

RESPUESTA OVARICA A LA SUPEROVULACION CON HORMONA FOLICULO ESTIMULANTE EN GANADO CEBU ^a

LUIS ARMANDO CORDOVA SANTAMARIA ^b

EVERARDO GONZALEZ PADILLA ^c

JAVIER ARRIOLA BUENO ^d

CARLOS VASQUEZ PELAEZ ^e

RESUMEN

En el CE El Macho, en Tecuala, Nay., se evaluó en vacas cebú el efecto de tres dosis de FSH y el día del ciclo en que se inició el tratamiento sobre la respuesta ovárica. Se utilizaron 60 animales, distribuidos con base en un arreglo factorial 3x2x2, donde los factores fueron: dosis de FSH (F: 18, 24 y 30 mg), días del ciclo en que se inició el tratamiento (D: 7 y 11) y estado productivo (P: horas y con cría). La dosis total de FSH se administró en ocho fracciones decrecientes a intervalos de 12 h. A las 48, 54 y 60 h de la primera inyección de FSH se aplicaron por vía intramuscular 25, 12.5 y 12.5 mg de prostaglandina F_{2α} en forma respectiva. Se inseminó con dos dosis en cada ocasión a las 0, 12 y 24 h de iniciado el celo. A los siete días del estro se colectaron los embriones por método no quirúrgico. No hubo efecto de F, D y P, sobre la respuesta ovulatoria. Las medidas del número de cuerpos lúteos fueron: 3.0, 3.5 y 3.7 en el ovario derecho para 18, 24 y 30 mg, y 3.2, 2.9 y 3.4 en el ovario izquierdo para las tres dosis. Los porcentajes de recuperación de óvulos y embriones (0 + E) fueron: 66.9, 44.8 y 34.2% para 18, 24 y 30 mg de FSH, fue superior el primero (P < 0.05). Las medias de 0 + E para las tres dosis de FSH fueron: 4.1, 2.8 y 2.4, el primero y último tuvieron diferencia (P < 0.10).

a Recibido para su publicación el 7 de julio de 1987.

b Campo Experimental "A" Morelia, INIFAP-SARH. Av. Acueducto No. 1750, Morelia, Mich.

c Vocalía Zona Sur. INIFAP-SARH. Insurgentes Sur No. 694-10° piso, México, D.F., C.P. 03100.

d Apizaco, Tlaxcala, Apdo. Postal No. 149.

e Departamento de Genética Animal. Sector Pecuario, INIFAP-SARH. Apdo. Postal 41-652, México, D.F.

Para embriones totales (ToE) y embriones transferibles (ET): 3.7 y 2.9; 2.5 y 2.1; 2.2 y 1.5 para las tres dosis, se conservó la diferencia anterior. La duración del ciclo posterior al tratamiento con FSH fue mayor en vacas horas (23.4 vs 20.3 días) (P < 0.05). Se obtuvo una mejor respuesta en cuanto a 0 + E, ToE y ET con 18 mg de FSH que con 30 mg; no hubo efecto de D y P sobre la respuesta ovárica.

INTRODUCCION

En nuestro país la técnica de transferencia de embriones (TE) ha tenido más aceptación entre los productores de pie de cría de razas cebuinas, quizá porque la explotación de dicho ganado tiene una amplia distribución.

La superovulación con hormonas gonadotrópicas, en especial con hormona foliculo estimulante (FSH) es uno de los pasos más importantes de la técnica de TE; sin embargo, la variabilidad observada en la respuesta ovárica es un factor limitante. Dicha variación es menor cuando se administra la FSH en una dosis óptima. Para las razas bovinas de tipo europeo, esa dosis ya ha sido establecida; con respecto a ganado cebú, tal información se desconoce debido a que son escasos los estudios sobre superovulación que han involucrado a ese tipo de animales.

Quando se han querido adoptar los tratamientos superovulatorios utilizados en **Bos taurus** a animales **Bos**

indicus la variación en la respuesta ovárica ha sido muy amplia. También se han encontrado diferencias en eventos fisiológicos reproductivos normales (estros cortos, mayor frecuencia de ciclos estrales anovulatorios, niveles más bajos de LH durante el pico preovulatorio, niveles menores de progesterona, cuerpo lúteo más pequeño) del **Bos indicus** con respecto al **Bos taurus**^{15,18, 29, 30}. Lo anterior sugiere la necesidad de investigar los regímenes de superovulación más apropiados para el ganado cebú.

Por otro lado, se ha mencionado que la población folicular presente al momento del tratamiento superovulatorio tiene gran importancia sobre la respuesta ovárica. Dicha población folicular varía de acuerdo al día del ciclo estral²⁵. Lerner y col.,²¹ obtuvieron mejor respuesta en cuanto a embriones colectados, cuando administraron la FSH a vacas Holstein en los días 10 u 11, en comparación con los días 7, 8, 9, 12, 13 o 14 del ciclo estral. Sin embargo otros autores^{14,16} citan que cuando se inicia el tratamiento entre los días 8 a 12, se obtienen respuestas similares en cada uno de esos días y sólo observan resultados menores al comenzar antes o después del período señalado.

Con respecto al efecto del estado productivo sobre la respuesta superovulatoria también existen discrepancias, mientras que Brand y col., citado por Betteridge³ mencionan que hay disminución en la respuesta ovárica, Darrow, Lindner y Goemann⁸ no observaron diferencias entre vacas lactantes y secas.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de tres dosis totales de FSH, con inicio del tratamiento en dos días diferentes del ciclo, sobre la respuesta ovárica de vacas cebú horras y con cría, con base en el número de embriones y óvulos colectados.

MATERIAL Y METODOS

El experimento se realizó en el Campo Experimental El Macho, localizado en el Municipio de Tecuala, Nay., bajo condiciones de trópico seco Aw³⁷.

Se utilizaron 60 vacas cebú con peso (421 ± 44 kg), condición física (8.4 ± 0.6) y edad (9.5 ± 2.1 años) similares, de las cuales 30 fueron horras y el resto con cría al pie, con períodos postparto entre 90 y 210 días. Los animales se distribuyeron con base en un arreglo factorial $3 \times 2 \times 2$ donde los factores fueron: dosis total de FSH con tres niveles (18, 24 y 30 mg), día del ciclo estral en que se inició el tratamiento, con dos niveles (días 7 y 11) y estado productivo, con dos niveles (horras y con cría). De tal manera que se formaron 12 lotes con cinco unidades experimentales en cada uno. En todos los grupos la dosis total de FSH se dividió en ocho fracciones decrecientes, cada una de éstas se administró por vía intramuscular (IM) a intervalos de 12 h de la siguiente manera: dosis de 18 mg: 3, 3, 3, 3, 2, 2, 1 y 1 mg, dosis de 24 mg: 4, 4, 3, 3, 3, 3, 2 y 2 mg, dosis de 30 mg: 5, 5, 4, 4, 3, 3, 3 y 3 mg. A las 48, 54 y 60 h de la primera aplicación de FSH se administraron IM, 25, 12.5 y 12.5 mg de prostaglandina F₂ alfa (PG) en forma respectiva.

Todas las hembras recibieron un tratamiento de superovulación con FSH de origen porcino de un mismo lote, previa presentación de dos ciclos estrales consecutivos de duración normal (18 a 21 días). Al inicio del tratamiento, los animales fueron sometidos a un examen del aparato reproductivo por palpación a través del recto para determinar su integridad, la presencia de un cuerpo lúteo (CL) funcional; descartar cualquier patología aparente a la palpación (cervicitis, metritis, quistes ováricos) y obtener las dimensiones de los ovarios (largo, ancho y grosor) a fin de estimar el

volumen ovárico al multiplicar las tres medidas.

La detección de estros se realizó dos veces al día por dos horas cada ocasión (6 a 8 y 16 a 18 h) durante todo el estudio, a excepción de los cuatro primeros días posteriores a la última inyección de PG, en los que la observación se hizo cada 6 h en todas las vacas. Las hembras que en 48 h posteriores a la PG no habían manifestado signos de calor, fueron examinadas por vía rectal a fin de determinar la presencia de moco, turgencia uterina o ambos, lo cual se consideró como indicativo de celo. Este examen se repitió cada 12 h hasta determinar el estro.

La inseminación artificial (AI) se hizo con dos dosis de semen congelado en cada ocasión a las 0, 12 y 24 h de detectado el calor. Los embriones se colectaron el día 7 posterior al celo (día 0) por el método no quirúrgico. Antes de iniciar el lavado uterino se estimó el número de CL y las dimensiones de ambos ovarios mediante palpación a través del recto. Los cuernos uterinos se irrigaron en forma individual con un total de 1000 ml de solución salina amortiguada con fosfatos de Dulbecco (PBS) modificada y 1% de suero fetal bovino termoinactivado (a 56°C por 30 min).

Los embriones fueron colectados con la utilización simultánea de un filtro, en el lavado uterino, con poros de 80 μ de diámetro. La clasificación de los mismos se realizó con base en su apariencia morfológica y de acuerdo al criterio mencionado por Shea³⁶ en óvulos, embriones no transferibles y embriones transferibles.

Después de la recuperación de los embriones, la detección de calores continuó hasta que las vacas tuvieron dos ciclos estrales de duración normal o cuando a la palpación de los ovarios por vía rectal no se encontraron estructuras cíclicas. Al primer celo

postcolección se determinó el volumen ovárico mediante palpación rectal.

Durante el estudio, el cual tuvo una duración de 100 días (noviembre de 1985 a febrero de 1986), las vacas con cría recibieron manejo de lactancia controlada (una vez al día por 2 h) y destete temporal (24 h cada semana), a excepción del período comprendido entre la primera inyección de FSH y la última IA, en el cual la cría permaneció todo el tiempo con su madre. Cabe mencionar que en un periodo previo al experimental, dichas vacas recibieron tratamientos con hormonas esteroides (cipionato de estradiol y progesterona) por vía IM en combinación con las prácticas de lactancia mencionadas, a fin de resolver el anestro lactacional. También tuvieron acceso a melaza con 2.5% de urea a razón de 2 kg/cabeza/día. En el momento en que todas las hembras en estudio comenzaron a ciclar en forma regular las condiciones de alimentación fueron semejantes a base de pastoreo en potreros con zacates Estrella de Africa (*Cynodon plectostachyus*) y un suplemento con 17% de proteína cruda a razón de 1.5 kg/cabeza/día para las lactantes y 1 kg/cabeza/día para las horras.

Para determinar el efecto de dosis de FSH, día del ciclo en que se inició el tratamiento y estado productivo, así como el de las interacciones de estos factores sobre las siguientes variables dependientes: volumen ovárico (antes del tratamiento, al momento de la colección embrionaria y al primer celo postcolección), número de CL a la colección, óvulos y embriones (transferibles, no transferibles, total) colectados y duración del ciclo estral en que se realizó la colección embrionaria, se utilizó el siguiente modelo de efectos fijos:

$$Y_{ijkl} = M + D_i + C_j + DC_{ij} + P_k + DP_{ik} + CP_{jk} + DCP_{ijk} + B(e - \bar{x}_e) + E(ijk)l$$

Donde:

Y_{ijkl} es la l -ésima observación dentro del k -ésimo estado productivo del j -ésimo día del ciclo estral en que se inició el tratamiento de la i -ésima dosis de FSH; M es la media poblacional; D_i es el efecto de la i -ésima dosis total de FSH (1, 2, 3); C_j es el efecto del j -ésimo día del ciclo estral en que se inició el tratamiento (1, 2); P_k es el efecto del k -ésimo estado productivo (1, 2); DC_{ij} , DP_{ik} , CP_{jk} , DCP_{ijk} , son los efectos de la doble y triple interacción entre los efectos principales descritos por los sufijos; $B(e-\bar{x}_e)$ es el efecto de la edad de la vaca como covariable; $E(ijk)l$ es el error aleatorio DNI ($0, \sigma^2$).

Los porcentajes de colección embrionaria y de fertilización se analizaron mediante la Ji cuadrada.

RESULTADOS Y DISCUSION

Después del tratamiento con FSH y PG sólo el 73.3% de las hembras manifestaron conducta estral, el 26.7% restante se detectó en celo a la palpación rectal. Ello concuerda con las observaciones de Betteridge³

quien menciona que entre el 66 y 80% de las vacas tratadas con gonadotropinas y PG manifiestan el calor y gran parte de las restantes ovulan en forma silenciosa.

Los resultados de presentación de estros de este estudio son un poco superiores a los mencionados por Moore²⁷, que detectó el 64% de los animales en celo y en 91% con ovulación después del tratamiento con PMSG y PG, en ganado europeo. Esto pudiera deberse a que en dicho estudio se emplearon dosis de PG y frecuencia de aplicación de ésta, menores a las del presente trabajo. Al respecto, Donaldson⁹, menciona que la mayor frecuencia en inyecciones de PG aumentó la presentación de calores en vacas superovuladas. Por otro lado, Saumande³³ señala que el tratamiento con gonadotropinas tiene efecto luteotrópico, debido a la actividad de hormona luteinizante (LH) en éstas y que la PG puede ser ineficiente para causar luteolisis en algunas ocasiones; por ello quizá sea conveniente utilizar dosis mayores a las convencionales.

C U A D R O 1
DISTRIBUCION DE CALORES EN LAS PRIMERAS 72 HORAS POSTERIORES
A LA APLICACION DE PG.

H O R A S	24	34	40	42	48	56	60	72
% ACUMULATIVO DE CALORES								
MANIFIESTOS	1.6	3.3	16.6	18.3	56.6	56.6	71.6	73.3
SILENCIOSOS ^{1/}	0	0	0	0	11.7	13.3	21.6	26.7
T O T A L	1.6	3.3	16.6	18.3	68.3	69.9	93.2	100
% PARCIAL DE CALORES								
MANIFIESTOS	1.6	1.6	13.3	1.6	38.3	0	15	1.6
SILENCIOSOS ^{1/}	0	0	0	0	11.7	1.6	8.3	5
T O T A L	1.6	1.6	13.3	1.6	50	1.6	23.3	6.6

^{1/} Detectados a la palpación de los órganos genitales.

En el Cuadro 1 se observa que los estros se distribuyeron desde las 24 hasta las 72 h posteriores a la primera aplicación de PG, se encontró la mayor incidencia a las 48 y 60 h, tanto de calores manifiestos (38.3 y 15%, en forma respectiva) como de aquellos detectados a la palpación rectal (11.7 y 8.3%). Estas observaciones concuerdan con lo mencionado por Betteridge³ en lo concerniente a que en animales superovulados la mayor presentación de celos ocurre alrededor de las 48 h después de la PG, en lugar de las 72 h como sucede en hembras no estimuladas con gonadotropinas. Ello pudiera deberse al mayor número de folículos en maduración presentes al tiempo de la luteolisis inducida³⁸.

Hubo un efecto significativo ($P < 0.05$) del día del ciclo sobre el volumen del ovario derecho, previo al tratamiento con FSH. El volumen medio fue de $2.9 \pm 0.30 \text{ cm}^3$ sobre el día 7 y $1.8 \pm 0.30 \text{ cm}^3$ sobre el día 11. Con respecto al volumen del ovario izquierdo las medias fueron de 1.6 ± 0.23 en el día 7 y $1.7 \pm 0.23 \text{ cm}^3$ en el día 11, sin tener diferencia significativa.

La diferencia observada en el volumen del ovario derecho en los días señalados no puede atribuirse al CL, ya

que éste es de igual tamaño o mayor en el día 11 con respecto al día 7¹⁷; ello podría deberse al distinto volumen de los folículos presentes en cada uno de esos días. Sin embargo, si se considera que las poblaciones foliculares de ambos ovarios son similares en un momento determinado²⁴, resulta difícil explicar por qué sólo el ovario derecho tuvo distinto tamaño en los días mencionados.

En el Cuadro 2 se muestra el volumen ovárico al momento de la colección embrionaria para las distintas dosis de FSH. Se observa que con cada dosis, el volumen para ovario derecho e izquierdo fueron similares. A pesar de que el volumen se incrementó a medida que la dosis de FSH aumentaba, las diferencias no fueron significativas. Sin embargo, se observó un efecto significativo de la interacción entre el día del ciclo estral en que se inició el tratamiento y el estado productivo, sobre el volumen ovárico al momento de la colección embrionaria.

En el Cuadro 3 se aprecia que los valores de las vacas horras son superiores ($P < 0.05$) a los de las hembras con cría, entre ovarios correspondientes, al iniciar el tratamiento el día 11 del ciclo. Con respecto al inicio

C U A D R O 2

MEDIAS MINIMO CUADRATICAS (\pm E.E.) DEL VOLUMEN OVARICO, AL MOMENTO DE LA COLECCION EMBRIONARIA CON LAS DISTINTAS DOSIS DE FSH.

DOSIS DE FSH (mg)	V O L U M E N O V A R I C O (cm^3)		
	OVARIO DERECHO	OVARIO IZQUIERDO	T O T A L
18	27.9 ± 16.1	27.3 ± 15.9	55.3 ± 31.2
24	57.9 ± 16.4	50.9 ± 16.2	108.9 ± 31.8
30	64.9 ± 16.1	56.4 ± 16.0	121.2 ± 31.4

($P > 0.05$)

C U A D R O 3

MEDIAS MINIMO CUADRATICAS (\pm E.E.) DEL VOLUMEN OVARICO (cm^3) AL MOMENTO DE LA COLECCION EMBRIONARIA PARA LA INTERACCION ENTRE EL DIA DEL CICLO Y EL ESTADO PRODUCTIVO.

Día del ciclo	N	VACAS HORRAS			VACAS CON CRIA		
		OVARIO DERECHO	OVARIO IZQUIERDO	TOTAL	OVARIO DERECHO	OVARIO IZQUIERDO	TOTAL
7	30	38.5 \pm 18.4	30.2 \pm 18.2	68.8 \pm 36.7	55.1 \pm 18.7	55.3 \pm 18.6	110.3 \pm 36.4
11	30	68.0 \pm 18.7 ^a	72.8 \pm 18.6 ^c	150.8 \pm 36.4 ^e	29.3 \pm 19.1 ^b	21.2 \pm 19.0 ^d	50.4 \pm 37.2 ^f

a, b Valores distintos entre si* (P < 0.05)

c, d Valores distintos entre si (P < 0.05)

e, f Valores distintos entre si (P < 0.05)

de la superovulación en el día 7, los volúmenes ováricos no fueron diferentes entre los dos estados productivos. Quizá el menor peso de los animales con cría, debido a la lactación, influido en el menor volumen ovárico postratamiento en comparación con el de las hembras horras. Esto con base

en las correlaciones encontradas entre el peso de la vaca y el volumen de ovario derecho, izquierdo y total (r= .25, .30 y .30 en forma respectiva) al momento de la colección, y en algunos estudios que indican que las hembras que ganan peso tienen ovarios con mayor tamaño y más CL después de la

C U A D R O 4

MEDIAS MINIMO CUADRATICAS (\pm E.E.) DEL NUMERO DE CL PARA DOSIS DE FSH DIA DEL CICLO Y PERIODO PRODUCTIVO.

DOSIS DE FSH (mg)	OVARIO DERECHO	OVARIO IZQUIERDO	TOTAL
18 (n=20)	3.0 \pm 0.52	3.2 \pm 0.51	6.2 \pm 0.90
24 (n=20)	3.5 \pm 0.52	2.9 \pm 0.51	6.3 \pm 0.90
30 (n=20)	3.7 \pm 0.53	3.4 \pm 0.51	7.1 \pm 0.91
<u>DIA DEL CICLO</u>			
7 (n=30)	3.2 \pm 0.42	2.8 \pm 0.41	6.0 \pm 0.73
11 (n=30)	3.6 \pm 0.42	3.5 \pm 0.41	7.0 \pm 0.73
<u>PERIODO PRODUCTIVO</u>			
Horra (n=30)	3.2 \pm 0.43	3.1 \pm 0.42	6.3 \pm 0.74
Lactante (n=30)	3.6 \pm 0.43	3.2 \pm 0.42	6.8 \pm 0.74

(P > 0.05)

superovulación que los testigo, aunque el número de óvulos y embriones colectados sea similar^{28,31}. Sin embargo, no se encontró una explicación del por qué la diferencia sólo se observó en el día 11 del ciclo.

En el Cuadro 4, se observa que el número total de CL para las tres dosis de FSH fue similar (6.2, 6.3 y 7.1). Cuando el tratamiento se inició el día 7 o el 11 del ciclo estral, tampoco hubo diferencia entre el promedio de CL totales (6 vs 7), lo cual está en contradicción con las observaciones de Lerner y col.²¹, quienes encontraron un número bastante mayor de CL al iniciar el tratamiento con FSH en los días 10 u 11 en comparación con el día 7 del ciclo. Tal discrepancia puede deberse a la distinta raza de los animales en cada estudio.

Asimismo, el estado productivo tampoco tuvo efecto sobre dicha variable (6.3 vs 6.8) lo que coincide con los resultados obtenidos por Darrow, Lindner y Goeman⁸, al superovular con FSH a ganado Holstein.

En el mismo cuadro se aprecia que el número de CL en ambos ovarios fue similar en cada una de las variables independientes estudiadas. Observaciones semejantes han sido antes citadas por Archbald¹ y Saumande y Chupin³⁴, quienes encontraron un número similar de ovulaciones en ambos ovarios después del tratamiento

con FSH. Esto sugiere que en *Bos indicus*, al igual que en *Bos taurus*, la población folicular de los dos ovarios es muy semejante en un momento determinado.

El volumen total ovárico y el número total de CL al momento de la colección, resultaron correlacionadas ($r = .63$). Esto indica que el volumen de los ovarios, después del tratamiento con FSH, está dado en gran parte por las estructuras lúteas presentes. Por ello, el tamaño de los ovarios se considera un excelente indicador de la respuesta ovárica a la superovulación¹².

En el Cuadro 5 se aprecia que los porcentajes de colección de óvulos y embriones, en relación al número total de CL para las tres dosis de FSH fueron 66.9, 44.8 y 34.2% para 18, 24 y 30 mg en forma respectiva, el primero fue mayor a los restantes ($P < 0.05$). Asimismo, se observa que al aumentar el número de CL, el porcentaje de colección disminuye en forma significativa entre la primera dosis y las restantes. Ello concuerda con las observaciones de Renard y Heyman³² y Ortuno y Carson²⁸ en ganado de carne tipo europeo. Del mismo modo Becker y Pinheiro², observaron que al aplicar 30 o 40 mg de FSH a vacas Nelore, la respuesta ovulatoria fue muy grande (18.5 y 23.5 CL) pero los porcentajes de recuperación fueron bajos (28% para 30 mg y 37.5% para 40 mg). Dichos

CUADRO 5
PORCENTAJE DE COLECCION DE OVULOS Y EMBRIONES CON LAS
DISTINTAS DOSIS DE FSH.

DOSIS DE FSH (mg)	N	TOTAL DE CL	TOTAL DE OVULOS Y EMBRIONES	COLECCION EN RELACION AL TOTAL DE CL, %
18	20	118	79	66.95 ^a
24	20	125	56	44.8 ^b
30	20	149	51	34.23 ^b

a, b Distintas literales indican valores diferentes ($P < 0.05$)

C U A D R O 6

MEDIAS MINIMO CUADRATICAS (\pm E.E) DE OVULOS Y EMBRIONES (O+E), EMBRIONES COLECTADOS (EC), EMBRIONES TRANSFERIBLES (ET), EMBRIONES NO TRANSFERIBLES (ENT) Y OVULOS (OV) OBTENIDOS CON CADA UNA DE LAS DOSIS DE FSH

DOSIS DE FSH (mg)	N	O + E	EC	ET	ENT	OV
18	20	4.1 \pm 0.6 ^a	3.7 \pm 0.6 ^a	2.9 \pm 0.5 ^a	0.8 \pm 0.2 ^a	0.4 \pm 0.2 ^a
24	20	2.8 \pm 0.6 ^{ab}	2.5 \pm 0.6 ^{ab}	2.1 \pm 0.5 ^{ab}	0.4 \pm 0.2 ^a	0.3 \pm 0.2 ^a
30	20	2.4 \pm 0.6 ^b	2.2 \pm 0.6 ^b	1.5 \pm 0.5 ^b	0.7 \pm 0.2 ^a	0.2 \pm 0.2 ^a

a, b Valores con distinta literal en la misma columna son diferentes (P < 0.10)

autores concluyen que ello se debe a la falla en la captación de embriones y óvulos por el infundíbulo, dada la intensa reacción ovárica. Tal vez esto no pueda aplicarse en el presente estudio, ya que el volumen ovárico y el número de CL fueron similares (P > 0.05) con las distintas dosis de FSH utilizadas. Una explicación más factible es que folículos luteinizados se hayan considerado como CL verdaderos, en animales que recibieron las dosis mayores (24 y 30 mg de FSH). Monniaux, Chupin y Saumande²⁶ señalan la ineficiencia de la palpación rectal para diferenciar las estructuras mencionadas. Por otro lado, Chupin, Combarous y Procureur⁶, informaron que el porcentaje de recuperación embrionaria disminuyó al incrementarse la dosis de hormona luteinizante (LH) en tratamientos con FSH a vacas Holstein. Igual en el presente estudio, al aumentar la dosis de FSH pudo incrementarse en forma paralela la actividad de LH, ya que se ha observado gran contaminación de LH en preparaciones comerciales de FSH²³.

El mayor porcentaje de recuperación observado en este estudio (66.9%) es similar a los mencionados por Lindsell y col.²², quienes citan porcentajes de 51.2 a 65.2%, y por Critser y col.⁷, que colectaron el 62.5% de óvulos y

embriones; ambos estudios con ganado Holstein.

Las dosis de FSH utilizadas, el día del ciclo en que se inició el tratamiento y el estado productivo no tuvieron efecto sobre la producción de óvulos, embriones (transferibles, no transferibles y total) y total de óvulos y embriones a un nivel de significancia del 5%. Sin embargo, cuando se compararon las distintas medias mínimo cuadráticas de cada una de esas variables, se observó una diferencia con una significancia del 10%, entre la dosis menor y mayor de FSH para embriones transferibles, embriones totales (transferibles y no transferibles) y total de óvulos y embriones. En el Cuadro 6 se muestran las medias ajustadas de dichos parámetros.

El hecho de que se hayan obtenido más embriones transferibles (2.9 vs 1.5), embriones totales (3.7 vs 2.2) y total de óvulos y embriones (4.1 vs 2.4) con la dosis de 18 mg, con respecto a 30 mg de FSH, pudo deberse a lo siguiente: 1) como se mencionó antes quizá hubo más folículos luteinizados con la dosis mayor. Una dosis de FSH que resulte excesiva para un individuo, produce crecimiento de un gran número de folículos, que ocasiona limitaciones físicas intraováricas (menor irrigación individual a folículos) o bien,

alteraciones en el mecanismo endócrino (excesiva producción de esteroides ováricos). De este modo, la mayoría de los folículos estimulados se luteinizarán o sufrirán atresia²¹. La LH presente en las preparaciones de FSH también puede ser responsable de la luteinización de folículos grandes¹⁰. 2) Que la descarga preovulatoria de FSH y LH, pudiera ser inefectiva a nivel ovárico en animales tratados con 30 mg de FSH, como han sugerido Saumande y Chupin³⁵. Es decir, después de inyecciones masivas de hormonas gonadotrópicas, un estímulo posterior no tiene efecto debido al fenómeno de desensibilización⁵. Esto pudiera suceder a nivel de receptores foliculares a LH, con la consecuencia de que los procesos que conducen a la ovulación no se inicien.

La mejor respuesta con 18 mg de FSH sugiere que en ganado cebú la población folicular capaz de responder a un estímulo superovulatorio sea más sensible a dicha hormona, por lo que dosis menores provocan mejor respuesta ovárica. Esto ha sido observado en algunas razas ovinas con buena respuesta superovulatoria⁴. También Elsden y Kessier¹¹ al comparar tres dosis totales de FSH (24, 36 y 50 mg) en ganado Nelore, obtuvieron una proporción bastante mayor de donadoras con embriones transferibles, con la dosis menor que con la mayor.

Los resultados de embriones transferibles (2.9) y embriones totales (3.7) obtenidos con 18 mg de FSH, son superiores a los señalados por Elsden y Kessler¹¹, al superovular con 24 mg de FSH a hembras Nelore, y similares a los de García, Seidel y Elsden¹³ en vaquillas de tipo europeo y tratadas con 28 mg de FSH. Los primeros obtuvieron 1.7 embriones transferibles y los segundos recobraron 2.7 embriones por animal de los cuales 2.2 fueron transferibles. Sin embargo, la mayoría de los estudios realizados con ganado **Bos taurus** mencionan valores superio-

res a los obtenidos en el presente estudio.

Con respecto a los porcentajes de fertilización, estos fueron: 91.4, 89.3 y 90.2% para 18, 24 y 30 mg de FSH en forma respectiva, sin tener diferencia estadística ($P > 0.05$). Dichos resultados sugieren que el tratamiento superovulatorio con las dosis utilizadas en ganado cebú no tiene efecto detrimental sobre la fertilización. Aunque en este estudio no se compararon distintos periodos de inseminación, los porcentajes arriba señalados indican que quizá en vacas cebú superovuladas sea conveniente realizar el servicio a las 0, 12 y 24 h de la detección del estro, así como una supervisión más frecuente para determinar el inicio del mismo.

El periodo productivo tuvo efecto sobre la duración del ciclo estral en el cual tuvo lugar la recuperación de embriones, que fue bastante más largo ($P < 0.05$) en vacas horras que en animales con cría. En las primeras el ciclo estral duró 23.4 ± 0.7 días, mientras que en las hembras con cría la duración fue de 20.3 ± 0.7 días. Este último periodo es menor al citado por Lauria y col.²⁰, para vacas Holstein en lactación superovuladas con hMG, quienes mencionan una duración de 26.4 ± 3.4 días para dicho ciclo. Con respecto a las vacas horras, el ciclo fue similar al observado por Jones, Staples y Page¹⁹, en vaquillas Holstein estimuladas con FSH (22.9 días), pero menor al que citan Critser y col.⁷ para vacas Holstein y superovuladas con PMSG (30.1 días).

La duración del ciclo posterior al tratamiento, semejante a un ciclo normal, muestra que no hay necesidad de aplicar PG después de la colección embrionaria para que las hembras retornen al estro. Aunque tal vez se requerirá para evitar la gestación de alguna donadora en caso de que un embrión se quedara en el útero y no se utilizara infusión de antibióticos des-

pués de la colección, la cual tiene efecto embriotóxico.

Con respecto al volumen ovárico el primer celo postcolección, se observó que las vacas con cría a las que se administraron 18 mg de FSH tuvieron un volumen ovárico total (1.9 cm³) menor al de las hembras con cría y tratadas con 30 mg (4.9 cm³) y el de las vacas horras superovuladas con 18 mg de la hormona (5.1 cm³).

De acuerdo con la información presentada podemos concluir que la respuesta ovárica fue diferente, en cuanto a embriones transferibles, embriones totales y total de óvulos y embriones, con 18 mg de FSH en comparación con 30 mg de la hormona.

Por otro lado, no hubo efecto de dosis de FSH, día del ciclo en que se inició el tratamiento y estado productivo sobre el volumen ovárico al momento de la colección embrionaria, ni sobre el número de CL.

SUMMARY

A trial was conducted in the Experimental Station "El Macho" at Tecuala, Nay., México, under conditions of dry tropical climate Aw, to determine the effects of dose of follicle stimulating hormone (FSH), day of cycle that FSH treatment was started and productive period on the ovarian response of Zebu cattle. Sixty Zebu cows were randomly distributed in a factorial design where the factors were: dose of FSH (F:18, 24, 30 mg), day of cycle that FSH treatment was started (D:7, 11) and productive period (P:lactating, dry). Cows were superovulated by injecting twice daily declining doses of FSH over a four day period. Three injections of prostaglandin F were given on the third day of treatment. All cows were inseminated three times at 12 hours intervals following the onset of estrus. Embryos were recovered nonsurgically seven days after estrus. The effect of F, D and P on the ovulation rate was negative. Means of corpus luteum was: 3.0, 3.5 and 3.7 in right ovary for 18, 24 and 30 mg FSH respectively (P>0.05) and 3.2, 2.9 and 3.4 in left ovary for the three doses respectively (P>0.05). The recovery rate were: 66.9, 44.8 and 34.2% for 18, 24 and 30 mg of FSH respectively and was significantly higher (P<0.05) with 18 mg. The number of ova plus embryos recovered was greater (P<0.10) for 18 mg (4.1) than for 30 mg of FSH (2.4). Mean transferable embryos was different (P<0.10) for

18 mg (2.1) than 30 mg of FSH (1.5). Length of post-treatment estrus cycle was significantly greater (P<0.05) for dry cows (23.4 days) than lactating cows (20.3 days). Date tend to favour superovulatory treatment with 18 mg of FSH in Zebu cows.

LITERATURA CITADA

- 1 ARCHBALD, L.E., 1978. Ovarian response in the cow to pregnant mare's serum gonadotrophin and prostaglandin F₂^α. **Theriogenology** 19:85.
- 2 BECKER, W.A.P., PINHEIRO, L.E., 1986. Ovarian response to superovulation in Nelore cows (*Bos taurus indicus* L.). **Theriogenology** 25:785.
- 3 BETTERIDGE, K.J., 1977. Embryo transfer in farm animals. A review of techniques and applications. Canada Department of Agriculture, Monograph 16. p. 6.
- 4 BINDON, B.M., PIPER, L.R., CAHILL, L.P., DRIANCOURT, M.A., and O'SHEA, T., 1986. Genetic and hormonal factors affecting superovulation. **Theriogenology** 25:53.
- 5 CATT, K.J., HARWOOD, J.P., AGUILERA, G., DUFAN, M.L., 1979. Hormonal regulation of peptide receptors and target cell responses. **Nature** 280:109.
- 6 CHUPIN, D., COMBARNOUS, Y. and PROCUREUR, R., 1984. Antagonistic effect of LH on FSH induced superovulation in cattle. **Theriogenology** 21:229.
- 7 CRITSER, J.K., ROWE, R.F., DEL CAMPO, M.R. and GINTHER, J.O., 1980. Embryo transfer in cattle: Factors affecting superovulatory response, number of transferable embryos, and length of post-treatment estrus cycles. **Theriogenology** 13:391.
- 8 DARROW, M.D., LINDNER, G.M., and GOEMANN, G.G., 1982. Superovulation and fertility in lactating and dry dairy cows. **Theriogenology** 17:84.
- 9 DONALDSON, L.E., 1983. The effect of prostaglandin F₂^α treatments superovulated cattle on estrus response and embryo production. **Theriogenology** 20:279.
- 10 DONALDSON, L.E., WARD, D.N. and GLENN G.D., 1986. Use of porcine follicle stimulating hormone after chromatographic purification in superovulation of cattle. **Theriogenology** 25:747.

- 11 ELSDEN, R.P. and KESSLER, R.N., 1983. Superovulation of Nelore cows and heifers. **Theriogenology** 19:127.
- 12 ELSDEN, R.P. and SEIDEL, G.E., Jr., 1982. Embryo transfer procedures for cattle animal reproduction laboratory. CSV. Fort Collins. Colorado, USA. p. 6.
- 13 GARCIA, G.J., SEIDEL, G.E. Jr. and ELSDEN, R.P., 1982. Efficacy of shortened FSH treatment for superovulation in cattle. **Theriogenology** 17:90.
- 14 GREVE, T., 1976. Egg transfer in the bovine: Effect of injecting PMSG on different days. **Theriogenology** 5:15.
- 15 GRIFFEN, J.L. and RANDEL, R., 1978. Reproductive studies of Brahman cattle. I. Behavioral effect of various dose levels of estradiol 17- β upon ovariectomized Brahman, Brahman x Hereford and Hereford cows. **Theriogenology** 9:429.
- 16 HASLER, J.F., McCAULEY, A.D., SCHERMERHORN, E.C. and FOOTE, R.H., 1983. Superovulatory response of Holstein cows. **Theriogenology** 19:83.
- 17 IRELAND, J.J., COULSON, P.B. and MURPHREE, R.L., 1979. Follicular development during four stages of the estrus cycle of beef cattle. **J. Anim. Sci.**, 49:1261.
- 18 IRVIN, H.J. and RANDEL, R.D., 1977. The histology and histochemistry of Brahman, Hereford and Brahman x Hereford F-1 corpora lutea. **J. Anim. Sci. South Sect.** p. 44.
- 19 JONES, A.L., STAPLES, T.R. and PAGE, R.D., 1986. Enhanced return to estrus in superovulated heifers using fenprostalene. **Theriogenology** 25:161.
- 20 LAURIA, A., GENAZZANI, A.R., OLIVIA, O., INAUDI, P., CREMONESI, F., MORITTOLA, C. and AURELI, G., 1982. Clinical and endocrinological investigations on superovulation in cattle using human menopausal gonadotrophin. **J. Reprod. Fert.** 66:219.
- 21 LERNER, S.P., THAYNE, W.V., BAKER, R.D. HENSHCEN, T., MEREDITH, S., INSKEP, E.K., DALLEY, R.A., LEWIS, P.E. and BUTCHER, R.L., 1986. Age, dose of FSH and other factors affecting superovulation in Holstein cows. **J. Anim. Sci.** 63:176.
- 22 LINDSELL, C.E., PAWLYSHYN, V., BIELANSKI, A. and MAPLETOFT, R.J., 1985. Superovulation of heifers with FSH-P beginning on four different days of the cycle. **Theriogenology** 23:203.
- 23 LINDSELL, C.E., RAJKUMAR, K., MANNING A.W., EMERY, S.K., MAPLETOFT, R.J., and MURPHY, B.D., 1986. Variability in FSH: LH ratios among batches of commercially available gonadotrophins. **Theriogenology** 25:167.
- 24 MARIANA, J.C. and HUY, N.N., 1973. Folliculogenese chez la vache **Annls. Biol. Anim. Biochim. Biophys.** 13:211.
- 25 MATTON, P., ADELAKOUN, V., COUTURE, Y. and DUFOUR, J.J., 1981. Growth and replacement of the bovine ovarian follicles during the estrus cycle. **J. Anim. Sci.** 52:813.
- 26 MANNIAUX, D., CHUPIN, D., and SAUMANDE, J., 1983. Superovulatory responses of cattle. **Theriogenology** 19:55.
- 27 MOORE, N.W., 1975. The control of time of estrus and ovulation and the induction of superovulation in cattle. **Aust. J. Agric. Res.** 26:295.
- 28 ORTUNO, A.M. and CARSON, R.L., 1985. The effects of dietary monensin sodium upon superovulation and embryo viability from mature cows. **Theriogenology** 23:743.
- 29 RANDEL, R.D., 1976. LH y ovulation in Brahman, Brahman x Hereford y Hereford heifers. **J. Anim. Sci.** 43:300.
- 30 RANDEL, R.D. and MOSLEY, W.M., 1977. Serum Luteinizing hormone surge and progesterone near estrus in Brahman compared to Brahman x Hereford and Hereford heifers. **J. Anim. Sci.** 45 (Suppl. 1):199.
- 31 RANDEL, R.D. and RHODES III, R.C., 1980. The effect of dietary monensin on the luteinizing hormone response of prepuberal heifers given a multiple gonadotrophin releasing hormone challenge. **J. Anim. Sci.** 51:925.
- 32 RENARD, J.P. and HEYMAN, L.M., 1979. Variable development of superovulated bovine embryos between day 6 and day 12. **Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.** 19:1589.
- 33 SAUMANDE, J., 1980. Concentrations of luteinizing hormone, oestradiol 17 beta and progesterone in the plasma of heifers treated to induce superovulation. **J. Endocr.** 84:425.
- 34 SAUMANDE, J. and CHUPIN, D., 1982. The relationship in the response of ovaries of superovulated heifers. **Theriogenology** 17:107.

- 35 SAUMANDE, J., and CHUPIN, D., 1986. Induction of superovulation in cyclic heifers: the inhibitory effect of large doses of PMSG. **Theriogenology** 25:233.
- 36 SHEA, B.T., 1981. Evaluating the bovine embryo. **Theriogenology** 15:31.
- 37 TAMAYO, J.L., 1962. Geografía General de México, 2a. Edición, **Instituto de Investigaciones Económicas**, México, D.F.
- 38 TERVIT, H.R., RAWSON, L.E., and BRAND, A., 1973. Synchronization of estrus in cattle using a prostaglandin F_2 analogue (ICI 79, 939). **J. Reprod. Fertil.** 34:179.