

11663

3

2oj



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**RESPUESTA DE VACAS CEBU A
SUPEROVULACIONES SUCESIVAS
CON FSH.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

AREA REPRODUCCION ANIMAL

P R E S E N T A

José Fernando De La Torre Sánchez

A S E S O R E S

PH. D. EVERARDO GONZALEZ PADILLA

M. EN C. OTHON REYNOSO CAMPOS

CUAUTITLAN DER. R., EDD. DE MEXICO, 1992

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	PAG.
I RESUMEN -----	7
II INTRODUCCION -----	9
III REVISION DE LITERATURA -----	15
1.- RESPUESTA OVARICA A TRATAMIENTOS DE SUPEROVULACION CON HORMONAS GONADOTROPAS -----	15
1.1.- <u>Dinámica folicular y mecanismo de acción</u> -----	15
1.2.- <u>Perfiles hormonales durante la superovulación</u> ---	17
1.2.1.- Progesterona -----	18
1.2.2.- Hormona Luteinizante -----	19
1.2.3.- Hormona Foliculo Estimulante -----	20
1.2.4.- Estradiol 17 Beta -----	21
1.3.- <u>Efecto de la población folicular sobre la res--</u> <u>puesta ovárica</u> -----	22
2.- TRATAMIENTOS SUPEROVULATORIOS -----	22
2.1. <u>Uso de gonadotropina de suero de yegua preñada</u> <u>(PMSG)</u> -----	22
2.1.1.- Características -----	23
2.1.2.- Efecto de la vida media de PMSG sobre la - respuesta superovulatoria -----	23
2.1.3.- Esquemas de superovulación con PMSG -----	25
2.2.- <u>Uso de Hormona Foliculo Estimulante (FSH)</u> -----	25
2.2.1.- Características -----	25
2.2.2.- Esquemas de superovulación con FSH -----	26
2.2.3.- Efecto de la aplicación de dosis bajas de - FSH en el metaestro sobre la respuesta ová- rica en vacas superovuladas con FSH -----	27
2.2.4.- Comparación en la respuesta ovárica en vacas superovuladas con PMSG y con FSH -----	28

2.3.- <u>Otras Hormonas superovulatorias</u> -----	29
2.4.- <u>Uso de las prostaglandinas F2 alfa en los tratamientos de superovulación</u> -----	30
2.5.- <u>Otros compuestos hormonales utilizados en esquemas de superovulación</u> -----	30
2.5.1.- Utilización de compuestos hormonales inductores y/o sincronizadores del estro en vacas a superovular -----	30
2.5.2.- Uso de factores liberadores de Gonadotropinas en vacas superovuladas -----	32
2.6.- <u>Inseminación Artificial en vacas superovuladas</u> --	33
2.7.- <u>Estimación de la respuesta ovárica a la superovulación</u> -----	33
2.7.1.- Métodos de estimación directos -----	34
2.7.2.- Métodos de estimación indirectos -----	35
3.- PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN LA RESPUESTA OVARICA A LA SUPEROVULACION -----	36
3.1.- <u>Efecto de la dosis total de hormona superovulatoria</u> -----	36
3.2.- <u>Efecto de la edad de la vaca</u> -----	37
3.3.- <u>Efecto de la época del año</u> -----	37
3.4.- <u>Efecto de intervalo entre superovulaciones</u> -----	38
3.5.- <u>Efecto del estado productivo de la donadora</u> -----	38
3.6.- <u>Efecto del día del ciclo en que se inicia el tratamiento superovulatorio</u> -----	39
3.7.- <u>Efecto del estrés</u> -----	40
3.8.- <u>Efecto del lote comercial de hormona</u> -----	40
3.9.- <u>Efectos genéticos</u> -----	42
IV.- OBJETIVOS -----	43

V.- MATERIALES Y METODOS -----	44
1.- ANIMALES EXPERIMENTALES -----	44
2.- DISEÑO EXPERIMENTAL -----	44
3.- TRATAMIENTOS SUPEROVULATORIOS -----	44
4.- INSEMINACION ARTIFICIAL -----	45
5.- COLECCION EMBRIONARIA -----	45
6.- IDENTIFICACION Y EVALUACION DE EMBRIONES -----	46
7.- ANALISIS ESTADISTICO -----	47
VI.- RESULTADOS Y DISCUSION -----	50
VII.- CONCLUSIONES -----	61
VIII.- LITERATURA CITADA -----	62
IX.- APENDICE -----	76

I. RESUMEN

El objetivo fue probar la dosis de FSH, edad de la vaca y época del año, sobre la respuesta superovulatoria y calcular el índice de constancia de la respuesta en vacas cebú. El trabajo se realizó en el Campo Experimental El Macho, INIFAP - SARH, en el Municipio de Tecuala, Nay., treinta vacas se emplearon, de las cuales 6, 7 y 17 fueron superovuladas en 3, 2 y 1 ocasiones, respectivamente, haciendo un total de 49 observaciones, ubicadas en un arreglo factorial 2 X 2 X 2, donde los factores fueron: Dosis total de FSH (D), 18 ó 24 mg; época (E), estiaje (enero a junio) o lluvias (julio a octubre) y edad de la vaca (A), 4-9 ó 10-14 años. Las variables de respuesta fueron: volumen ovárico postratamiento (VOP), número de Cuerpos Lúteos en ambos ovarios (CL) y número de folículos mayores de 10 mm (FG), estimados por palpación rectal. Se midió también número de Embriones mas Ovulos colectados (E+O), Embriones Totales colectados (EM) y Embriones Transferibles colectados (ET). Para obtener el Índice de Constancia (IC) se utilizó la información de las vacas que fueron superovuladas en 3 y 2 ocasiones, a partir de la estimación de los componentes de varianza entre y dentro de vacas y utilizando el método descrito por Becker (1975). Se encontró efecto significativo de D y A para VOP ($P < .01$) y para FG ($P < .05$), además, la interacción D X A fue significativa para VOP ($P < .05$). Las medias mínimo cuadráticas \pm errores estándar para D en VOP fueron: 18 mg: $149.3 \pm 41.4 \text{ cm}^3$ y para 24 mg: $342.2 \pm 46.4 \text{ cm}^3$. En FG, estos valores fueron de $1 \pm .4$ para 18 mg y $2.3 \pm .5$ para 24 mg. Para A, se encontraron valores de VOP de $334.2 \pm 47 \text{ cm}^3$ en vacas de 4 a 9 años y 157.2 ± 40.3 para vacas de 10 a 14 años. Los valores de FG para esta misma variable fueron de $2.3 \pm .5$ en las vacas de menor edad y $1 \pm .4$ en las de mayor edad.

Los IC obtenidos en todas las vacas superovuladas en mas de

.....
La inclusión de las citas bibliográficas en el texto y su mención en el capítulo de literatura citada, se hicieron conforme a la metodología utilizada en el Journal of Animal Science.

una ocasión, fueron: Para VOP: $.32 \pm .21$, para CL: $.17 \pm .22$, para E+O y E, el IC fue de cero. Se obtuvieron también los IC para aquellos animales superovulados en tres ocasiones, siendo estos de $.42 \pm .37$ para VOP, $.05 \pm .33$ para CL, $.07 \pm .35$ para E+O y cero para E. En las vacas que recibieron dos superovulaciones los IC fueron: VOP: $.34 \pm .25$, CL: $.17 \pm .28$ y cero para E+O y E.

Aunque existen diferencias en algunas variables de respuesta con respecto a la dosis y a la edad, la información no permite inferir que exista mejor respuesta superovulatoria a una dosis o que vacas de determinado rango de edad se comporten mejor, tampoco se observó efecto de las épocas que se manejaron en este estudio. En lo referente a los Índices de Constancia, no obstante haberse obtenido valores altos en la variable volumen ovárico postratamiento, en las demás variables este valor fue bajo, por lo cual no se puede afirmar que la respuesta inicial de una vaca cebú a la superovulación, sea un buen predictor de sus respuestas subsecuentes.

II. INTRODUCCION

La transferencia embrionaria (TE), es la técnica consistente en el paso de un embrión viable de una hembra donadora, a otra receptora, para continuar su desarrollo. Se ha llevado a cabo con éxito desde finales del siglo pasado, por Walter Heape, quién la realizó en conejos (Adams, 1892, citado por Mapletoft, 1985); fue hasta la década de los años 30 y 40 de este siglo, cuando se empezó a realizar investigación en forma considerable, sobre colección y transferencia de embriones bovinos. No fue sino hasta 1951 que se produjo el primer becerro nacido a través de esta técnica (Willet, et al., 1951, citados por Mapletoft, 1985). En aquel entonces, la TE no dejó de ser si no una mera herramienta de investigación (Arriola, 1985 b) y fue hasta principios de los años 70 que adquirió interés comercial, sobre todo en Canadá y en los Estados Unidos de Norteamérica, a raíz de la importación masiva de razas europeas de doble propósito (Mapletoft, 1985). En México, la TE es una técnica de reciente adopción, reportándose el primer nacimiento de un bovino a partir de esta, en 1980, en Ajuchitlán, Qro. (Garza et al, 1980) y el primer becerro nacido a partir de un embrión congelado, se logró en 1981, en el Campo Experimental El Macho, Mpio. de Tecuala, Nayarit (De los Santos et al 1982). En los últimos años, la TE ha tomado auge entre los productores que manejan razas cebuínas, en las regiones tropicales (Córdova, 1986).

Al paso de los años, la TE y técnicas que involucra ha tenido muchos usos, especialmente en la investigación; pero no ha sido sino hasta años recientes, que se ha difundido ampliamente dentro de los esquemas de producción animal (Mapletoft, 1985). El uso de la TE en el ámbito de la investigación y producción animal, ofrece una serie de ventajas, de las cuales a continuación se detallan algunas:

a) Mejoramiento Genético: Se considera que, a nivel de grandes

poblaciones, el progreso genético que se puede lograr a través de la TE, es mas lento y costoso que mediante Inseminación Artificial, sin embargo esta técnica permite aumentar la presión y precisión de selección en las hembras de un hato y la tasa de respuesta a la selección genética de características tales como el crecimiento, el cual puede medirse en ambos sexos; esto es especialmente valioso cuando se trata de hatos de alto mérito genético (Asprón, 1985; Mapletoft, 1985; Smith, 1988). De hecho, el mayor impacto que la TE puede tener en el mejoramiento genético, es a través de la más rápida producción de sementales a partir de progenitores selectos, para ser empleados en la Inseminación Artificial (Asprón, 1985; Mapletoft, 1985).

b) Rápida multiplicación de ciertos genotipos: En ocasiones, ha sido necesario expandir rápidamente un determinado material genético, el cual es limitado en cierto lugar; la TE permite una más rápida multiplicación de dicho material al incrementar las expectativas de reproducción de una hembra, las cuales en condiciones normales, para el caso de los bovinos, son una cría por año a lo más y esta cifra se puede elevar varias veces al usar dicha técnica (Mapletoft, 1985). Esta ventaja también se ha demostrado al abrir nuevas posibilidades de supervivencia a especies de mamíferos silvestres, en peligro de extinción (Fraga, 1985a).

c) Probadoras genéticas de caracteres recesivos: Un método efectivo para probar sementales usados para inseminación artificial, en cuanto a que sean portadores de algún carácter recesivo letal o detrimental, es utilizando vacas que sean portadoras del mismo, como donadoras, transfiriendo los embriones a receptoras sanas y examinando los fetos a diferentes estadios de desarrollo; dependiendo de la heredabilidad del defecto, generalmente es suficiente con 8 a 9 fetos no afectados para declarar a un toro libre de ese carácter (Dziuk, 1975, citado por Wubiset, *et al*, 1986; Mapletoft, 1985).

d) Inducción de partos dobles: Aproximadamente un 70% de los nutrientes que una vaca productora de carne consume, los utiliza para su mantenimiento, mientras que únicamente un 30% los usa para el crecimiento y mantenimiento del becerro durante la preñez y la lactación (Seidel, 1981, citado por Mapletoft, 1985). Por tal motivo, es deseable aumentar la eficiencia de producción de la gestación y la lactancia, a través de inducción de partos dobles. Tanto la selección genética para obtener hatos con mayor incidencia de partos dobles, como los tratamientos a base de gonadotropinas para inducir exactamente dos ovulaciones, han sido metas largamente acariciadas pero no logradas; la TE ofrece una alternativa a esta cuestión, mediante la transferencia de dos embriones a vacas receptoras productoras de carne, de comprobada habilidad materna (Mapletoft, 1985; Rodríguez, De Los Santos y Asprón, 1986).

e) Control de enfermedades: Se ha reportado que algunas de las enfermedades infecciosas no pueden ser transmitidas a través de los embriones (Singh et al, 1982; Singh y Hare, 1985, citado por Mapletoft, 1985). Esto confiere importancia a la TE como un mecanismo para salvar material genético en caso de un brote epizootico; igualmente, gracias a la TE, se puede importar embriones a países libres, de países donde la fiebre aftosa es enzoótica, siempre y cuando se realice un lavado enzimático de los embriones antes de su movilización, ya que el virus podría estar adherido a la zona pelúcida de estos (Boletín CPA, 1989). Pese a lo anterior, se menciona que es necesario realizar mas investigaciones sobre las interacciones virus-embrión, antes de poder afirmar lo anterior con absoluta seguridad (Mapletoft, 1985).

f) Recuperación de la función reproductiva: En ocasiones, animales de alto mérito genético, pero con problemas de fertilidad, pueden ser aprovechados gracias a la TE, aunque debe tenerse cuidado de que los casos de infertilidad no sean de origen genético, ya que así se corre el riesgo de propagar dicha anomalía. En este rubro, también es útil la TE para salvar el material

genético de animales enfermos condenados a morir en un tiempo determinado, ya que con la aplicación de esta técnica, es posible obtener algunas crías de dicho animal, antes de su muerte (Córdova, 1986; Mapletoft, 1985).

g) Sexado de embriones: Actualmente, se dispone de un método económico, práctico y de uso inmediato, para determinar el sexo de los embriones; esto a través de una prueba serológica de inmunofluorescencia indirecta, para detectar el antígeno H-Y que, como se sabe, está presente en las células cuya estructura cromosomal corresponde a la de un ser vivo de sexo masculino. Esta prueba puede emplearse en embriones de 8 células hasta blastocito y no afecta su viabilidad, tiene además un 84% de eficacia (Anderson, 1987). La utilidad práctica que esto puede tener es en la producción de crías de un solo sexo en un hato comercial, según las necesidades de este.

h) Investigación: Como ya se mencionó, este fué en un inicio el objeto primordial de realizar la TE y aunque actualmente se vislumbra para esta técnica un uso comercial extenso, no ha dejado de tener vigencia como una valiosa herramienta en la investigación animal; entre otras, algunas aplicaciones de la TE en investigación son: Obtención de gemelos, estudio de la capacidad uterina, control endócrino del medio uterino, reconocimiento materno de la preñez, interacciones embrión-endometrio, obtención de embriones de becerras prepúberes, partenogénesis, producción de quimeras, clonación, formación de razas sintéticas, introducción de nuevos genes por microinyección (Arriola, 1985; Córdova, 1986; Mapletoft, 1985).

Como se puede apreciar, existen razones más que suficientes para considerar que la TE es una técnica que, conforme se vaya simplificando y los costos abatiéndose, tendrá un uso mas generalizado; es pertinente, sin embargo señalar que algunos autores sostienen, que no en todos los casos la TE ofrece ventajas

que justifiquen su implementación; así por ejemplo, Navarro, et al, (1985) utilizando predicciones, demostraron que el incremento en el progreso genético que se puede lograr en producción de leche gracias a al TE, no justifica su aplicación. Para el caso de ganado lechero, como ya se mencionó, la verdadera importancia de la técnica, radica en su uso en la producción de sementales genéticamente superiores, que son utilizados para Inseminación Artificial.

Uno de los pasos claves en el desarrollo de la técnica de TE, es el obtener una tasa alta y controlada de superovulación (Staigmler, 1982); sin embargo, esto no ha sido posible, ya que la respuesta a un tratamiento superovulatorio determinado, presenta una gran variabilidad (Dinar, et al, 1987; Murphy, et al, 1984; Rajamahendran, et al, 1987), la cual es atribuida a una serie de factores tanto externos como del propio animal (Wubishet, et al, 1986). Así, se menciona que la fuente más importante de variación en la respuesta podría ser las diferencias individuales de la población folicular de los ovarios al momento del tratamiento (Bastidas y Randel, 1987; Monniaux, et al, 1983). Esto indica que no toda la variación encontrada es de origen ambiental y que al menos en parte, la constitución genética del animal, determina una respuesta específica a cierto tratamiento. Lo antes mencionado, nos lleva a cuestionar sobre como sería la respuesta superovulatoria en una vaca, cuando el tratamiento es aplicado repetidamente. Al respecto, algunos autores mencionan que la respuesta es consistente, en tanto que otros reportan respuesta independiente entre uno y otro tratamiento (Lamberson y Lambeth, 1986). Se dispone de poca información sobre la respuesta individual en una vaca a superovulaciones repetidas y sería de utilidad el poder usar la información de una respuesta inicial como un predictor de las subsecuentes respuestas de ese animal. El índice de constancia es la correlación entre las respuestas sucesivas y provee una medida de la confiabilidad en la predicción de un comportamiento futuro a partir del registro inicial

(Lamberson y Lambeth, 1986); por lo tanto, el calcular el índice de constancia de la respuesta ovárica a la superovulación en vacas cebú, sería de utilidad al momento de seleccionar vacas donadoras de embriones.

III. REVISION DE LITERATURA

1.- RESPUESTA OVARICA A TRATAMIENTOS DE SUPEROVULACION CON HORMONAS GONADOTROPAS.

1.1.- Dinámica folicular y mecanismo de acción.

Durante el ciclo estral en la vaca, que es de 21 días en promedio, se suceden una serie de cambios morfológicos a nivel ovárico, los cuales siguen un patrón y culminan con la liberación al oviducto de un gameto viable. Varios autores han estudiado estos cambios, enfocando primordialmente su interés en lo que sucede a nivel de las poblaciones foliculares a lo largo del ciclo. Así, Hansel y Convey (1983), mencionan que en el ciclo estral de la vaca, ocurren 3 ondas de crecimiento folicular; la primera entre los días 4 y 5 del ciclo y la segunda por el día 8; en ambos casos, se desarrollan folículos hasta un estado antral y se tornan atrésicos. La tercera onda, se inicia por el día 19, siendo en esta que un folículo llega a la dehiscencia. Por otro lado, Staigmiller (1982) menciona que a partir del día 4 a 5 del ciclo estral y hasta la ovulación, es usual encontrar al menos un folículo cuyo diámetro va de 10 a 20 mm y que es considerado como folículo ovulatorio; él dice que este folículo juega un papel muy importante como controlador del desarrollo y actividad de otros folículos, al inhibir su crecimiento en forma sistémica y local; así, este folículo "dominante" es capaz de inhibir el desarrollo de cualquier otro folículo que eventualmente pudiera ser capaz de ovular; este mecanismo es característico de las especies de ovulación simple, como la vaca (Bindon et al, 1986).

Se han detectado 2 mecanismos mediante los cuales el folículo "dominante" actúa; el primero es a través de la secreción de una hormona proteica liberada por las células granulosas del folículo, denominada "inhibina". Esta hormona inhibe a nivel de la glándula pituitaria, la síntesis y liberación de FSH. El segundo mecanismo

de control folicular es a través de otra hormona protéica secretada por las células de las granulosa, esta hormona es denominada "Inhibidor del Crecimiento Folicular" (FGI) y su acción es local, inhibiendo la mitosis de las células granulosa de folículos en crecimiento (Bindon et al, 1986). Staigmiller (1982) postula que, además del folículo, el cuerpo lúteo presente en la fase lútea del ciclo, juega un papel en el control del desarrollo y actividad de los otros folículos.

Como ya se mencionó, a lo largo del ciclo se suceden varias ondas de crecimiento folicular, donde un folículo con ciertas características se desarrolla hasta alcanzar dimensiones de folículo preovulatorio, para luego sufrir atresia y ser sustituido por otro; únicamente aquel folículo que se desarrolla cerca del inicio del estro (96 a 72 h antes) y por lo tanto en ausencia de un cuerpo lúteo funcional, es el que llega a ovular; pero, ¿ qué mecanismos modulan el crecimiento de los folículos antrales y su subsecuente atresia ?. Al respecto, Moor et al, (1984) explican lo anterior: Cuando un folículo antral alcanza un diámetro de aprox. 8 mm., se incrementa súbitamente su producción de Estradiol 17 beta (E₂), esta hormona promueve la vascularización del propio folículo incrementando así el aporte sanguíneo y elevando la concentración de gonadotropinas y de algunos nutrientes; así, el folículo más activo estimula su propio crecimiento y al mismo tiempo, por mecanismos ya mencionados (inhibina, FGI) inhibe el crecimiento y diferenciación de otros folículos; aunque los niveles circulantes de FSH en la fase luteal son suficientes para estimular el crecimiento folicular, esta es insuficiente para soportar folículos muy grandes, los cuales por consecuencia se degeneran, permitiendo así el crecimiento de nuevos folículos pequeños. Estos autores, realizaron un estudio para determinar la distribución de los folículos de diferentes estados de crecimiento, a lo largo del ciclo estral; lo anterior mediante el sacrificio y exámen histológico de ovarios, de 32 vacas al azar durante el ciclo; se encontró que cada ovario contiene entre 8 y 10 folículos mayores de

2 mm y que un 85% de estos habían sufrido atresia; también observaron mayor cantidad de folículos no atréticos medianos en los días 0 al 5 y 9 al 13 del ciclo; por el contrario, durante los días 5 al 9 y 13 al 18, los que predominaron fueron los folículos no atréticos grandes de más de 10 mm de diámetro. Los mismos autores determinaron que el folículo que finalmente llega a ovular se origina del grupo de folículos no atréticos medianos que se encuentran entre los días 9 al 13 y crece rápidamente después de la regresión del cuerpo lúteo; ocasionalmente, el folículo ovulatorio se origina del grupo de folículos grandes que se encuentran en los días 13 al 18.

Con respecto al mecanismo de acción de las gonadotropinas en la inducción de superovulación, ha sido demostrado que estas actúan a dos niveles: primero, estimulando la actividad mitótica en folículos preantrales normales y segundo, rescatando de la atresia algunos folículos antrales que ya habían iniciado este proceso (Monniaux et al, 1983; Moor et al, 1984). Respecto al segundo mecanismo, Monniaux et al, (1983), mencionan que aunque las gonadotropinas son capaces de rescatar estos folículos de la atresia y llevarlos a un estado preovulatorio, posiblemente algunos cambios bioquímicos que ya habían ocurrido en el folículo no son reversibles y por tanto, se pierde su habilidad de hacer dehiscencia ante la descarga de LH y por tanto se luteinizan sin ovular. Por último, estos autores mencionan que tanto para folículos preantrales normales como para folículos antrales atréticos, el tamaño mínimo requerido en éstos para responder a las gonadotropinas exógenas, es de 1.7 mm. de diámetro.

1.2.- Perfiles hormonales durante la superovulación.

La administración de gonadotropinas exógenas para inducir superovulación en el ganado, afecta el balance endócrino, con las resultantes anormalidades en el desarrollo embrionario (Greve et al, 1984, citados por Goto et al, 1987). Por lo anterior, es

importante conocer a fondo los eventos endócrinos que se suceden en vacas superovuladas, para estar en condiciones de aplicar los tratamientos de tal forma que se afecte lo menos posible este delicado balance hormonal.

1.2.1.- Progesterona:

Al momento de iniciar el tratamiento superovulatorio, lo cual ocurre invariablemente durante la fase lútea del ciclo estral, se mantienen niveles plasmáticos altos de progesterona (P4) que van de 2 a 4 ng/ml (Hansel y convey, 1983). Posteriormente, al aplicar prostaglandina F₂α (PG F₂α), ocurre la lisis del cuerpo y aumentan rápidamente los niveles de E2, producidos por los folículos en desarrollo; esto provoca una brusca caída de los niveles plasmáticos de P4 hasta valores basales dentro de las siguientes 16 a 24 h (<1.0 ng/ml), manteniéndose estos hasta el inicio de las ovulaciones (Callesen et al, 1986; Yadav et al, 1986 a). A partir de este momento, se empieza a registrar un aumento en la P4 plasmática, que al principio es moderado, tornándose rápido posteriormente; así, Goto et al, (1987) refieren en vacas superovuladas con hormona foliculo estimulante de origen porcino (FSH-P), niveles plasmáticos de P4 de 1.3 ng/ml al momento del estro, manteniéndose estos el día 2, posestro, pero aumentando posteriormente, siendo de 8 ng/ml y 18 ng/ml a los días 4 y 8 pos estro, respectivamente. Por su parte, Yadav et al, (1986 a) encontraron que el incremento de P4 posestro es más rápido y de mayor intensidad cuando se superovula con Gonadotropina obtenida a partir de suero de yegua preñada (PMSG) que cuando se utiliza para este fin FSH-P; ellos reportan valores de P4 de 0.2, 0.15, 1.4, 2.9 y 3.6 ng/ml para los días 2,3,4,5 y 6 pos inicio del estro, respectivamente, en vacas superovuladas con FSH-P, en tanto que para animales tratados con PMSG, los valores de la hormona fueron de 0.5, 2.2, 4.3, 12.0 y 14.6 ng/ml para los mismos días mencionados. Sin embargo, con cierta frecuencia estos patrones se ven alterados: Callesen et al, (1986) y Callesen et al, (1987)

mencionan que debido a que las preparaciones comerciales de hormonas superovulatorias contienen cierta actividad de Hormona Luteinizante (LH), se llega a producir luteinización o bien, ovulación prematura de folículos grandes, presentes al momento del tratamiento. Estos folículos luteinizados o bien los prematuramente ovulados, empiezan a producir P4 y no alcanzan a ser lisados por la PG F2 aplicada 2 días mas tarde, provocando niveles plasmáticos de P4 mayores de 1 ng/ml al momento del estro, con lo cual se altera el balance entre esta hormona y el E2 pudiendo bloquear el pico de LH con el consecuente detrimento en la tasa de ovulación. Confirmando lo anterior, Donaldson (1985 c) y Goto et al, (1987), mencionan que concentraciones de P4 menores de 1 ng/ml al inicio del estro, estan relacionadas con mayor producción de embriones totales y de embriones transferibles.

En lo que respecta al efecto de la concentración plasmática de P4 al inicio del tratamiento, existe discrepancia; Yadav et al, (1986 a) mencioanan que la concentración de p4 no tiene efecto sobre la respuesta ovárica subsecuente a la superovulación. Por el contrario, Callesen et al, (1987) y Goto et al, (1987) afirman que vacas con más de 3 ng/ml de P4 plasmática al inicio del tratamiento, dan mejor respuesta ovulatoria que aquellas con menos de 3 ng/ml.

1.2.2.- Hormona luteinizante:

Existen diferencias entre ganado superovulado y no estimulado, en lo que concierne al momento en que ocurre el pico de Hormona Luteinizante (LH) con respecto a la aplicación de PGF2 α . En vacas superovuladas con PMSG, el intervalo entre la aplicación de PGF2 α y el pico de LH, es de 36 a 37 h (Yadav et al, 1983; Yadav et al, 1986 b), en tanto que vacas tratadas con FSH, presentan intervalos de 42.3 a 52 h (Yadav y col., 1983; Yadav et al, 1986 b). Estos intervalos difieren con lo observado en vacas no superovuladas, donde el pico de LH ocurre entre las 72 y 96 h después de la

administración de PG (Córdova, et al 1983; Moreno, 1989). Esto es importante al momento de diseñar los esquemas de Inseminación Artificial en vacas superovuladas.

En lo que concierne a la duración de la oleada y la concentración máxima de LH, Donaldson (1985 c) considera que ambos valores son comparables a los obtenidos en vacas no superovuladas; este autor reporta un pico preovulatorio promedio de 24 ng/ml en vacas superovuladas con FSH-P, encontrándolo similar al mencionado por Akbar (1974), Rahe et al, (1980) y Saumande (1980) (citados por Donaldson, 1985 c) en vacas no superovuladas. Por su parte, Yadav et al, (1986 a) encontraron concentraciones preovulatorias de LH más altas en vacas superovuladas con FSH-P que con vacas tratadas con PMSG y vacas no estimuladas (24.2 para FSH, 17.1 para PMSG y 16.7 para control ng/ml). Lo anterior, afirman es debido a altas concentraciones de E2 antes del pico preovulatorio en las vacas estimuladas con PMSG y en las control. En lo referente a la duración de la oleada de LH, Yadav et al, (1986 a) reportan 8.1, 6.7 y 6.9 h, para FSH-P, PMSG y control, respectivamente.

En lo referente a las ovulaciones, estas se inician 24 h después del pico de LH, habiendo ocurrido un 80% de estas a las 28 h. pos pico y más del 90% a las 33 h. (Calllesen et al, 1986). Por último, Donaldson (1985 c) menciona que cuanto mayor sea el pico de LH y tenga mas duración, mejor será la calidad de los embriones y por tanto se tendrá un mayor porcentaje de embriones transferibles. Este mismo autor refiere que es importante para la calidad embrionaria el que el pico de LH y el inicio del estro ocurran al mismo tiempo.

1.2.3.- Hormona Foliculo estimulante:

Esta hormona, encargada de la estimulación folicular, presenta un obvio incremento en los niveles plasmáticos al momento del tratamiento superovulatorio; los cuales decrecen a las 2 a 5 h

después de finalizado este, por su corta vida media (Wilson, 1988). Posteriormente, al estro, presenta un pico que es coincidente con el pico de LH y cuya magnitud va de 55 a 95 ng/ml tanto en vacas no estimuladas (Hansel y Convey, 1983) como en animales superovulados (Donaldson, 1985 c).

La coincidencia entre los picos preovulatorios de FSH y LH es factor importante para la producción de embriones y para el caso de FSH, esta tiene relación con el No de embriones producidos más no con la calidad de estos.

1.2.4.- Estradiol 17 Beta:

Esta hormona esteroide, es producida principalmente por las células granulosas del folículo en crecimiento; su concentración sanguínea se incrementa después de la aplicación de PG, alcanzando su pico al momento del inicio del estro (Hansel y Convey, 1983). En vacas superovuladas, como el E2 es producido por los folículos estimulados, su concentración está directamente vinculada con la tasa de respuesta ovulatoria, siendo posible incluso estimarla a través de las concentraciones séricas de E2 que ocurren entre 60-66 h después de iniciado el tratamiento superovulatorio (Monniaux et al, 1983). Estos autores estiman que al momento del pico de E2, su concentración plasmática se eleva de 14 a 106 pg/ml, en contraste con la concentración en vacas no superovuladas que es de 6 a 8 pg/ml (Hansel y Convey, 1983). Conforme el estro avanza, las concentraciones de E2 se van reduciendo y al final del estro, cerca de la ovulación, la concentración de E2 es mínima. Callesen et al, (1986) realizaron mediciones de hormonas esteroides en el fluido de folículos preovulatorios de vacas superovuladas, encontrando concentraciones altas de E2 y bajas de P4 inmediatamente después de la oleada de LH (relación de $P4:E2=0.2 \pm 0.1$); a las 10-20 h después, las concentraciones de las dos hormonas acusaban valores intermedios (relación $P4:E2=2.2 \pm 1.6$) y a las 21-23 h, cerca ya del inicio de las ovulaciones, el fluido folicular era rico en P4 y

bajo en E2 (relación P4:E2=9.4 \pm 3.0), manteniéndose así hasta las ovulaciones.

Es importante que al momento de las ovulaciones, no haya producción elevada de E2, ya que de ocurrir esto (como sucede con frecuencia cuando se aplican tratamientos a base de PMSG) se reduce la tasa de fertilización y se incrementa el porcentaje de embriones anormales (Trounson, 1983). Esto último se discutirá con más amplitud posteriormente.

1.3.- Efecto de la población folicular sobre la respuesta ovárica.

Como ya ha sido mencionado, bajo los diferentes esquemas posibles de tratamiento superovulatorio, la variabilidad en la respuesta, tanto en calidad como en cantidad de embriones, constituye el más importante factor que limita el desarrollo de la transferencia de embriones, a nivel comercial (Rajamahendran, 1987). Esta variabilidad, entre otras causas, se debe al número de folículos capaces de responder en un momento dado al tratamiento superovulatorio. El número de folículos responsivos varía ampliamente dentro y entre animales (Trounson, 1983). Monniaux et al, (1983), obtuvieron una correlación positiva ($r=0.69$), entre el número total de folículos antes del tratamiento y el número de folículos mayores de 10 mm. después del tratamiento superovulatorio. Moor et al, (1984), puntualizan sobre este aspecto, mencionando que el grado de estimulación a un tratamiento dado, depende del número, tamaño, distribución y condición de los folículos antrales y actualmente se carece de los mecanismos de control para eliminar las diferencias inherentes en la dinámica folicular de cada animal.

2.- TRATAMIENTOS SUPEROVULATORIOS.

2.1.- Uso de gonadotropina de suero de yegua preñada (PMSG).

2.1.1.- Características.

Esta Gonadotropina, descubierta en 1930 por Cole y Hart, que es secretada por las copas endometriales de la yegua preñada; es de estructura glicoprotéica con un alto contenido de carbohidratos (45% aprox.); consta de 2 subunidades, (α y β), las cuales requieren estar unidas para que la hormona tenga actividad; su peso molecular va de 28,000 a 53,000 daltons (Kaltenbach y Dunn, 1980). La PMSG se caracteriza por poseer un alto contenido de ácido siálico en su molécula; este monosacárido es esencial para la completa expresión de la actividad biológica de la hormona, ya que la remoción del mismo reduce drásticamente dicha actividad. El ácido siálico prolonga la vida media de la gonadotropina, al inhibir su degradación en el Hígado. El ácido siálico aparentemente contribuye poco o nada en la configuración estructural requerida para que la PMSG interactúe con sus receptores, por tanto, la pérdida del monosacárido en cuestión, si bien no reduce la afinidad de la hormona por los sitios ováricos de unión sí reduce drásticamente su disponibilidad en el torrente circulatorio (Sherwood y Mc. Shan, 1977).

2.1.2.- Efecto de la vida media de PMSG sobre la respuesta superovulatoria.

Como ya se mencionó, la PMSG gracias a su alto contenido de ácido siálico, tiene una larga vida media; así, se ha visto que al ser aplicada en el bovino, permanece circulando por un espacio de 118 a 123 h (Papkoff, 1978 citado por Becker y Pinheiro, 1986), lo cual significa una desventaja cuando esta es utilizada en tratamientos superovulatorios, ya que provoca que al momento de las ovulaciones, existan folículos grandes pero inmaduros, los cuales no van a ovular pero sí producen E2 y esto desequilibra el balance hormonal, provocando reducción en la tasa de ovulación y de fertilización y un incremento en el porcentaje de embriones anormales (Greve et al, 1988; Trounson, 1983; Zeitoun et al, 1988).

Con el objeto de contrarrestar el efecto antes descrito, se han utilizado anticuerpos que, al ser administrados, suprimen la actividad biológica de la PMSG y así evitan los efectos negativos de esta hormona al momento de la ovulación (Dieleman et al, 1987; Kim et al, (1987). Estos anticuerpos, denominados " Anti-PMSG ", al ser aplicados a las 12 - 24 h después del inicio del estro en vacas superovuladas, producen una inmediata abolición de los efectos de PMSG, manifestándose en la reducción a niveles basales de E2 y por consecuencia al momento de la colección se obtienen más embriones transferibles y se observa menos folículos luteinizados. Todo lo anterior ha sido confirmado por diversos autores; así, Zeitoun et al, (1988) mencionan que con Anti-PMSG se redujo ($P < .01$) la duración del estro y el peso de los ovarios en las vacas superovuladas, con respecto a un grupo que recibió el mismo tratamiento superovulatorio pero sin Anti-PMSG; así mismo, se redujo el número de folículos luteinizados mayores de 10 mm al día 9 pos estro ($P < .01$).

Moyaert et al, (1985) y Wang et al, (1987) también observaron una reducción en el número de folículos grandes, al momento de la colección, cuando fue utilizado el Anti-PMSG ($P < .05$). Del mismo modo, Springmann et al, (1986) encontraron un número menor de folículos no ovulados a los 7 días después de la inseminación en vaquillas superovuladas a las que se les aplicó el Anti-PMSG, contra aquellas a las que no se les aplicó ($P < 0.005$). En lo que se refiere al número de ovulaciones, Dieleman et al, (1987) observaron que el No de ovulaciones 30 h después del pico de LH era el doble en vacas superovuladas y tratadas con Anti-PMSG que en aquellas solo superovuladas (15.0 ± 3.2 vs. 8.0 ± 1.8 ; $P < .05$). Por último, en lo que respecta al No de embriones transferibles, la información no arroja datos concluyentes, ya que en varios trabajos se observa que el número de embriones transferibles en vacas superovuladas con PMSG y con la aplicación de Anti-PMSG es similar, comparado con el número de embriones transferibles de vacas superovuladas solo con PMSG (Greve et al, 1988; Kim et al, 1987; Wang et al, 1987). Todo

lo anterior indica que la utilización de Anti-PMSG es una alternativa para contrarrestar los efectos negativos que la PMSG tiene por su larga vida media, sin embargo, debe tenerse cuidado de que el anticuerpo sea aplicado después del pico de LH, ya que si llegara a coincidir con este, lo inhibiría puesto que se ha visto que en el bovino, Anti-PMSG presenta reacción antigénica cruzada con la LH (Saumande y Chupín, 1986).

2.1.3.- Esquemas de Superovulación con PMSG.

Dadas las características ya mencionadas de esta hormona, es posible lograr inducir la respuesta superovulatoria, aplicando una dosis total en cualquiera de los días 9 al 12 del ciclo estral (Fraga, 1985 b), la cual por lo general va de 2000 a 3000 U.I. (Mapletoft, 1985). Es conveniente aplicar el Anti-PMSG a las 60 h después de que se ha administrado la primera dosis de prostaglandina (Wang et al, 1987).

2.2.- Uso de hormona Folículo Estimulante (FSH).

2.2.1.- Características.

La FSH es una hormona gonadotrópica secretada por el lóbulo anterior de la hipófisis, cuya función en la hembra es la de estimular el crecimiento y maduración de los folículos, desde su estado antral hasta el estado preovulatorio (Baird, 1972). Para su uso clínico, esta hormona es extraída de tejido hipofisiario de animales domésticos sacrificados a nivel de rastro y estandarizada. Las preparaciones más comúnmente disponibles en el mercado son las de origen porcino. Al igual que la PMSG, la FSH es un glucopéptido, con un contenido de alrededor de 25% de carbohidratos y un 5% de ácido siálico (Baird, 1972). Consta también de las cadenas, α y β ; su peso molecular es de alrededor de 33,000 daltons y su vida media es estimada en 2 h. (Kaltenbach y Dunn, 1980).

2.2.2.- Esquemas de Superovulación con FSH.

Esta hormona, por su corta vida media, debe administrarse en forma fraccionada por un período de varios días, lo cual significa más manejo al animal; tiene sin embargo la ventaja de no estar elevada al momento de la ovulación. Se han estudiado diversos regímenes de superovulación con FSH aplicando la hormona a diferentes intervalos y de diversas formas; así, en lo que respecta al número de inyecciones por día, Chupín y Procureur (1983) encontraron que se obtenía mejor respuesta al fraccionar la dosis diaria, que aplicándola toda una vez en el día o bien haciendo aplicaciones cada dos días. También observaron que no había diferencias entre aplicar la dosis diaria en 2 ó 3 fracciones. Por lo anterior, lo recomendable es aplicar la hormona 2 veces por día.

En cuanto a la forma de dosificar la hormona, la literatura coincide en señalar que se obtienen mejores resultados al administrar el producto en forma decreciente que cuando se aplican las fracciones en dosis constante (Chupin and Procureur, 1983; Monniaux et al, 1983).

En cuanto a la duración del tratamiento, puede variar de 3 a 5 días; García et al, (1982) recomiendan que sea de 4. Con respecto a la dosis total a aplicar, esto será discutido ampliamente en sección posterior, pero en general se dice que el rango de dosis utilizada para superovular esta entre los 24 y los 50 mg (Chupin y Procureur, 1983; Mapletoft, 1985). En base a la información presentada, se concluye que el mejor esquema de superovulación con FSH consiste en la aplicación de una dosis total que puede ir de 28 a 50 mg, aplicada en forma fraccionada de 2 aplicaciones por día en un total de 4 días y en dosis decrecientes. Iniciando el tratamiento entre los días 9 y 13 del ciclo estral.

Algunos autores han hecho intentos para reducir la frecuencia de aplicación de esta hormona y así evitar el manejo excesivo del

animal. Por ejemplo, Chupín y Procureur (1983) ensayaron la utilización de aditivos tales como el carboximetil celulosa o la gelatina, los cuales al ser adicionados a la hormona, retardan su absorción obteniéndose así niveles optimos circulantes por mas tiempo. La utilización de estos productos no produjo beneficio alguno en cuanto a reducir los intervalos de aplicación de FSH. Por otro lado, Schallenberger et al, (1988) evaluaron la utilización de una minibomba osmótica de FSH aplicada en forma subcutánea, con la cual se obtuvo buena respuesta, lograndose reducir la variabilidad.

2.2.3.- Efecto de la aplicación de dosis bajas de FSH en el metaestro sobre la respuesta ovárica en vacas superovuladas con FSH.

Como ya fué mencionado con anterioridad, un factor importante en la respuesta superovulatoria, lo constituye la población de folículos pre-antrales y antrales, capaces de responder al tratamiento, al momento en que se inicia este (Monniaux et al, 1983; Moor et al, 1984); también se sabe, que después del pico ovulatorio de LH y FSH, ocurre una segunda elevación de FSH, aproximadamente 24 h después del pico preovulatorio, pero antes de la ovulación (Hansel y Convey, 1983).

Este segundo pico, esta relacionado con la población de folículos antrales presentes en el ovario poco antes del siguiente estro y su magnitud esta correlacionada positivamente con la tasa de ovulación en borregas (Cahill et al, 1981). En base a lo anterior, Rajamahendran et al, (1987) postuló que si se administraban pequeñas dosis de FSH al inicio del ciclo estral, para aumentar esa onda pos ovulatoria de FSH, se podría incrementar el número de folículos antrales entre los días 9 y 13 del ciclo, incrementandose así la respuesta ovárica. Estos autores, aplicaron 2.5 mg de FSH en los días 3 y 4 del ciclo estral, adicionales al tratamiento normal de FSH y obtuvieron una tasa mayor de ovulación,

mayor número de embriones y mayor número de embriones de excelente calidad, recuperados. Estos resultados son compatibles con los obtenidos por otros autores tanto en bovinos de razas europeas (Ware et al, 1987) como en animales Cebú (Asprón et al, 1988; Kruger et al, 1988). Existen por el contrario, trabajos en los que no se ha observado ventaja alguna de aplicar este tratamiento de FSH (Rodríguez et al, 1988; Rieger et al, 1988). Por lo anterior, esto deberá estudiarse en forma completa antes de decidir su inclusión en esquemas rutinarios de superovulación con FSH.

2.2.4.- Comparación en la respuesta ovárica en vacas superovuladas con PMSG y con FSH.

Se ha observado que existen diferencias en algunas características, en vacas superovuladas con PMSG con respecto a las tratadas con FSH. Moor et al, (1984) mencionan que FSH y PMSG estimulan el desarrollo folicular de manera muy diferente, ya que en tanto que FSH únicamente estimula el desarrollo folicular, PMSG además de este efecto, induce la activación prematura de oocitos, los cuales llegan a constituir una tercera parte de los oocitos estimulados. Este fenómeno constituye una fuente de pérdida durante la superovulación, ya que mientras algunos de estos oocitos prematuramente activados quedan retenidos en folículos luteinizados, otros son liberados como gametos viejos y pasan a ingresar al grupo de embriones anormales o huevos no fertilizados.

La literatura reporta resultados no concordantes en cuanto a la comparación de ambas hormonas superovulatorias. Así, algunos autores reportan mejor respuesta a FSH en cuanto a tasa de ovulación, embriones totales y embriones transferibles (Elsden et al, 1978 citado por Chupin and Procureur, 1983; Monniaux et al, 1983) en tanto que otros afirman que con PMSG se obtienen mejores resultados en tasas de ovulación aunque en valores de colección embrionaria, ambas hormonas tienen el mismo comportamiento (Kim et al, 1987; Yadav et al, 1986) lo anterior se explica por el hecho de

encontrar un mayor número de folículos luteinizados grandes al momento de la estimación de la respuesta ovulatoria, en vacas tratadas con PMSG (Yadav et al, 1986); estos folículos luteinizados son producto de los desordenes fisiologicos que ocurren como consecuencia de la larga vida media de PMSG y al momento de estimar la respuesta ovárica, ya sea por palpación o por inspección, son confundidos con cuerpos lúteos verdaderos, lo cual hace que se sobreestime la verdadera tasa ovulatoria (Monniaux et al, 1983).

2.3.- Otras Hormonas Superovulatorias.

Con el objeto de encontrar fuentes de gonadotropinas que induzcan una respuesta ovulatoria en el bovino mas consistente y con menos variabilidad, se ha ensayado la utilización de compuestos de diverso origen, tales como la Gonadotropina Menopausica Humana (HMG), la secreción de las copas endometriales de yegua preñada (PMEG) y el extracto pituitario anterior equino (HAP). Estas fuentes de gonadotropina han demostrado generar respuestas similares a las obtenidas con FSH, pero sin lograr reducir la variabilidad de estas (Alcívar et al, 1984; Córdova, 1986; Fraga, 1985 b). De las 3 preparaciones hormonales mencionadas, la HMG es la mas usada y se produce comercialmente bajo el nombre de Pergonal (Serona Laboratories). Consiste en una preparación purificada de gonadotropinas, extraída de la orina de mujeres posmenopausicas; el producto es empacado en ampulas conteniendo 75 U.I. de actividad de FSH y 75 U.I. de actividad de LH (Crister et al, 1982). La dosis considerada 100% efectiva es la consistente en la aplicación de 2 ampulas a las 0, 12, 24 y 36 h y una ampula a las 48, 60, 72, 84, 96 y 108 h, iniciando el tratamiento entre los días 9 al 13 del ciclo estral (Mc. Gowan et al, 1983). Los resultados de superovulación, como se dijo, son equiparables a los obtenidos en vacas tratadas con FSH (Alcívar et al, 1984; Crister et al, 1982; Mc. Gowan et al, 1983).

2.4.- Uso de prostaglandina F2 alfa en la superovulación.

La prostaglandina F2 α ha sido una valiosa herramienta para controlar los ciclos estrales en el bovino, desde el descubrimiento de sus efectos luteolíticos por el grupo de Rowson, en 1972 (Hansel y Convey, 1983). En superovulación, PGF2 α y sus análogos, constituyen un valioso auxiliar en los esquemas de tratamientos con las diferentes gonadotropinas a las que se ha hecho mención, ya que permiten iniciar el tratamiento superovulatorio en cualquier día del ciclo estral, entre el día 6 y la regresión natural del cuerpo lúteo. Además de lo anterior, PGF2 α al inducir la lisis del cuerpo lúteo y por consecuencia abatir los niveles de P4 circulantes, favorece la maduración de los folículos en forma silultánea, dando como consecuencia una mayor tasa de ovulación y mayor producción de embriones transferibles (Sugie et al, 1980).

El intervalo entre el inicio del tratamiento con PGF2 α y el inicio del estro, en vacas superovuladas, es menor que el que se reporta en vacas no superovuladas; lo anterior debido al acelerado incremento de E2, el cual se mantiene en niveles altos hasta el estro en vacas superovuladas; estos estrógenos actúan en forma sinérgica acelerando la lisis del cuerpo lúteo (Callesen et al, 1986).

En cuanto a la forma de aplicarse, se recomienda una dosis total de 35 a 50 mg dividida preferentemente en tres aplicaciones con intervalo de 12 h cada una (Donaldson, 1983). Para iniciar el tratamiento con PG, se recomienda hacerlo entre 48 y 72 h después de iniciada la superovulación (Donaldson, 1985 c; Mapletoft, 1985 c; Rodríguez y Gregory, 1986).

2.5.- Otros compuestos hormonales utilizados en esquemas de superovulación.

2.5.1.- Utilización de compuestos hormonales inductores y/o sincronizadores del estro en vacas a superovular.

La transferencia de embriones ha sido ampliamente difundida en las explotaciones de manejo intensivo, principalmente en hatos lecheros, donde los animales son estrechamente vigilados y es sencillo establecer rutinas de detección de celos; sin embargo, en los últimos años, esta técnica se ha empezado a difundir en los lugares donde los sistemas productivos son de tipo extensivo y el manejo es mínimo; aquí son poco comunes las prácticas tales como la detección de celos y la implementación de programas de superovulación se dificulta, ya que no se conoce el día del ciclo estral en que cada animal se encuentra, o bien si este presenta un estado de anestro, lo cual llega a ser frecuente, sobre todo en vacas de pobre condición física o en lactación (Voss et al, 1983). Ante esta situación, se presenta la alternativa de utilizar compuestos que sincronicen o en su caso induzcan el estro; así Voss et al, (1983), ensayaron la doble aplicación de PG y un análogo de esta, con 11 días de intervalo y aplicando PMSG a los 9 días de la primera inyección; así mismo compararon estos dos tratamientos con uno a base de un dispositivo intravaginal librador de progestágeno (PRID) y un implante subcutáneo conteniendo el progestágeno norgestomet (SMB). La PMSG fué administrada a los 10 días después del PRID y a los 7 días después del SMB. La respuesta ovulatoria fué similar en los cuatro grupos, aunque el análogo de PG denotó respuesta inferior en lo que se refiere a porcentaje de vacas que respondieron al tratamiento. Los autores concluyen que la respuesta en todos los casos, no fué lo suficientemente consistente como para recomendar alguno de estos productos para ser usado en forma rutinaria.

En otro trabajo, se evaluó la utilización de SMB como inductor y sincronizador del estro, en vacas superovuladas con PMSG y FSH; se obtuvieron resultados bajos con PMSG posterior a SMB y para el caso de FSH, el progestágeno no fué eficaz para lograr una respuesta superovulatoria; este autor concluye que la única ventaja que pueden tener los progestágenos es la de posibilitar el inicio del tratamiento superovulatorio en cualquier día del ciclo estral.

Esto es principalmente ventajoso en aquellos lugares donde no es posible llevar un control preciso de los ciclos estrales de las donadoras (Almeida, 1987 a).

Springmann et al, (1986) demostraron mediante estudios de perfiles hormonales, que vacas sincronizadas con progestágenos (Norgestomet, PRID) o un análogo de PGF₂ (ICI) y superovuladas con PMSG, pueden presentar desbalances hormonales tales como valores de P₄ elevados (3.0 ng/ml) y no elevación de los niveles de E₂, al momento del estro. Esto trae como consecuencia que se afecte la tasa de ovulación y el porcentaje de fertilización de óvulos (Goto et al, 1987).

Por lo anterior, debe evaluarse la factibilidad y la necesidad de su utilización en esquemas de superovulación.

2.5.2.- Uso de factores liberadores de gonadotropinas en vacas superovuladas.

Los factores liberadores de gonadotropinas (GnRH), son péptidos de 10 aminoácidos, secretados en el hipotálamo, cuya función más importante en la hembra bovina es la de estimular la secreción de gonadotropinas por la hipófisis, para inducir el crecimiento y la ovulación en un folículo de Graaf, previamente madurado (Fraser, 1979). Algunos autores han utilizado el GnRH en vacas superovuladas, al momento del estro esperado, con el fin de provocar el pico ovulatorio de LH oportunamente y así lograr que las ovulaciones se presenten en mayor cantidad y más sincronizadas. Así, Wubishet et al, (1986) utilizaron GnRH en vacas superovuladas con FSH, en dosis de 250 microgramos, al momento del estro esperado, obteniendo un incremento en las tasas de fertilización y en el número total de embriones en desarrollo ($P < .01$). Esto, mencionan los autores es resultado de la oportuna liberación de LH disparada por la administración de GnRH. Posteriormente Savage et al, (1987) utilizando el mismo tratamiento, concluyeron que aunque

la aplicación de GnRH estuvo asociada con un incremento en la respuesta ovárica, los experimentos de campo no fueron concluyentes a ese respecto; ellos mencionan que dicho tratamiento podría ser útil en vacas a superovular con antecedentes de asincronía entre la onda de LH y el inicio del estro.

2.6.- Inseminación artificial en vacas superovuladas.

Algunos autores afirman que las vacas superovuladas, presentan un proceso de maduración de folículos paulatino y que las ovulaciones se suceden en un lapso de tiempo prolongado, por lo cual recomiendan que la inseminación artificial (IA) a vacas superovuladas se haga en forma repetida (Arriola, 1985 a). Otros autores por el contrario, mencionan que las ovulaciones se suceden en forma casi simultánea. Así Yadav et al, (1985) y Callesen et al, (1986), encontraron que la vaca superovulada inicia sus ovulaciones a las 24 h de iniciado el estro, ocurriendo la mayoría de estas en un lapso no mayor de 18 h. En base a lo anterior, se ha confirmado por varios autores que con un servicio de IA, aplicado a las 24 h de iniciado el estro y utilizando semen de buena calidad, se obtiene un nivel de fertilización de oocitos similar al obtenido en vacas bajo régimen de IA repetida (Schiewe et al, 1985; Schiewe et al, 1987). Otros autores han logrado buenos resultados con un servicio a las 12 h pos inicio del estro (Donaldson, 1985 a) ó 2 servicios a las 12 y 24 h (Fraga et al, 1984). La información presentada no permite concluir sobre un esquema óptimo de IA para vacas superovuladas, pero a nivel de práctica rutinaria, lo mas común es observar que se da el servicio de IA 1 ó 2 veces dentro de las primeras 24 h de iniciado el celo.

2.7.- Estimación de la respuesta ovárica a la superovulación.

Como ya ha sido mencionado, existe una gran variación individual en la respuesta ovárica a tratamientos de superovulación; esto implica el no poder tener la certeza de

cuantos embriones transferibles sea capaz de producir una donadora; por lo tanto es necesario contar con métodos que nos permitan estimar esa posible producción embrionaria, antes de efectuar la colección (Córdova, 1988); lo anterior es útil tanto para fines prácticos como para efectos de investigación.

Existen métodos tanto directos como indirectos, para estimar la respuesta ovárica a la superovulación (Fraga, 1985 a). Entre los directos, se cuenta con aquellos que lo estiman a través de las estructuras lúteas y foliculares, presentes en el ovario en un momento determinado. Los indirectos lo hacen por determinaciones de los niveles de algunas hormonas reproductivas involucradas.

2.7.1.- Métodos de estimación directos.

La manera más práctica de estimar el número de estructuras funcionales en los ovarios de vacas superovuladas, es a través del tacto rectal (Monniaux et al, 1983). Este método sin embargo, presenta algunos inconvenientes, ya que no es posible poder contar con exactitud el número de cuerpos lúteos y folículos presentes en el ovario, sobre todo en ovarios con respuesta elevada. Adicionalmente, no es posible distinguir por este método, los cuerpos lúteos de los folículos luteinizados (Donaldson, 1985 b). Becker y Pinheiro (1986), puntualizan sobre lo anteriormente expuesto, mencionando además que cuando los ovarios superovulados muestran una respuesta moderada (7 a 8 estructuras), el error de estimación es pequeño, pero cuando existen 10 o más estructuras en un ovario, el error tiende a ser mayor. Adicional a lo anterior, se presenta el caso de que ovarios con elevada respuesta presentan un tamaño excesivamente grande, lo cual hace difícil que la fimbria pueda captar todos los ovulos que son liberados, cayendo algunos de estos a la cavidad abdominal y significando por tanto corpusculos que no van a aparecer al realizarse la colección embrionaria, pero que sí van a ser considerados en la estimación de la respuesta al

ser contados los cuerpos luteos que se formen a partir de las respectivas dehiscencias (Becker y Pinheiro, 1986; Fraga, 1985 b).

Monniaux et al, (1983), concluyen que el método de tacto rectal es inadecuado, cuando la respuesta es elevada (más de 10 cuerpos lúteos en un ovario) ya que la estimación esta sujeta a una elevada probabilidad de error.

Otros métodos directos, son la observación directa de las estructuras, ya sea por cirugía, en vacas a las que se les realiza colección de embriones por el método quirúrgico o bien sacrificando al animal, en cuyo caso es conveniente realizar un exámen histológico de los ovarios para diferenciar los cuerpos lúteos, de los folículos luteinizados (Becker y Pinheiro, 1986; Monniaux et al, 1983). También se puede utilizar la endoscopia (Córdova, 1988) o la ecografía ultrasónica (Fraga, 1985 b; Schallenberg et al, 1988). Estos métodos son más precisos que el de tacto rectal, pero son poco utilizados actualmente.

2.7.2.- Métodos de Estimación Indirectos.

Ya ha sido mencionado, que a pocas horas de que ocurren las ovulaciones en vacas superovuladas, los niveles plasmáticos de P4 se incrementan rápidamente, como efecto del inicio de actividad de los cuerpos lúteos en formación (Monniaux et al, 1983). También se sabe que estos incrementos están correlacionados en forma positiva con la tasa de ovulación, tanto en las pocas horas de iniciadas estas, como a los 7-8 días después (Dinar et al, 1987; Donaldson, 1985 b; Goto et al, 1987; Yadav et al, 1986 a), sin embargo, esta relación no es suficiente como para que la determinación de P4 en plasma sea un buen predictor de la respuesta ovulatoria, debido a que no se conoce la habilidad de los folículos luteinizados para secretar progesterona (Córdova, 1988; Monniaux et al, 1983). Estos últimos autores mencionan también que la tasa de ovulación puede ser estimada a partir de los niveles de E2 en plasma entre 60 y 66

h despues de la estimulación con PMSG.

3.- PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN LA RESPUESTA OVARICA A LA SUPEROVULACION.

Como ha sido reiterado, la respuesta de una vaca a la superovulación es muy variable, esto debido a una serie de factores tanto intrínsecos como extrínsecos que afectan dicha respuesta (Córdova, 1988). El conocer esos factores y la forma como influyen en el comportamiento del animal ante el tratamiento, es de importancia para tratar de soslayar las limitaciones que se tienen en este importante paso de la técnica de TE.

3.1.-Efecto de la dosis total de hormona superovulatoria.

Infinidad de trabajos han sido llevados a cabo, con el objeto de evaluar la respuesta ovulatoria, al ser aplicadas diferentes dosificaciones de hormonas gonadotropas, en sus distintas preparaciones disponibles; así, para PMSG se ha observado respuesta consistentemente más elevada al utilizarse dosis entre las 1500 y 3000 U.I. (Wang et al, 1988; Zeitoun et al, 1988), observándose que, cuando se utilizan dosis mas elevadas, baja la tasa de ovulación y la calidad de los embriones, esto probablemente debido a un fenomeno de desensibilización del ovario ante el efecto de grandes dosis de gonadotropina (Saumande y Chupín, 1986). En lo referente a FSH, se ha observado que mientras que para ganado Europeo la dosis óptima fluctúa entre los 32 y los 50 mg de dosis total (Chupin and Procureur, 1983; Pawlyshyn et al, 1986), en ganado cebuino, dicha dosis se situa en niveles por debajo de los 32 mg (Córdova, 1986; Elsdén y Kessler, 1983), lo anterior es debido a que el ganado cebuino parece ser más sensible a gonadotropinas exógenas (Bastidas y Randel, 1987). Para esta hormona tambien se observa el efecto detrimental en la respuesta, tanto en la tasa de ovulación como en la calidad embrionaria, con

dosís demasiado elevadas (Pawlyshyn et al, 1986).

3.2.- Efecto de la Edad de la Vaca.

La edad de la vaca es, entre otros, un factor que tiene efecto sobre la respuesta ovárica a la superovulación (Donaldson, 1984 c; Wubishet et al, 1986). Se sabe que bajo condiciones comerciales, la vida productiva de una hembra bovina normalmente llega hasta los 10 años (Fraga, 1985 b); en vacas superovuladas, al llegar la vaca a un límite de edad, se observa un decremento en la respuesta, conforme el animal es más viejo (Hasler et al, 1983). Lo mismo fué observado por Lerner et al, (1986), quienes además observaron un efecto de interacción entre la edad de la vaca y la dosis total de hormona superovulatoria, ellos detectaron que las dosis bajas de hormona no producen buena respuesta en vacas viejas. A pesar de lo anterior, no debe descartarse la superovulación de vacas viejas, cuando la situación así lo amerite, por ejemplo, cuando se trata de animales de grán valor genético.

3.3.- Efecto de la época del año.

Lerner et al, (1986) reportan que vacas superovuladas durante la primavera presentan una mayor respuesta ($P < .01$) en cuanto a embriones totales y embriones transferibles; lo anterior podría relacionarse con el hecho de que la vaca, a pesar de ser un animal poliestrónico continuo, presenta cierto comportamiento estacional, viéndose aparentemente incrementada su actividad reproductiva cuando el fotoperíodo se comienza a prolongar, lo cual sucede al entrar la época de primavera (Lozano, 1986). Por otro lado, Almeida (1987 c) menciona que en vacas superovuladas con PMSG, se observó una respuesta pobre en el verano, en comparación con las demás épocas; en este caso, este efecto podría ser resultado de las condiciones climáticas adversas que imperan en esta época en el lugar donde se realizó el experimento (Israel).

3.4.- Efecto del intervalo entre superovulaciones.

Para que la TE en el ganado pueda tener factibilidad a nivel comercial, es necesario que las vacas donadoras produzcan un elevado número de embriones transferibles, para lo cual no solo deben tener respuestas elevadas, sino que también estas deben ser consistentes en las veces que el animal es estimulado (Bastidas y Randel, 1987a). Se menciona que cuando se superovula una vaca en repetidas ocasiones en un lapso de tiempo determinado, la respuesta va siendo menor (Almeida, 1987 b; Bastidas y Randel, 1987), en tanto que otros autores reportan que dicha respuesta se mantiene constante tanto en número como en calidad de los embriones (Lubbaden et al, 1980; Moor et al, 1984), En realidad, la discrepancia existente en este aspecto, puede ser debida a que cada autor utiliza un intervalo entre superovulaciones diferente y cuando este es muy corto la respuesta se ve afectada, no siendo así cuando se deja un tiempo razonable (1 a 2 ciclos estrales normales), entre tratamientos. Lo anterior lo demuestran Sacher et al, (1987), quienes utilizaron un intervalo entre superovulaciones de 85 días y obtuvieron una respuesta constante en vacas que fueron tratadas desde 4 hasta 23 ocasiones, pero cuando redujeron este intervalo a 40-45 días, a base de aplicar luteolíticos después de las colecciones, la tasa de recuperación embrionaria se redujo a un 30%. En base a lo anterior, se concluye que es conveniente dejar pasar cierto tiempo entre tratamientos con el objeto de permitir al animal reestablecer su balance endócrino y recuperar su capacidad de respuesta ovárica. Se recomienda que se dejen pasar 1 ó 2 ciclos estrales normales antes de iniciar otro tratamiento (Fraga, 1985 b).

3.5.- Efecto del estado productivo de la donadora.

Córdova et al, (1988) al comparar la respuesta ovulatoria en vacas horras y lactantes, tratadas con FSH, observaron que el estado productivo no tenía efecto alguno sobre esta. Lo anterior

también lo afirman Darrow et al, (1982), quienes no solo no encontraron diferencias en la respuesta ovárica a la superovulación, entre vacas secas y lactantes, sino que además observaron que las vacas lactantes superaban a las horas en cuanto al número total de embriones se refiere. Se concluye que la lactación no es un factor que limite los alcances de la superovulación, salvo cuando este estado es el responsable de que la vaca a superovular presente anestro, en cuyo caso es necesario aplicar un tratamiento de inducción del estro, antes de inducir la superovulación.

3.6.- Efecto del día del ciclo en que se inicia el tratamiento superovulatorio.

Ginther et al, (1989) mencionan que en el ciclo estral de la vaca, se presentan dos oleadas de actividad folicular. Caracterizada cada una de ellas por el desarrollo de un grupo de folículos, de los cuales uno llega a un estado de desarrollo y a los 3 ó 4 días que iniciaron su crecimiento, sufren regresión.

De la segunda oleada de crecimiento folicular, se genera el folículo que finalmente ovulará; esta oleada inicia su crecimiento activo del día 9 a 10 y los folículos subordinados permanecen en crecimiento activo entre los días 9 y 13, aproximadamente; para después entrar en proceso de regresión. Lo anterior hace suponer que es en estos días del ciclo cuando conviene iniciar los tratamientos de superovulación. Lo anterior lo confirma Donaldson (1984 a) quien menciona que iniciando el tratamiento con gonadotropinas los días 9 al 13, no hay diferencias en las tasas de colección embrionaria, siendo estos valores altos en todos los casos (Embriones totales: 11.7, 13.3, 13.2, 12.9 y 12.9, para los días 9 al 13, respectivamente y embriones transferibles: 6.0, 6.4, 6.0, 6.1 y 5.5, para los mismos días respectivos). En otro trabajo, Lindsell et al, (1986 a), iniciaron el tratamiento los días 3, 6, 9 y 12 del ciclo, encontrando que, para embriones

totales fue mejor el día 9 que el día 3, siendo los días 6 y 12 intermedios y para embriones transferibles, el mejor día fue el 9; ellos mencionan que, particularmente cuando el tratamiento se inicia en el metaestro (día 3) la respuesta es muy pobre. Por último, Córdova (1986), evaluó la respuesta al tratamiento, iniciándolo los días 7 y 11, no encontrando diferencias entre ambos.

Se concluye que el mejor momento para iniciar el tratamiento superovulatorio, es a la mitad del diestro, entre los días 9 y 13 del ciclo estral, siendo los días mas usados los 9, 10 y 11.

3.7.- Efecto del estrés.

Edwards et al, (1983), realizaron un experimento con el objeto de conocer el efecto que se obtenía sobre la tasa de ovulación, al someter un grupo de animales a condiciones de estrés, durante la superovulación, el cual consistió en cambiar de localidad a los animales cada 12 h, durante los 4 días que duró el tratamiento. Las medias de número de cuerpos lúteos obtenidas para el grupo testigo y tratado, respectivamente, fueron de: 20.4 y 15.8 ($P > .1$). Los autores concluyeron que el estrés aplicado a los animales en este estudio no afectó su respuesta a la superovulación. Becker y Pinheiro (1986), sugieren en su trabajo que el prevenir el estrés en el manejo de vacas a superovular, es importante para una buena respuesta en ganado cebú, sin embargo no presentan información que confirme lo mencionado. No se puede afirmar que no exista efecto del estrés en el manejo durante los tratamientos superovulatorios sobre la respuesta a la superovulación y es recomendable el evitar malos tratos y manejo excesivo en dichos animales (Fraga, 1985 b).

3.8.- Efecto del lote comercial de hormona.

Un importante factor responsable de la variación en la respuesta superovulatoria a tratamientos con hormonas gonadotropas,

es la variabilidad existente en las preparaciones de estas, comunmente usadas. Esta variación se presenta tanto en las distintas preparaciones de una hormona como entre los lotes de esta, dentro de una misma preparación (Becker y Pinheiro, 1986). Esta variación esta principalmente en función de la relación existente entre FSH y LH, en la preparación. Lindsell et al, (1986), mencionan que relaciones altas FSH:LH estan relacionadas con óptimas respuestas superovulatorias en ratas y en vacas. A su vez, grandes cantidades de LH en la preparación, tienen un efecto inhibitorio en la respuesta ovulatoria (Murphy et al, 1984); estos autores postulan que lo anterior se podría deber a que las cantidades excesivas de LH provocan una alteración en la secuencia de la producción de andrógenos y estrógenos en el ovario, lo cual es crítico para la prevención de la atresia en los folículos antrales. Por su parte Callesen et al, (1987) mencionan que lotes de PMSG ó FSH que contienen una alta concentracion de LH, producen, al ser utilizados en tratamientos superovulatorios, ovulaciones prematuras en folículos antrales grandes presentes al momento de iniciar el tratamiento; los cuerpos lúteos resultantes, no alcanzan a ser lisados por la PG 2 ó 3 días después, por lo tanto, aparecen produciendo P4 al momento del estro, lo cual altera el balance hormonal produciendo una reducción en la respuesta ovulatoria. Para corroborar lo anterior, se han realizado trabajos donde se ha medido la relación FSH/LH y se ha relacionado esta con la respuesta ovárica al tratamiento; Donaldson y Darrell (1985), encontraron que, al separar la fracción de LH de una preparación de FSH-P, se incrementó la respuesta a la hormona en vacas; contrario a lo anterior, Lindsell et al, (1986 b) y Xu et al, (1988), hallaron que a pesar de encontrarse grandes diferencias en la relación de actividad FSH/LH, entre lotes diferentes de FSH-P, la respuesta superovulatoria no se vió afectada. Recientemente fue desarrollada una nueva preparación de FHS, con una relación LH:FSH conocida (1:5), denominada "Folltropin" (Vetrepharm, inc. CANADA) (Wu et al, 1988). Se menciona que dicha relación LH:FSH es la adecuada para obtener mejores resultados en superovulación (Schmidt et al, 1988).

Mapletofr et al, (1988) han trabajado con esta hormona, comparándola con FSH-P, encontrando mejores respuestas superovulatorias y mas embriones transferibles con el Folltropin. Por el contrario, Martínez (1991) al comparar estas 2 hormonas, encontró que FSH-P fué superior a Folltropin en embriones tranferibles. Lo anterior indica la necesidad de realizar más investigación acerca de esta nueva preparación de FSH.

3.9.- Efectos genéticos.

Va se ha mencionado que existe una gran variación en las poblaciones foliculares entre animales en el bovino, tambien se dijo que estas diferencias estan estrechamente relacionadas con el grado de respuesta de un animal al tratamiento. Esto se postula, es una característica de cada animal y sugiere que la regulación de la dinámica folicular es diferente entre vacas (Monniaux et al, 1983). Lo anterior supone la existencia de un componente genético en el grado de respuesta ovárica a un tratamiento superovulatorio; así mismo, Bindon et al, (1986), mencionan que razas de ovejas prolíficas muestran mayor respuesta a PMSG que la que alcanzan aquellas de raza no prolíficas, lo mismo se reporta en vacas, donde se ha observado un mayor número de ovulaciones en animales seleccionados por antecedentes de partos dobles, que aquellas no seleccionadas, cuando se aplicó el tratamiento con FSH (Snyder, 1986). En cuanto a diferencias entre ganado Bos taurus y Bos indicus, se ha observado que el ganado cebuino es mas sensible al efecto de gonadotropinas exógenas, es decir muestra mejores respuestas con dosis bajas (Bastidas y Randel, 1987), aunque cuando es comparada su respuesta con la del ganado europeo, este último lo supera (Córdova, Fraga y Castro, 1988; Donaldson, 1984 b).

IV. OBJETIVOS

Los objetivos del presente estudio fueron:

- Determinar el efecto de dos dosis de hormona Folículo Estimulante-P; de la edad y de la época del año en que se administró el tratamiento, sobre la respuesta a la superovulación en vacas cebú.

- Calcular el índice de constancia de las variables de respuesta en superovulaciones sucesivas en vacas cebú.

V. MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a efecto en el Campo Experimental "El Macho", dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, localizado en el Municipio de Tecuala, Nay. Se sitúa a los 22° 18' de Latitud Norte y 105° 26' de Longitud Oeste, con una altitud de 5 msnm y condiciones climáticas de trópico seco tipo Awo, según la clasificación de Koeppen (Tamayo, 1962).

1.- ANIMALES EXPERIMENTALES.

Se usaron 30 vacas cebú sin cría al pié, entre 4 y 14 años de edad, mantenidos en una pradera de zacate estrella de Africa (Cynodon plectostachyus), con suplementación en el tiempo de escasez de forraje.

2.- DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se realizó superovulación y colección embrionaria a 6 vacas en 3 ocasiones; a 7 en 2 ocasiones y 17 fueron sometidas al tratamiento una sola vez. El intervalo entre tratamientos en aquellos animales que recibieron 3 ó 2 superovulaciones sucesivas, fué de 35 a 70 días. Se aplicaron un total de 49 tratamientos, los cuales fueron distribuidos en un arreglo factorial 2 X 2 X 2 (Cuadro 1), donde los factores fueron: Dosis total de FSH-P ¹/₁ 18 y 24 mg; edad de la vaca: 4 a 9 y 10 a 14 años y época del año en que se dió el tratamiento: secas (enero a junio) y lluvias (julio a octubre).

3.- TRATAMIENTOS SUPEROVULATORIOS.

El tratamiento fué iniciado el día 11 del ciclo estral, según lo recomendado por Fraga (1985b), previo a esto, se realizó examen por vía rectal del aparato reproductivo, tanto para confirmar la presencia de un cuerpo lúteo funcional, como para estimar el

¹FSH-P, Gurns-Biotec Lab. Inc. Omaha, Nebraska 68103, U.S.A.

CUADRO 1. Diseño experimental.

EPOCA	EDAD DE LA VACA			
	4-9 AÑOS		10-14 AÑOS	
	SECAS	LLUVIAS	SECAS	LLUVIAS
18 mg	4	4	16	4
24 mg	5	5	7	4

DOSIS

volúmen de los ovarios (estimando largo, ancho y grosor y multiplicando las tres medidas), siendo este último como covariable al analizar la variable de respuesta volúmen ovárico postratamiento. Las dosis de FSH-P fueron administradas en forma fraccionada durante cuatro días a razón de dos aplicaciones por día y en forma decreciente. La forma en que se dió el tratamiento se ilustra en el cuadro 2. Se aplicaron 2 dosis de 25 mg de Prostaglandina F₂ alfa ^{1/2} cada 12 horas en el tercer día del tratamiento. Una vez finalizado el tratamiento, se sometió al animal a detección de celos por la mañana y por la tarde, durante 2 horas en cada ocasión. Las hembras que a 48 h pos-aplicación de PGF₂α no hubieron presentado celo, fueron sometidas a exámen por vía rectal del aparato reproductivo, para determinar por éste método signos evidentes de estro, en cuyo caso se proeedió de igual manera que con aquellas vacas que si presentaron celo.

4.- INSEMINACION ARTIFICIAL

Se utilizó semen congelado de un mismo toro, inseminando a las 0, 12 y 24 h de iniciado el estro, utilizando 60 X 10⁶ espermatozoides en cada servicio.

5.- COLECCION EMBRIONARIA.

Esta se llevó a cabo entre el día 6.5 y 7.5 posterior al inicio del celo, por el método no quirurgico cerrado, descrito por

^{1/2} Lutalyse, Tucco Lab. Inc. Kalamazoo, Michigan, U.S.A.

Elsden et al, (1976). El medio utilizado fué solución de Hartmann adicionada con un 1% de suero de novillo castrado y antibióticos ^{1/3} (Astiazarán y Longoria, 1988). Se utilizó un total de 1 litro de solución por colección, irrigando cada cuerno uterino en forma individual y haciendo pasar el líquido colectado por un filtro concentrador de embriones de poros de 80 micras de diámetro. Al momento de la colección, también se palparon los ovarios para estimar su volúmen y hacer el conteo de estructuras lúteas y foliculares.

CUADRO 2

TRATAMIENTOS SUPEROVULATORIOS

TRATAMIENTO 1

DIA 1 3 mg FSH-P mañana
 3 mg FSH-P tarde
 DIA 2 3 mg FSH-P mañana
 3 mg FSH-P tarde
 DIA 3 2mg FSH-P+ 25 mg
 PGF₂ ALFA mañana
 2 mg FSH-P + 25 mg
 PGF₂ ALFA tarde
 DIA 4 1 mg FSH-P mañana
 1 mg FSH-P tarde

TRATAMIENTO 2

DIA 1 4 mg FSH-P mañana
 4 mg FSH-P tarde
 DIA 2 3 mg FSH-P mañana
 3 mg FSH-p tarde
 DIA 3 3 mg FSH-P + 25 MG
 PGF₂ ALFA mañana
 3 mg FSH-P + 25 mg
 PGF₂ ALFA tarde
 DIA 4 2 mg FSH-P mañana
 2 mg FSH-P tarde

DOSIS TOTAL DE FSH-P: 18 mg

DOSIS TOTAL DE FSH-P: 24 mg

6.- IDENTIFICACION Y EVALUACION DE EMBRIONES.

La búsqueda de los embriones y ovulos, se realizó con el apoyo del microscopio estereoscópico. Una vez identificados, estos fueron

^{1/3} Penicilina G. Sodica, 100 U. i./ml + Estreptomicina 0.1 mg/ml.

trasladados a solución de Hartmann con 10% de suero de novillo castrado y antibiótico, donde se llevó a cabo su evaluación morfológica en el microscopio compuesto, siendo clasificados en 3 categorías que son: Ovulos no fertilizados, embriones no transferibles y embriones transferibles, siguiendo las descripciones hechas por Lindner y Wright, (1983).

7.- ANALISIS ESTADISTICO.

Variabes dependientes:

- Volúmen ovárico postratamiento/⁴ (Se incluyó como covariable volúmen ovárico al momento de iniciar el tratamiento.
- Número de cuerpos lúteos.
- Número de folículos (> 10 mm)
- Número de embriones + óvulos no fertilizados, colectados.
- Número de embriones colectados
- Número de embriones transferibles colectados.

El modelo para analizar la variación de cada parámetro antes descrito fué:

$$Y_{ijkl} = M + D_i + E_j + DE_{ij} + A_k + DA_{ik} + EA_{jk} + DE_{Aijk} + B(e^{-x_e}) + E(ijk)l.$$

Donde:

Y_{ijkl} es la l -ésima observación dentro de la k -ésima edad de la vaca de la j -ésima época del año de la i -ésima dosis de FSH; M es la media poblacional; D_i es el efecto de la i -ésima dosis de FSH (1,2); E_j es el efecto de la j -ésima época del año (1,2); A_k es el de la k -ésima edad de la vaca (1,2); DE_{ij} , DA_{ik} , EA_{jk} ,

⁷⁴ En todos los casos, las mediciones se hicieron a los 7 días poscelo.

DEA_{ijk}, son los efectos de las interacciones dobles y de la triple interacción entre los efectos antes descritos; B(e - x_e) es el efecto del volumen ovárico pretratamiento como covariable, al analizar el volumen ovárico pos-tratamiento (al hacer el análisis de las variables de respuesta restantes, no se incluyó la covariable en el modelo); E (ijk) es el error aleatorio DNI (0,σ). Para el análisis de la información se utilizó análisis de varianza para datos desbalanceados, utilizando el paquete estadístico SAS, en su rutina GLM (Helwing y Council, 1979).

El índice de constancia se obtuvo a partir de los componentes de varianza estimados entre vacas y entre superovulaciones dentro de una misma vaca, aplicando la fórmula descrita por Becker (1975):

$$IC = \frac{\sigma^2 E}{\sigma^2 E + \sigma^2 D}$$

Donde

IC= Índice de constancia

$$\sigma^2 E = \frac{CM_E - CM_D}{K1}$$

$$\sigma^2 D = CM_D$$

CM_E= Cuadrado medio entre vacas

CM_D= Cuadrado medio dentro de vacas.

K1= Número de superovulaciones.

Para obtener los cuadrados medios entre y dentro de vacas, se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = M + A_i + E(i)j.$$

Donde:

Y_{ij} es j -ésima superovulación de la i -ésima vaca; M es la media poblacional; A_i es el efecto de la i -ésima vaca; $E(i)j$ es el error aleatorio DNI $(0, \sigma)$, el cual en este caso viene siendo el efecto de la j -ésima superovulación. Por consiguiente, el cuadrado medio entre vacas se obtiene a partir de A_i y el cuadrado medio dentro de vacas, de $E(i)j$.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

Se aplicaron análisis de varianza de los efectos de dosis total de FSH, época del año en que se realizó la superovulación, edad de la vaca y las respectivas interacciones, para las variables de respuesta siguientes: volúmen ovárico postratamiento (VOP), número de cuerpos lúteos (CL), número de folículos mayores de 10 mm (FG), número de embriones más ovulos no fertilizados (E+O), número de embriones (EM) y número de embriones transferibles (ET) (para la variable VOP se utilizó como covariable el volúmen ovárico pretratamiento). Se encontro efecto significativo ($P < .01$) de dosis y edad para VOP y de la interacción dosis-edad, así como de la covariable, para esta misma variable de respuesta ($P < .05$). En el último efecto mencionado, se comprueba la utilidad de haber incluido la covariable. Se encontró también, efecto de dosis y edad

CUADRO 3. EFECTO DE DOSIS, SOBRE VOLUMEN OVARICO, CUERPOS LUTEOS, FOLICULOS, EMBRIONES + OVULOS, EMBRIONES Y EMBRIONES TRANSFERIBLES (MEDIAS MINIMO CUADRATICAS \pm ERROR ESTANDAR).

n	DOSIS	
	18 MG	24 MG
	28	21
VOLUMEN OVARICO (CM ³)	149.3 \pm 41.4 ^a	342.2 \pm 46.4 ^b
CUERPOS LUTEOS	5.7 \pm .9	7.3 \pm .9
FOLICULOS > 10 MM	1 \pm .4 ^c	2.3 \pm .5 ^d
EMBRIONES + OVULOS	2.5 \pm .8	3.8 \pm .8
EMBRIONES	2.3 \pm .1	2.5 \pm .1
EMBRIONES TRANSFERIBLES	1.6 \pm .5	1.3 \pm .4

a, b. LITERALES DISTINTAS POR RENGLON INDICAN DIFERENCIAS ($P < .01$)

c, d. LITERALES DISTINTAS POR RENGLON INDICAN DIFERENCIAS ($P < .05$)

para FG ($P < .05$). En el cuadro 3, se presentan las medias mínimo cuadráticas, obtenidas con las dosis aplicadas; se aprecia una mayor respuesta de la dosis de 24 mg, contra la de 18 mg, para las variables VOP y FG, no siendo diferentes ambas dosis en las demás variables en estudio. De lo anterior se desprende que bajo las condiciones en que se realizó este estudio, las vacas cebú mostraron respuesta similar a dosis de 24 mg y 18 mg. Al respecto, la literatura reporta que para ganado Bos indicus, la dosis total óptima de superovulación debe situarse por debajo de las cantidades que se manejan para ganado europeo, ya que en tanto que para ganado Bos taurus se habla de rangos de dosis que van de 32 a 50 mg (Chupin y Procureur, 1983; Donaldson, 1984d; Lerner et al, 1986; Pawlyshyn et al, 1986), en ganado cebú las dosis más efectivas oscilan entre los 18 y los 30 mg (Becker y Pinheiro, 1986; Córdova, 1986; Elsdén y Kessler, 1983; Téllez et al, 1984). Para animales F1 Bos taurus x Bos indicus, se reporta mayor respuesta con 28 que con 50 mg (Totey et al, 1988). Con respecto a la información aquí obtenida, es diferente a la mencionada por Córdova (1986), quién reporta mejores resultados al utilizar la dosis de 18 mg; comparada con la de 24mg. Se plantea la necesidad de realizar más estudios tendientes a definir un rango de dosis óptimo para superovulación con FSH en vacas cebú.

El cuadro 4, presenta la información concerniente al efecto de la época sobre las variables dependientes en estudio; no se observaron diferencias entre las dos épocas ($P > .20$). A este respecto, algunos autores reportan efectos detrimentales sobre la respuesta a la superovulación debidos a altas temperaturas en lugares de verano muy caluroso, en ganado lechero (Almeida, 1987c; Boland et al, 1988; Putney et al, 1988), esto posiblemente debido a que el ganado productor de leche no tiene la habilidad de mantener una temperatura corporal normal, bajo condiciones de estrés por calor, debido a la alta tasa de producción de calor interno, asociada a la producción de leche (Putney et al, 1988). Otros autores (Page et al, 1989), encontraron que el estrés por

calor en vaquillas holstein afectaba la respuesta a una hormona superovulatoria denominada Folitropina, pero la respuesta a FSH-P no se veía afectada. Por otro lado, en estudios hechos en zonas

CUADRO 4. EFECTO DE EPOCA SOBRE VOLUMEN OVARICO, CUERPOS LUTEOS, FOLICULOS, EMBRIONES + OVULOS, EMBRIONES Y EMBRIONES TRANSFERIBLES (MEDIAS MINIMO CUADRATICAS ± ERROR ESTANDAR).

n	EPOCA	
	SECAS	LLUVIAS
	32	17
VOLUMEN OVARICO (CM ³)	230.7 ± 41	260.8 ± 46.4
CUERPOS LUTEOS	6.9 ± .9	6.2 ± .1
FOLICULOS > 10 MM	1.4 ± .4	2 ± .5
EMBRIONES + OVULOS	3 ± .7	3.3 ± .8
EMBRIONES	2.62 ± .6	2.2 ± .7
EMBRIONES TRANSFERIBLES	1.4 ± .5	1.6 ± .5

NO HUBO DIFERENCIAS.

frías, (centro-norte de Europa), se reporta un decremento en la respuesta superovulatoria, durante el invierno; este efecto, probablemente sea debido a una reducción de la foliculogénesis provocada por las condiciones ambientales desfavorables (Touati et al. 1989). En ganado cebú, Bastidas y Randel (1987b), observaron que la respuesta no se ve afectada por la época en cuanto a tasa ovulatoria, aunque si existe un ligero decremento de ésta en la época de invierno, en lo referente a la obtención de embriones transferibles (P<.06). Por su parte, Jordt y Lorenzini (1988) reportan que no existen diferencias estacionales en la respuesta a la superovulación en vacas Bos indicus. La información presentada, corrobora los resultados obtenidos en el sentido de que el ganado cebú no presenta variaciones en la respuesta a la superovulación, debidas a la época del año en que se aplique el tratamiento, ignorandose qué tanto podría verse afectada si este ganado es

sometido a condiciones climáticas extremas de calor o de frío.

El cuadro 5, muestra las medias mínimo cuadráticas y errores estándar, obtenidos para todas las variables de respuesta, en las vacas jóvenes y viejas. Como se observa, existen diferencias significativas a favor de las vacas jóvenes sobre las viejas, en lo referente a volumen ovárico ($P < .01$) y folículos mayores de 10 mm ($P < .05$). En las demás variables, no se observó diferencia alguna.

CUADRO 5: EFECTO DE EDAD DE LA VACA SOBRE VOLUMEN OVARICO, CUERPOS LUTEOS, FOLICULOS, EMBRIONES + OVULOS, EMBRIONES Y EMBRIONES TRANSFERIBLES (MEDIAS MINIMO CUADRATICAS - ERROR ESTANDAR).

n	DOSIS	
	18 MG	24 MG
	28	21
VOLUMEN OVARICO (CM ³)	149.3 ± 41.4 ^a	342.2 ± 46.4 ^b
CUERPOS LUTEOS	5.7 ± .9	7.3 ± .9
FOLICULOS > 10 MM	1 ± .4 ^c	2.3 ± .5 ^d
EMBRIONES + OVULOS	2.5 ± .8	3.8 ± .8
EMBRIONES	2.3 ± .1	2.5 ± .1
EMBRIONES TRANSFERIBLES	1.7 ± .5	1.3 ± .4

a,b. LITERALES DISTINTAS POR RENGLON INDICAN DIFERENCIAS ($P < .01$)

c,d. LITERALES DISTINTAS POR RENGLON INDICAN DIFERENCIAS ($P < .05$)

Varios autores han estudiado el efecto de la edad de la donadora sobre la respuesta a la superovulación, observando que la vaca al llegar a una cierta edad va perdiendo su capacidad de respuesta tanto en número como en calidad de los embriones. Así por ejemplo, Hasler et al, (1983) encontraron que aunque la respuesta no sufría una reducción significativa en cuanto a tasa ovulatoria, en vacas de hasta 15 años, la edad tenía un efecto detrimental en cuanto al porcentaje de fertilización de ovulos; por su parte, Lerner et al, (1986) encontraron que el número de

embriones, la tasa de fertilización de ovulos, la calidad promedio de todos los embriones y el número de embriones transferibles, tuvieron un decremento en forma lineal conforme la edad de la donadora se incrementaba. También encontraron efecto de la interacción entre la edad y la dosis total de FSH aplicada, ya que vacas jóvenes dieron una mejor respuesta de tasa ovulatoria con dosis menores y vacas viejas respondieron mejor a dosis más elevadas, aunque en general, las vacas jóvenes responden mejor que las viejas a una dosis determinada. Estos autores concluyen que la edad avanzada en vacas, está asociada con un decremento en la eficiencia reproductiva y por tanto con una respuesta disminuída a la superovulación.

En este mismo orden de cosas, en el trabajo realizado por García-Winder *et al*, (1988), se mencionan datos importantes sobre el efecto de la edad en la superovulación; estos autores realizaron estudios sobre el comportamiento hormonal de vacas jóvenes y viejas, sometidas a tratamientos de superovulación, encontrando que existen diferencias significativas en las concentraciones y patrones de liberación de algunas hormonas reproductivas, relacionadas con la edad. Mencionan que la concentración de LH en una muestra tomada durante la onda preovulatoria, fue mayor ($P < .05$) en vacas viejas que en las jóvenes; así mismo, encontraron que las concentraciones de FSH fueron mayores en vacas viejas ($P < .05$) antes de la iniciación del tratamiento con FSH-P; también la concentración de FSH en una muestra tomada durante la onda preovulatoria de gonadotropinas, tendió a ser mayor ($P < .10$) en vacas viejas. Durante los 2 días después de la inducción de la regresión del cuerpo lúteo con P6F2 alfa (días 4 y 5 del tratamiento con FSH), las vacas viejas tuvieron mayores concentraciones de estradiol 17 β (E2) ($P < .05$) y mostraron concentraciones preovulatorias de E2 de mayor magnitud ($P < .05$) que en vacas jóvenes. En virtud que no hubieron diferencias en el número de cuerpos lúteos detectados 8 días después, entre vacas viejas y jóvenes. Ellos asumen que las diferencias encontradas en

E2, se deben a que las vacas viejas presentaron folículos de mayor tamaño y/o una mayor producción de E2 por folículo. Mencionan que las diferencias endócrinas entre vacas viejas y jóvenes aquí descritas, soportan la hipótesis de que una reducción en el número de folículos en vacas de avanzada edad, provoca una elevación de FSH. Estas altas concentraciones de FSH en vacas viejas podrían afectar el crecimiento de folículos de tal modo que estarían en un estado de desarrollo mayor al momento de iniciar el tratamiento de superovulación; ésto daría una elevación más temprana y más prolongada de las concentraciones de E2 en relación a la ovulación, afectando por consecuencia la tasa ovulatoria y posiblemente la fertilización de los gametos.

La información que presentan los trabajos anteriormente citados, concuerda en que existe un efecto detrimental de la edad de la donadora, sobre su respuesta a la superovulación. Los resultados del presente trabajo, mencionan por el contrario que dicho efecto detrimental no existe. Cabe resaltar sin embargo, que en tanto que en los trabajos anteriormente citados (Hasker et al, 1983; Lerner et al, 1986 y García Winder et al, 1988) se trabajó con ganado Bos taurus y bajo condiciones de clima templado; en el presente trabajo se utilizaron vacas cebú en clima tropical. Se considera importante realizar trabajos encaminados a definir si existe efecto de la edad sobre la respuesta a la superovulación en donadoras cebú, bajo condiciones tropicales.

En el cuadro 6, se presentan las correlaciones simples entre las variables de respuesta en estudio. Se encontró correlación significativa entre VOP y CL ($r=0.32$, $P<0.5$), lo cual sugiere que el método de estimación de la respuesta ovárica a la superovulación a través de la medición por palpación de las dimensiones del ovario y estimación de su volúmen a partir de estas, resulta ser un buen indicador del número de estructuras lúteas presentes en el ovario al momento de la medición. Lo anterior lo corrobora Córdova (1986) quién encontró una relación altamente significativa ($r=0.63$,

P<.0001) entre estas dos variables mencionadas. Adicionalmente, Elsdén y Seidel (1982) mencionan que el tamaño de los ovarios se considera un excelente indicador de la respuesta ovárica a la

CUADRO 6. CORRELACIONES SIMPLES ENTRE LAS VARIABLES DE RESPUESTA EN ESTUDIO.

	VOP	CL	E + O	E	ET
VOP		.32*	- .12	- .03	.04
CL			.07	.29*	.38**
E+O				.75**	.05
E					.43**

* Significativo (P<.05)

** Significativo (P<.01)

VOP= Volúmen ovárico postratamiento

CL= Cuerpos Lúteos

E+O= Embriones + Ovulos

E= Embriones

ET= Embriones Transferibles

superovulación (citado por Córdova, 1986). Por otro lado, se observa que la variable CL está correlacionada con E ($r=0.29$ $P<0.05$) y con ET ($r=0.38$ $P<0.01$). Lo anterior indica que este estudio, la estimación de la respuesta ovárica en cuanto a producción de embriones, pudo hacerse a través de la medición de la respuesta por palpación de estructuras lúteas.

Al respecto, Becker y Pinheiro (1986) mencionan que, cuando se tienen respuestas moderadas (7 a 8 estructuras en un ovario) el error de estimación es pequeño, en este caso, la respuesta obtenida en todo el grupo de animales en estudio estuvo por debajo de esta mencionada, por lo cual se puede considerar que las estimaciones de respuesta hechas por palpación (VOP y CL) tuvieron validez para medir la respuesta ovárica a la superovulación, en este estudio.

De los 49 tratamientos superovulatorios aplicados, en 14 no se logró coleccionar ni embriones ni ovulos. De esos 14 casos, 9 están asociados a una baja respuesta ovárica, en los restantes 5, la causa pudo haber sido asociada a alguna falla en los procedimientos de colección y localización de los embriones o bien problemas en la vaca como pueden ser obstrucción de oviducto (s), pérdida de ovulos en cavidad abdominal por no poderlos captar la fimbria, fallas en la ovulación y luteinización de folículos (Monniaux et al, 1983; Donaldson, 1985b). En lo referente a las vacas con baja respuesta ovárica, Monniaux et al, 1983 mencionan haber detectado dos tipos de animales que dan respuestas pobres a los tratamientos de superovulación: los primeros, incluyen a animales con menos de 200 folículos normales en crecimiento por ovario al momento de la estimulación. Estos animales generalmente responden pobremente al tratamiento y se postula que la estructura folicular de estos y su sensibilidad al tratamiento, probablemente sean de origen genético. El segundo grupo de vacas, lo conforman aquellas con un gran número de folículos normales en crecimiento pero con un alto índice de atresia en folículos que se encuentran en estado avanzado de desarrollo al momento de la estimulación.

Se obtuvo el IC para las variables VOP, CL, E+O y E, en aquellas vacas que recibieron más de un tratamiento superovulatorio, siendo los valores: 0.32 ± 0.21 , 0.17 ± 0.22 , 0 y 0 para las cuatro variables referidas, respectivamente.

Adicionalmente, se calcularon los IC por separado para aquellas vacas superovuladas 3 veces y para las que solo recibieron 2 tratamientos. Los valores obtenidos fueron: para 3 tratamientos: 0.42 ± 0.33 , 0.053 ± 0.33 , 0.068 ± 0.35 y 0, para VOP, CL, E+O y E, respectivamente. Para 2 tratamientos: 0.34 ± 0.25 , 0.12 ± 0.28 , 0 y 0, para las variables mencionadas, respectivamente (Cuadro 7).

CUADRO 7: INDICES DE CONSTANCIA PARA LAS VARIABLES DEPENDIENTES
VOP, CL, E+O Y E.

NO DE SUPEROVULACIONES	VARIABLE		DEPENDIENTE		
	VOP	CL	E+O	E	
3 Y 2	.32 ± .21	.17 ± .22	0		0
3	.42 ± .34	.05 ± .33	.07 ± .35		0
2	.34 ± .25	.17 ± .28	0		0

Los resultados aquí presentados, indican que solo para la variable VOP se obtuvieron valores altos de IC; en cambio, en lo que se refiere a las variables de colección, el I.C. fue bajo. El motivo que originó el querer conocer el parámetro de Índice de Constancia de la respuesta ovárica a la superovulación, fue saber si en base a los valores que se encontraron, fuera posible considerar la respuesta inicial de una vaca al tratamiento como un buen predictor de sus respuestas subsiguientes. Lo anterior, fundamentado en el conocimiento de que existe cierta fuente de variación en dicha respuesta que es de origen genético. Así, Cunningham *et al*, (1979), encontraron que en cerdas la tasa de ovulación parece estar influenciada en gran medida por la acción de genes aditivos y mencionan que el mismo efecto ha sido descrito en ratones. Por otra parte, Snyder (1986) superovulando vacas seleccionadas por provenir de un parto doble, encontró que éstas presentaban mayores tasas de ovulación ($P < .05$) al ser superovuladas, que aquellas vacas no seleccionadas (17.2 contra 8.67 ovulaciones, respectivamente). Este autor sugiere que la selección de vacas por antecedentes de nacimientos múltiples, está asociada a un incremento de la respuesta a gonadotropinas y que esa respuesta, puede ser pasada a la siguiente generación.

Monniaux *et al*, (1983), realizaron una exhaustiva revisión de las fuentes de variación en la respuesta a la superovulación en vacas, donde se mencionan algunos conceptos importantes: ellos

dicen que hay un estrecha relación entre las poblaciones foliculares en los ovarios de una vaca al momento de iniciar el tratamiento y su respuesta ovulatoria subsecuente ($r= 0.88$; $P<.001$). Dichos autores también encontraron que existe una gran variabilidad entre vacas en cuanto a las poblaciones foliculares y que este dato es probablemente una característica individual del animal, Monniaux et al, (1983), encontraron también que aunque la variabilidad entre animales en población folicular es muy grande, esta es pequeña entre los dos ovarios de cada animal.

Dentro de las estrategias que los autores indican para reducir la variabilidad de la respuesta, está la selección de animales con mejor respuesta al tratamiento. La información presentada, de alguna manera indica la existencia de un componente de variación originado en la información genética de cada animal.

Lamberson y Lambeth (1986), trabajando con ganado Brangus, encontraron valores de IC de la respuesta ovárica a la superovulación de $.22 \pm .08$ para E+O y $.19 \pm .08$ para ET. Por su parte, Bastidas y Randel (1987a), trabajando con vacas Bos indicus, reportan datos de IC de $.17 \pm .03$, $.11 \pm .03$, $.10 \pm .03$, $.03 \pm .03$, $.11 \pm .03$ y $.18 \pm .03$ para las variables E+O, E, Blastocitos, Mórulas, ET y ovulos no fertilizados, respectivamente. Ellos concluyen que con estos valores encontrados, no es posible establecer un programa de selección de donadoras, basado estrictamente en la respuesta ovárica a la superovulación.

La información aquí presentada, indica que, aunque existen evidencias de la existencia de un componente genético en la respuesta ovárica a la superovulación, las estimaciones de IC que se han hecho, nos dicen que no es posible predecir con cierto grado de certeza, la respuesta futura de una vaca al tratamiento superovulatorio, a través de la información que se tenga de respuesta anteriores.

Los datos obtenidos en el presente trabajo, indican que aunque se obtuvieron valores altos de IC para la variable VOP, los valores obtenidos en las demás variables estudiadas y lo que reporta la literatura, confirman lo expresado en el parrafo anterior.

VII. CONCLUSIONES

1) Bajo el diseño que se utilizó y en las condiciones en que se hizo este trabajo, no se observó diferencia en usar 18 o 24 mg de FSH-P para superovular vacas cebú.

2) No se observó efecto al comparar la época de secas (enero-junio) con la de lluvias (julio-octubre) en cuanto a la respuesta a la superovulación en vacas cebú.

3) Las edades comparadas (4 a 9 años) contra (10 a 14 años) no tuvieron efecto sobre la respuesta a la superovulación en vacas cebú.

4) Aún cuando se obtuvieron valores elevados de índice de constancia para la variable volúmen ovárico, en las demás variables de respuesta, éste fue bajo o nulo; por tanto, bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio no se puede afirmar que la respuesta ovárica a una primera superovulación en vacas cebú, sea un buen predictor de la capacidad individual para responder a tratamientos sucesivos.

VIII. LITERATURA CITADA

- Alcivar, A.A., R.R. Maurer and L.L. Anderson. 1984. Superovulatory responses in FSH or pergonal-treated heifers. *theriogenology* 22:23.
- Almeida, A.O. 1987a. Superovulation in cattle: a combined treatment using syncromate B with either Pregnant Mare Serum Gonadotropin or Follicule Stimulating Hormone. *Theriogenology* 27:329.
- Almeida, A.P. 1987b. Superovulatory responses in dairy cows treated repeatedly with PMSG. *Theriogenology* 27:205 (Abstr.).
- Almeida, A.P. 1987c. Seasonal variations in the superovulatory responses to PMSG in dairy cows. *Theriogenology* 27:204 (Abstr.).
- Anderson, G.B. 1987. Identification of embrionic sex by detection of H-Y antigen. *Theriogenology* 27:81.
- Arriola, B.J. 1985a. Inseminación artificial, fertilización, fallas en la fertilización y pérdidas embrionarias y fetales. En: Transferencia de embriones en el ganado bovino. *Memorias FMVZ-UNAM* pp 50-56. México, D.F.
- Arriola, B.J. 1985b. Aplicaciones futuras de la transferencia de embriones. En: Transferencia de embriones en el ganado bovino. *Memorias FMVZ-UNAM* pp 170-177. México, D.F.
- Asprón, P.M.A. 1985. Selección y manejo de donadoras. En: Transferencia de embriones en el ganado bovino. *Memorias FMVZ-UNAM* pp.26-34. México, D.F.
- Asprón, P.M.A., R. Paredes y F. Crespo. 1988. Superovulación de donadoras indobrasil tratadas previamente con dosis bajas de FSH en

al metaestro, resultados preliminares. Mem. XIV Cong. Nal. Buiatría Queretaro, Qro. pp 25.

- Astiazarán, J.R. and J. Longoria. 1988. Hartmann's solution as a medium for collection and transfer of rat and cow embryos. *Theriogenology* 29:215 (Abstr.).

- Baird, D.T. 1972. Hormonas reproductoras. En: *Procesos de reproducción en los mamíferos*, tomo III, hormonas en la reproducción. Austin y Short pp 1-27. Ed. *La prensa médica mexicana* 1a. Ed. en español, 1982. México, D.F.

- Bastidas, P. and R.D. Randel. 1987a. Effects of repeated superovulation and flushing on reproductive performance of *Bos indicus* cows. *Theriogenology* 28:827.

- Bastidas, P. and Randel. 1987b. Seasonal effects on embryo transfer results in brahman cows. *Theriogenology* 28:531.

- Becker, W.A. 1975. *Manual of quantitative genetics* 3rd. Ed. Washington State University, Pullman, Washington pp 23-29.

- Becker, W.A.P. and L.E.L. Pinheiro. 1986. Ovarian responses to superovulation in nelore cows. *Theriogenology* 25-785.

- Bindon, J.M., L.R. Piper, L.P. Cahill, M.A. Driancourt and T. O'Shea. 1986. Genetic and hormonal factors affecting superovulation. *Theriogenology* 25:53.

- Boland, M.P., J. Gordon, H. Mc. Goven and G. Lynn. 1988. Superovulatory responses of cows and heifers in summer in Saudi Arabia. *Theriogenology* 29:227 (Abstr.).

- Boletín CPA. Embriones y la posibilidad de transmisión de la fiebre aftosa. Comisión Méx.-E.U.A. para la prevención de la

fiebre aftosa y otras enf. exóticas en los animales. 2:19.

- Cahill, L.P., J. Saumande, J.P. Ravault, M. Blanc, J. Thimonier, J.C. Mariana and P. Mauleon. 1981. Hormonal and follicular parameters in ewes of higher and low ovulation rates. *J. Reprod. Fert.* 62:141.

- Callesen, H., T. Greve and P. Hyttel. 1986. Preovulatory endocrinology and oocyte maturation in superovulated cattle. *Theriogenology* 25:71.

- Callesen, H., T. Greve and P. Hyttel. 1987. Premature ovulations in superovulated cattle. *Theriogenology* 28:155.

- Chupin, D. and R. Procureur. 1983. Efficiency of pituitary extracts (FSH) for induction of superovulation in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 6:11.

- Córdova, S.L.A. 1986. Respuesta ovárica a la superovulación con hormona folículo estimulante (FSH) en ganado cebú. *Tesis de Maestría. FESC-UNAM.*

- Córdova, S.L.A. 1988. Superovulación inducida en ganado bovino, revisión bibliográfica. *Téc. Pec. Méx.* 26:109.

- Córdova, S.L.A., E. Fraga y G. Castro. 1988. Efecto del neutra PMSG durante la superovulación de ganado cebú y de tipo europeo. *Mem. XIV Cong. Nal. Buiatría. Queretaro, Qro.* pp 29.

- Córdova, S.L.A., E. González, J. Arriola y C. Vásquez. 1988. Respuesta ovariaca a la superovulación con hormona folículo estimulante en ganado cebú. *Téc. Pec. Méx.* 26:24.

- Córdova, S.L.A., J.J. Hernández y R. Ruíz. 1983. Luteolisis inducida por prostaglandinas en ganado cebú. *Téc. Pec. Méx.*

- Crister, E.S., J.K. Crister, R.P. Winch and C. Elits. 1982. Efficacy of perganol as a superovulatory. *Theriogenology* 17:83 (Abstr.).
- Cunningham, P.J., M.E. England, L.D. Young and D.R. Zimmerman. 1979. Selection for ovulation rate in swine: correlated response in litter size and weight. *J. Anim. Sci.* 48:509.
- Darrow, M.D., G.M. Lindner and G.G. Goeman. 1982. Superovulation and fertility in lactating and dry dairy cows. *Theriogenology* 17:84.
- De los Santos, V. S., G. E. Seidel, JR. and R.P. Elsdon. 1982. Effect of HCG on pregnancy rates in bovine embryo transfer recipients. *Theriogenology* 17:1.
- Dieleman, S.J., M. Bevers and T.H. Gielen. 1987. Increase of the number of ovulations in PMSG/PG treated cows by administration of monoclonal Anti-PMSG shortly after the endogenous LH peak. *Theriogenology* 27:222.
- Dinar, M.A., G. Diskim, T. Mc. Donagh and M. Sreenan. 1987. Oestrous and ovarian responses in repeatedly superovulated cows. *Theriogenology* 27:201 (Abstr.).
- Donaldson, L.E. 1983. The effect of prostaglandin F2 alpha treatments in superovulated cattle on estrus response and embryo production. *Theriogenology* 20-279.
- Donaldson, L.E. 1984a. The day of the estrous cycle that FSH is started and superovulation in cattle. *Theriogenology* 22:97.
- Donaldson, L.E. 1984b. Cattle breed as a source of variation in

embryo transfer. **Theriogenology** 21:1013.

- Donaldson, L.E. 1984c. Embryo production in superovulated cows: transferable embryos correlated with total embryos. **Theriogenology** 21:517.

- Donaldson, L.E. 1984d. Dose of FSH-P as a source of variation in embryo production from superovulated cows. **Theriogenology** 22:205.

- Donaldson, L.E. 1985a. Effect of insemination regimen on embryo production in superovulated cows. **Vet. Record** 117:35.

- Donaldson, L.E. 1985b. Estimation of superovulation response in donor cows. **Vet. Record** 117:33.

- Donaldson, L.E. 1985c. LH and FSH profiles at superovulation and embryo production in the cow. **Theriogenology** 23:441.

- Donaldson, L.E. and W. Darrel. 1985. Superovulation in cattle: dose response to FSH-P with and without LH contamination. **Theriogenology** 23:189 (Abstr.).

- Edwards, L.E., H. Rahe, L. Griffin, F. Wolfe, N. Marple, A. Cummins and F. Prithchett. 1983. Effect of stress on ovulation rate in superovulated heifers. **Theriogenology** 19:126 (Abstr.).

- Elsdén, R.P., J.F. Hasler and G.E. Seidel. 1976. Non surgical recovery of bovine eggs. **Theriogenology** 6:523.

- Elsdén, R.P. and M. Kessler. 1983. Superovulation of nelore cows and heifers. **Theriogenology** 19:127 (Abstr.).

- Fraga, E.E.B. 1985a. Transferencia de embriones en fauna silvestre. En: Transferencia de embriones en el ganado bovino.

Memorias FMVZ-UNAM pp/56-162. México, D.F.

- Fraga E.E.B. 1985b. Técnicas de superovulación en ganado bovino. En: Transferencia de embriones en el ganado bovino. Memorias FMVZ-UNAM pp 35-49. México, D.F.

- Fraga, E.E.B., C. Garza y M.A. Asprón. 1984. Efecto de diferentes regimenes de inseminación en la fertilidad de vacas productoras de carne superovuladas. Mem. Rev. inv. Pec. Méx., México, D.F. pp 310.

- Fraser, H.M. 1979. Releasing hormones. In: Reproduction in mammals, Book 7, Mechanisms of hormone action. Cambridge, U.K. pp 1-52.

- García Winder, M., P.E. Lewis, R.W. Bryner, R.D. Baker, E.K. Inskip and R.L. Butcher. 1988. Effect of age and norgestomet on endocrine parameters an production of embryos in superovulated beef cows. J. Anim. Sci. 66:1974.

- García, G.J.K., G. Seidel Jr and R.P. Elsdén. 1982. Efficacy of FSH treatment for superovulating cattle. Theriogenology 17:90 (Abstr.).

- Garza, en., M.R. Valle, R. Paredes, M. Téllez y J. Montemayor 1980. Trasplante de embriones de bovinos en México. Práctica bovina 1:32.

- Ginther, O.J., J.P. Kastelic elic and L. Knopf. 1989. Intraovarian relationships among dominant and subordinate follicles and the corpus luteum in heifers. Theriogenology 32:787.

- Goto, K., Nakanishi, S. Ohkutsu, K. Ogawa, M. Tasaki, M. Ohta, J.Inohae, S. Tateyama and T. Kawabata. 1987. Plasma progesterone

profiles and embryo quality in superovulated japanese black cattle. *Theriogenology* 27:819.

- Greve, T., A. Bak and M. Schmidt. 1988. Superovulation of dairy cattle: Effect of PMSG-Antiserum treatment. *Theriogenology* 29:252 (Abstr.).

- Hansel, W. and E.M. Convey. 1983. Physiology of the estrous cycle. *J. Anim. Sci.* 57:404 (Suppl. 2).

- Hasler, J.F., A.D. Mc. Cauley, C. Schere Merhorn and R.H. Foote. 1983. Superovulatory responses of holstein cows. *Theriogenology* 19:83.

- Helwing, J.T. and K.A. Council. 1979. SAS user's guide **SAS** institute Inc., Raleigh, N.C.

- Jordt, T. and E. Lorenzini. 1988. Superovulation, collection and transfer of embryos and demi-embryos from boran *Bos indicus* cows and heifers. *Theriogenology* 30:355.

- Kaltenbach, C.C. y T.G. Dunn. 1980. Endocrinología de la reproducción. En: Reproducción e inseminación artificial en animales 4a. Ed. Ed. Interamericana, México, D.F. pp 93.

- Kim, H.N., W. Rorie, R. Youngs, L White and A. Godke. 1987. The use of Anti-PMSG antibodies with PMSG for superovulating beef cattle. *Theriogenology* 27:243.

- Kruger, H.G., Z.C. Vázquez, A.F. Bernal y M.A. Asprón. 1988. Aplicación comercial del tratamiento con dosis bajas de FSH al inicio del ciclo estral en donadoras de embriones bovinos. *Mem. XIV Cong. Nal. Buiatría, Queretaro, Qro.* pp 28.

- Lamberson, N.R. and V.A. Lambeth. 1986. Repeatability of the

- response to superovulation in brangus cows. **Theriogenology** 26:643.
- Lerner, S.P., V. Thayne, D. Baker, T. Henschen, S. Meredith, K. Inskeep, A. Dailey, E. Lewis and L. Butcher. 1986. Age, dose of FSH and other factors affecting superovulation in holstein cows. **J. Anim. Sci.** 63:176.
 - Lindner, G.M. and W. Wright. 1983. Bovine embryo morphology and evaluation. **Theriogenology** 20:4.
 - Lindsell, C.E., R.D. Murphy and R.J. Mapletoft. 1986a. Superovulatory and endocrine responses in heifers treated with FSH-P at different stages of the estrous cycle. **Theriogenology** 26:209.
 - Lindsell, C.E., K. Rajkumar, W. Manning, K. Emery, R.J. Mapletoft and R.D. Murphy. 1986b. Variability in FSH: Ratios among batches of commercially available gonadotrophins. **Theriogenology** 25:167 (Abstr.).
 - Lozano, D.R. 1986. Estacionalidad reproductiva de vacas cebú en el trópico. **Tesis de maestría FESC-UNAM, México, D.F.**
 - Lubbadah, W.F., N. Graves and L. Spahr. 1980. Effect of repeated superovulation on ovulatory response of dairy cows. **J. Anim. Sci.** 50:124.
 - Mapletoft, R.J. 1985. Embryo transfer in the cows General procedures. **Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.** 4:843.
 - Mapletoft, R.J., A. González, J. G. Lussier, B. D. Murphy and T. D. Carruthers. 1988. Superovulation of beef heifers with folltropin or FHS-P. **Theriogenology** 29:274.
 - Martínez, B. S. 1991. Comparación entre dos hormonas FSH comerciales usadas en la superovulación de bovinos productores de

leche. Tesis de Licenciatura FMVZ - UNAM, México, D. F.

- Mc. Gowan, M.R., H. Johnson, R.J. Mapletoft and W. Jochle. 1983. Superovulation of beef heifers with perganol (HMG): a dose response trial. *Theriogenology* 19:141 (Abstr.).

- Monniaux, D., D. Chupin and J. Saumande. 1983. Superovulatory responses of cattle. *Theriogenology* 19:55.

- Moor, R.M., M. Kruijff and D. Green, 1984. Intraovarian control of folliculogenesis: Limits to superovulation?. *Theriogenology* 21:103.

- Moreno, F.L. 1989. Comparación de la duración del estro y tiempo de ovulación del celo natural e inducido por prostaglandinas F2 alfa en vacas cebú durante dos épocas del año. Tesis de Licenciatura EMVZ-UAN, Compostela, Nay.

- Moyaert, I., R. Bouters, T. Schonherr, H. Wilderbeek, A. Coert, M. Coryn and M. Vandeplassche. 1985. The control of superovulation in the bovine with a monoclonal PMSG antibody. *Theriogenology* 23:210. (Abstr.).

- Murphy, D.B., R.J. Mapletoft, J. Manns and W.D. Humphrey. 1984 variability in gonadotrophin preparations as a factor in the superovulatory response. *Theriogenology* 21:117.

- Navarro-Fierro, R.R., Posse y C. Velázquez. 1985. Importancia del trasplante de embriones para la selección genética en bovinos lecheros. Mem. Reu. Inv. Pec. Méx., México, D.F. pp 198.

- Page, R.D., J.E. Jordan and S.K. Johnson. 1989. Superovulation of holstein heifers under heat stress with FSH-P or Folitropin. *Theriogenology* 31:236 (Abstr.).

- Pawlyshyn, V., E. Lindsell, M. Braith Waite and R.J. Mapletoft. 1986. Superovulation of beef cows with FSH-P:A dose-response trial. *Theriogenology* 25:179 (Abstr.).
- Putney, D.J., W.W. Thatcher, M. Drost, J.J. Wright and M.A. de Lorenzo. 1988. Influence of environmental temperature on reproductive performance of bovine embryo donors and recipients in the South west of the United States. *Theriogenology* 30:905.
- Rajamahendran, R., Canseco, J. Denbow, C. Gwazdauskas and E. Vinson. 1987. Effect of low dose of FSH given at the beginning of the estrous cycle and subsequent superovulatory response in holstein cows. *Theriogenology* 28:59.
- Rieger, D., D. Desaulnier and A.K. Goff. 1988. Ovulatory response and embryo yield in supervulantes nolstein heifers given a priming dose of FSH-P at day 2 of the estrous cycle. *Theriogenology* 30:695.
- Rodríguez, P.L., M. A. Asprón, R. Paredes y F. Crespo. 1988. Superovulación de vaquillas de raza salers tratadas previamente con dosis bajas de FSH al inicio del ciclo estral. *Mem. XIV Congr. Nal. de Buiatría. Querétaro, Qro.*
- Rodríguez, A.M., S. de los Santos y M. Asprón. 1986. Uso de la transferencia de embriones e inseminación artificial en la inducción de gestaciones gemelares en ganado encastado de cebú. *Rev. Inv. Pec. Méx., México, D.F.* pp 51.
- Rodríguez, J.L. and M. Gregory. 1986. Superovulatory response in cows following administration of FSH-P and Prostaglandin. *Theriogenology* 25:190. (Abstr.).
- Sacher, B., H. Niemann, E. Schilling and D. Smidt. 1987. Effect of repeated superovulation on embryo recovery and fertility. *Ref. 6148 in: Anim. Breed. Abst.* 55:766.

- Saumande, J. and D. Chupin. 1986. Induction of superovulation in cyclic heifers: The inhibitory effect of large doses of PMSG. *Theriogenology* 25:233.

- Savage, N.C., W. Howell and R.J. Mapletoft. 1987. Superovulation in the cow using estradiol 17 beta or Gn RH in conjunction with FSH-P. *Theriogenology* 27:383.

- Schallenberger, E., L. Knopf, F. Veh, H. Tenhumberg and R. Aumuller. 1988. Endocrine and ultrasonic evaluation of ovarian response in cattle to superovulation induced by continuous FSH administration, repeated FSH injections, or PMSG injection. *Theriogenology* 29:302 (Abstr.).

- Schiewe, M.C., R. Cooney, A. Johnson, G. Hill and A. Godke. 1987. Transferable embryo recovery rates following different insemination schedules in superovulated beef cattle. *Theriogenology* 29:395.

- Schiewe, M.C., A. Voelkel and A. Godke. 1985. Artificial insemination of superovulated beef cattle with a single insemination of frozen semen. *Theriogenology* 23:228 (Abstr.).

- Schmidt, M., T. Greeve and M. Callesen. 1988. Superovulation of cattle with FSH containing standardized LH amounts. 11th. Int. Congr. Anim. Reprod. A. I. Edimburgh, Scotland. 2:191 (Abstr.).

- Sherwood, O.D. and W.H. Mc. Shan. 1977. Gonodotrophins. In: *Reproduction in domestic animals*. Thrd. Ed. Edited by Cole and Cups. Academic Press, San Francisco, U.S.A. pp 17-47.

- Singh, E.L., F.C. Thomas, W.C.D. Hare, D. Mitchell, M.D. Eaglesome, G.C.B. Randell, K.J. Betteridge, G.C. Dulac, B.S. Samag and G. Papp-Vid. 1982. Embryo transfer in disease control.

Theriogenology 17:108 (Abstr.).

- Smith, C. 1988. Applications of embryo transfer in animal breeding. **Theriogenology** 29:203.

- Snyder, D.A. 1986. Superovulation of cows and heifers selected for twinning. **Theriogenology** 25:200 (Abstr.).

- Springmann, K.W. Holtz and K. Zerobin. 1986. Hormonal imbalances after superovulation of beef heifers with PMSG. **Theriogenology** 25:201 (Abstr.).

- Staigmiller, R.B. 1982. Folliculogenesis in the bovine. **Theriogenology** 17:43.

- Sugie, T., G.E. Seidel Jr. y E.S.E. Hafez. 1980. Trasplante de embriones. En: Reproducción e inseminación artificial en animales. 4a. Ed. Ed. Interamericana, México, D.F. pp 545.

- Tamayo, J.L. 1962. Geografía general de México, 2a. Ed. Inst. Nal. de Invest. Eco. 148.

- Téllez-Girón, P., M.A. Asprón y J. Arriola. 1984. Superovulación y transferencia de embriones en ganado cebú-brahman: resultados preliminares. **Mem. Reu. Inv. Pec. Méx.** México, D.F. pp. 311.

- Totey, S.M., G. Singh, R. Anand, G. Singh and G.P. Talwar. 1988. Embryo transfer in indian cattle. **Theriogenology** 29:319 (Abstr.).

- Touati, K., P. Van Der. Zwalem, F.J. Ectors, J.F. Beckers and F. Ectors. Low dose of FSH early in estrous cycle enhances superovulatory response in heifers. **Theriogenology** 31:269.

- Trounson, A. 1983. Comparative embryo transfer in Australia. *Theriogenology* 19:17.
- Voss, H.J., H. Olivera-Angel and W. Holtz. 1983. Superovulation in beef cattle with PMSG and prostaglandins or progestins. *Theriogenology* 20:615.
- Wang, H., M. Wu, D. Patt, E.D. Murphy and R.J. Mapletoft. 1988. Superovulation in beef heifers with PMSG: Effect of dose and monoclonal antibodies to PMSG. *Theriogenology* 29:323 (Abstr.).
- Wang, H., M. Wu, KL. Xu, W.C. Hagele and R.J. Mapletoft. 1987. Control of superovulation in the cow with a PMSG antiserum. *Theriogenology* 27:291 (Abstr.).
- Ware, C.B., D.L. Northey and N.L. Frist. 1987. Effect of administration of FSH at the beginning of the cycle on the subsequent response to superovulation treatment in heifers. *Theriogenology* 27:292 (Abstr.).
- Wilson, J. M. 1988. Superovulation FSH up date. Proc. 7th. Ann. Conv. Am. Emb. Transf. Assoc. Reno, Nevada, USA.
- WV, M., H. Wang, B.D. Murphy and R. J. Mapletoft. 1988. Superovulation of beef cows with follitropin: a dose trial. *Theriogenology* 29:332 (Abstr.).
- Wubishet, A., C.N. Graves, S.L. Spahr, D.J. Kesler and H.J. Favero. 1986. Effects of Gn RH treatment on superovulatory responses of dairy cows. *Theriogenology* 25:423.
- Xu, K., M. Wu, H. Wang and R.J. Mapletoft. 1988. FSH-P Lot number and superovulation response in beef heifers. *Theriogenology* 29:335 (Abstr.).

- Yadav, M.C., K.E. Leslie and J.S. Walton. 1983. The timing of the preovulatory surge of LH and embryo production in superovulated cows. **Theriogenology** 19:150 (Abstr.).
- Yadav, M.C. K.E. Leslie and J.S. Walton. 1985. The onset and duration of ovulation in superovulated beef heifers. **Theriogenology** 23:237 (Abstr.).
- Yadav, M.C., J.S. Walton and K.E. Leslie. 1986a. Plasma concentrations of luteinizing hormone and progesterone during superovulation of dairy cows using follicle stimulating hormone or pregnant mare serum gonadotrophin. **Theriogenology** 26:523.
- Yadav, M.C., J.S. Walton and K.E. Leslie. 1986b. Timing of the onset and duration of ovulation in superovulated beef heifers. **Theriogenology** 26:509.
- Zeitoun, M.M., A.M. Yassen, A.A. Hassan, A.Z. Fathelbab, T.H. Wise and R.R. Maurer. 1988. Superovulation using PMSG anti-PMSG in beef cows. **Theriogenology** 29:339 (Abstr.).

IX. A P E N D I C E

ANALISIS DE COVARIANZA PARA VOLUMEN OVARICO POSTRATAMIENTO
(n=46)

O.V.	G.L.	C.M.	Pr>F
DOSIS	1	497662.52	0.0007**
EPOCA	1	12591.94	0.56
EDAD	1	234897.12	0.01**
COVARIABLE	1	172820.91	0.03*
DOSIS-EPOCA	1	56384.94	0.22
DOSIS-EDAD	1	158102.71	0.04*
EPOCA-EDAD	1	26778.73	0.39
DOSIS-EPOCA-EDAD	1	48.01	0.97
ERROR	37	36619.62	
TOTAL	45		
$r^2 = 0.46$			

** SIGNIFICATIVO (P<.01)

* SIGNIFICATIVO (P<.05)

ANALISIS DE VARIANZA PARA NUMERO DE CUERPOS LUTEOS (n=49)

O.V.	G.L.	C.M.	Pr.>F
DOSIS	1	25.31	0.24
EPOCA	1	2.83	0.69
EDAD	1	0.11	0.93
DOSIS-EPOCA	1	18.70	0.31
DOSIS-EDAD	1	0.07	0.94
EPOCA-EDAD	1	16.46	0.34
DOSIS-EPOCA-EDAD	1	5.15	0.59
ERROR	41	17.83	
TOTAL	48		
$r^2 = 0.085$			

NO HUBO EFECTOS SIGNIFICATIVOS (P>.05).

ANALISIS DE VARIANZA PARA NUMERO DE FOLICULOS (n=49:)

O.V.	G.L.	C.M.	Pr>F
DOSIS	1	20.57	0.03*
EPOCA	1	6.31	0.22
EDAD	1	15.83	0.05*
DOSIS-EPOCA	1	8.81	0.15
DOSIS-EDAD	1	9.99	0.13
EPOCA-EDAD	1	0.96	0.63
DOSIS-EPOCA-EDAD	1	7.33	0.19
ERROR	41	4.20	
TOTAL	48		
$r^2=0.28$			

*SIGNIFICATIVO (P<.05).

ANALISIS DE VARIANZA PARA NUMEROS DE EMBRIONES + OVULOS NO FERTILIZADOS, COLECTADOS. (n= 45)

O.V.	G.L.	C.M.	Pr>F
DOSIS	1	13.50	0.27
EPOCA	1	0.90	0.77
EDAD	1	0.79	0.79
DOSIS-EPOCA	1	0.20	0.89
DOSIS-EDAD	1	4.46	0.53
EPOCA-EDAD	1	2.82	0.61
DOSIS-EPOCA-EDAD	1	0.26	0.87
ERROR	37	11.16	
TOTAL	44		
$r^2= 0.52$			

NO HUBO EFECTOS SIGNIFICATIVOS (P>.05).

ANALISIS DE VARIANZA PARA NUMERO DE EMBRIONES COLECTADOS (n= 45)

O.V.	G.L.	C.M.	Pr>F
DOSIS	1	0.75	0.76
EPOCA	1	0.61	0.78
EDAD	1	3.20	0.53
DOSIS-EPOCA	1	0.95	0.73
DOSIS-EDAD	1	4.39	0.46
EPOCA-EDAD	1	8.73	0.30
DOSIS-EPOCA-EDAD	1	6.19	0.38
ERROR	37	8.05	
TOTAL	44		
$r^2 = 0.076$			

NO HUBO EFECTOS SIGNIFICATIVOS (P>.05).

ANALISIS DE VARIANZA PARA EMBRIONES TRANSFERIBLES COLECTADOS (n=45).

O.V.	G.L.	C.M.	Pr>F
DOSIS	1	1.08	0.61
EPOCA	1	0.37	0.77
EDAD	1	4.79	0.29
DOSIS-EPOCA	1	3.32	0.38
DOSIS-EDAD	1	1.56	0.55
EPOCA-EDAD	1	0.49	0.73
DOSIS-EPOCA-EDAD	1	1.34	0.58
ERROR	37	4.32	
TOTAL	44		
$r^2 = 0.075$			

NO HUBO EFECTOS SIGNIFICATIVOS (P>.05).

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

ANALISIS DE VARIANZA A TRAVES DEL CUAL SE OBTUVO EL INDICE DE
CONSTANCIA PARA VOP (2 Y 3 SUPEROVULACIONES).

O.V.	G.L.	C.M.
ENTRE VACAS	12	57305.71
DENTRO DE VACAS	19	26460.73
TOTAL CORREGIDO	31	

n=31

$r^2 = .59$

TOTAL DE ANIMALES, 13; 7 con 2 y 6 con 3 superovulaciones.

ANALISIS DE VARIANZA A TRAVES DEL CUAL SE OBTUVO EL INDICE DE
CONSTANCIA PARA CL (2 Y 3 SUPEROVULACIONES).

O.V.	G.L.	C.M.
ENTRE VACAS	12	20.1
DENTRO DE VACAS	19	13.5
TOTAL CORREGIDO	31	

n=32

$r^2 = .48$

TOTAL DE ANIMALES, 13; 7 con 2 y 6 con 3 superovulaciones.

ANALISIS DE VARIANZA A TRAVES DEL CUAL SE OBTUVO EL INDICE DE
CONSTANCIA PARA E+O (2 Y 3 SUPEROVULACIONES).

O.V.	G.L.	C.M.
ENTRE VACAS	12	204.61
DENTRO DE VACAS	18	340.89
TOTAL CORREGIDO	30	

n=31

$r^2 = .28$

TOTAL DE ANIMALES, 13; 8 con 2 y 5 con 3 superovulaciones.

ANALISIS DE VARIANZA A TRAVES DEL CUAL SE OBTUVO EL INDICE DE
CONSTANCIA PARA E (2 Y 3 SUPEROVULACIONES).

O.V.	G.L.	C.M.
ENTRE VACAS	12	8.73
DENTRO DE VACAS	18	9.23
TOTAL CORREGIDO	30	

n=31

$r^2 = .38$

TOTAL DE ANIMALES, 13; 8 con 2 y 5 con 3 superovulaciones.

ANALISIS DE VARIANZA A TRAVES DEL CUAL SE OBTUVO EL INDICE DE
CONSTANCIA PARA VOP (3 SUPEROVULACIONES).

O.V.	G.L.	C.M.
ENTRE VACAS	5	96156.18
DENTRO DE VACAS	12	29986.88
TOTAL CORREGIDO	17	

n=18

$r^2=0.57$

TOTAL DE ANIMALES, 6 con 3 superovulaciones.

ANALISIS DE VARIANZA A TRAVES DEL CUAL SE OBTUVO EL INDICE DE
CONSTANCIA PARA CL (3 SUPEROVULACIONES).

O.V.	G.L.	C.M.
ENTRE VACAS	5	18.75
DENTRO DE VACAS	12	16.05
TOTAL CORREGIDO	17	

n=17

$r^2=.32$

TOTAL DE ANIMALES, 6 con 3 superovulaciones.

ANALISIS DE VARIANZA A TRAVES DEL CUAL SE OBTUVO EL INDICE DE
CONSTANCIA PARA E+O (3 SUPEROVULACIONES).

O.V.	G.L.	C.M.
ENTRE VACAS	5	14.22
DENTRO DE VACAS	11	11.62
TOTAL CORREGIDO	16	

n=17

$r^2 = .36$

TOTAL DE ANIMALES, 5 con 3 y 1 con 2 superovulaciones.

ANALISIS DE VARIANZA A TRAVES DEL CUAL SE OBTUVO EL INDICE DE
CONSTANCIA PARA E (3 SUPEROVULACIONES).

O.V.	G.L.	C.M.
ENTRE VACAS	5	6.24
DENTRO DE VACAS	11	8.78
TOTAL CORREGIDO	16	

n=17

$r^2 = .24$

TOTAL DE ANIMALES, 5 con 3 y 1 con 2 superovulaciones.

ANALISIS DE VARIANZA A TRAVES DEL CUAL SE OBTUVO EL INDICE DE
CONSTANCIA PARA VOP (2 SUPEROVULACIONES).

O.V.	G.L.	C.M.
ENTRE VACAS	12	28119.38
DENTRO DE VACAS	13	13914.92
TOTAL CORREGIDO	25	

n=26

$r^2=.65$

TOTAL DE ANIMALES, 13 con 2 superovulaciones.

ANALISIS DE VARIANZA A TRAVES DEL CUAL SE OBTUVO EL INDICE DE
CONSTANCIA PARA CL (2 SUPEROVULACIONES).

O.V.	G.L.	C.M.
ENTRE VACAS	12	19.95
DENTRO DE VACAS	13	14.11
TOTAL CORREGIDO	25	

n=26

$r^2=.56$

TOTAL DE ANIMALES, 13 con 2 superovulaciones.

ANALISIS DE VARIANZA A TRAVES DEL CUAL SE OBTUVO EL INDICE DE
CONSTANCIA PARA E+O (2 SUPEROVULACIONES).

O.V.	G.L.	C.M.
ENTRE VACAS	12	8.9
DENTRO DE VACAS	13	14.11
TOTAL CORREGIDO	25	

n=26

$r^2=.37$

TOTAL DE ANIMALES, 13 con 2 superovulaciones.

ANALISIS DE VARIANZA A TRAVES DEL CUAL SE OBTUVO EL INDICE DE
CONSTANCIA PARA E (2 SUPEROVULACIONES).

O.V.	G.L.	C.M.
ENTRE VACAS	12	6.62
DENTRO DE VACAS	13	12.0
TOTAL CORREGIDO	25	

n=26

$r^2=.34$

TOTAL DE ANIMALES, 13 con 2 superovulaciones.