17 lactaciones, otra característica sobresaliente es su fertilidad, ya que aproximadamente cada 374 días paren una cria, por lo general de Diciembre a Abril.

Es raro que tengan dificultades al parto ya que tienen una gran amplitud pélvica y los becerros son de poco peso al nacimiento, las terneras pesan 36 Kg y los terneros 38.5 Kg.

Este ganado es explotado en Francia bajo un sistema tradicional que consiste en producir en una misma lactancia, y en forma simultánea, leche y una cría destetada que generalmente se vende a los 9 meses, después de haber sido alimentada por su madre, habiendo consumido pasto o posiblemente alimentada con algún concentrado.

En promedio la lactancia en esta raza dura 274 días con una producción promedio de leche de 3,050 kg con un 3.28 % de proteínas y un 3.59 % de grasa.

Cuando se destinan para la producción de carne, ya sea puros o cruzados, pueden alcanzar ganancias de peso de 1,240 a 1,285 gramos diarios.

El ganado Salers ha logrado difundirse a diversas partes del mundo por lo cual su adaptación a las diferentes regiones y climas es evidente.

El ganado Salers en México: En el año de 1979 el gobierno federal importó un hato de 2 toros y 10 hembras para mejorar la ganadería criolla.

Aunque esta raza ya tiene más de 10 años de haberse introducido al país no ha logrado difundirse a gran escala, siendo el hato de la Clínica de Transferencia de Embriones, el más grande de la República; solo algunos ganaderos del norte del país (Coahuila, Nuevo León, Sonora, Tamaulipas) se han interesado por este ganado, además de algunos otros ya sea que hayan adquirido el animal adulto o bien embriones frescos o congelados del banco de embriones del mismo Centro; además mediante la venta de semen congelado se han hecho cruces con diferentes razas de vacas.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La transferencia de embriones en el ganado bovino ha tenido un considerable impacto desde los años setentas en los países desarrollados; en los que están en este proceso, como México, su difusión y aplicación ha sido lenta. Y dada la escasa información que se tiene acerca de la respuesta a la superovulación en la raza Salers, es importante llevar a cabo investigaciones para generar tecnología, y ponerla a disposición de los ganaderos nacionales.

## J U S T I F I C A C I O N

De las diferentes razas de ganado bovino europeas que han sido importadas al país en los últimos años, la raza Salers es una de las que menos se ha difundido en el ámbito nacional y dadas las características productivas que posee, se debe difundir la investigación que sobre la misma se ha generado, sobre el comportamiento y respuesta a la superovulación para obtener embriones transferibles, por que si se utilizara la monta directa o inseminación artificial, el proceso de mejoramiento genético de la ganadería sería más tardado; con esto se podría incrementar la disponibilidad de alimentos de origen animal.

## H I P O T E S I S

Dada la gran variabilidad de las diferentes razas de bovinos al ser superovulados y aún dentro de individuos , se espera que conociendo y controlando lo más posible los diferentes factores tanto intrínsecos como extrínsecos que intervienen en la respuesta superovulatoria de la raza Salers y así obtener una mayor cantidad de embriones transferibles.

## O B J E T I V O S

### A). GENERAL.

Evaluar el efecto de diferentes factores intrínsecos ( edad, día del ciclo, número de superovulación ) y extrínsecos ( tratamiento superovulatorio, intervalo entre superovulaciones y el semental utilizado ) en la respuesta de vacas y vaquillas de raza Salers superovuladas con hormona foliculo estimulante ( FSH ).

### B). PARTICULARES.

- a). Determinar cual de los tratamientos superovulatorios analizados, 2X - aplicación de FSH dos veces al día durante cuatro días y 1X - aplicación de FSH cada 24 horas durante cuatro días es más eficaz en este ganado.
- b). Determinar cual es la edad más adecuada para llevar a cabo la superovulación.
- c). Determinar cual es el día del ciclo estral más efectivo para iniciar la superovulación.
- d). Determinar en que número de superovulación hay mejor respuesta.
- e). Determinar cual es el intervalo en días entre superovulación para una mejor respuesta.
- f). Determinar el efecto del semental usado para la Inseminación Artificial de la donadora.

## M A T E R I A L   Y   M E T O D O S

Se realizó un estudio retrospectivo de los resultados obtenidos en las hembras Salers que han sido superovuladas y que pertenecen a la Unidad de Transferencia de Embriones de la CONAMEGRA ( Comisión Nacional para el Mejoramiento Genético y la Reproducción Animal, A.C. ), ubicada en el Km 50 de la carretera Querétaro - Bernal, en Ajuchitlán, municipio de Colón, Querétaro, donde se hizo la revisión de los registros de recolección de embriones de Enero de 1989 a Abril de 1991, obteniéndose para cada una de las recolecciones los siguientes datos:

- 1).- Fecha de recolección.
- 2).- Número de la donadora.
- 3).- Tratamiento superovulatorio.
- 4).- Edad de la donadora.
- 5).- Dias del estro a la superovulación.
- 6).- Número de superovulación.
- 7).- Dias entre superovulaciones.
- 8).- Semental utilizado para la Inseminación Artificial de la vaca donadora.
- 9).- Cuerpos lúteos palpados.
- 10).- Folículos de Graaf palpados.
- 11).- Total de óvulos más embriones recolectados.
- 12).- Ovulos no fecundados.

- 13).- Embriones no transferibles.
- 14).- Embriones transferibles y su calidad.
- 15).- Porcentaje del medio recuperado.

#### FACTORES QUE SE EVALUARON

- 1.- Tratamiento superovulatorio: Se hizo con hormona foliculo estimulante ( FSH ), con aplicaciones dos veces al día ( tratamiento 2X ) o cada 24 horas ( tratamiento 1X ) durante cuatro días seguidos, con un promedio de 32 mg de FSH en dosis decrecientes y un rango de 24-40 mg; a las 48 y 60 horas se aplicò Prostaglandina F<sub>2</sub> alfa y se inseminò dos veces ( a las 12 y 24 horas post-estro ).
- 2.- Edad de la vaca donadora: Se tomaron en cuenta vacas y vaquillas desde un año de edad hasta 10 ò más.
- 3.- Días del estro a la superovulación: Se tomaron en cuenta los que estuvieron en el rango de 5 a 14 días.
- 4.- Número de superovulación: Se consideraron desde la primera en su vida, la primera post-parto hasta la quinta.
- 5.- Días entre superovulación: Por lo general se les da un descanso de 50 días minimo, pero puede ser variable (hasta más de 120 días); además se incluyeron las vaquillas que fue la primera en su vida.
- 6.- Semental utilizado: Se evaluaron seis, todos de la raza Salers. Empleando semen congelado para la Inseminación Artificial, siendo todas ellas realizadas por el mismo técnico.

## PARAMETROS QUE SE EVALUARON:

- 1.- Cuerpos lúteos totales.
- 2.- Folículos de Graaf totales.
- 3.- Total de óvulos más embriones.
- 4.- Ovulos no fecundados.
- 5.- Embriones no transferibles.
- 6.- Embriones transferibles y su calidad.

## INTERPRETACION DE RESULTADOS:

Se hizo mediante un analisis de varianza, (43).

## COMPOSICION DEL HATO DE RAZA SALERS DE CONAMEGRA :

El número de animales con que cuenta el centro se compone de la siguiente manera ( Julio 91 ).

Machos:----->	de 0 a 8 meses:	16.
	+ de 8 meses:	35.
Hembras:----->	de 0 a 8 meses:	5.
	de 9 a 24 meses:	22.
	+ de 24 meses:	42.

NOTA: El destete de las crías se realiza a los 8 meses de edad.

## R E S U L T A D O S

---

---

Abreviaturas utilizadas para los cuadros y gráficas.

T. = Tratamiento.

N. = Número de observaciones.

C.L.= Cuerpos lúteos.

O+E.= Ovíulos más embriones.

T.E.= Total de embriones.

E.T.= Embriones transferibles.

C.1 y 2.= E.T. calidad 1 y 2.

(\*) = Promedio  $\pm$  desviación estándar.

1X = Aplicación de FSH cada 24 horas durante cuatro días.

2X = Aplicación de FSH dos veces al día durante cuatro días.

---

1.- EFECTO DE LA FRECUENCIA DE APLICACION DE LA FSH SOBRE LA RESPUESTA SUPEROVULATORIA. ( Cuadro y gráfica 1 ).

De las recolecciones de embriones analizadas, 94 de estas recibieron el tratamiento 2X aplicación de FSH dos veces al día durante 4 días, el resto fueron tratadas cada 24 horas durante 4 días (1X), obteniéndose los promedios y desviaciones estándar que se muestra en el cuadro y gráfica No. 1.

*Cuadro No. 1. Efecto de la frecuencia de la aplicación de la FSH*

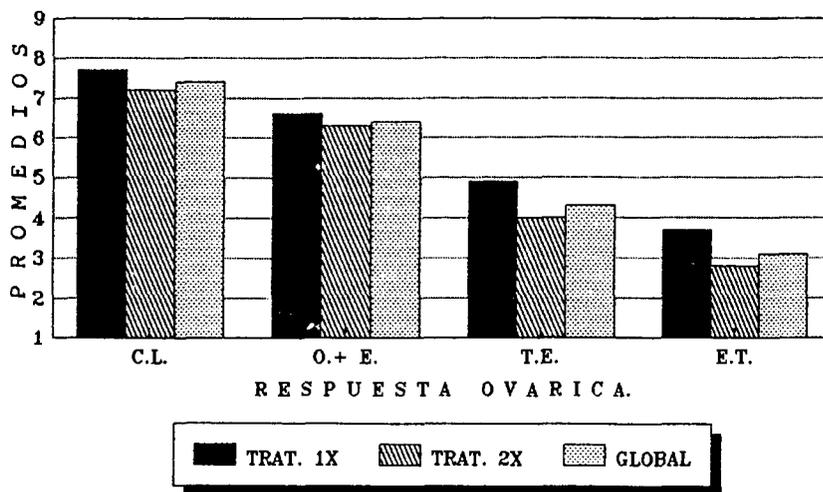
T.	N.	C.L.	D+E.	T.E.	E.T.	C.1 y 2.
1X	50	7.7±4.1(*)	6.6±5.9	4.9±4.8	3.7±4.2	2.7±3.5
2X	94	7.2±4.7	6.3±6.2	4.0±5.7	2.8±3.5	2.2±2.9
AMBOS	144	7.4±4.5	6.4±6.1	4.3±4.6	3.1±3.8	2.4±3.2

No se observó diferencia significativa entre ambos tratamientos (1X y 2X) al compararlos estadísticamente, por lo que los demás efectos fueron analizados independientemente de la frecuencia de tratamiento con FSH.

El porcentaje de recobro con la recolección no quirúrgica ( ovulos + embriones/cuerpos lúteos ) fue de 86.5 %, mientras que el porcentaje de fertilización ( embriones/óvulos + embriones ) fue de 67 %. Un 77 % de los embriones transferibles fue evaluado como embriones de calidad 1 y 2.

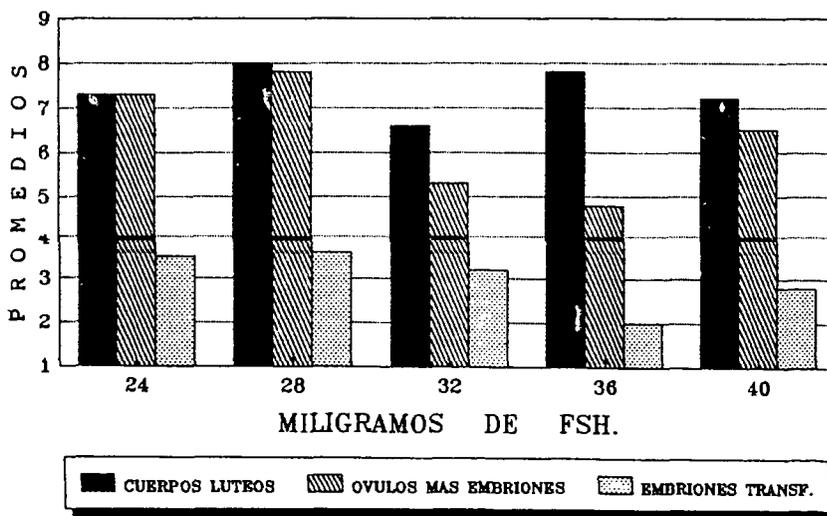
Se puede apreciar la gran variabilidad de la respuesta superovulatoria por las desviaciones estándar tan grandes encontradas.

GRAFICA No. 1. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA SUPEROVULACION 1X, 2X Y GLOBAL.



1X Y 2X APLICACION DE FSH CADA 24 HORAS  
Y CADA 12 HORAS DURANTE 4 DIAS SEGUIDOS.

GRAFICA No. 2. EFECTO DE LA DOSIS DE FSH SOBRE LA RESPUESTA A LA SUPEROVULACION.



2.- EFECTO DE LA DOSIS DE FSH SOBRE LA RESPUESTA SUPEROVULATORIA EN EL GANADO SALERS. ( Cuadro y gráfica 2 ).

El promedio de cuerpos lúteos fue similar entre las diferentes dosis de FSH ( de 6.6 a 8.0 por donadora ), lo cual indica que no hubo efecto significativo de la dosis sobre la respuesta ovàrica.

En cuanto a embriones transferibles, los mejores tratamientos fueron con dosis de 24 a 32 mg (3.2 a 3.6 E.T.), mientras que se obtubieron resultados menores con las dosis más altas ( 2.0 - 2.8 E.T. ).

Nuevamente encontramos desviaciones estándar muy elevadas, reflejo de la variabilidad de la respuesta.

*Cuadro No. 2. Efecto de la dosis de FSH sobre la respuesta a la superovulación.*

Mg de FSH	N.	C.L.	O+E.	T.E.	E.T.	C.1 y 2.
24	28	7.3±4.3(*)	7.3±5.5	5.4±4.9	3.5±3.8	2.6±3.0
28	41	8.0±4.7	7.8±7.2	5.1±4.9	3.6±4.3	2.8±3.8
32	39	6.6±4.0	5.3±5.1	3.1±4.1	3.2±3.6	2.4±3.0
36	26	7.8±5.4	4.8±5.7	3.0±3.8	2.0±3.1	1.6±2.4
40	10	7.2±3.1	6.5±5.7	3.8±4.7	2.8±3.1	2.4±2.7

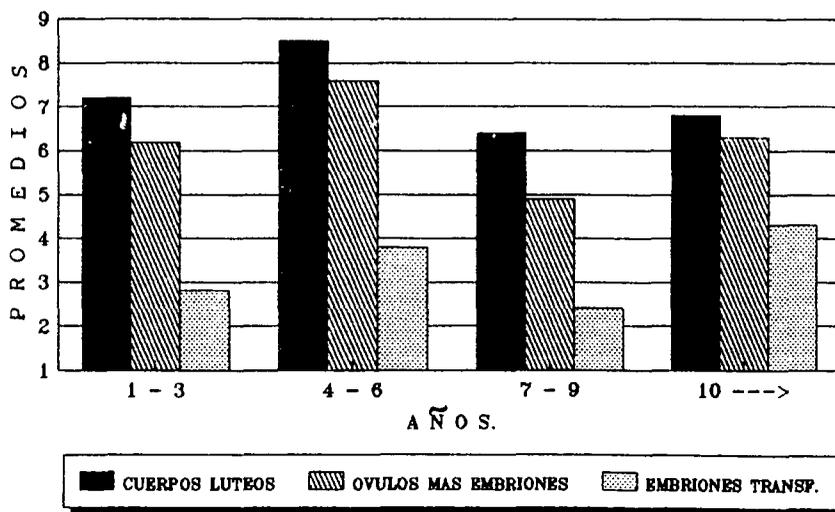
### 3.- EFECTO DE LA EDAD DE LAS DONADORAS SALERS SUPEROVULADAS CON FSH. ( Cuadro y gráfica 3 ).

Aunque el promedio más alto es el de las vacas de más de 10 años, dadas las pocas observaciones (seis), el grupo de vacas que mejor se comporto fue el de 4 a 6 años con un promedio de 3.8 E.T.

*Cuadro No. 3. Efecto de la edad de la donadora sobre la respuesta superovulatoria.*

Años	N.	C.L.	O+E.	T.E.	E.T.	C.1 y 2.
1 - 3	66	7.1±3.8(*)	6.2±5.2	4.1±4.1	2.8±3.3	2.2±2.5
4 - 6	45	8.5±4.9	7.6±7.4	5.2±5.2	3.8±4.4	2.9±3.9
7 - 9	27	6.4±5.1	4.9±4.7	3.3±3.7	2.4±3.1	2.1±2.8
10 ---->	6	6.8±4.8	6.3±7.6	5.2±6.3	4.3±5.1	3.0±3.9

**GRAFICA No. 3. EFECTO DE LA EDAD SOBRE LA RERSPUESTA A LA SUPEROVULACION.**



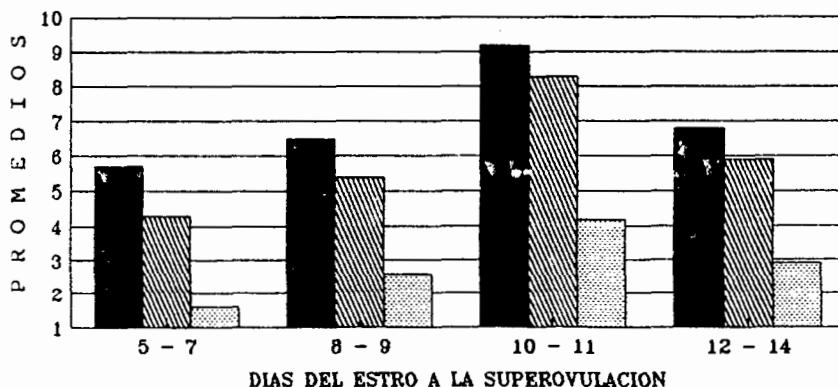
## 4.- DIAS DEL ESTRO A LA SUPEROVULACION ( Cuadro y gráfica 4 ).

El grupo que mejor respondió fue aquel en el que se inició la superovulación entre el día 10 al 11, con un promedio de 4.2 E.T., obteniéndose mejores resultados que cuando el tratamiento se inició entre el día 5 y 9 ó del 12 al 14.

Cuadro No. 4. Efecto de los días del estro a la superovulación.

DIAS	N.	C.L.	O+E.	T.E.	E.T.	C.1 y 2.
5 - 7	11	5.7±3.6(*)	4.3±3.5	3.2±3.2	1.6±2.1	1.2±1.3
8 - 9	37	6.5±4.1	5.4±4.8	3.5±3.7	2.6±2.9	1.9±2.2
10 - 11	45	9.2±4.8	8.3±7.1	5.9±5.4	4.2±4.5	3.4±4.1
12 - 14	51	6.8±4.2	5.9±6.0	3.8±4.3	2.9±3.6	2.2±2.9

GRAFICA No. 4. EFECTO DE LOS DIAS DEL ESTRO A LA SUPEROVULACION.



■ CUERPOS LUTEOS

▨ OVULOS MAS EMBRIONES

▤ EMBRIONES TRANSF.

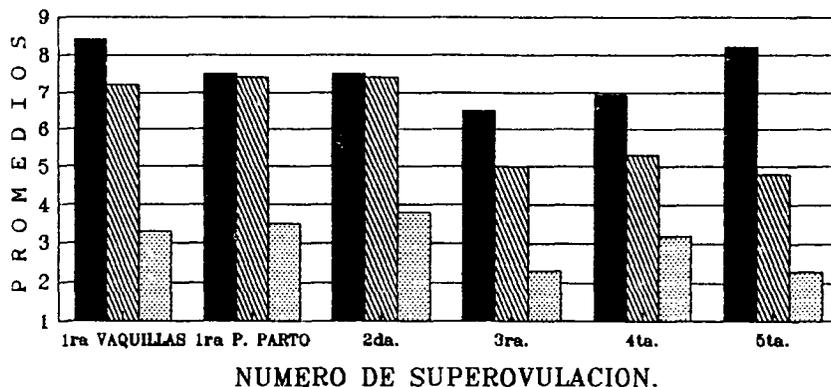
## 5.- NUMERO DE SUPEROVULACION ( Cuadro y gráfica 5 ).

El mejor resultado se obtuvo en las vacas superovuladas por segunda vez con un promedio de 3.8 E.T., con 3.5 E.T. para las vacas que fueron superovuladas por primera vez después del parto; seguidas de los grupos de aquellas que por primera vez en su vida fueron superovuladas, luego las de la cuarta superovulación, y para los de la tercera y quinta superovulación se obtuvieron los más bajos promedios de E.T., aunque estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Cuadro No. 5. Efecto del número de superovulación.

# DE S.O.	N.	C.L.	O+E.	T.E.	E.T.	C.1 y 2.
1a Vaquillas	20	8.4±4.6(*)	7.2±5.7	4.8±5.0	3.3±3.8	2.4±3.1
1a Post-parto	30	7.5±5.7	7.4±7.6	5.1±5.2	3.5±4.5	2.8±4.0
2da.	35	7.5±4.3	7.4±5.6	5.0±4.0	3.8±3.6	2.9±3.0
3ra.	31	6.5±3.7	5.0±5.2	3.3±4.1	2.3±3.1	1.5±2.1
4ta.	16	6.9±4.3	5.3±5.8	4.1±4.9	3.2±3.8	2.6±3.1
5ta.	12	8.2±3.2	4.8±4.6	2.8±3.6	2.3±3.4	2.1±3.2

GRAFICA No. 5 EFECTO DEL NUMERO DE SUPEROVULACION SOBRE LA RESPUESTA SUPEROVULATORIA.



■ CUERPOS LUTEOS    ▨ OVULOS MAS EMBRIONES    ▤ EMBRIONES TRANSF.

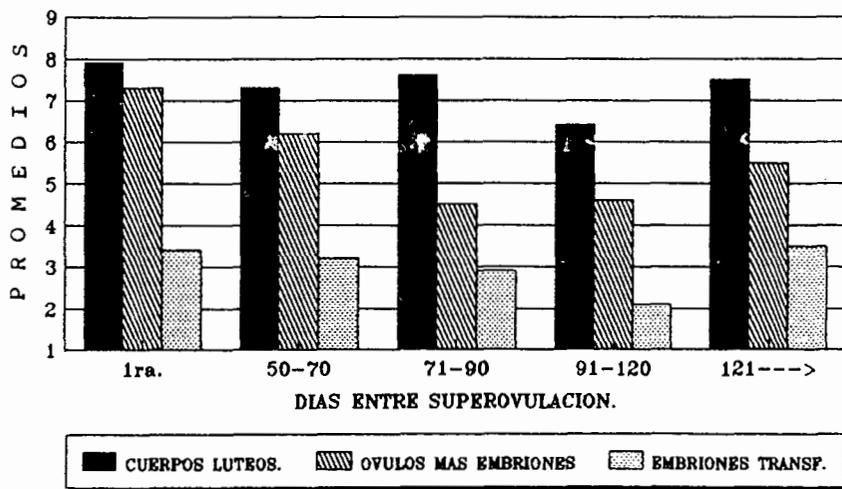
## 6.- DIAS ENTRE SUPEROVULACIONES ( Cuadro y gráfica 6 ).

Las hembras que mejor respondieron al tratamiento superovulatorio, fueron aquellas con un intervalo entre superovulaciones de más de 120 días, produciendo 3.5 E.T. en promedio, las siguientes que mejor se comportaron fueron las que por primera vez fueron superovuladas produciendo 3.4 E.T. Los grupos de 71 a 90 y de 91 a 120 días entre superovulaciones dieron los resultados más bajos.

Cuadro No. 6. Efecto de los días entre superovulaciones.

DIAS	N.	C.L.	O+E.	T.E.	E.T.	C.1 y 2.
1ra.	50	7.9±5.3(*)	7.3±6.9	4.9±5.1	3.4±4.2	2.6±3.6
50 - 70	37	7.3±4.1	6.2±5.5	4.6±4.3	3.2±3.5	2.6±2.9
71 - 90	13	7.6±3.6	4.5±4.7	3.9±4.3	2.9±3.9	2.1±2.8
91 - 120	19	6.4±4.0	4.6±4.0	2.4±3.2	2.1±2.7	1.4±2.2
121 ---->	25	7.5±4.1	5.5±6.6	4.0±4.5	3.5±3.7	2.5±3.1

GRAFICA No.6 EFECTO DE LOS DIAS ENTRE SUPEROVULACION SOBRE LA RESPUESTA SUPEROVULATORIA.



## 7.- SEMENTALES USADOS PARA LA I.A. ( Cuadro y gráfica No. 7).

De los sementales que se utilizaron para inseminar a las donadoras el que mejor promedio de E.T. produjo fue Milord con 4.8; Hugues, Jorge y Admirable se comportaron en forma similar; Brutus con 2.7 E.T y Major con 1.6 fueron los que dieron los resultados más bajos.

*Cuadro No. 7. Efecto del semental usado para la I.A. sobre los resultados de la superovulación.*

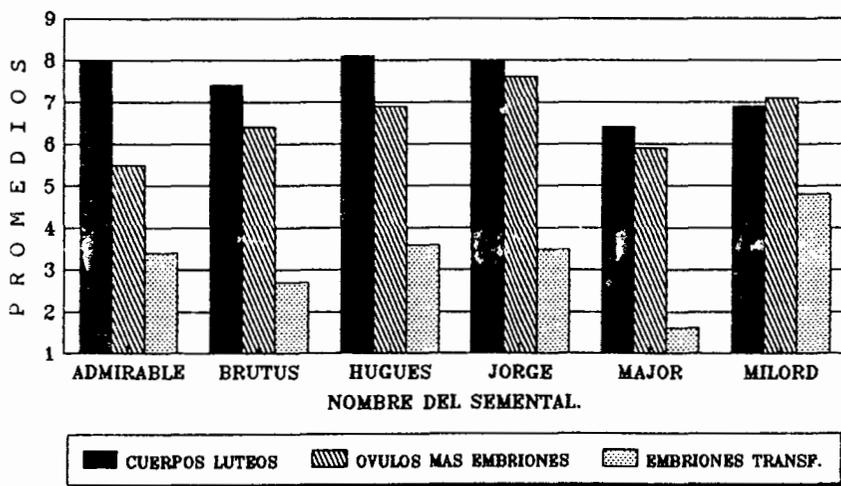
SEMENTAL	N.	C.L.	O+E.	T.E.	E.T.	C.1 y 2.
ADMIRABLE	38	8.0±4.7(*)	5.5±4.7	4.7±4.0	3.4±3.4	2.7±2.8
BRUTUS	20	7.4±3.6	6.4±5.2	4.0±4.6	2.7±3.8	2.1±3.2
HUGUES	8	8.1±4.4	6.9±5.6	4.8±4.4	3.6±3.5	2.6±3.5
JORGE	24	8.0±4.8	7.6±6.8	4.7±5.0	3.5±4.0	2.5±3.1
MAJOR	32	6.4±4.8	5.9±7.0	3.0±3.9	1.6±2.3	1.2±1.8
MILORD	22	6.9±3.9	7.1±6.5	5.5±5.5	4.8±4.8	3.8±4.3

En lo relacionado al porcentaje de fertilización (T.E./O+E), cada uno de los sementales se comporto de la siguiente manera (Cuadro No. 8). Siendo Admirable el que tuvo el mayor porcentaje de fertilización y Major el más bajo, lo que se refleja en su menor producción de E.T.

Cuadro No. 8. Porcentaje de fertilización de cada uno de los sementales.

SEMENTAL	% FERT.
ADMIRABLE	85.4
BRUTUS	62.5
HUGUES	69.6
JORGE	61.8
MAJOR	50.8
MILORD	77.5

GRAFICA No. 7. EFECTO DEL SEMENTAL USADO PARA LA I.A. SOBRE LA RESPUESTA SUPER-OVULATORIA Y LA PRODUCCION DE EMBRIONES.



## D I S C U S I O N

En una revisión sobre los avances más recientes en la respuesta a la superovulación en el ganado bovino, Armstrong (1), menciona que uno de los factores en que más se ha hecho énfasis en los últimos años, es la variabilidad que existe en la tasa de ovulación en respuesta a la estimulación gonadotrópica, sin embargo la tasa de ovulación es solamente una de las variables que tienen influencia sobre la producción embrionaria y de embriones transferibles que se producen por cada estimulación por ciclo, así uno de los mejores indicadores de un programa de superovulación es el número de terneros nacidos por donadora en un determinado tiempo. Y así para el ganado Salers de los factores analizados podemos discutir lo siguiente.

1.-FRECUENCIA DE LA APLICACION DE FSH: Al llevar a cabo el tratamiento superovulatorio con FSH lo más común es que sean aplicaciones dos veces al día durante cuatro o cinco días, como lo mencionan Donaldson (19), Fraga (22); también se ha llevado a cabo el tratamiento con la misma hormona pero aplicándola cada 24 horas durante cuatro o cinco días (32), el presente trabajo coincide con lo mencionado anteriormente ya que no hubo diferencia significativa entre los dos tratamientos cuando se compararon.

2.-DOSIS DE FSH: Al superovular hembras con FSH es difícil estandarizar las dosis a usar, por lo cual se emplean rangos de dosis de 20 a 60 mg (13,19); en este caso para el ganado Salers se aplicaron dosis que van de 24 a 40 mg; siendo la mejor dosis la de 28 mg, coincidiendo con lo reportado por Donaldson (19).

3.-EDAD: Como mencionan Donaldson (17), Lerner y col. (30), las hembras a medida que se van haciendo más viejas

responden cada vez menos al tratamiento superovulatorio; en este trabajo los resultados obtenidos muestran altas y bajas en los diferentes grupos de las edades de las donadoras.

4.-DIAS DEL ESTRO A LA SUPEROVULACION: Las ovulaciones y producción de embriones transferibles coinciden con lo reportado por Donaldson (18), Goulding (25), que encontraron mejores resultados cuando la superovulación se inició el día 10 del ciclo estral y son más bajas cuando el tratamiento se inicia antes o después de ese día.

5.-NUMERO DE SUPEROVULACION: Como mencionan Donaldson y col. (16), uno de los criterios para repetir las superovulaciones es el comportamiento que las hembras tengan la primera vez, aunque algunas donadoras pueden seguir produciendo embriones después de repetidas superovulaciones, el autor menciona que la producción de embriones cada vez es menor, y aunque se aumente la dosis esto no se corrige; según Fraga (22), esto se puede deber a la formación de anticuerpos contra las gonadotropinas exógenas; en este caso para la raza Salers, la mejor respuesta la obtuvieron los grupos de donadoras que fueron superovuladas después del parto, la segunda superovulación postparto, seguidas de las que fue la primera en su vida.

6.-DIAS ENTRE SUPEROVULACION: Es recomendable, según Asprón (3), dar un descanso de 2 a 3 meses entre superovulaciones debido a que los ciclos estrales se modifican, y además recomienda que después de 4 superovulaciones seguidas la hembra quede gestante. Como observamos en el cuadro No. 6, la mejor respuesta en cuanto a ovulaciones se dió en las hembras que se superovularon por primera vez, pero el grupo que tuvo el promedio más alto de embriones transferibles fué aquel que tuvo un intervalo entre superovulaciones de más de 120 días.

7.-SEMENTAL UTILIZADO PARA LA I.A. DE LAS DONADORAS: Como menciona Zarco (47) existen varios factores que afectan los resultados de la Inseminación Artificial (I.A.) para ganado lechero confinado en corrales; el autor menciona que existen dos problemas básicos que causan un decremento en la eficiencia reproductiva de los hatos lecheros, que son: 1.- La inseminación de un bajo porcentaje de los animales elegibles, debido principalmente a una baja eficiencia en la detección de estros, y 2.- El bajo índice de concepción de los animales que son inseminados, que puede ser el resultado de realizar inseminaciones en un momento inadecuado, utilizar semen de baja calidad, errores en el manejo del semen o en la técnica de la inseminación o problemas de fertilidad de las vacas; así un factor muy importante a tomar en cuenta es lo relacionado a la fertilidad del toro donador de semen, Hawk (27), menciona que es más alto el porcentaje de fertilización cuando es una ovulación sencilla que cuando se superovula a las hembras. Shieve (41), obtuvo resultados favorables cuando se inseminó 12 ó 24 horas después del estro y menciona que no es necesario inseminar varias veces.

De lo anterior podemos mencionar que de los seis toros usados para inseminar las donadoras Salers de este estudio hubo un porcentaje de fertilidad ( cuadro no. 8 ) desde un 85.4 % para el índice más alto, que correspondió al toro Admirable, hasta un 50.8 % el más bajo, siendo amplia la diferencia entre los toros.

## CONCLUSIONES

1.-No hubo diferencia significativa entre efectuar el tratamiento superovulatorio aplicando FSH dos veces al día durante cuatro días o aplicarlo cada 24 horas durante cuatro días.

2.-La mejor respuesta ovàrica en cuanto a producción de embriones transferibles se obtuvo cuando se utilizaron dosis de 24 a 32 mg de FSH para inducir la superovulación y más bajos con dosis de 36 a 40 mg .

3.-Las hembras cuya edad estuvo comprendida entre los cuatro y seis años fueron las que mayor promedio de embriones transferibles produjeron.

4.-Se obtuvieron mejores resultados cuando el tratamiento superovulatorio se inició en el día 10 ò 11 del ciclo estral y los más bajos cuando fue del 5 al 9 ò del 12 al 14 del ciclo estral.

5.-Las donadoras Salers que por segunda vez fueron superovuladas produjeron el mayor promedio de embriones transferibles, seguidas por aquellas que fué la primera postparto.

6.-Los mejores resultados se obtuvieron en las hembras cuyo intervalo entre supereovulación fué de más de 120 días, seguidas de aquellas que se superovularon por primera vez.

7.-De los seis sementales utilizados para la Inseminación Artificial estos tuvieron un porcentaje de fertilidad variable, para el más alto fué de 85.4 % y para el más bajo de 50.8 %.

B I B L I O G R A F I A

1. Armstrong, D.T.: Recent advances in superovulation of cattle. *Theriogenology*, 39:7-24, (1993).
2. Arriola, B.J.: Aplicaciones futuras de la transferencia de embriones. En: *Memorias del Curso sobre Técnicas de Transferencia Embrionaria en Bovinos*. U.A.T., F.M.V.Z., Cd. Victoria, Tamps. pp. 252-263, (1984).
3. Asprón, P.M.A.: Selección y manejo de donadoras. En: *Memorias del Curso sobre Técnicas de Transferencia Embrionaria en Bovinos*. U.A.T., F.M.V.Z., Cd. Victoria, Tamps. pp. 33-56, (1984).
4. Asprón, P.M.A.: La transferencia de embriones. Su historia. *Cebù*, 11:66-70, (1985).
5. Asprón, P.M.A.: Transferencia de embriones en ganado bovino productor de leche. En: *Memorias Aspectos Reproductivos de los Bovinos Lecheros*. S.A.R.H., A.N.A.G.S.A., Gob. del Edo., U.A.G., I.N.C.A. Rural. Querétaro, Gro. pp. 177-209, (1987).
6. Asprón, P.M.A., Paredes, R.L.R., Crespo, D.F. y Rivera S.R.: Determinación de la eficiencia de la solución de Hartmann como medio para la recolección y transferencia de embriones bovinos. En: *Memorias Reunión de Investigación Fecundaria en México*. S.A.R.H., U.N.A.M., México, D.F., p. 410, (1987).

7. Astiazarán, I.R., Tijerina, S. y Longoria, R.J.: Porcentajes de gestación con embriones de buena y pobre calidad colectados y transferidos con solución Hartmann modificada. En: Memorias Reunión de Investigación Pecuaria en México. S.A.R.H., U.N.A.M., México, D.F., p. 411, (1987).
8. Avila, G.J.: Los embriones congelados ofrecen muchas ventajas. Ganadero; Mayo-Junio, pp. 37-40, (1990).
9. Boland, M.P., Goulding, D. and Roche, J.F.: Alternative gonadotrophins for superovulation in cattle. Theriogenology, 35:5-17, (1991).
10. Bonal, A., Bougler, J., Del Porto, P. and Havy, A.: The Salers. Folleto publicado por la Association pour la promotion de la race Salers. Editado por Vedreine Imprimeurs, Aurillac, Francia, (1985).
11. Brand, A., Trounson, A.O., Aarts, M.H., Drost, M. and Zaayer, D.: Superovulation and non-surgical embryo recovery in the lactating dairy cow. Animal Production 26:55-60, (1978).
12. Cedillo, A.O.L.: Texto programado de transferencia embrionaria en bovinos. Tesis de licenciatura. F.E.S. de Cuautitlán, U.N.A.M., Edo. de México, 1985.
13. Cordoba, S.L., González, P.E., Arriola, B.J. y Vazquez, P.C: Superovulación con hormona folículo estimulante (FSH) en ganado cebú. En: Memorias XII Congreso Nacional de Buiatría. Tampico, Tamps. México, pp. 538-540, (1986).

14. De los Santos, V.S., Sánchez, A.A., y Monterrubio, S.G.: Superovulación en ganado bovino empleando hormona folículo estimulante a diferentes dosis. En: Memorias VIII Congreso Nacional de Buiatría . Veracruz, Ver. pp. 256-259, (1982).
15. Dhondt, D., Bouters, R., Spincemaille, M., Coryn, M. and Vandesplasse, M.: The control of superovulation in the bovine with PMSG-Antiserum. *Theriogenology*, 9:529-534, (1978).
16. Donaldson, L.E., and Brent, P.: Embryo production by repeated superovulation of commercial donor cows. *Theriogenology*, 20:163-169, (1983).
17. Donaldson, L.E.: Effect of age of donor cows on embryo production. *Theriogenology*, 21:963-967, (1984).
18. Donaldson, L.E.: The day of the estrous cycle that FSH is started and superovulation in cattle. *Theriogenology*, 22:97-99, (1984).
19. Donaldson, L.E.: Dose of FSH-P as a source of variation in embryo production from superovulated cow. *Theriogenology*, 22:205-212, (1984).
20. Elsdén, P.: Extracción de óvulos vacunos sin emplear cirugía. *Agricultura de las Americas*; pp. 14-62. Octubre de 1977.
21. Elsdén, R.P., Hasler, J.F. and Seidel, G.E. Jr.: Non-Surgical recovery of bovine eggs. *Theriogenology*, 6: 523-532, (1976).

22. Fraga, E.E.B.: Técnicas de superovulación en ganado bovino. En: Memorias del Curso sobre Técnicas de Transferencia Embrionaria en Bovinos. U.A.T., F.M.V.Z., Cd. Victoria, Tamps. pp. 57-81, (1984).
23. Fundación Mexicana para el desarrollo Rural A.C., Estudio de la técnica de transplante de embriones, costo y factibilidad de implementación en grupos ganaderos atendidos por F.M.D.R.- Centrales. (documento interno). p. 3., 1985.
24. Garza, R.C.: Métodos de colección de embriones. En: Memorias del Curso sobre Técnicas de Transferencia Embrionaria en Bovinos. U.A.T., F.M.V.Z., Cd. Victoria, Tamps. pp. 95-118, (1984).
25. Goulding, D., Willians, D.H., Duffy, P., Boland, M.P. and Roche, J.F.: Superovulation in heifers given FSH initiated either at day 2 or day 10 of the estrous cycle. Theriogenology, 34:767-778, (1990).
26. Hafez, E.S.E.: Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. 5a. Edición. Editorial Interamericana. pp. 91-115 y 569-613, México, D.F. 1989.
27. Hawk, H.W.: Gamete transport in the superovulated cow. Theriogenology, 29:125-142, (1988).
28. Hill, K.G., McFarland, C.W., Rorie, R.W., Viker, S.D. and Godke, R.A.: A single 50 mg injection of follicle stimulating hormone (FSH) for superovulation of embryo donor cattle. Theriogenology, 23:196, (1985).

29. Lauria, A., Oliva, O., Genazzani, A.R., Cremonesi, F., Croti, S. and Barbetti, M.: Improved method to induce superovulation in cattle using human menopausal gonadotropin (HMG). *Theriogenology*, 18:357-363, (1982).
30. Lerner, S.P., Thayne, W.V., Baker, R.D., Henschen, T., Meredith, S., Inskeep, E.K., Dailey, R.A., Lewis, P.E. and Butcher, R.L.: Age, dose of FSH and other factors affecting superovulation in holstein cows. *Journal Animal Science*, 63:176-183, (1986).
31. Linder, M.G. and Wright, W.R. Jr.: Bovine embryo morphology and evaluation. *Theriogenology*, 20:407-416, (1983).
32. Looney, C.R., Boutte, B.W., Archbald, L.F. and Godke, R.A.: Comparison of once daily and twice daily FSH injections for superovulating beef cattle. *Theriogenology* 15:13-22, (1981).
33. McGowan, R.M., Johnson, H.W., Mapletoft, J.R. and Jochle, W.: Superovulation of beef heifers with PERGONAL TM (HMG): a dose-response trial. *Theriogenology* 19:141, (1983).
34. Odde, K.G.: A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *Journal Animal Science* 68:817-830, (1990).
35. Perry, B. and Donaldson, L.: The use of Cloprostenol, Fenprostalen and Prostaglandin F<sub>2</sub> alfa in the superovulation of cows. *Theriogenology*, 21:250, (1984).

36. Porras. A.A., Galina, H.C. y Zarco, O.L.: Inducción y sincronización de estros utilizando progestagenos. En: Memorias Curso Internacional de Reproducción Bovina. U.N.A.M., Academia de Investigación en Biología de la Reproducción, México, D.F. pp. 126-142, (1990).
37. Porras, E.: Becerros congelados en pajuelas. Agricultura de las Americas, pp. 36-44. Octubre de 1982.
38. Pugh, A., Trounson, A.O., Aarts, M.H. and McPhee, S.: Bovine embryo recovery by filtration of non-surgical flushing. Theriogenology, 13:281-285, (1980).
39. Ramirez, I.H., Sumano. L.H. y Arroyo, Y.A.: Terapéutica hormonal en la reproducción de los bovinos: Estudio recapitulativo. Veterinaria México, 20:303-315, (1989).
40. Schieve, M.C., Voelkel, S.A. and Godke, R.A.: Artificial Insemination (AI) of superovulated beef cattle with a single insemination of frozen semen. Theriogenology, 23: 228, (1985).
41. Schieve, M.C., Looney, C.R., Johnson, C.A., Hill, K.G. and Godke, R.A.: Transferable embryo recovery rates following different insemination schedules in superovulated beef cattle. Theriogenology, 28:395-406, (1987).
42. Shea, B.F.: Evaluating the Bovine embryo. Theriogenology, 15:31-42, (1981).
43. Steel, G.D.R. y Torrie, H.J.: Bioestadística: Principios y procedimientos. 1ra. Edición. Editorial Mc Graw-Hill. pp. 24-25 y 72-73, Bogotá, Colombia. 1985.

44. Suárez, C.L.: Comparación de las soluciones de Dulbecco y de Hartmann como medio para la recolección y transferencia quirúrgica en fresco de embriones bovinos. Tesis de licenciatura, F.E.S. de Cuautitlán, U.N.A.M., Edo. de México, 1989.
45. Wagner, H.G.R.: Situación actual del trasplante de embriones en bovinos. Revista Mundial de Zootecnia, F.A.O., pp. 2-11, oct.-dic. 1987.
46. Wang, H., Wu, M., Patt, D., Murphy, B.D. and Mapletoft, R.J.: Superovulation in beef heifers with PMSG: Effect of dose and monoclonal antibodies to PMSG. Theriogenology, 29: 323, (1988).
47. Zarco, O.L.A.: Factores que afectan los resultados de la inseminación artificial. En: Memorias Aspectos Reproductivos de los Bovinos Lecheros. S.A.R.H., A.N.A.G.S.A., Gob. del Edo. U.A.Q., I.N.C.A. Rural, Querétaro, Gro. pp. 45-52, (1987).
48. Zarco, O.L.A.: Algunos factores que afectan la superovulación en el bovino. En: Memorias Curso Internacional de Reproducción Bovina. U.N.A.M., Academia de Investigación en Biología de la Reproducción. México, D.F. pp. 107-118, (1990).