



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

11663 3 2ij

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES DE CUAUTITLÁN  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**EFFECTO DE LA CONDICION CORPORAL, LA FRECUENCIA DEL AMAMANTAMIENTO Y SU INTERACCION SOBRE LA DURACION DE PERIODO ANOVULATORIO, EL DESARROLLO FOLICULAR OVARICO Y LA FUNCION LUTEA DESPUES DEL PARTO, EN VACAS CEBU.**

Tesis presentada ante la división de estudios de posgrado de la  
Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán

de la

Universidad Nacional Autónoma de México

para la obtención del grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS**  
Area: **REPRODUCCION ANIMAL**

por

**Rubén Santos Echeverría**

Asesores: MVZ. MS. PhD. Heriberto Román Ponce  
MVZ. MC. Alejandro Arreguín Arevalo

Agosto de 1997.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.



# FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES-CUAUTITLAN

COORDINACION GENERAL DE ESTUDIOS DE POSGRADO

## CARTA DE VOTOS APROBATORIOS

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

**Coordinación General de Estudios de Posgrado  
FES - Cuautitlán  
P r e s e n t e .**

Por medio de la presente nos permitimos comunicar a usted que revisamos la tesis titulada "EFECTO DE LA CONDICION CORPORAL, LA FRECUENCIA DEL AMAMANTAMIENTO Y SU INTERACCION SOBRE LA DURACION DE PERIODO ANOVULATORIO, EL DESARROLLO FOLICULAR OVARICO Y LA FUNCION LUTEA DESPUES DEL PARTO, EN VACAS CEBU", que presenta el (la) alumno (a) RUBEN SANTOS ECHEVERRIA

con Núm. de cuenta 9380691-4 N° Exp. 100931008  
para obtener el grado de MAESTRIA EN REPRODUCCION ANIMAL

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el Examen de Grado correspondiente, otorgamos el voto aprobatorio.

**A t e n t a m e n t e**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

\_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 19 \_\_\_\_\_

### NOMBRE DE LOS SINODALES

PRESIDENTE:	<u>DR. HERIBERTO ROMAN PONCE</u>	<u>[Firma]</u>
VOCAL:	<u>DR. ALEJANDRO VILLA GODDY</u>	<u>[Firma]</u>
SECRETARIO	<u>DR. MOISES MONTAÑO BERMUDEZ</u>	<u>[Firma]</u>
1er. SUPL.	<u>M.C. EUGENIO VILLAGOMEZ AMEZCUA</u>	<u>[Firma]</u>
2do. SUPL.	<u>M.C. ALEJANDRO ARREGUIN AREVALO</u>	<u>[Firma]</u>

**SANTOS ECHEVERRIA RUBEN.** Efecto de la condición corporal, la frecuencia del amamantamiento, y su interacción sobre la duración del periodo anovulatorio, el desarrollo folicular ovárico y la función lútea después del parto, en vacas cebú. (Bajo la dirección de **HERIBERTO ROMAN PONCE Y ALEJANDRO ARREGUIN AREVALO**)

### **RESUMEN**

Se usaron 23 vacas Indobrasil, multiparas, para determinar los efectos de la condición corporal (alta = A o baja = B) al parto y durante el posparto, la frecuencia de amamantamiento (durante uno = M1 o dos = M2 periodos de una hora al día) y sus combinaciones (CCA-M1, CCA-M2, CCB-M1, CCB-M2) sobre la duración del periodo anovulatorio, los cambios en la población folicular ovárica, las características de las ondas foliculares y la función lútea después del parto. El retorno de la actividad ovárica cíclica estuvo caracterizado por la detección de una primera ovulación no antecedida de estro y acompañada de un cuerpo lúteo de corta duración, seguida de estro con ovulación y el desarrollo de un cuerpo lúteo con duración normal. Ninguno de los factores de estudio afectó las características de estos cuerpos lúteos; sin embargo, tanto las vacas con condición corporal baja como las vacas que amamantaron a sus becerros dos veces al día así como su combinación (CCB-M2) presentaron los mayores ( $P < .01$  a  $P < .05$ ) intervalos del parto a la primera ovulación que las vacas con condición corporal alta, las vacas que amamantaron una vez al día, y las combinaciones restantes (CCA-M1, CCA-M2, CCB-M1). Sólo la condición corporal afectó el número de folículos durante los días 11 a 60 después del parto y el diámetro máximo de los folículos dominantes de las cuatro primeras ondas foliculares posparto, donde vacas con condición corporal baja presentaron un menor ( $P < .05$ ) número de folículos mayores a 9.9 mm y un menor ( $P < .1$ ) diámetro máximo del folículo dominante que las vacas con condición corporal alta. Durante los 50 días previos a la primera ovulación posparto, las vacas con los mayores intervalos del parto a la ovulación (CCB, M2, CCB-M2) presentaron un mayor ( $P < .05$  a  $P < .1$ ) número de folículos en alguna de las categorías de tamaño intermedio (5 a 7.9 ó 8 a 9.9 mm) sin afectar el diámetro máximo del folículos dominante de las cuatro ondas foliculares previas a la ovulación. Al transcurrir los días posparto, se detectó una disminución ( $P < .01$ ) en el índice de permanencia de los folículos de 3 a 4.9 mm acompañado de un aumento ( $P < .01$ ) tanto en el índice de permanencia como en el número de folículos mayores a 9.9 mm. Independientemente a los tratamientos, el folículo dominante de la primer onda folicular posparto presentó un menor ( $P < .05$ ) diámetro máximo que en las ondas subsecuentes (2, 3, 4). En tanto que el folículo dominante de la primer onda ovulatoria posparto presentó un mayor ( $P < .05$ ) diámetro máximo que el folículo dominante que en las ondas no ovulatorias previas (3, 2, 1). Concluimos que una baja condición corporal al parto y durante el posparto, el

amamantamiento del becerro dos veces al día y su combinación aumentaron la duración del periodo anovulatorio posparto. Esto fue acompañado, durante los 50 días previos a la primera ovulación, de un aumento en el número de folículos de alguna de las categorías de tamaño intermedio, lo que puede ser interpretado como una disminución en la eficiencia del proceso de selección folicular. Además, sólo una baja condición corporal deprimió, durante los días 11 a 60 posparto, el desarrollo de los folículos de mayor tamaño.

## **DEDICATORIAS**

**A mis padres:  
Hortensia Echeverría Duque y  
Albino Santos Prudente,  
que además de darme la vida, me han enseñado  
y apoyado para vivirla, considerando que la  
vida es tener y lograr objetivos y metas de  
superación.**

**A mis Hermanos:  
Salomón,  
David y  
Argelia,  
como una muestra de afecto.**

**A todos mis amigos, que en algún momento de  
mi vida compartieron alegrías y tristezas.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al Dr. Heriberto Román Ponce, por que además de darme sus consejos y acertada dirección, me otorgó su confianza, su apoyo y su amistad para la ejecución de la presente investigación.

Al MC. Alejandro Arreguin Arévalo, por su importante participación asesora en las actividades de campo y de oficina, con el afán de que esta investigación logrará totalmente las expectativas planteadas. Algo muy importante que además deseo agradecerle, es haberme permitido ser su amigo.

Al Dr. Alejandro Villa Godoy por su valiosa orientación y colaboración en la realización de la presente tesis. Gracias Doctor por su amistad y confianza.

Al MC. Eugenio Villagómez Amezcua Manjaréz y personal de apoyo en el laboratorio de Reproducción Animal de Palo Alto, por su valiosa participación para la cuantificación de la progesterona sérica.

Al Jefe del C.E. Playa Vicente-INIFAP, MC. Jorge Fajardo Guel, por brindarme su confianza, su hospitalidad, su apoyo y por permitirme libertad dentro de la institución que dirige.

A todo el personal de campo y administrativo, así como al personal de servicio social y tesistas que hicieron posible la realización de esta tesis.

En general al INIFAP, ya que para mi es una casa que me ha enseñado muchas de mis actividades profesionales. Al CONACYT por otorgarme el apoyo económico durante mis estudios.

## INDICE

RESUMEN.....	i
DEDICATORIAS.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INDICE.....	v
INDICE DE GRAFICAS.....	vi
INDICE DE CUADROS.....	vi
I.- INTRODUCCION.....	1
II.- REVISION DE LITERATURA.....	3
a).- Endocrinología reproductiva durante el anestro posparto.....	3
b).- Condición corporal, amamantamiento y anestro posparto.....	4
c).- La condición corporal y el amamantamiento sobre la función del eje Hipo-tálamo Hipófisis Ovario.....	6
d).- Histogénesis del Ovario.....	7
e).- Dinámica folicular ovárica.....	7
f).- Reclutamiento, dominancia folicular y su control hormonal.....	11
g).- Anestro posparto y su desarrollo folicular ovárico.....	13
III.- HIPOTESIS.....	17
IV.- OBJETIVO GENERAL.....	18
V.- OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	18
VI.- MATERIALES Y METODOS.....	19
a).- Animales, Tratamientos y Metodología.....	19
b).- Toma de imágenes ultrasonográfica.....	20
c).- Toma de muestras sanguíneas.....	20
d).- Definiciones.....	21
e).- Variables de Respuestas.....	21
f).- Análisis Estadísticos.....	24
VII.- RESULTADOS.....	26
VIII.- DISCUSION.....	31
IX.- CONCLUSIONES.....	41
X.- REFERENCIAS.....	64
XI.- ANEXOS.....	80

## INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA 1.-	Peso de vacas cebú antes y después del parto.....	43
GRAFICA 2.-	Condición corporal de vacas cebú antes y después del parto.....	44
GRAFICA 3.-	Efecto de la condición corporal y el amamantamiento sobre los intervalos del parto a la primera ovulación sin estro (I1OS) y con estro (I1OE) previo.....	45
GRAFICA 4.-	Efecto de la condición corporal y la frecuencia del amamantamiento sobre el número de ondas foliculares (NOF) durante el anestro posparto..	46
GRAFICA 5.-	Interacción de la condición corporal y la frecuencia del amamantamiento sobre los intervalos del parto a la primera ovulación sin estro (I1OS) y con estro (I1OE) previo.....	47
GRAFICA 6.-	Interacción de la condición corporal y la frecuencia del amamantamiento sobre el número de ondas foliculares (NOF) durante el anestro posparto..	48
GRAFICA 7.-	Efecto de la condición corporal sobre los intervalos a la detección de folículos de diferentes diámetros durante el anestro posparto.....	49
GRAFICA 8.-	Efecto de la condición corporal (CC) sobre el intervalos del parto a la primera onda folicular después del parto. ....	50

## INDICE DE CUADROS

CUADRO 1.-	Características del Incremento Transitorio de Progesterona (ITP) y el primer Cuerpo Lúteo Normal (CLN) después del parto en vacas cebú.....	51
CUADRO 2.-	Efectos de la condición corporal, la frecuencia del amamantamiento, de los días posparto, y sus interacciones sobre las características de las poblaciones foliculares, en vacas cebú.....	52
CUADRO 3.-	Poblaciones foliculares durante los primeros 60 días posparto, en vacas cebú.....	53
CUADRO 4.-	Poblaciones foliculares durante los 50 días previos a la primera ovulación posparto, en vacas cebú.....	54
CUADRO 5.-	Efectos de la condición corporal, la frecuencia del amamantamiento y sus interacciones sobre las población folicular durante los primeros 60	

	días posparto, en vacas cebú. ....	55
<b>CUADRO 6.-</b>	<b>Efectos de la interacción de la condición corporal con los días posparto sobre el número de folículos en vacas cebú.....</b>	<b>56</b>
<b>CUADRO 7.-</b>	<b>Efectos de la condición corporal, la frecuencia del amamantamiento y su interacción sobre las población folicular durante 50 días previos a la primera ovulación, en vacas cebú.....</b>	<b>57</b>
<b>CUADRO 8.-</b>	<b>Efectos de la interacción de la condición corporal con los días previos a la primera ovulación posparto sobre el índice de permanencia de los folículos, en vacas cebú.....</b>	<b>58</b>
<b>CUADRO 9.-</b>	<b>Efectos de la condición corporal, la frecuencia del amamantamiento, de onda, y sus interacciones sobre las características de las ondas foliculares, en vacas cebú.....</b>	<b>59</b>
<b>CUADRO 10.-</b>	<b>Características de las primera cuatro ondas foliculares después del parto, en vacas cebú.....</b>	<b>60</b>
<b>CUADRO 11.-</b>	<b>Características de la cuatro ondas foliculares previas a la primera ovulación posparto, en vacas cebú.....</b>	<b>61</b>
<b>CUADRO 12.-</b>	<b>Efectos de la condición corporal, la frecuencia del amamantamiento y su interacción sobre las características de las primeras cuatro ondas foliculares después del parto, en vacas cebú.....</b>	<b>62</b>
<b>CUADRO 13.-</b>	<b>Efectos de la condición corporal, la frecuencia del amamantamiento y su interacción sobre las características de las cuatro ondas foliculares previas a la primera ovulación después del parto, en vacas cebú.....</b>	<b>63</b>

## **I.- INTRODUCCION**

La condición corporal (CC) de las vacas y el amamantamiento del becerro son los principales factores que afectan la duración del anestro posparto (Short y col., 1990). En vacas productoras de carne, una baja condición corporal al parto produce un aumento en la duración del periodo acíclico posparto (Perry y col., 1991a; Bishop y col., 1994; DeRouen y col., 1994); por lo que se ha observado una correlación negativa entre la CC al parto y la duración de anestro posparto (Wright y col., 1978; Selk et al., 1988). De manera similar, en vacas *Bos indicus* y sus cruzas con *Bos taurus*, se ha demostrado que la restricción del amamantamiento durante uno (Castro y col., 1984; Ruas y col., 1991; Browning y col., 1994) o dos periodos al día (Castro y col., 1984; Tegegne y col., 1992) reduce la duración del anestro comparado con el amamantamiento *ad libitum*. Sin embargo, se desconoce el efecto de la frecuencia del amamantamiento sobre la duración del periodo anovulatorio en vacas que llegan al parto con diferente condición corporal (alta o baja) y la mantienen diferente durante el posparto. Son pocos los estudios realizados en vacas productoras de carne (Perry y col., 1991a) y ninguno en ganado *Bos indicus* donde se ha evaluado el efecto de la condición corporal sobre la dinámica folicular ovárica después del parto. De manera similar, no existe información del efecto de la restricción del amamantamiento, una o dos veces al día, ni de su posible interacción con la condición corporal, sobre la dinámica folicular ovárica durante el posparto.

En varios estudios se ha observado un incremento en la concentración sérica de progesterona antes del primer ciclo estral o antes del cuerpo lúteo posparto con duración normal (Browning y col., 1994; Dawuda y col., 1980). Por lo que se ha propuesto (Ramírez-Godínez y col., 1982) que el incremento en la concentración sérica de progesterona, antes del primer estro posparto, puede ser el resultado de ovulación no antecedida de estro y representar el mismo cuerpo lúteo de vida media corta observado en otros estudios (Ramírez-Godínez y col., 1981; Wettemann, 1980; Ramírez-Godínez y col., 1982). Por lo anterior, los objetivos del estudio fueron evaluar el efecto de la CC, la frecuencia del amamantamiento (M) y su interacción sobre la duración del periodo anovulatorio, la dinámica folicular ovárica y la actividad lútea después del parto. Así como determinar la incidencia de un incremento

**transitorio en la concentración sérica de progesterona durante el posparto de vacas cebú y corroborar si dicho incremento, al ser antecedido de ovulación, puede ser considerado como un cuerpo lúteo de corta duración.**

## II.- REVISION DE LITERATURA

### **a).- Endocrinología reproductiva durante el posparto**

Como resultado de diversas investigaciones se ha determinado que la actividad ovárica está bajo control directo de las gonadotropinas, Hormona Luteinizante (LH) y Hormona Foliculo-Estimulante (FSH), de la glándula pituitaria. Estas hormonas, son controladas de manera intermitente, por la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH; Levine y col. 1982; Perry, 1991b) mediante su liberación al sistema vascular portal Hipotálamo-Hipofisis (McCann, 1974). Durante las primeras dos semanas después del parto, las concentración plasmática de la LH son menores a 1 ng/ml y se detecta escasa actividad pulsátil (1 pulso cada 8 h) de la misma (Edgerton y Hafs, 1973). Al acercarse la primera ovulación, los pulsos de la LH aumentan gradualmente (Humphrey y col., 1976) hasta alcanzar la frecuencia pulsátil adecuada (1 pulso cada hora) para estimular la maduración final del foliculo preovulatorio (Perry, 1991) e iniciar la actividad ovárica cíclica. Se ha indicado que durante el anestro posparto temprano (primeras dos semanas del posparto) las concentraciones de LH en la glándula pituitaria son escasas (Nett el al., 1988; Zalesky y col., 1990); no obstante, cuatro semanas después del parto, dichas concentraciones son similares a las observadas en vacas con ciclos estrales regulares (Nett y col., 1988). Las evidencias indican que la disminución en la frecuencia de los pulsos de la LH observada durante el anestro posparto, es consecuencia de la inhibición en la liberación hipotalámica de la GnRH (Williams, 1990). Se ha observado que la inyección de GnRH a partir del día 7 después del parto, provoca un incremento en la liberación de la LH (Kesler y col., 1977; Webb y col., 1977; Fernández y col., 1978; Schallenberg y col., 1978) similar a la observada durante la fase folicular del ciclo estral (Fernández y col., 1978; Carter y col., 1980).

Con relación a la FSH, las evidencia indican que la concentración de esta gonadotropina no es un factor limitante en el retorno de la ciclicidad (Webb y col., 1980; Moss y col., 1985). Se ha encontrado que las concentración de la FSH en la pituitaria y a nivel periférico son similares en diferentes periodos del posparto (Nett y col., 1988; Carruters y col., 1980) así como entre animales que se encuentran ciclando y aquellos que permanecen en anestro (Moss y col., 1985).

Las concentraciones séricas de la progesterona (P) son buenos indicadores de la función lútea y su evaluación durante el posparto es eficaz en determinar la duración del anestro posparto. En este periodo, las concentraciones séricas de P son menores a 1 ng/ml (Moss y col., 1980) y permanecen bajas hasta los 2 o 3 días después de la primera ovulación posparto. Se ha observado que una mayor proporción de vacas amamantadoras comparada con vacas sin becerro presentan un incremento ( $> 1$  ng/ml) en la concentración plasmática de la P durante uno a cuatro días previos al primer estro posparto (LaVoie et al., 1981). Este incremento transitorio de P ha sido atribuido a una estructura lútea (Donaldson y col., 1970; Castenson y col., 1976; Humphrey y col., 1976; Webb y col., 1980) que tiene una capacidad esteroideogénica insuficiente, producto de un desarrollo folicular subóptimo (Lamming et al., 1981). La magnitud del pico de P fue mayor en las vacas con becerros que en las vacas sin becerros (3.9 vs. 1.5 ng/ml) y estuvo positivamente asociado con la duración del anestro posparto (LaVoie et al., 1981; Lamming et al., 1981).

El perfil endocrino del estradiol (E) después del parto tiene un comportamiento similar al de la LH. Se ha observado que las concentraciones plasmáticas de éste esteroide son bajas (4 pg/ml) durante el periodo posparto temprano (Kesler y col., 1977) y son similares a las observadas durante la fase lútea del ciclo estral (Wettemann y col., 1972). Cuando la actividad ovárica cíclica después del parto se acerca, las concentraciones plasmáticas de E se incrementan gradualmente, y se observan concentraciones altas a los dos o tres días antes de la detección del primer estro posparto (Fisher y col., 1986), momento en el cual el E retroalimenta en forma positiva a la LH y se presenta la primera ovulación.

#### **b).- Condición corporal, amamantamiento y anestro posparto.**

Como resultado de investigaciones realizadas en vacas productoras de carne, se ha demostrado que la nutrición y el amamantamiento son los factores que de manera consistente afectan la duración del anestro posparto (Dunn y Kaltenbach, 1980; Short y col., 1990; Randel, 1990). Después de evaluar diferentes modalidades de alimentación se ha determinado que las vacas que tienen acceso a una buena alimentación durante el periodo previo al parto, presentan intervalos de anestro más cortos que aquellas vacas que han sido subalimentadas durante este mismo periodo (Wiltbank y col., 1962; Reardon y col., 1978). No obstante la importancia de la alimentación preparto sobre la duración del anestro posparto, se ha demostrado la importancia que tiene la condición corporal al parto sobre el comportamiento

reproductivo durante el posparto. Diversos estudios han observado que independientemente de los cambios de peso y de la condición corporal ocurridos antes o después del parto, las vacas que llegan al parto con una condición corporal buena a excelente presentan periodos de anestro posparto mas corto que aquellas vacas que paren con una condición corporal pobre (Whitman, 1975; Richards y col., 1986; 1989; Wright y col., 1987; 1992). El efecto benéfico de la alimentación después del parto solo ha sido observado en vacas que paren con una condición corporal pobre (Wetemann, 1980; Richards y col., 1986).

Por otro lado, el efecto negativo del amamantamiento sobre el retorno de la actividad ovárica después del parto, el cual ha sido ampliamente documentado en ganado productor de carne (Williams y col., 1990), ha permitido determinar que la restricción del amamantamiento a uno o dos periodos al día (Randel, 1981; Reeves y Gaskins, 1981; Castro y col., 1984; Castañeda y col., 1984; Togegne y col., 1993) reducen la duración del anestro posparto. No obstante, existen estudios en los cuales estas modalidades del amamantamiento no redujeron la duración de este periodo improductivo (Rodríguez y col., 1981; Lozano y col., 1978). Es probable que la inconsistencia de estos resultados este siendo influenciada por el estado nutricional de las vacas (Williams, 1990). En algunos estudios se observó que el amamantamiento restringido (una vez al día; Browning y col., 1994), el destete temporal (Holness y Hopley, 1978; Makarechian, 1990) y el destete precoz (Bishop y col., 1994) no redujeron la duración del anestro posparto cuando las vacas se encontraron en un estado nutricional bajo. No obstante la importancia de la condición corporal y la frecuencia del amamantamiento sobre la duración del anestro posparto, no existen estudios orientados a evaluar la interacción de éstos factores sobre la duración del anestro posparto en vacas de la raza cebú.

#### **c).- La condición corporal y el amamantamiento sobre la función del eje hipotálamo-hipófisis-ovario.**

El mecanismo por el cual la condición corporal afectan la función reproductiva de las vacas durante el periodo posparto parece involucrar la regulación de la secreción de la LH. En vacas productoras de la carne, la concentración y la frecuencia de los pulsos de ésta gonadotropina es mayor en las vacas de condición corporal alta que en las vacas de condición corporal baja y han sido relacionadas positivamente con la condición corporal al parto (Perry et al., 1991; Ruther y Randel, 1984; Wright et al., 1992). Existen evidencias que indican que la disminución de la secreción de la LH observada en

vacas de condición corporal baja se debe a una inhibición en la liberación de la GnRH a nivel del hipotálamo (Wright et al., 1990) ya que la aplicación de manera intermitentes de la GnRH a partir del día 21 posparto, incrementa la concentración sérica de la LH e induce actividad lútea en la mayoría de las vacas anestrícas (Bishop y Wettemann, 1993; McDougall et al., 1995). Sin embargo, se ha observado que la magnitud de la liberación de la LH y el porcentaje de vacas con actividad lútea en respuesta a GnRH, es mayor en las vacas de condición corporal buena a excelente que en las vacas de condición corporal menor (Wright et al., 1990). Otros estudios han indicado que una baja condición corporal produce una disminución en el número de folículos de 3 a 4 mm de diámetro (Prado et al., 1990), así como en el crecimiento del folículo preovulatorio (Lucy et al., 1992b) y en el índice de aparición (número de folículos/días de monitoreo) de folículos medianos (8-9.9 mm.) y totales (Perry y col., 1991), en relación a los animales de una condición corporal alta.

Por otro lado se ha determinado que el amamantamiento afecta las funciones reproductivas durante el posparto de las vacas de manera similar a la condición corporal (Carruthers y col., 1980; Williams, 1990). Se ha observado que en las vacas amamantadoras, aun después del restablecimiento de la capacidad sintética de la pituitaria durante el posparto, manifiestan una menor concentración plasmática de la LH, debido a una disminución en la frecuencia y amplitud de los pulsos de la misma (Carruthers y col., 1980; Carruthers y Hafis, 1980). Esta menor secreción de la LH en las vacas amamantadoras ha sido atribuida a una inhibición en la liberación de la GnRH, ya que la administración de analogos a éste tripéptido en vacas amamantadoras, a partir del tercer día posparto, incrementa las concentraciones periféricas de la LH (Carter y col., 1980; Williams y col., 1982) y provoca la ovulación del primer folículo ovárico dominante (Crowe y col. 1993); sin embargo, en las vacas sin becerros el intervalo de la aplicación de la GnRH a la primera ovulación fue menor que en las vacas con becerros (Britt y col., 1974; Riley y col., 1981). Lo anterior probablemente se deba a la diferencia en el grado de desarrollo folicular presente al momento de la aplicación de la GnRH, ya que se ha observado que durante el posparto de vacas que amamantan *ad libitum*, comparado con vacas sin becerros, el número y tamaño de los folículos ováricos, así como el número de folículos saludables y su concentración de estradiol es menor (Bellin y col., 1984).

Existen evidencias que indican que durante el anestro posparto los esteroides ováricos interactúan con el amamantamiento para inhibir la secreción de la LH (Rund y col., 1989; Zalesky y col., 1990;

Walters y col., 1982ab; Acosta y col., 1983 ), pués el amamantamiento produce un incremento de la sensibilidad de los centros tónicos hipotalámicos a los efectos de retroalimentación negativa ejercido por la baja concentración de estrógenos circulantes, observados durante el anestro posparto (Acosta y col., 1983). Se ha comprobado que esta acción es llevada a cabo directamente por los péptidos opioides (PO; Malven y col., 1984; Devorshak-Harvey y col., 1988; Gabriel y col., 1986); no obstante, existen evidencias que los PO actúan de manera independientemente al estradiol, ya que se ha observado que en las vacas sin becerros ovariectomizadas, la aplicación de Naloxona (antagonista de los PO) indujo una mayor concentración plasmática de la LH (Runn y col., 1989).

#### **d).- Histogénesis del Ovario.**

Al inicio del desarrollo embrionario, las células germinales son primeramente localizadas en el saco amniótico; estas células migran por el mesenterio dorsal y se establecen en las gónadas primitivas o gónada indiferenciada. Una vez ahí, las células germinales pierden su característica invasiva y junto con las células somáticas se multiplican rápidamente. Las células somáticas rodean a las células germinales, las cuales posteriormente se transforman en ovocitos y se dividen meióticamente. Las células somáticas continúan multiplicándose en todo el periodo embrionario, envolviendo gradualmente a los ovocitos para formar los folículos primarios o primordiales. De esta manera cada folículo primario queda compuesto de un ovocito rodeado de algunas células aplanadas, llamadas células de pregranulosa, las cuales a su vez están envueltas por una membrana basal (Mariana y col., 1991). Una vez el ovario formado, los folículos primarios permanecerán inactivos y solo alguno de ellos serán seleccionados para desarrollar en un momento determinado.

#### **e).- Dinámica folicular ovárica**

Los eventos que se presentan desde el reinicio del crecimiento de los folículos primarios hasta convertirlo en folículo preovulatorio ha sido analizados desde diferentes puntos de vista. No obstante, considerando la metodología utilizada en el presente estudio para evaluar el crecimiento folicular y a fin de un hacer una breve descripción del proceso de la dinámica folicular, el crecimiento de los folículos ováricos ha si clasificado en dos etapas. La primera etapa se caracteriza por un incremento en la división de las células de la granulosa (Fase Multiplicativa) y la segunda etapa, por una especialización de las células granulosa y de las tecas, para la formación de líquido folicular ovárico (Fase Antral; Turnbull y col., 1977; Lussier y col., 1987). La primera etapa incluye hasta la cuarta o

séptima generación de la células de la granulosa, en donde los folículos desarrollan la zona pelúcida, la teca interna y empiezan a formar espacios antrales, adquiriendo además los receptores para FSH y LH en las células de la granulosa y teca interna respectivamente (Hisfield et al., 1987). Debido a que dos semana después del nacimiento los ovarios de los mamíferos contienen folículos de todas las etapas de desarrollo, a excepción de folículos de Graff (Seidal y Niswender, 1980), se considera que el desarrollo de la esta etapa se lleva a cabo, en ausencia de las gonadotropinas (Driancourt, 1991).

En la segunda etapa del crecimiento folicular, que inicia a partir de la octava y novena generación, la capacidad duplicadora de la células de la granulosa se agota y se establece gradualmente el antro folicular (Tumbull y col., 1977; Lussier y col., 1987). En esta fase el folículo posee receptores para gonadotropinas, estrógenos, andrógenos, LH, y las células de la teca se encuentra dividida en dos regiones, la interna y la externa, (Hisfield et al., 1987). Durante esta etapa los folículos contienen todas la enzimas necesarias para producir progesterona, andrógenos, estrógenos y una serie substancias, tales como la inhibina, proteoglicanos, prostaglandinas y activador del plasminógeno (Mariana, y col., 1991), que lo hacen ser capaz de responder con ovulación a la administración de LH y HCG (Hisfield et al., 1987). En el ganado bovino se ha observado que esta etapa inicia cuando los folículos alcanzan 2.5 mm de diámetro y su desarrollo hasta alcanzar el estado preovulatorio tiene una duración menor a 12 días; mientras que la primera etapa se ha detectado tener una duración aproximada de 27 días (Scaramuzzi y col., 1980; Lussier y col., 1987), por lo cual se ha indicado que para que un folículo primordial se desarrolle y alcance el estado preovulatorio, se requiere de dos ciclos estrales (Lissier y col., 1987).

Con relación al control del desarrollo de los folículos de la segunda etapa, se ha demostrado que estos folículos antrales son extremadamente dependiente de las gonadotropinas, particularmente la FSH al principio, para luego establecerse una interacción de factores ovario-pituitario-hipotalámico (Driancourt, 1991).

Se ha determinado que el desarrollo folicular ovárico, que incluye la fase dependiente de gonadotropinas, se lleva a cabo de una manera sincronizada (Fortune, 1994). En esta sincronización en el crecimiento folicular, llamada, Onda de Desarrollo Folicular (ODF), un grupo de folículos inician su crecimiento (reclutamiento), días después uno de ellos es seleccionado (selección del folículo

dominante) para crecer más que los demás y evitar el crecimiento de los folículos restantes (Dominancia). El folículo dominante (FD) después de su crecimiento progresivo, se detiene y permanece por un tiempo con el mismo tamaño (fase de meseta) y posteriormente puede entrar en una fase de regresión o atresia ó experimentar la ovulación. Los folículo más pequeños (Folículos subordinados; FS) al ser afectados por el FD, detienen su crecimiento, se mantienen por un determinado momento y entran en fase de regresión (Driancourt, 1991; (Badinga y col., 1992; 1993; Sirois y Fortune, 1988; Fortune, 1994; Wolfenson y col., 1995; Price y col., 1995).

Gracias a la ultrasonografía se ha observado que en los bovinos, las ODF son detectadas a partir de las 12 semanas previas a la primera ovulación de las hembras nulíparas (Evans y col., 1994; Bergfeld y col., 1994), así como durante la gestación (Ginther y col., 1989b) y los ciclos estrales (Pierson y Ginther, 1984; Sirois y Fortune, 1988; Savio y col., 1988; Knopf y col., 1989; Adams y col., 1993b). El número de ODF y la duración de las mismas, varía en los diferentes estados fisiológico de las hembras. Durante un ciclo estral por ejemplo (período de 21 días en promedio) se han detectado entre una y cuatro ODF, con un periodo de permanencia del FD de entre 5 y 10 días (Sirois y Fortune, 1988; Savio y col., 1988; Ginther y col., 1989a). De manera similar, el inicio de las ODF dentro de un ciclo estral varía entre vacas; así se ha observado que en vacas que presentan tres ODF, estas inician alrededor de los días 2, 9 y 16 del ciclo estral (día 0= día del estro), mientras que en las vacas con dos ODF, estas han sido observados que inician en los días 2 y 11 del ciclo estral (Sirois y Fortune, 1988). En cualquiera de los dos casos, el FD de la última ODF alcanza un estado de madurez de tal magnitud que este folículo ovula, mientras que los FD de la ODF restantes experimentan atresia (Ginther y col., 1989a; Fortune, 1994).

El mecanismo que controla tanto el inicio, la duración, como el número de ODF dentro de determinado periodo no son del todo conocido. Se ha observado que durante un ciclo estral bovino, la P presente está involucrada en el control de dichos fenómenos, pues se ha observado una correlación positiva entre la duración de la fase lútea del ciclo estral y el número de ODF (Ginther y col., 1989; Sirois y Fortune, 1990b; Fortune, 1994). Se ha indicado además que durante un ciclo estral las ODF ocurren periódicamente hasta que el cuerpo lúteo entra en fase de regresión. Sin embargo, se ha observado que el nivel en la concentración de P sérica es uno de los factores de mayor importancia que controlan dichos eventos. Existen evidencias que indican que concentraciones de P mayores a 3.5 ng/ml permiten

el reclutamiento de un nuevo grupo de folículos, mientras que concentraciones inferiores a ese valor prolonga el desarrollo del FD (Sirois y Fortune, 1990); esto ha permitido detectar que las altas concentraciones de P provocada por el uso dos implantes conteniendo P al final del ciclo estral, induce a un incremento en el número de ODF (Sirois y Fortune, 1990). Se ha indicado que las altas concentraciones de P provocan una disminución en la frecuencia de los pulsos de la LH y en las concentraciones del E (Stock y col., 1993; Mihn y col., 1994) lo que induce una disminución del periodo de la dominancia folicular y el reclutamiento de un nuevo grupo de folículos y como consecuencia un mayor número de ODF dentro del ciclo estral. Estudios realizados sobre las características de las ODF han revelado que la aplicación de P el día tres del ciclo estral provoca una disminución en el diámetro máximo del FD, una menor duración de la fase de crecimiento del FD (Bo y col., 1995) y un adelanto en la aparición de la segunda ODF (Savio y col., 1993)

Por otro lado, con relación a los estados fisiológicos en donde la P se encuentra ausente, tales como en hembras prepúberes y durante el anestro posparto, el desarrollo folicular ovárico es controlado indirectamente por otros factores. Diversos estudios han demostrado que durante el estado prepúber el patrón del desarrollo folicular es similar a los observadas en hembras sexualmente maduras (Hopper y col., 1993). Sin embargo, se ha observado que el número de folículos de las diferentes categorías de tamaño, el diámetro máximo del FD y su permanencia en hembras prepúberes son menores (Hopper y col., 1993) a los reportados en hembras que se encuentran ciclando (Ginther y col., 1989b) y en hembras gestantes (Ginther et al., 1989a). Al acercarse la primera ovulación el diámetro máximo de FD (Bergfeld y col., 1994) y el periodo entre el surgimiento de dos ondas sucesivas (Bergfeld y col., 1994) se incrementan, lo cual fue asociado con un incremento en la concentración media y la frecuencia de los pulsos de la LH; de tal manera que en el periodo previo (últimas ODF) a la primera ovulación, el patrón sérico de la LH fue similar al observado en vaquillas con ciclos estrales regulares (Perry y col., 1991a; Hopper y col., 1993). Durante el anestro posparto, no existen estudios orientados a evaluar el desarrollo folicular ovárico y los mecanismos que lo controlan; probablemente este periodo se asemeje en gran medida al desarrollo folicular de las hembras peripúberes; no obstante, es necesario desarrollar investigaciones que nos permitan caracterizar el comportamiento de los folículos ováricos, considerando algunos factores que afectan la duración al anestro posparto.

#### **f.- Reclutamiento, dominancia folicular y control hormonal**

El control del reclutamiento folicular, o la aparición de la ODF, no es del todo conocido. Estudios con vaquillas ciclando han indicado que las gonadotropinas son las responsable para que los folículos se desarrollen después de los 4 mm de diámetro (Driancourt y col., 1991; Gong y col., 1995). La participación de la FSH en el desarrollo folicular ovárico ha sido detectada de la siguiente manera: a) dos días previo a la detección del inicio de cada una de las ODF, se observó un incremento transitorio de esta gonadotropina (Sunderland y col., 1994; Rhodes y col., 1995); b) la aplicación de FSH el día de la ovulación adelantó la aparición de la primera y segunda ODF, y se obtuvo una mayor incidencia de 3 ODF en el ciclo estral bovino (Turzillo y Fortune, 1990; Hinshelwood y col 1991); asimismo la aplicación de FSH aumentó el diámetro máximo del FS y su permanencia en el ovario (Adams y col., 1993); c) la aplicación de inhibina, mediante líquido folicular ovárico, dos días después del estro, provocó un retraso de dos días en la aparición de la primera ODF, dando como consecuencia un retraso en la segunda ODF y obteniéndose una mayor incidencia de ciclos con dos ODF durante el (Turzillo y Fortune, 1990; Hinshelwood y col 1991), asimismo evitó el incremento en el número de folículos (NF) mayores a 10 mm de diámetro y el incremento en la concentración de estradiol (Lussier y col., 1994); y d) la ovariectomía unilateral, al provocar un incremento en las concentraciones de FSH y E, indujo un incremento compensatorio en el NF de los folículos mayores a 4 mm de diámetro (Lussier y col., 1994).

Por otro lado, se ha confirmado que la participación de la LH se presenta al final del desarrollo folicular. Se ha observado que esta gonadotropina es necesaria para que los folículos se desarrollen mas allá de los 10 mm de diámetro (Gong y col., 1995) , pues se ha indicado que durante la fase de crecimiento del FD de la primera ODF del ciclo estral, la frecuencia pulsátil de la LH se incrementa; al entrar el FD a la fase de meseta, las concentraciones de P se encuentran ya elevadas, la frecuencia de los pulsos de la LH disminuyen y se observa una pérdida de dominancia del FD al permitir el reclutamiento de un nuevo grupo de folículos (Rhodes y col., 1995; Price y col., 1995; Sunderland y col., 1994). En el caso de la onda folicular ovulatoria, al presentarse una disminución progresiva en las concentraciones de P e incrementarse las concentraciones séricas de E, la frecuencia pulsátil de LH se incrementan con mayor intensidad, peovocando con esto la ovulación, sin previa aparición de la fase de meseta (Ginther y col.,1989a; Price y col., 1995). Si durante los 6 días previos a la ovulación se aplica un implante de P que mantiene las concentraciones de esta misma hormona en forma sublétea

(1.5 a 2.3 ng/ml). la frecuencia pulsátil de la LH disminuye y se retrasa la ovulación, cuyo óvulo presenta una fertilidad disminuida (Nasim y col 1995; Mihm y col., 1994; Stock y col., 1993; Stock y col., 1993). En apoyo a la evidencias indicadas anteriormente, se ha observado que en vacas durante el anestro posparto con la presencia de folículos mayores a 10 mm, la aplicación GnRH provocó una oleada de LH y acto seguido la ovulación en la mayoría de las vacas tratadas (Kesler y col., 1980; McDougall y col., 1995).

Teóricamente se ha indicado que la dominancia es una etapa del desarrollo folicular en donde el FD inhibe el crecimiento del resto de los folículos que surgieron en su mismo grupo y además evita un nuevo reclutamiento (Lucy y col., 1992a; Fortune, 1994; Price y col., 1995). Se ha sugerido que el FD secreta una proteína que inhibe el crecimiento de los FS (DiZerega's y col., 1982); sin embargo, existen evidencias que indican que la dominancia se ejerce por un mecanismo de retroalimentación negativa, mediante compuestos como la inhibina y el estradiol, quienes reducen la secreción de FSH (Beard y col., 1989; Larson y col., 1991).

Diversas investigaciones realizadas sobre el ambiente hormonal intrafolicular han demostrado que los FD detectados durante la fase de crecimiento presentan una alta actividad aromataza, y como consecuencia una concentración intrafolicular de estrógenos, superiores a los observados en los FD en fase de meseta (Badinga y col., 1992), en fase de regresión (Guilbault et al., 1993) y en los folículos subordinados (Badinga y col., 1992; Badinga y col., 1993; Sunderland y col., 1994; Price y col., 1995). Por el contrario, las concentraciones de P de los FS en fase de meseta, de regresión y en los folículos subordinados son superiores con relación a los folículos en fase crecimiento (Badinga y col., 1992; Badinga y col., 1993; Sunderland y col., 1994; Price y col., 1995). De esta manera, los folículos dominantes en fase de crecimiento han sido considerado folículos "estrógeno activos" (relación E:P > 1) y el resto de los folículos "estrógenos inactivos" (relación E:P < 1). Se ha observado que el folículo de mayor tamaño, detectado cinco días después del inicio de la ODF (período en el cual se considera la mayor dominancia) presenta las siguientes características: es histológicamente sano (< de 1 % de células granulosa con núcleos picnóticos, membrana basal intacta y una integridad mayor al 95 % de la capa de las células de la granulosa), es estrógenos activo, mantiene una diferencia de tamaño con los folículos subordinados que es aún mayor a medida que incrementa su tamaño, y evita el reclutamiento de un nuevo grupo de folículos (Guilbault et al., 1993; Price y col., 1995). Por otro lado, se ha

observado que cuando el FD ha alcanzado su diámetro máximo y entra en atresia, se observa el reclutamiento de un nuevo grupo de folículos. El FD en regresión presenta atresia histológica y se caracteriza por se estrógenos inactivos (Guilbault et al., 1993; Sunderland y col., 1994; Price y col., 1995), pues durante esta etapa de atresia se observa una alta concentración intrafolicular de P y una baja concentración de estradiol, las concentraciones de LH disminuyen y aumenta la secreción de la FS, lo cual permite el desarrollo de un nuevo grupo de folículos estrógenos activos. Por lo anterior, se ha sugerido que la baja concentración de estradiol al inicio de la fase de meseta es un indicativo de pérdida de dominancia funcional de FD (Rhodes y col., 1995).

#### **g).- Anestro posparto y desarrollo folicular ovárico.**

Los estudios realizados sobre el desarrollo folicular ovárico durante el anestro posparto son escasos; no obstante, existen evidencias que indican que durante el anestro posparto el crecimiento folicular ovárico, al igual que en hembras prepúberes (Adams y col., 1993b), ocurre en ondas; pues en un estudio realizado en hembras *Bos Taurus*, se observó que el 92 % de los primeros folículos ovulatorios posparto, se desarrollaron en asociación con 1.5 a 2.5 folículos subordinados (Perry y col., 1991a). Recientemente esta misma forma de desarrollo folicular fue observada en vacas que fueron conducidas nutricionalmente para entrar en estado de anestro (Stragg y col., 1995). Los estudios realizados durante el periodo posparto han evaluado el desarrollo folicular a tiempos fijos, ya sea ultrasonográficamente (Perry y col., 1991ab; Ryan y col., 1994; Lammoglia y col., 1995; Grimard y col., 1995) o mediante la inspección visual de los ovarios después del sacrificio de las hembras (Spicer y col., 1986); por tal razón los datos existentes incluyen principalmente el número de folículos de las diferentes categorías de tamaño (Perry y col., 1991; Lucy y col., 1991; Ryan y col., 1994), y en algunos casos el índice de aparición (número de folículos presentes en los ovarios/número de días de muestreo) (Perry y col., 1991), el diámetro máximo (Lucy y col., 1991b), el índice de crecimiento y el índice de atresia del FD (Lucy y col., 1992b). No existe estudio alguno que de un seguimiento continuo de los folículos presente durante la totalidad el anestro posparto para determinar las variaciones cualitativas y cuantitativas del desarrollo folicular ovárico, tales como: inicio, duración, número y características internas de las ondas foliculares, presentes en diferentes periodos del anestro posparto.

**Investigaciones realizadas sobre la dinámica folicular ovárica han determinado que el crecimiento de los folículos de 3 a 5 mm de diámetro se lleva a cabo independientemente de la gonadotropinas**

(Hirshfield, 1991). Por tal razón, se ha observado la presencia de folículos de 5 mm de diámetro a partir de la primera semana del posparto en vacas amamantantes (Spicer y col., 1989; Perry y col., 1991). La información limitada disponible durante el anestro posparto indican que el crecimiento folicular y por lo tanto el diámetro máximo del FD, se incrementa marcadamente después de la primera semana posparto (Kesler y col., 1980; Lucy y col., 1991), de tal manera que los folículos mayores a 10 mm de diámetro pueden estar presente dentro de las 5 semanas previas a la primera ovulación posparto (Wiltbank y col., 1964).

El desarrollo folicular ovárico en las vacas durante el anestro posparto es afectado por varios factores. Estos factores pueden centrar sus efectos prolongando el periodo del parto a la aparición de folículos de las diferentes categorías de tamaño y/o, una vez presentes estos, afectar las características foliculares relacionadas con el reclutamiento, la selección y la dominancia folicular, así como la subsecuente ovulación. Uno de los factores más estudiado durante el estado de anestro ha sido la nutrición. Se ha observado que este factor afecta principalmente durante el periodo del parto a la aparición de los folículos mayores a 5 mm de diámetro (Oxenreider y wagner, 1971; Lucy y col., 1992a; Perry y col., 1991; Ryan y col., 1994). En hembras de primer parto, debido a sus altas necesidades nutricionales y baja capacidad de consumo, es común observar la presencia de ovarios relativamente inactivos (solo folículos menores a 10 mm de diámetro; Lucy y col., 1992a). Esta inactividad folicular ha sido asociada con un balance de energía negativo, pues se ha observado una relación positiva entre el BE y el número de folículos superiores a 10 mm de diámetro (Lucy y col., 1991b). De manera similar, en vacas productoras de carne, el uso de dietas con reducido nivel de energía durante el periodo previo al parto y una baja condición corporal al inicio de la lactancia provoca un retraso en la aparición de los folículos tamaño medio (Ryan y col., 1992b) y grande (Perry y col., 1992b; Ryan y col., 1994).

Debido a que se ha comprobado que la concentración y frecuencia en los pulsos de la LH están relacionadas positivamente con la condición corporal al parto (Wright y col., 1987; 1990; Perry y col., 1991) y con el balance de energía (Zarco, 1993), es posible que la LH sea la responsable directa del retraso en la aparición de los folículos grandes en vacas subalimentadas.

Los efectos del estado nutricional de las vacas también han sido observados al evaluar el número de folículos de las diferentes categorías de tamaño una vez que las vacas presentan folículos de tamaños

superiores a los 5 mm de diámetro. En vacas alimentadas con dietas altas en energía, antes y después del parto, así como una condición corporal al parto y durante el posparto mayor a 5 puntos, el número de folículos medianos y grandes son superiores a los observadas en vacas nutricionalmente inferiores (Perry y col., 1991; Ryan y col., 1994). Las evidencias indican que el incremento en el número de folículos mayores a 10 mm y el diámetro máximo del FD al transcurrir el posparto está asociado a una disminución en el número de folículo menores a 5 mm de diámetro (Lucy y col., 1991; Perry y col., 1991); lo cual puede ser explicado de la siguiente manera: a) los folículos pequeños están alcanzando una categoría de tamaño superior, sin ser remplazados, ó b) que los folículos grandes al transcurrir el posparto estén suprimiendo con mayor intensidad el crecimiento de los folículos pequeños. En apoyo a la última propuesta se ha observado que en vacas alimentadas con dietas altas en energía, antes y después del parto, presentaron una mayor tasa de aparición o permanencia de los folículos grandes y un menor número de folículos pequeños comparado con vacas alimentadas con dietas bajas en energía (Murphy y col., 1991; Perry y col., 1991); lo cual indica que posiblemente el estado energético adecuado esté relacionado positivamente con una mayor dominancia del FD.

En vacas lecheras de alta producción se ha determinado que el balance de energía (BE) afecta el índice de crecimiento de los folículos ováricos después del parto, pues se ha encontrado que las vacas en BE positivo presentan folículos medianos y grandes con una mayor velocidad de crecimiento (Lucy y col., 1991a; 1991b; 1992a) y el tamaño del folículo preovulatorio es mayor (Lucy y col., 1992), comparado con los folículos de las vacas en BE negativo. No obstante lo antes mencionado, es posible que durante el anestro posparto de vacas productoras de carne, el estado nutricional actúe de manera similar al observado en hembras prepúberes, en donde se ha observado que un régimen óptimo de nutrición solo disminuye el periodo a la presentación de los folículo preovulatorio y el primer cuerpo lúteo, pues los resultados indicaron que al evaluar el diámetro máximo, el índice de crecimiento y atresia del FD y la duración de las ondas foliculares retrospectivamente a la primera ovulación no se observó diferencia entre novillonas alimentadas con dietas altas o baja en energía (Bergfeld y col., 1994).

Se ha observado que el amamantamiento aumenta el intervalo del parto a la detección del primer folículo mayor a 10 mm de diámetro comparado con vacas no amamantantes (Oxenreider y Wagner, 1971). Asimismo se ha observado durante el posparto de vacas que amamantan *ad libitum*, una disminución en el número y en el tamaño de los folículos ováricos, acompañada de una disminución en

el número de folículos saludables y en su concentración de E comparada con la observada en las vacas sin becerro (Bellin y col., 1984). También se ha indicado que el amamantamiento suprime la ovulación de los folículos mayores a 10 mm de diámetro, pues se ha observado que en vacas amamantantes, la administración de GnRH (Crowe y col. 1993) y el destete precoz (Bishop y col., 1994), provocaron la ovulación dentro de los primeros 10 días de realizada las prácticas. Sin embargo, existe poca información del efecto de la restricción de la frecuencia del amamantamiento, y ninguna de su interacción con el estado energético de las vacas o la condición corporal, sobre la dinámica folicular ovárica después del parto.

### **III.- HIPOTESIS**

- A). Una condición corporal alta, una baja frecuencia de amamantamiento o su interacción disminuyen la duración del estado anovulatorio posparto. Lo que está relacionado con un desarrollo temprano de los folículos ováricos y un óptimo desarrollo de las características de las ondas foliculares relacionadas con el fenómeno de dominancia folicular.**
  
- B). Las características de las ondas foliculares, relacionadas con el fenómeno de dominancia folicular cambian durante el periodo anovulatorio después del parto y alcanzan su nivel funcional óptimo en la primera onda folicular ovulatoria.**
  
- C). La disminución en la duración del estado anovulatorio, inducido por la interacción de la condición corporal y la frecuencia del amamantamiento, produce un desarrollo subnormal del primer cuerpo lúteo posparto.**

#### **IV.- OBJETIVO GENERAL**

**Determinar el efecto de la condición corporal (CC) la frecuencia del amamantamiento (M) y su interacción sobre la duración del periodo anovulatorio, el desarrollo folicular ovárico y la función lútea después del parto.**

#### **V.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- A). Caracterizar el patrón sérico de P desde el parto hasta la primera ovulación antecedida de estro y su relación con las primeras ovulaciones posparto (determinada ultrasonográficamente).**
- B). Determinar el efecto de la condición corporal (alta y baja), la frecuencia del amamantamiento (una o dos veces al día) y su interacción sobre la duración del periodo anovulatorio, el inicio del desarrollo folicular ovárico y la actividad lútea, en vacas cebú después del parto**
- C). Determinar, mediante el uso del ultrasonido, el efecto de la CC, la frecuencia del amamantamiento y su interacción, sobre la población folicular durante los primeros 60 días posparto y sobre las características de las cuatro primeras ondas foliculares después del parto**
- D). Determinar, mediante el uso del ultrasonido, el efecto de la CC, la frecuencia del amamantamiento y su interacción, sobre la población folicular durante los 51 días previos a la primera ovulación después del parto y sobre las características de las cuatro ondas foliculares previas a la primera ovulación posparto.**

## VI.- MATERIALES Y MÉTODOS

### a).- Animales, tratamientos y metodología

El experimento se llevó a cabo en el Campo Experimental "Playa Vicente", Veracruz, cuyo clima es tropical Am (García, 1975). La temperatura media anual es de 25.5° C y la precipitación promedio anual es de 2200 mm: localizado a 17° 24' de latitud norte y 95° 45' de longitud oeste, con una altura de 95 m sobre el nivel del mar.

Se usaron 23 vacas cebú (Indobrasil) multiparas, las cuales, 60 días antes del parto, fueron asignadas en forma alterna, en base a su fecha probable de parto, a uno de dos manejos nutricionales para alcanzar una condición corporal (CC) alta (CCA= 7.8 ±0.2) o baja (CCB= 3.7 ±0.2) al parto. Dos días después del parto las vacas de cada grupo fueron distribuidas en forma alterna, en base a su fecha de parto, a uno de dos manejos del amamantamiento (M): M1= amamantamiento una vez al día durante una hora, 0700 (n=12), y M2= amamantamiento dos veces al día durante una hora, 0700 y 1600 (n=11). De esta manera los tratamientos fueron: CCA-M1 (n=6), CCA-M2 (n=7), CCB-M1 (n=6) y CCB-M2 (n=4). Durante todo el estudio las vacas tuvieron libre acceso a agua y sales minerales y fueron mantenidas en potreros empastados con zacate Estrella de África (*Cinodón plectostachyus*) y Elefante (*Penicetum purpureum*). Durante los 60 días previos al parto las vacas del grupo CCA fueron suplementadas con 4 kg/vaca/día de un concentrado (con 14 % de proteína cruda y 2.5 Mcal de energía metabolizable) y pastorearon en potreros con abundante forraje; durante este periodo las vacas del grupo CCB no recibieron suplementación alguna y pastorearon en potreros con escaso forraje. Después del parto y hasta el fin del estudio (al detectarse un segundo estro posparto), las vacas del grupo CCA recibieron 4 kg./vaca/día de melaza, en tanto que las vacas del grupo CCB recibieron 2 kg./vaca/día de melaza y todas las vacas, independientemente del tratamiento, pastorearon en potreros con forraje en abundancia.

Durante el estudio, las vacas fueron pesadas y evaluadas para condición corporal, cada 30 días, desde dos meses antes de la fecha probable del parto, dos días después del parto y hasta el fin del estudio. La calificación de la condición corporal para cada una de las vacas fue el promedio de la evaluación hecha por tres evaluadores independientes. El sistema de evaluación de la condición corporal utilizado fue el

descrito por Whitman (1975) citado por Richards y col. (1986). con valores que van de 1 (vaca emaciada) al 9 (vaca obesa).

Desde el momento del parto y hasta el fin del estudio se observó la manifestación de estros tres veces al día por periodos de una h (0600, 1700 y 2300) para lo cual se utilizaron dos toros con pene desviado quirúrgicamente.

#### **b).- Toma de Imágenes Ultrasonográficas**

La Inspección folicular se realizó con un equipo de ultrasonido marca ALOKA modelo SSD-210 DXII, con transductor intrarrectal (UST-5813-5) de 56 mm. y 5 MHz (ALOKA CO., LTD). Se tomaron imágenes ultrasonográficas de ambos ovarios en dos días consecutivos por uno de descanso desde el día siete después del parto hasta el fin del estudio. Los folículos ováricos fueron clasificados en las siguientes categorías de tamaño: I (3-4.9 mm.), II (5-7.9 mm.), III (8-9.9 mm.), IV (>9.9 mm.) y totales (T= > 3 mm). Las imágenes fueron grabadas en una reproductora de video para posteriormente ser analizadas, (ver Anexos). Los coeficientes de variación (CV; cuatro vacas cuyos ovarios fueron monitoreados en tres ocasiones consecutivas en el mismo día y por el mismo evaluador) para el número de los folículos de la categoría I, II, III, y IV fueron 1.53, 0.43, 0.39 y 0.14, respectivamente y los CV para el diámetro de los folículos de las categorías III y IV fue de 1.42 y 0.28, respectivamente.

#### **e).- Toma de muestras sanguíneas**

Con la finalidad de confirmar la condición de anestro, corroborar la ovulación, determinada por la ultrasonografía, y caracterizar el perfil sérico de la progesterona (P) durante el desarrollo de los cuerpos lúteos, se cuantificó la concentración sérica de P en muestras sanguíneas colectadas de la vena yugular, cada tercer día desde el día siete posparto hasta el fin del estudio. Las concentraciones de P fueron cuantificadas por radioinmunoanálisis con estuches comerciales para P en fase sólida (Diagnostic Products Corporation, Los Angeles, Cal. USA). La sensibilidad mínima de los ensayos fue de 0.03 ng/ml. La concentración de P para los controles de calidad alto y bajo fue 5.8 y 1.1 ng/ml, respectivamente, y los coeficientes de variación intra e interensayo (11 ensayos) fueron de 4.67 % y 8.67 %, respectivamente.

#### **d).- Definiciones**

**Anestro Posparto:** Ausencia de conducta estral y ovulación (determinada ultrasonográficamente), acompañada de concentraciones séricas de P menores a 0.2 ng/ml .

**Estro Funcional:** conducta estral seguida de ovulación y formación de un cuerpo lúteo (CL) de vida media normal.

**Ovulación:** desaparición de un folículo dominante entre dos muestreos ultrasonográficos consecutivos: lo cual es seguido de la formación de un CL con duración normal o corta.

**Onda Folicular:** desarrollo sincrónico de un grupo de folículos en la cual aparece un folículo de mayor diámetro, denominado dominante, que puede ovular o sufrir atresia; la onda folicular inicia cuando el folículo, reconocido como dominante, alcanza un diámetro de 5 mm, y culmina cuando el folículo dominante en regresión alcanza un diámetro menor o igual a 5 mm.

**Folículo Dominante:** es el folículo de mayor diámetro que después de manifestar un crecimiento progresivo ovula o experimenta atresia.

**Folículo Subordinado:** es el segundo folículo de mayor diámetro, detectado en el mismo grupo de folículos donde aparece el folículo dominante, el cual necesariamente sufre atresia.

#### **e).- Variables de respuesta**

**Variables Relacionadas con la Duración del Periodo Anovulatorio y con el Inicio del Desarrollo Folicular Ovárico.**

**I1OS:** días del parto a la primera ovulación sin estro previo.

**I1OE:** días del parto a la primera ovulación con estro previo.

**IF1:** días del parto a la detección del primer folículo de la categoría I.

**IF2:** días entre la detección del primer folículo de la categoría I y el primer folículo de la categoría II.

**IF3:** días entre la detección del primer folículo de la categoría II y el primer folículo de la categoría III.

**IF4:** días entre la detección del primer folículo de la categoría III y el primer folículo de la categoría IV.

**IIOF:** días del parto al inicio de la primera onda folicular.

**NOF:** número de ondas foliculares, detectadas entre el día 7 posparto y la primera ovulación.

**Variables Relacionadas con el Incremento Transitorio de Progesterona (ITP) y el desarrollo del Primer Cuerpo Lúteo de duración normal después del Parto (CLN).**

**ISE:** días transcurridos entre la primera ovulación no antecedida de estro y la primera ovulación antecedida de estro.

**INES:** días transcurridos entre la primera y la segunda ovulación, ambas precedidas de estro.

**DITP:** Duración del Incremento Transitorio de P sérica (días): está ubicado después de la detección de la primera ovulación posparto no antecedida de estro. Inicia el día de la detección de una concentración de P mayor al promedio observado (0.1128 ng/ml) el día previo al ITP más una desviación estándar (0.1604 ng/ml), la cual es mantenida en dos o tres muestras consecutivas y culmina cuando la concentración de P es igual o menor al promedio observado el día previo al ITP más una desviación estándar.

**MITP:** concentración media de la P sérica durante el incremento transitorio de la P (ng/ml).

**MAXITP:** concentración máxima de la P sérica durante el incremento transitorio de la P (ng/ml).

**DCL:** Duración del Primer Cuerpo Lúteo Posparto (días): inicia el día de la detección de una concentración sérica de P mayor a la concentración promedio de las dos muestras posteriores al día del primer estro funcional, más una desviación estándar y culmina el día de la detección de una concentración sérica de P menor a la concentración promedio de las dos muestras previas al segundo estro funcional, más una desviación estándar (ver Anexos).

**MCL:** concentración media de P sérica del primer CL precedido de estro (ng/ml).

**MAXCL:** concentración máxima de P sérica del primer CL precedido de estro (ng/ml).

**Variables Relacionadas con la Población Folicular**

**NF:** Número de Folículos de las categorías II (NFII), III (NFIII), IV (NFIV) y Totales (NFT) durante los primeros 60 días posparto y durante los 51 días previos a la primera ovulación después del parto. Los folículos mayores a 4.9 mm fueron identificados individualmente y se monitoréo su desarrollo

(cuando un folículo pasó a una categoría de mayor tamaño, este fue considerado como nuevo folículo en la categoría correspondiente; por el contrario, si un folículo paso a una categoría folicular de menor tamaño o permaneció en la misma categoría en monitoreos subsecuentes, este no fue considerado como un nuevo folículo).

**IP:** Índice de Permanencia de los folículos de las categoría I (IP-I), II (IP-II), III (IP-III), y IV- (IPIV): fue definida como el número de folículos de cada una de las categorías entre el número de día de monitoreo. Para esta variable los folículos no fueron identificados individualmente en el transcurso de los días posparto, por lo que el IP fue influenciado tanto por el número de folículos como por su permanencia en una categoría dada. Por esta razón, cuando algunos de los factores de estudio afectó ambas variables en una categoría dada, la discusión solo fue dirigida a su efecto sobre el NF.

#### **Variables Relacionadas con la Dinámica de las Ondas Foliculares**

**DURCREC;** Duración de la Fase de Crecimiento Folicular (días): fase de desarrollo folicular, durante el cual el folículo dominante presenta un incremento progresivo de su tamaño. Inicia cuando el folículo, identificado como dominante, alcanza un diámetro de 5 mm y culmina el primer día, de dos muestreos sucesivos sin crecimiento folicular.

**DURMES;** Duración de la Fase de Meseta Folicular (días): durante esta fase se detiene el crecimiento progresivo del folículo dominante. Inicia el primer día, de dos muestreos sucesivos sin crecimiento folicular y finaliza el día previo a la detección de una disminución progresiva en el tamaño del folículo dominante. Cuando se detecta un cambio súbito entre las fases de crecimiento y de atresia, se asigna un día de duración a la fase de meseta.

**DURATRE;** Duración de la Fase de Atresia Folicular (días): durante esta fase se observa una disminución progresiva en el diámetro del folículo dominante. Inicia el día posterior al fin de la fase de meseta y culmina cuando el folículo dominante en regresión alcanza un diámetro menor o igual a 5 mm.

**DURONDA;** Duración de la Onda Folicular: días transcurridos entre el inicio de la fase de crecimiento y el fin de la fase de atresia folicular del folículo dominante de la misma onda.

**ICRECT;** Índice de Crecimiento total del Folículo Dominante (mm/días): incremento diario en el diámetro del folículo dominante durante la fase de crecimiento total.

**ICRECP:** Índice de Crecimiento parcial del Folículo Dominante (mm/días): incremento diario en el diámetro del folículo dominante durante la primera mitad de la fase de crecimiento.

**IATRE:** Índice de Atresia del Folículo Dominante (mm/días): disminución diaria en el diámetro del folículo dominante durante la fase de atresia.

**DIAMAFD:** Diámetro Máximo del Folículo Dominante (mm): diámetro máximo alcanzado por el folículo dominante durante fase de crecimiento de una onda folicular.

**DIAMAFS:** Diámetro Máximo del Folículo Subordinado (mm): diámetro máximo alcanzado por el folículo subordinado dentro de una onda folicular.

**DIFD-FS:** Diferencia Entre el Tamaño del Folículo Dominante y el Folículo Subordinado (mm): diferencia entre el diámetro máximo del folículo dominante y el diámetro máximo del folículo subordinado.

**NFS:** Número de Folículos Subordinados: número promedio de folículos subordinados con diámetro igual o mayor a 5 mm, detectados durante los tres primeros días de una onda folicular.

#### **f).- Análisis Estadísticos**

La información fue analizada usando el procedimiento de modelos lineales generales (GLM) de SAS (1985). Con la finalidad de vigilar la diferencia en el peso y la condición corporal de los grupos experimentales, el peso corporal y la condición corporal de las vacas fueron analizados en un diseño de parcelas divididas con arreglo factorial (2 x 2) donde los factores de estudio fueron la CC (CCA o CCB) y la M (M1 o M2). Las parcelas fueron las vacas y las subparcelas correspondieron a los siguientes periodos: dos meses previos al parto, segundo día posparto (parto), 1 mes posparto, 2° mes posparto, 3er mes posparto, 4° mes posparto y día del primer estro funcional.

Las variables de respuesta relacionadas con la duración del periodo anovulatorio, el inicio del desarrollo folicular ovárico, el incremento transitorio de progesterona y el desarrollo del primer cuerpo lúteo posparto fueron analizadas con un diseño completamente al azar con arreglo factorial (2x2); en donde los factores de estudio fueron la CC y la M.

Las variables relacionadas con la población folicular fueron analizadas en dos diseños de parcelas divididas con arreglo factorial ( $2 \times 2$ ): en ambos diseños las parcelas fueron las vacas. En el primer diseño las subparcelas fueron ubicadas en cinco intervalos (Periodo I) con relación al parto: 11 a 20, 21 a 30, 31 a 40, 41 a 50 y 51 a 60 días posparto. En el segundo diseño las subparcelas fueron ubicadas en cinco intervalos (Periodo II) con relación a la primera ovulación posparto: 50 a 41, 40 a 31, 30 a 21, 20 a 11 y 10 a 1: donde el día 0 = día de la primera ovulación posparto.

Las características de las ondas foliculares fueron analizadas en dos diseños de parcelas divididas con arreglo factorial ( $2 \times 2$ ): en ambos diseños las parcelas fueron las vacas. En el primer diseño las subparcelas fueron las cuatro primeras ondas foliculares detectadas después del parto: 1, 2, 3 y 4. En el segundo diseño las subparcelas fueron las cuatro ondas foliculares previas a la primer ovulación posparto: 3, 2, 1 y ovulatoria.

Para estimar el efecto de la CC, la M y la interacción CC x M, en los diseños de parcelas divididas, se usó el cuadrado medio de la vaca anidado en la interacción CC x M como término de error.

Además, para las variables relacionadas con la población folicular se analizó el efecto de los días posparto (D) y las interacciones CC x D y M x D. De manera similar, para las características de las ondas foliculares se analizó además el efecto del número de onda folicular (O) y las interacciones CC x O y M x O.

## VI.- RESULTADOS

### **Peso y condición corporal.**

Al monitorear el peso corporal (PC) y la condición corporal (CC) de las vacas, se observó que del parto hasta la manifestación del primer estro, tanto el PC (Gráfica 1) como la CC (Gráfica 2) fueron superiores ( $P < .01$ ) en las vacas del grupo CCA comparados con las vacas del grupo CCB. Al parto las vacas del grupo CCA presentaron una CC y un PC, 53 y 23 % mayor (4.1 puntos y 121 kg, respectivamente) que las vacas del grupo CCB. El PC y la CC antes y después del parto siguieron un patrón diferente y dependiente al grupo de CC al cual las vacas fueron asignadas. Las vacas del grupo CCA mantuvieron el PC y la CC durante los dos meses previos al parto. Estas vacas perdieron CC (0.74 puntos;  $P < .01$ ) durante los dos primeros meses del posparto, por lo que presentaron el primer estro con una CC 0.74 puntos menor ( $P < .01$ ) a la detectada el día del parto (no obstante el 39 % y el 92 % de las vacas del grupo CCA presentaron el primer estro antes del segundo y tercer mes posparto, respectivamente). Esta disminución en la CC no fue acompañada de cambios en el PC durante el posparto. En las vacas del grupo CCB, durante los dos meses previos al parto, tanto el PC como la CC disminuyeron en 7.6 % el peso vivo y 1.96 puntos de CC ( $P < .01$ ); en estas vacas el PC aumentó ( $P < .01$ ) a partir del segundo mes posparto con relación al parto, en tanto que la CC aumentó ( $P < .01$ ) un mes después del incremento en el PC, lo que indujo que tanto el PC como la CC al primer estro fueran mayores ( $P < .01$ ) en 10.8 % del peso vivo y 1.42 puntos de CC, a los observados el día del parto y similares a los detectados al inicio del estudio. No se observaron efectos de la frecuencia del amamantamiento ni de su interacción con la condición corporal sobre el PC y la CC durante los periodos del posparto evaluados.

### **Duración del Periodo Anovulatorio e Inicio del Desarrollo Folicular Ovárico.**

En todas las vacas ( $n = 23$ ) la concentración sérica de progesterona fue menor a .2 ng/ml ( $0.059 \pm 0.04$  ng/ml) desde el parto hasta la primera ovulación. La duración del periodo anovulatorio y el número de ondas foliculares fueron afectados por la CC, la M y por su interacción. Las vacas del grupo CCB presentaron mayores ( $P < .01$ ) I1OS, I1OE (Gráfica 3) y NOF (Gráfica 4) que las vacas del grupo CCA y las vacas del grupo M2 presentaron mayores I1OS, I1OE y NOF ( $P < .05$ ) que las vacas del grupo M1. Sin embargo, en la interacción de la CC y la M se observó que el I1OS, el I1OE (Gráfica 5) y el NOF (Gráfica 6) fueron mayores ( $P < .01$ ) en las vacas del tratamiento CCB-M2 comparados con

los observados en las vacas de los tratamientos CCA-M1, CCA-M2 y CCB-M1. Colateralmente, se observó una correlación positiva ( $r = .97$ ;  $P < .01$ ) entre el NOF y el IIOS. El inicio del desarrollo folicular fue afectado por la condición corporal en la mayor parte de los intervalos evaluados. El IF2, el IF3 y el IF4 ( $P < .05$ ; Gráfica 7) así como el IIOF ( $P < .01$ ; Gráfica 8) fueron mayores en las vacas del grupo CCB comparado con las vacas del grupo CCA. Los intervalos del parto a la detección de folículos de las categorías evaluadas no fueron afectados por la M, ni por su interacción con la CC ( $p > 0.1$ ).

### **Características del Incremento Transitorio de Progesterona y del Primer Cuerpo Lúteo de Vida Media Normal después del Parto.**

Ni la condición corporal ni la frecuencia del amamantamiento o su interacción afectaron ninguna de las características del Incremento Transitorio de Progesterona (ITP) y del primer Cuerpo Lúteo de vida media normal. En general, el retorno de la actividad ovárica cíclica estuvo caracterizada por una primera ovulación no antecedida de estrógeno y acompañada de un incremento transitorio en la concentración sérica de progesterona, la cual tuvo una duración (media  $\pm$  desviación estándar) de  $4.4 \pm .97$  días y una concentración media y máxima de P de  $0.56 \pm 0.25$  y  $0.69 \pm 0.87$  ng/ml, respectivamente (Cuadro 1). Aproximadamente ocho días después de la primera ovulación se presentó una ovulación antecedida de estrógeno (ISE) y el desarrollo de un cuerpo lúteo, el cual tuvo una duración de  $13.7 \pm 2.9$  días, una concentración media y máxima de P de  $2.09 \pm .65$  y  $3.12 \pm .95$  ng/ml, respectivamente, con una duración del ciclo estral de  $20.30 \pm 4.5$  días (Cuadro 1), por lo que fue considerado como un cuerpo lúteo con duración normal (CLN). Ninguno de los factores de estudio afectaron las características del ITP ni del CLN (Cuadro 1). Sin embargo, en el 26 % de las vacas (1/CCA-M1, 3/CCB-M1 y 2/CCB-M2) se observaron algunas variaciones a la secuencia mencionada (datos no presentados): el 13 % de las vacas (1/CCA-M1 y 2/CCB-M1) presentaron una segunda ovulación seguida de un ITP; en el 17 % (1/CCA-M1, 2/CCB-M1 y 1/CCB-M2) la ovulación seguida de un ITP fue acompañada de algunos signos de estrógeno (no fueron considerados como estrógeno), en el 4 % (1/CCB-M2) la primera ovulación fue antecedida de estrógeno y el desarrollo de un CLN y en el 4 % (1/CCB-M1) la primera ovulación no fue seguida de un CL. Una misma vaca pudo presentar más de uno de los eventos señalados.

### **Población Folicular Durante el Anestro Posparto.**

En el cuadro 2 se presenta el efecto de los factores de estudio y sus interacciones sobre el número de folículos y el índice de permanencia de los folículos de las categorías evaluadas durante el inicio (periodos I) y el final del anestro posparto (periodo II). Al transcurrir los días posparto durante el periodo I (días 11 a 60 después del parto) se detectó una disminución ( $P < .01$ ) en el índice de permanencia de los folículos de 3 a 4.9 mm, acompañado por un aumento ( $P < .01$ ) en el índice de permanencia y en el número de folículos mayores a 9.9 mm (Cuadro 3). El número de folículos y el índice de permanencia de los folículos de las categorías restantes permanecieron sin cambios durante éste periodo (Cuadro 3). Al aproximarse la ovulación durante el periodo II (50 días previos a la primera ovulación posparto) se detectó una disminución en el índice de permanencia de los folículos de 3 a 4.9 ( $P < .01$ ) y de 5 a 7.9 mm ( $P < .1$ ), acompañado de un aumento ( $P < .01$ ) en el índice de permanencia y en el número de folículos mayores a 9.9 mm (Cuadro 4). El número de folículos y el índice de permanencia de los folículos de 8 a 9.9 mm permanecieron sin cambios durante éste periodo (Cuadro 4).

Durante los días 11 a 60 después del parto (periodo I) se detectó una interacción de la condición corporal con la frecuencia de amamantamiento sobre el índice de permanencia de los folículos de 5 a 7.9 mm, el cual fue mayor ( $P < .05$ ) en las vacas del tratamiento CCB-M2 comparado con las vacas CCA-M2 (Cuadro 5). Se observó una interacción ( $P < .1$ ) de la condición corporal con los días posparto sobre el número de folículos de 8 a 9.9 mm (Cuadro 6). La interacción indicó: a) durante los días 11 a 30 después del parto, las vacas del grupo de CCB presentaron un menor número de folículos que las vacas del grupo CCA y b) en las vacas del grupo CCB el número de folículos aumentó al aproximarse la ovulación, en tanto que en las vacas CCA el número de folículos permaneció sin cambios. La condición corporal afectó el índice de permanencia y el número de folículos mayores a 9.9 mm ( $P < .01$ ) y el número de folículos totales ( $P < .1$ ), los cuales fueron menores en las vacas del grupo de CCB que en las vacas del grupo CCA (Cuadro 5). Durante éste periodo la frecuencia de amamantamiento no afectó el número de folículos ni el índice de permanencia en ninguna de las categorías foliculares evaluadas (Cuadro 2).

Durante los 50 días previos a la primera ovulación posparto (periodo II) se observó una interacción de la condición corporal con la frecuencia de amamantamiento sobre el índice de permanencia y el

número de folículos de 5 a 7.9 mm ( $P < .05$ ) así como en el número de folículos totales ( $P < .1$ ), los cuales fueron mayores en las vacas del tratamiento CCB-M2 comparado con las vacas de los tratamientos CCA-M1, CCA-M2 y CCB-M1 (Cuadro 7). De manera similar, la frecuencia de amamantamiento afectó el número de folículos de 5 a 7.9 mm y el número de folículos totales, los cuales fueron mayores ( $P < .1$ ) en las vacas del grupo M2 que en las vacas del grupo M1.

La condición corporal afectó el índice de permanencia ( $P < .05$ ) y el número de folículos de 8 a 9.9 mm ( $P < .1$ ), los cuales fueron mayores en las vacas del grupo CCB con relación a las vacas CCA (Cuadro 7). Se detectó una interacción ( $P < .05$ ) entre la condición corporal y los días previos a la ovulación sobre el índice de permanencia de los folículos mayores a 9.9 mm (Cuadro 8). En la interacción se observó que en las vacas del grupo de CCA el índice de permanencia de los folículos mayores a 9.9 mm aumentó al aproximarse la ovulación, en tanto que en las vacas del grupo de CCB permaneció sin cambios. Como consecuencia, durante los 20 días previos a la ovulación el índice de permanencia de los folículos mayores a 9.9 fue mayor en las vacas CCA con relación a las vacas CCB.

#### **Características de las Ondas Foliculares detectadas durante el período anovulatorio.**

En el Cuadro 9 se presenta el efecto de los factores de estudio y sus interacciones sobre las características de las primeras cuatro ondas foliculares detectadas después del parto y sobre las cuatro ondas foliculares previas a la primera ovulación. La primera onda folicular detectada después del parto presentó una menor ( $P < .05$ ) duración total, un menor ( $P < .05$ ) diámetro máximo del folículo dominante y una menor ( $P < .05$ ) diferencia entre el tamaño del folículo dominante y el subordinado comparado con las ondas subsecuentes (2, 3 y 4; Cuadro 10). De manera similar, la primera onda folicular posparto presentó una fase de crecimiento de menor ( $P < .01$ ) duración que la observada en la segunda y la cuarta onda folicular posparto (Cuadro 10). No se detectaron diferencias entre las características de la segunda, tercera y cuarta onda folicular posparto (Cuadro 10). La primera onda ovulatoria posparto presentó una menor ( $P < .01$ ) duración total, un mayor ( $P < .05$ ) índice de crecimiento total, un mayor ( $P < .05$ ) diámetro máximo del folículo dominante y una mayor ( $P < .05$ ) diferencia entre el tamaño del folículo dominante y el subordinado que lo observado en las tres ondas no ovulatorias previas (3, 2 y 1; Cuadro 11). No se detectaron diferencias entre las características de las ondas foliculares no ovulatorias (Cuadro 11).

Con relación las características de las primeras cuatro ondas foliculares posparto, se observó que las vacas del grupo de CCB presentaron un menor ( $P < .1$ ) índice de crecimiento parcial del folículo dominante, un menor ( $P < .1$ ), diámetro máximo del folículo dominante y una menor ( $P < .05$ ) diferencia entre el tamaño del folículo dominante y el subordinado durante las primeras cuatro ondas foliculares posparto comparado con las vacas del grupo CCA (Cuadro 12). La frecuencia de amamantamiento y su interacción con la condición corporal no afectaron ninguna característica de las ondas foliculares (Cuadro 12).

Por otro lado, con relación las características de las cuatro ondas previas a la primera ovulación, se observó una interacción ( $P < .05$ ) de la condición corporal con la frecuencia del amamantamiento sobre la duración total de las cuatro ondas foliculares y sobre la duración de las fases de crecimiento y atresia (Cuadro 13). En la interacción se observó que tanto la duración total de la onda folicular como la duración de la fase de atresia fueron menores en las vacas del tratamiento CCB-M1 comparada con las vacas de los tratamientos CCA-M1 y CCB-M2 y la duración de la fase de crecimiento fue menor en las vacas de los tratamientos CCB-M1 y CCA-M2 comparada con las vacas CCA-M1 (Cuadro 13). La condición corporal o la frecuencia del amamantamiento no afectaron ninguna característica de las ondas foliculares (Cuadro 13).

## VII.- DISCUSIÓN

Los cambios de peso corporal y condición corporal durante los dos meses previos al parto en las vacas de CCA indican que el manejo nutricional preparto permitió el mantenimiento del peso corporal y la condición corporal, en tanto que en las vacas de condición corporal baja indujo una pérdida tanto del peso como de la condición corporal. Resultados similares fueron observados en vacas amamantadoras que fueron alimentadas con una dieta alta o baja en energía durante los 110 días previos al parto (Perry y col., 1991a). En ese estudio, y de manera similar al nuestro, las vacas del grupo con mayor condición corporal al parto (6.8 puntos) presentaron una condición corporal y un peso corporal 53 y 19 % mayor (3.6 puntos y 85 kg, respectivamente) que las vacas con menor condición corporal al parto (3.2 puntos). En nuestro estudio, las vacas condición corporal alta presentaron una menor condición corporal al primer estro con relación al parto y no se observaron cambios en el peso corporal durante el posparto; en tanto que en las vacas condición corporal baja tanto el peso corporal como la condición corporal fueron mayores al primer estro con relación al parto. En el estudio citado (Perry y col., 1991a) las vacas que llegaron al parto con una condición corporal de 6.8 puntos (y no obstante de recibir una dieta alta o baja en energía durante el posparto) perdieron condición corporal y peso corporal en el periodo del parto al segundo estro posparto; en tanto que las vacas que llegaron al parto con una condición corporal de 3.2 puntos (las cuales recibieron una dieta alta en energía durante el posparto) ganaron condición corporal y peso corporal en el periodo del parto al segundo estro posparto. Lo anterior implica que los cambios de peso y condición corporal observados en las vacas de nuestro estudio pueden ser explicados por los cambios en el manejo nutricional antes y después del parto. Sin embargo, es factible que el peso y el estado nutricional de las vacas al momento del parto hayan interactuado con el subsecuente manejo nutricional para modificar el peso corporal y la condición corporal durante el posparto. Se ha observado una correlación negativa entre el peso al parto y las ganancias de peso subsecuentes (Steenkamp y col., 1975) y se ha sugerido que las vacas con buena condición corporal pueden ser capaces de movilizar tejido de reserva mas rápidamente y de esta manera estar mejor equipadas para proveer el funcionamiento metabólico normal durante el periodo de mayores demandas de nutrientes (Holness y Hopley, 1978).

El aumento en la duración del anestro posparto, observado en las vacas condición corporal baja concuerda con los estudios realizados en vacas productoras de carne donde, las vacas con una

condición corporal baja al parto (de 3 a 5 puntos) presentaron un mayor intervalo del parto al primer estro o al inicio de la actividad lútea que el observado en vacas con una mayor condición corporal al parto (de 5 a 8 puntos: Perry y col., 1991a; Bishop y col., 1994; DeRouen y col., 1994; Wiltbank y col., 1962; Rodriguez y col., 1985; Richards y col., 1986; Makarechian y Arthur, 1990). Por lo que se ha observado una correlación negativa entre la condición corporal al parto y el intervalo del parto al estro (Wright y col., 1987) y la concepción (Selk y col., 1988). En algunos estudios donde la condición corporal al parto afectó la duración del anestro, éste no fue afectado por los cambios de peso y condición corporal antes del parto (deRouen y col., 1994) o por el manejo nutricional posparto (Holness y Hopley, 1978; Richards y col., 1986). Sin embargo, existen evidencias que indican que la magnitud de las ganancias de peso después del parto (y por ende el nivel de suplementación posparto) afectan la eficiencia reproductiva sólo en vacas con una baja condición corporal al parto (Spitzer y col., 1995). Como fue mencionado, las vacas del grupo de condición corporal baja de nuestro estudio presentaron su primer estro posparto sólo después de recuperar el peso y la condición corporal perdida antes del parto; en tanto que las vacas del grupo de condición corporal alta fueron capaces de presentar su primer estro posparto con una condición corporal menor a la del parto.

En vacas *Bos indicus* y sus cruzas con *Bos taurus*, se ha demostrado que la restricción de la frecuencia del amamantamiento, durante uno (Castro y col., 1984; Ruas y col., 1991; Browning y col., 1994; Randel, 1981; Del Vicchio y col., 1988; Bluntzer y col., 1989) o dos periodos al día (Castro y col., 1984; Togegne y col., 1992) reduce la duración del anestro posparto comparado con el amamantamiento *ad libitum*. En nuestro estudio, la duración del periodo acíclico después del parto fue menor en las vacas que amamantaron al becerro una vez al día comparada con las vacas que amamantaron al becerro dos veces al día. Sin embargo, el efecto de la frecuencia del amamantamiento sobre la duración del anestro fue modulada por la condición corporal: en las vacas con una condición corporal alta, el aumento en la frecuencia del amamantamiento no incrementó la duración del periodo de anestro y sólo en las vacas con condición corporal baja, el aumento en la frecuencia del amamantamiento incrementó la duración del periodo anovulatorio. La falta de efecto de la frecuencia del amamantamiento en vacas con condición corporal alta concuerda con otros estudios realizados en vacas *Bos indicus* con una condición corporal alta al parto (mayor a 7 puntos), donde la restricción del amamantamiento, una o dos veces al día, indujo resultados similares sobre el intervalo del parto al primer estro (Castro y col., 1984) y sobre la proporción de vacas que presentaron estro (Castro y col.,

1984; Castañeda y col., 1986), no obstante, con ambas frecuencias en la restricción del amamantamiento el intervalo posparto fue menor comparado con el amamantamiento *ad libitum*. De manera similar, (Togegne y col., 1992) el amamantamiento del becerro dos veces al día produjo resultados similares sobre el intervalo del parto al estro cuando las vacas presentaron una condición corporal alta al parto (3.8 vs 4.2, en escala de 0 a 5 puntos). En la literatura consultada no se encontró información sobre un efecto benéfico inducido por una disminución en la frecuencia del amamantamiento, similar a la evaluada en nuestro estudio, cuando las vacas presentan una condición corporal baja. No obstante, en varios estudios se observó que el destete temporal por 48 h no afectó la duración del anestro posparto cuando las vacas presentaron una condición corporal baja (menor a 5 puntos; Wright y col., 1987; Makarechian y Arthur, 1990; Bishop y col., 1994) o moderada (menor a 6 puntos; Perry y col., 1990; Makarechian y Arthur, 1990). Lo que confirma la idea de que en vacas con una condición corporal baja o moderada el destete temporal por 48 h no es un estímulo suficiente para aumentar la eficiencia reproductiva después del parto (Wettemann y col., 1986). Aunque las circunstancias pueden ser diferentes entre los estudios, es posible sugerir que la restricción del amamantamiento una vez al día es una alternativa que permite reducir la duración del anestro posparto en vacas con una condición corporal baja. El mayor número de ondas foliculares detectadas en las vacas de los grupos condición corporal baja, dos amamantamientos al día y en su interacción puede ser considerado como una consecuencia del mayor intervalo del parto a la ovulación presente en estos grupos. Esto es apoyado por la alta correlación ( $r = .97$ ;  $P < .01$ ) entre el número de ondas foliculares y el intervalo del parto a la primera ovulación sin estro. En la literatura consultada no se encontró información sobre el efecto de la condición corporal, la frecuencia del amamantamiento o su interacción sobre el número de ondas foliculares.

Los folículos de 3 a 4.9 mm de diámetro estuvieron presentes en la superficie del ovario desde el primer día de monitoreo (día 7 posparto). Esto concuerda con el hallazgo, en vacas amamantantes y no amamantantes, de folículos mayores a 3 mm desde la primera semana después del parto (Spicer y col., 1989) y apoya el concepto que propone que el desarrollo de los folículos pequeños (menores de 5 ó 4 mm) es independiente al estímulo gonadotrópico (Lussier y col., 1994; Gong y col., 1995). El aumento en el tiempo necesario para la detección de folículos de las categorías II, III y IV, indica que el efecto depresor de una condición corporal baja sobre el inicio del desarrollo folicular posparto se presenta a partir de que los folículos alcanzan un diámetro de 5 mm y se mantiene hasta que los folículos

alcanzan un diámetro similar al preovulatorio. De manera similar, en las vacas que llegaron al parto con una condición corporal de 3 puntos se observó un aumento en el intervalo del parto a la detección de folículos mayores a 7.9 y a 9.9 mm, comparado con las vacas que al parto presentaron una condición corporal mayor a 6 puntos (Perry y col., 1991a). En otro estudio, una menor proporción de vacas (38 %) con una condición corporal al parto de 3 a 4 puntos presentaron folículos mayores o iguales a 10 mm durante los primeros 17 días después del parto comparado con las vacas (88 %) con una condición corporal al parto de 6 a 8 puntos (Ryan y col., 1994).

En general el periodo posparto estuvo caracterizado por la detección de una primera ovulación no antecedida de estro y acompañada de un incremento transitorio de progesterona, seguido de una segunda ovulación antecedida de estro y el desarrollo de un cuerpo lúteo con duración normal. Esta secuencia de eventos ha sido observada durante el posparto de vacas amamantadoras (Perry y col., 1991b; Diskin y col., 1995) donde también se observó que el 23 % de las vacas presentaron estro o algunos signos de estro antes de la primera ovulación seguida de un incremento transitorio de progesterona (Perry y col., 1991b). En varios estudios se ha documentado un incremento en la concentración sérica de progesterona (Corah y col., 1974; Dawuda y col., 1980; Williams y Ray, 1980; La Voie y col., 1981; Humprey y col., 1983; Browning y col., 1994), un cuerpo lúteo de corta duración o un ciclo estral corto antes del primer estro posparto, el cual es seguido del desarrollo de un cuerpo lúteo con duración normal (Short y col., 1974; Smith y col., 1987; Wettemann, 1980; Ramírez-Godínez y col., 1981; Ramírez-Godínez y col., 1982; Walters y col., 1982; Kirakofe, 1987; Perry y col., 1991b). De manera similar, los ciclos cortos también han sido detectados en vaquillas puberales (González-Padilla y col., 1975; Berardinelli y col., 1979; Dobson y col., 1988; Evans y col., 1994). En un estudio se observó que la mayor parte de las vacas que exhibieron un ciclo corto después del destete no presentaron un incremento en la concentración sérica de progesterona antes del primer estro, pero las vacas que exhibieron un ciclo estral con duración normal después del destete presentaron un aumento en la concentración sérica de progesterona antes del estro (Ramírez-Godínez y col., 1981). Por lo que se sugirió que el aumento en la concentración sérica de progesterona antes del primer estro posparto pudo ser el resultado de ovulación sin estro y representar el mismo cuerpo lúteo de vida media corta observado en otros estudios (Ramírez-Godínez y col., 1991). Nuestros resultados y los observados en vacas que amamantaron a su becerro *ad libitum* (Perry y col., 1991b) corroboran esta propuesta y apoyan el concepto que propone que un aumento en la concentración sérica de progesterona es esencial

para el desarrollo de una función lútea normal (Ramírez-Godínez y col., 1991). El intervalo entre ovulaciones en las vacas de nuestro estudio concuerda con lo observado por otros autores (Williams y Ray, 1980; Kesler y col., 1980; Odde y col., 1989; Perry y col., 1991b) así como la duración del incremento de P (Troxel y Kesler, 1984; Rutter y Randel, 1984; Perry y col., 1991b; Browning y col., 1994) y la concentración máxima de P del CLC (Williams y Ray, 1980; Perry y col., 1991b). En una revisión (Short y col., 1990) se concluyó que el primer ciclo estral corto comúnmente ocurre durante los primeros 30 a 40 días posparto. En nuestro estudio el intervalo del parto a la primera ovulación seguida de un CLC fue de 94 días, lo que concuerda con lo observado en vacas amamantadoras, donde la primera ovulación seguida de un incremento transitorio de progesterona ocurrió después de la décima semana del posparto (Perry y col., 1991b). En nuestro estudio, no obstante que una baja condición corporal, un aumento en la frecuencia del amamantamiento y su interacción aumentaron la duración del periodo anovulatorio, no afectaron ninguna de las características del incremento transitorio de progesterona ni del cuerpo lúteo con duración normal.

Por otro lado, con relación a la población folicular durante el anestro posparto, la disminución en el índice de permanencia de folículos de 3 a 4.9 mm, asociada al aumento en el número de folículos mayores a 9.9 mm al transcurrir los días posparto (periodo I) y al aproximarse la primera ovulación (periodo II), puede ser interpretado como una disminución en el tiempo necesario para que los folículos de 3 a 4.9 mm pasen a una categoría de mayor tamaño. Durante el periodo II también se observó una disminución en el índice de permanencia de los folículos de 7.9 a 8 mm, lo que implica que al aproximarse la ovulación, la disminución en el tiempo necesario para que los folículos pasen a una categoría folicular de mayor tamaño, abarcó una población folicular mayor a la observada en el transcurso de los días 11 a 60 después del parto. De manera similar a nuestro estudio Lucy y col. (1991) observaron en vacas sin becerro, una disminución en el número de folículos de 3 a 5 mm y un aumento en el número de folículos mayores a 10 mm a medida que transcurrieron los días posparto (días 7 a 15 después del parto), en tanto el número de folículos de 6 a 9 mm permaneció sin cambios. No obstante, nuestros resultados no concuerdan con otros estudios donde se evaluaron los cambios en la población folicular durante el posparto. En vacas primíparas y amamantando *ad libitum*, se observó un aumento en el número de folículos de 4 a 7.9 mm, a medida que transcurrió el posparto (días 7 a 56 después del parto), el número de folículos mayores a 8 mm permaneció sin cambios y ninguna vaca ovuló durante el periodo evaluado (Spicer y col., 1986). De manera similar al estudio citado, en vacas

primíparas y multiparas que amamantaron a sus becerros dos veces al día, se observó un aumento en el número de folículos de 3 a 9.9 mm en los días 40 a 50 posparto con relación a los días 20 a 30 posparto, sólo el 26 % de las vacas presentaron un folículo dominante antes del día 30 posparto y sólo el 16 % ovularon antes del día 70 posparto (Grimard y col., 1995). En nuestro estudio el 83 % de las vacas presentó al menos un folículo dominante antes del día 30 posparto y el 44 % de las vacas ovularon antes del día 70 posparto (datos no presentados). La mayor proporción de vacas que ovularon en nuestro estudio permite proponer que en los estudios referidos, la condición de primiparidad y/o el sistema de amamantamiento evitaron que los folículos de tamaño pequeño e intermedio pasaran a una categoría folicular de mayor tamaño.

El mayor índice de permanencia de los folículos de 5 a 7.9 mm, observado en las vacas de condición corporal baja con dos amamantamientos al día con relación a las vacas condición corporal alta con dos amamantamientos (lo cual no fue acompañado por un aumento en el número de folículos) detectados durante el periodo Y permite proponer que en las vacas que amamantaron dos veces al becerro una baja condición corporal aumentó el tiempo necesario para que los folículos de 5 a 7.9 mm pasaran a una categoría de mayor tamaño. Esto pudo influir, por lo menos en parte, al menor número de folículos de las categorías de mayor tamaño (8 a 9.9 y > 9.9 mm) detectado en las vacas con condición corporal baja con relación a las vacas con condición corporal alta. La duración del efecto depresor de una baja condición corporal sobre el número de folículos mayores a 7.9 mm dependió de la categoría folicular afectada. Durante los días 11 a 30 después del parto las vacas con condición corporal baja presentaron un menor número de folículos de 8 a 9.9 mm, no obstante el número de folículos mayores a 9.9 mm permaneció deprimido durante todo el periodo evaluado. Como consecuencia, las vacas con condición corporal baja presentaron un menor número de folículos totales con relación a las vacas con condición corporal alta. En la literatura consultada no se encontraron antecedentes de una interacción de la condición corporal con la frecuencia del amamantamiento sobre el índice de permanencia folicular. Sin embargo, Perry y col. (1991) observaron un efecto depresor de la baja condición corporal, antes y después del parto, sobre el índice de permanencia y el número de folículos (número promedio de folículos detectados entre el día 25 posparto y la primera ovulación) mayores a 9.9 mm en vacas amamantando *ad libitum*. De manera similar Ryan y col. (1994) observaron una disminución en el número de folículos mayores a 5 mm durante los días 1 a 17 posparto en vacas sin becerro que presentaron una baja condición corporal al parto. La disminución en el número de folículos grandes

(Grimard y col., 1995) o en el número de folículos totales (Lammoglia y col., 1995) también ha sido observada cuando las vacas son alimentadas con una dieta baja en energía (Grimard y col., 1995) o baja en grasa (Lammoglia y col., 1995) durante el parto.

A diferencia de lo observado en el periodo I, durante el periodo II las vacas que presentaron los mayores intervalos del parto a la primera ovulación (CCB, M2 y su combinación, CCB-M2) presentaron un aumento, de manera consistente, en el número de folículos en alguna de las categorías foliculares de tamaño intermedio (5 a 7.9 ó 8 a 9.9 mm). Como consecuencia del aumento en el número de folículos de 5 a 7.9 mm, detectado en las vacas con dos amamantamientos y en las vacas de condición corporal baja con dos amamantamientos, se indujo un aumento el número de folículos totales. En vacas sin becerro en balance energético negativo, provocado por la aplicación de somatotropina bovina después del estro sincronizado, indujo un aumento en el número de folículos de 6 a 9 mm (Lucy y col., 1992a). En el mismo modelo animal se observó un aumento en el número de folículos totales (> 3 mm) en las vacas alimentadas con una dieta baja en energía comparada con las vacas alimentadas con una dieta alta (Lucy y col., 1992b). Nuestros resultados permiten proponer que durante los 50 días previos a la primera ovulación, una baja condición corporal, un aumento en la frecuencia de amamantamiento y su interacción disminuyeron la eficiencia del proceso de selección folicular, lo que permitió el desarrollo de un mayor número de folículos de tamaño intermedio. Esta interpretación es apoyada por el hecho de que únicamente en las vacas con condición corporal alta se observó un aumento, a medida que se aproximó la ovulación, en el índice de permanencia de los folículos mayores a 9.9 mm, por lo que, durante los 20 días previos a la ovulación, el índice de permanencia de los folículos mayores a 9.9 mm fue mayor en las vacas con condición corporal alta que en las vacas con baja condición corporal y éste aumento no fue acompañado por cambios en el número de folículos de esta categoría. Aunque los mecanismos de selección folicular en el ganado no han sido bien estudiados, Driancourt (1991) en su revisión propone que los folículos maduros pueden inhibir directamente el desarrollo de los folículos de menor tamaño al secretar sustancias a la sangre que reducen su sensibilidad a la hormona foliculo estimulante (FSH) y/o indirectamente por reducir las concentraciones de la FSH debajo del umbral necesario para mantener el crecimiento de otros folículos. En vaquillas que se encuentran ciclando existen evidencias que apoyan el concepto de una disminución en el desarrollo de los folículos de menor tamaño en presencia de folículos grandes, entre ellas se encuentran: la presencia en el fluido folicular de compuestos, diferentes a la inhibina, los

cuales suprimen el desarrollo folicular (Law y col., 1990, citado por Driancourt, 1991); una disminución en la respuesta superovulatoria en presencia de un folículo grande (Pieson and Ginther, 1988); un aumento en la atresia (picnosis) de los folículos de tamaño intermedio en presencia de folículos grandes (Matton y col., 1995) y la ausencia de reclutamiento folicular asociado al aumento en la duración del crecimiento del folículo dominante inducido por la administración de progesterona (Sirois and Fortune, 1990). Alternativamente, el aumento en el número de folículos de alguna de las categorías de tamaño intermedio detectado en las vacas condición corporal baja, en las vacas con dos amamantamientos y en las vacas de condición corporal baja con dos puede ser interpretado como una consecuencia del mayor intervalo del parto a la ovulación detectado en éstas vacas, lo que permitiría el desarrollo óptimo de un mayor número de folículos de tamaño intermedio. En la literatura consultada no se encontraron antecedentes de un efecto de la condición corporal, la frecuencia de amamantamiento y su posible interacción sobre la población folicular ovárica durante el periodo previo a la primera ovulación posparto.

Por otra parte, el desarrollo del folículo dominante de la primer onda folicular detectada después del parto presentó un desarrollo menor al observado en los folículos dominantes de las ondas subsecuentes. El menor diámetro máximo del folículo dominante de la primer onda folicular posparto fue una consecuencia de la menor duración de la onda folicular, lo cual fue influenciado por la menor duración de la fase de crecimiento. Como consecuencia del menor diámetro máximo del folículo dominante, la diferencia entre el diámetro máximo del folículo dominante y el subordinado fue menor en la primer onda folicular posparto que en las ondas subsecuentes. De manera similar Lucy y col., (1991) observaron, en vacas sin becerro, que el diámetro del folículo de mayor tamaño se incrementó con el tiempo posparto (días 7 a 25 posparto). Por otra parte, el desarrollo del primer folículo ovulatorio detectado después del parto fue mayor al observado en los folículos dominantes no ovulatorios de las tres ondas previas a la onda ovulatoria. El mayor índice de crecimiento total del folículo ovulatorio indujo un mayor diámetro máximo del folículo dominante (ovulatorio), lo que a su vez produjo una diferencia mayor entre el diámetro máximo del folículo dominante y el subordinado. Como consecuencia de la ausencia de una fase de atresia en la onda ovulatoria su duración total fue menor a la observada en las ondas no ovulatorias.

Solamente una baja condición corporal deprimió el desarrollo de los folículos dominantes de las cuatro primeras ondas foliculares posparto. El menor índice de crecimiento durante la primera mitad de la fase de crecimiento, detectado en las vacas de condición corporal baja, indujo una disminución en el diámetro máximo de los folículos dominantes, lo que a su vez produjo una diferencia menor entre el diámetro máximo del folículo dominante y el subordinado. El efecto de una baja condición corporal sobre el diámetro máximo del folículo dominante durante el posparto de vacas amamantadoras no ha sido documentado. Sin embargo se ha observado una disminución en el diámetro de los folículos mayores o iguales a 10 mm cuando las vacas son alimentadas con una dieta baja en energía durante el posparto (Grimard y col., 1995) y cuando las vaquillas pierden condición corporal al ser inducidas al anestro nutricional (Rhodes y col., 1995), lo que concuerda con el hallazgo de Stagg y col. (1995) quienes observaron que el diámetro máximo del folículo dominante es menor en vaquillas en anestro nutricional que en vaquillas que se encuentran ciclando. De manera similar, el suministro de una dieta baja en energía tanto en vaquillas prepúberes (Bergfeld y col., 1994) como en vaquillas maduras (Murphy y col., 1991) indujo una disminución en el diámetro máximo de los folículos dominantes. Sin embargo en los estudios citados, la disminución en el diámetro máximo del folículo dominante fue acompañada de manera inconsistente de una disminución en la permanencia del folículo dominante (Murphy y col., 1991; Rhodes y col., 1995), de una disminución en el índice de crecimiento del folículo dominante (Stagg y col., 1995) o sin cambios en el índice de crecimiento ni en la duración de la onda folicular (Bergfeld y col., 1994).

A diferencia de lo observado durante las primeras cuatro ondas foliculares detectadas después del parto, durante las cuatro ondas previas a la ovulación, la condición corporal no afectó el desarrollo del folículo dominante. No obstante la interacción de la condición corporal con la frecuencia del amamantamiento afectó tanto la duración total de las ondas como la duración de las fases de crecimiento y atresia de las cuatro ondas foliculares previas a la ovulación. En las vacas de condición corporal alta el aumento en la frecuencia de amamantamiento disminuyó la duración de la fase de crecimiento. De manera similar, en las vacas que amamantaron una vez al día una baja condición corporal disminuyó la duración de la fase de crecimiento y de la fase de atresia lo que produjo una disminución en la duración de las ondas. Lo anterior implica que la presencia de una mayor frecuencia del amamantamiento o una baja condición corporal disminuyeron la duración de la fase de crecimiento con relación a las vacas que no presentaron ninguna de estas dos condiciones. Sin embargo y a

diferencia de lo esperado. en las vacas que presentaron las dos condiciones señaladas (CCB-M2) la duración de la fase de crecimiento fue similar a las vacas que no presentaron ninguna de éstas condiciones (CCA-M1). En la interacción también se observó que en las vacas que presentaron una condición corporal baja, el aumento en la frecuencia de amamantamiento incrementó la duración de la fase de atresia lo que indujo un aumento en la duración de las ondas foliculares. No obstante, debido a que el diámetro máximo del folículo dominante no fue afectado por la interacción de la condición corporal con la frecuencia del amamantamiento, se desconoce si los cambios en la duración de la onda y de sus fases tengan alguna implicación fisiológica.



## VIII.- CONCLUSIONES

Se observó que en el 74 % de las vacas, el retorno de la actividad ovárica cíclica estuvo caracterizado por un incremento transitorio de progesterona, que fue precedido por una ovulación sin estro y acompañado por un cuerpo lúteo de corta duración, seguido por un ciclo estral de duración normal (20.3 días en promedio) el cual consistió de una ovulación con estro previo y un cuerpo lúteo normal.

Se corroboró que únicamente en las vacas de baja condición corporal (al parto y durante el posparto), el incremento en la frecuencia del amamantamiento, incrementa la duración del anestro posparto. Lo que implica que en vacas de condición corporal alta es factible aumentar la frecuencia del amamantamiento sin incrementar la duración del periodo acíclico.

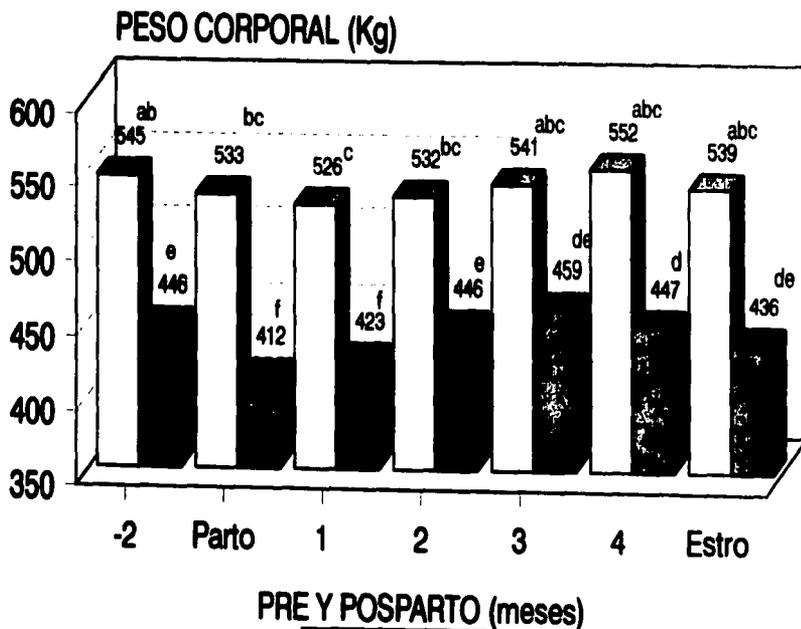
Adicionalmente, se observó que el incremento en la duración del anestro posparto en las vacas de condición corporal baja con dos amamantamiento fue acompañado por un incremento en el número de ondas foliculares desarrolladas entre el parto y la ovulación. También se observó que solo la una baja condición corporal indujo una disminución en el número de folículos de mayor tamaño, así como una disminución, durante las primeras cuatro ondas foliculares posparto, en el índice de crecimiento parcial de los folículos dominantes y una disminución en el diámetro máximo del folículo dominante.

No obstante los efectos antes mencionados, se observó que solo en vacas con baja condición corporal el incremento en la frecuencia del amamantamiento aumentó la duración del período anovulatorio después del parto y los intervalos del parto a la detección de la primer onda folicular. Asimismo, solo en estas vacas se observó un incremento en el número de ondas foliculares desarrolladas entre el parto y la ovulación, lo que estuvo asociado, al inicio de anestro posparto, con un aumento en el índice de permanencia de los folículos de intermedios. Por el contrario, durante el final del anestro posparto, las condiciones que aumentaron el intervalo del parto a la primera ovulación indujeron un aumento en el número de folículos de alguna de las categorías de tamaño intermedio y ninguna de éstas condiciones afectó el diámetro máximo del folículo dominante de las cuatro ondas foliculares previas a la primera ovulación posparto. Los cambios en la población folicular al transcurrir el anestro posparto estuvieron caracterizados por una disminución en el índice de permanencia de los folículos de menor tamaño acompañado de un aumento en el número de folículos de mayor diámetro.

**El amamantamiento del becerro dos veces al día no obstante que aumentó el intervalo del parto a la primera ovulación y el número de ondas foliculares desarrolladas durante éste intervalo no afectó el intervalo del parto a la detección de la primer onda folicular. la población folicular durante el inicio del anestro posparto ni las características de las cuatro primeras ondas foliculares posparto. Este factor solo afectó el número de folículos de la categoría intermedia.**

**Independientemente de los tratamientos, el diámetro máximo y la duración de la fase de crecimiento de la primer onda folicular posparto fue menor al detectado en las ondas subsecuentes.**

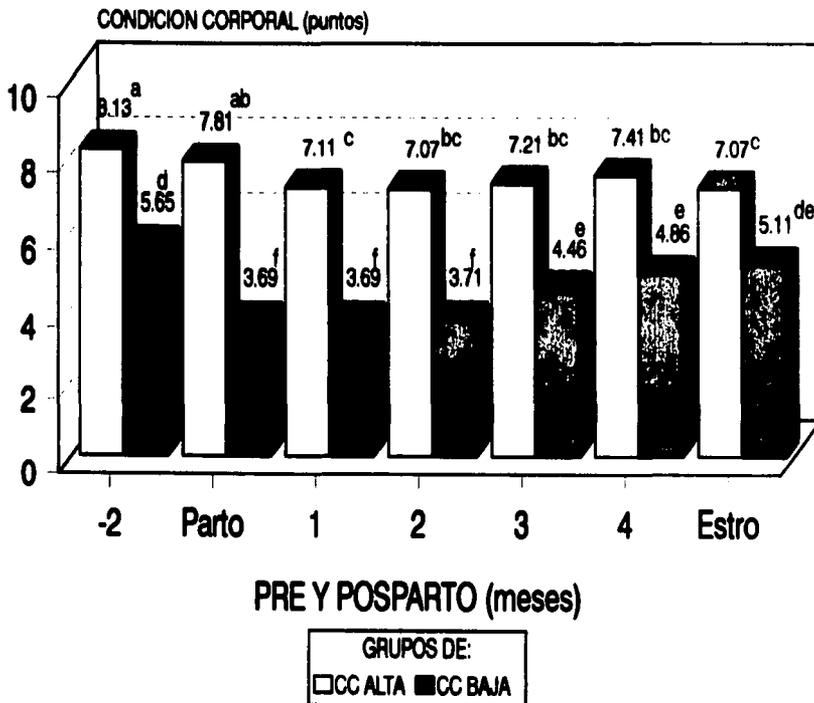
**GRAFICA 1. PESO CORPORAL DE VACAS CEBU ANTES Y DESPUES DEL PARTO.**



-2= dos meses previos al parto.

abcdef literales distintas indican diferencias entre medias ( $p < 0.01$ )

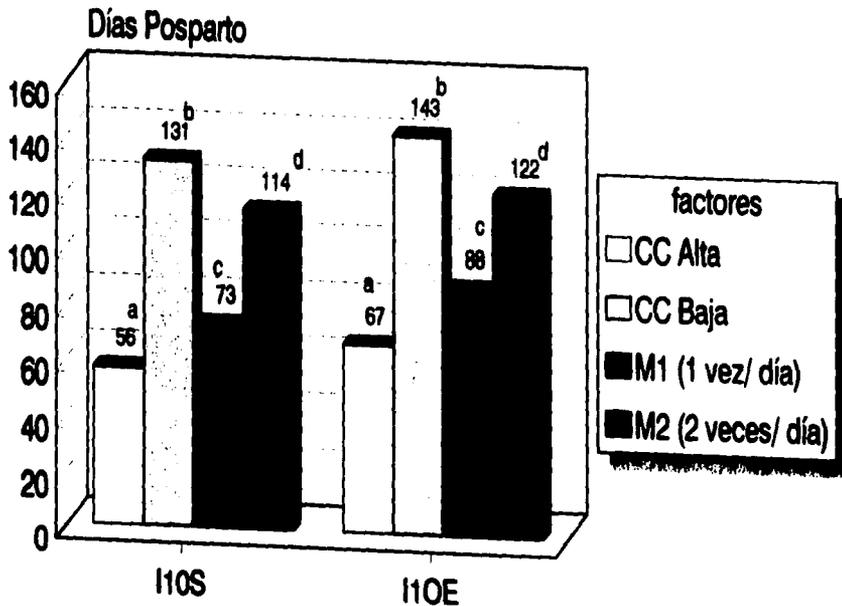
## GRAFICA 2. CONDICION CORPORAL DE VACAS CEBU ANTES Y DESPUES DEL PARTO.



-2= dos meses previos al parto.

abcdel literales distintas indican diferencias entre medias ( $p < 0.01$ )

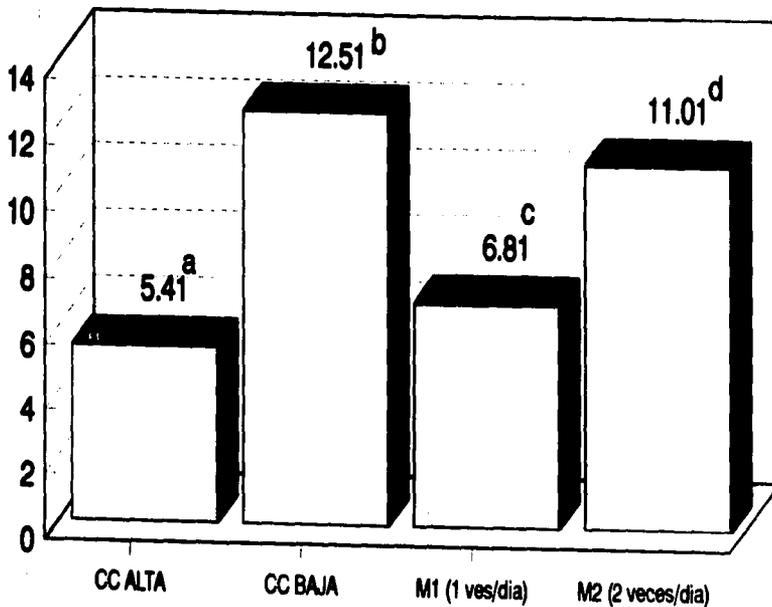
GRAFICA 3. EFECTO DE LA CONDICION CORPORAL (CC) Y LA FRECUENCIA DEL AMAMANTAMIENTO (M) SOBRE LOS INTERVALOS DEL PARTO A LA PRIMERA OVULACION SIN ESTRO (I10S) Y CON ESTRO (I10E) PREVIO.



Variables de Respuesta

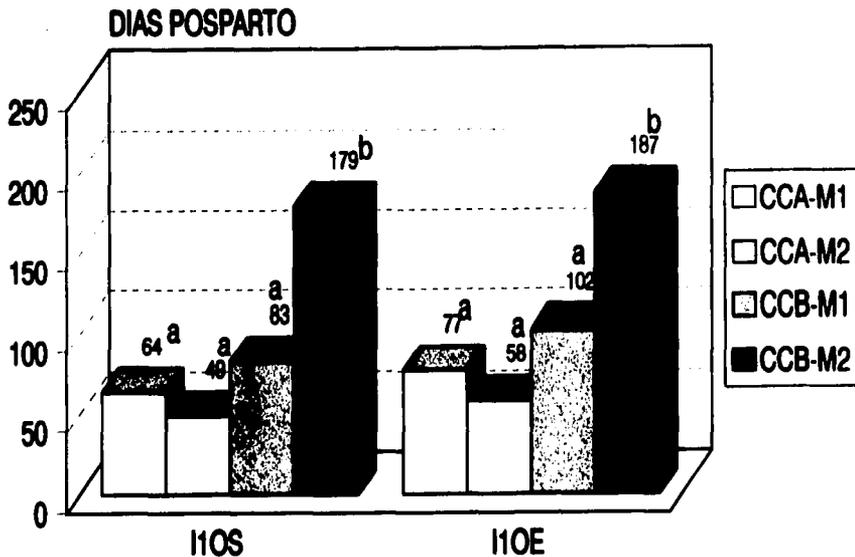
Literales distintas dentro de factor (CC o M) indican diferencias entre medias (ab=  $p < 0.01$ ; cd=  $p < 0.05$ ).

GRAFICA 4. EFECTO DE LA CONDICION CORPORAL (CC) Y LA FRECUENCIA DEL AMAMANTAMIENTO (M) SOBRE EN NUMERO DE ONDAS FOLICULARES DURANTE EL ANESTRO POSPARTO.



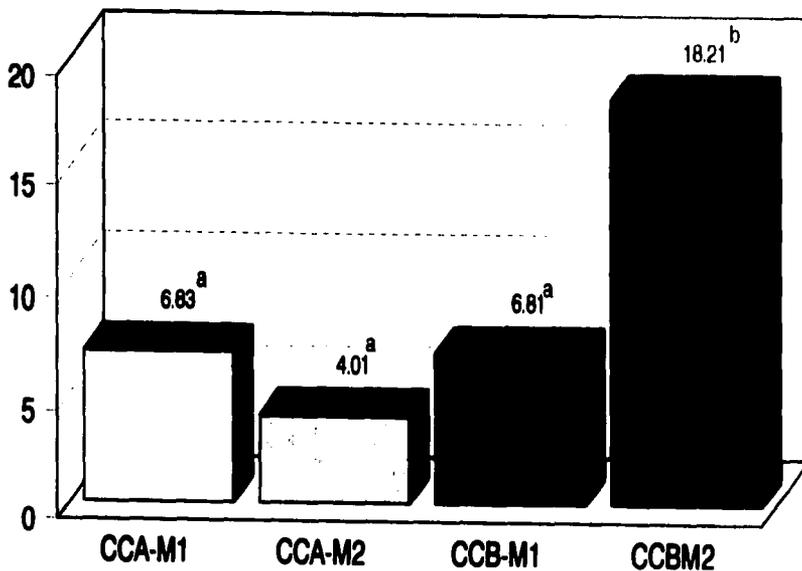
Literales distintas dentro de factor (CC o M) indican diferencias entre medias (ab=  $p < 0.01$ ; cd=  $p < 0.05$ ).

GRAFICA 5. INTERACCION DE LA CONDICION CORPORAL Y LA FRECUENCIA DEL AMAMANTAMIENTO SOBRE EL INTERVALO DEL PARTO A LA PRIMERA OVULACION SIN ESTRO (I1OS) Y CON ESTRO (I1OE) PREVIO.



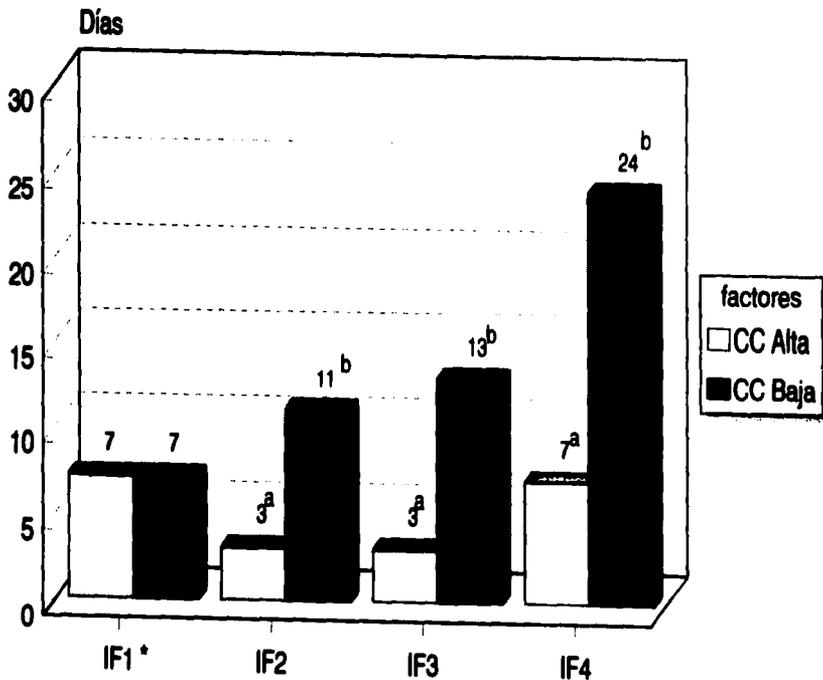
CCA= Condicion Corporal Alta; CCB= Condición Corporal Baja.  
 M1= Un amamantamiento al día; M2= dos amamantamientos al día.  
 ab literales distintas indican diferencias entre medias (ab=  $p < 0.01$ ).

**GRAFICA 6. INTERACCION DE LA CONDICION CORPORAL Y LA FRECUENCIA DEL AMAMANTAMIENTO SOBRE EL NUMERO DE ONDAS FOLICULARES DURANTE EL ENESTRO POSPARTO.**



CCA= Condición corporal Alta; CCB= Condición Corporal Baja.  
M1= Un amamantamiento al día; M2= dos amamantamientos al día.  
ab literales distintas indican diferencias entre medias (ab=  $p < 0.01$ ).

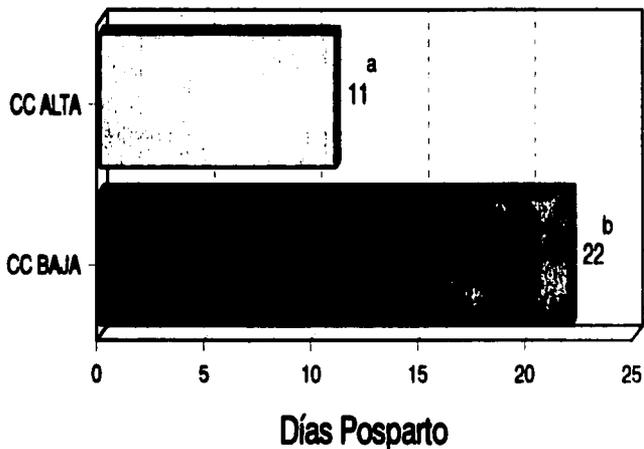
GRAFICA 7. EFECTO DE LA CONDICION CORPORAL SOBRE LOS INTERVALOS A LA DETECCION DE FOLICULOS DE DIFERENTE DIAMETRO, DURANTE EL ANESTRO POSPARTO.



\*Intervalos: del parto al 1er folículo de la categoría I (IF1); de la categoría I a la II (IF2); de la categoría II a la III (IF3); de la categoría III a la IV (IF4).

Literales distintas dentro de variable respuesta indican diferencias entre medias (ab=  $p < 0.05$ ).

# GRAFICA 8. EFECTO DE LA CONDICION CORPORAL (CC) SOBRE EL INTERVALO DEL PARTO A LA PRIMERA ONDA FOLICULAR DESPUES DEL PARTO.



Literales distintas indican diferencias entre medias ( $ab = p < 0.01$ ).

**CUADRO 1. CARACTERISTICAS DEL INCREMENTO TRANSITORIO DE PROGESTERONA (ITP) Y DEL PRIMER CUERPO LUTEO NORMAL (CLN), DESPUES DEL PARTO EN VACAS CEBU.**

CONCEPTO	n	MEDIA ± DE	Efectos de tratamientos <sup>a</sup>		
			CC	M	CCxM
<b>Incremento Transitorio de Progesterona</b>					
Duración del ITP, días	21	4.3±0.9	NS	NS	NS
Concent. prom. de P, ng/ml	21	0.5±0.2	NS	NS	NS
Concent. máxima de P, ng/ml	21	0.7±0.4	NS	NS	NS
ISE <sup>b</sup> , días	22	8.3±1.3	NS	NS	NS
<b>Cuerpo lúteo con duración normal</b>					
Duración del CL, días	23	13.6±2.8	NS	NS	NS
Concent. prom. de P, ng/ml	13	2.08±0.6	NS	NS	NS
Concent. máxima de P, ng/ml	23	3.12±0.9	NS	NS	NS
Duración del ciclo estral, días	23	20.3±4.8	NS	NS	NS

<sup>a</sup> Valores de probabilidad: CC= Efecto de condición corporal; M= Efecto de la frecuencia del amamantamiento; y CC x M= Efecto de la interacción de la condición corporal y la frecuencia del amamantamiento. NS= P > 0.1

DE= Desviación estándar

<sup>b</sup> días transcurridos entre la primera ovulación no antecedida de estro y la primera ovulación antecedida de estro.

**CUADRO 2. EFECTOS DE LA CONDICION CORPORAL, LA FRECUENCIA DEL AMAMANTAMIENTO, DE LOS DIAS POSPARTO Y SUS INTERACCIONES SOBRE LAS CARACTERISTICAS DE LAS POBLACIONES FOLICULARES, EN VACAS CEBU.**

	EFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS Y SUS INTERACCIONES <sup>a</sup>											
	Durante los primeros 60 días posparto (periodo I)						Durante los 50 días previos a la primera ovulación (Periodo II)					
	CC	M	D	CxM	CxD	MxD	CC	M	D	CxM	CxD	MxD
<b>Número de folículos (NF) <sup>b</sup></b>												
NF-II, 5 a 7.9 mm	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	<0.01	NS	<0.05	NS	NS
NF-III, 8 a 9.9 mm	NS	NS	NS	NS	<0.1	NS	<0.1	NS	NS	NS	NS	NS
NF-IV, > 9.9 mm	<0.01	NS	<0.01	NS	NS	NS	NS	NS	<0.01	NS	NS	NS
NF-total, >4.9 mm	<0.1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	<0.1	NS	<0.1	NS	NS
<b>Índice de permanencia de los folículos: (IP) <sup>c</sup></b>												
IP-I, 3 a 4.9 mm	NS	NS	<0.01	NS	NS	NS	NS	NS	<0.01	NS	NS	NS
IP-II, 5 a 7.9 mm	NS	NS	NS	<0.05	NS	NS	NS	NS	<0.1	<0.05	NS	NS
IP-III, 8 a 9.9 mm	NS	NS	NS	NS	NS	NS	<0.05	NS	NS	NS	NS	NS
IP-IV, > 9.9 mm	<0.01	NS	<0.01	NS	NS	NS	NS	NS	<0.01	NS	<0.05	NS

<sup>a</sup>CC= Efecto de condición corporal; M= Efecto de la frecuencia del amamantamiento; D= Efecto de día posparto; y CxM, CxD, MxD)= Efectos de las interacciones. NS= > 0.1

<sup>b</sup>número total de folículos identificados individualmente dentro de cada clase.

<sup>c</sup>Número de folículos en las diferentes clases/ número de días en que la vaca fue monitoreada.

**CUADRO 3. POBLACION FOLICULAR DURANTE LOS PRIMEROS 60 DIAS POSPARTO, EN VACAS CEBU.**

CONCEPTO	Días posparto (Periodo I)					EE
	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	
Número de vacas	23	21	19	18	16	----
<b>Número de folículos (NF) <sup>a</sup>:</b>						
NF-II, 5 a 7.9 mm	2.77	3.12	3.28	2.81	3.25	0.33
NF-III, 8 a 9.9 mm	0.95	1.18	1.00	1.32	1.27	0.18
NF-IV, > 9.9 mm	0.47 <b>c</b>	0.74 <b>cd</b>	0.72 <b>cd</b>	1.06 <b>de</b>	1.21 <b>e</b>	0.11
NF-total, >4.9 mm	4.20	5.04	5.00	5.19	5.72	0.45
<b>Índice de permanencia de los folículos: (IP) <sup>b</sup></b>						
IP-I, 3 a 4.9 mm	16.63 <b>c</b>	16.86 <b>c</b>	15.36 <b>cd</b>	13.68 <b>de</b>	11.40 <b>e</b>	0.75
IP-II, 5 a 7.9 mm	0.95	1.12	1.19	1.08	1.13	0.14
IP-III, 8 a 9.9 mm	0.25	0.28	0.26	0.29	0.42	0.07
IP-IV, > 9.9 mm	0.16 <b>c</b>	0.36 <b>d</b>	0.40 <b>de</b>	0.48 <b>de</b>	0.59 <b>e</b>	0.05

<sup>a</sup> Número total de folículos identificados individualmente dentro de cada clase.

<sup>b</sup> Número de folículos en las diferentes clases/ número de días en que la vaca fue monitoreada.

**cd** literales distintas en la misma línea indican diferencias entre medias ( $p < 0.01$ )

EE error estandar

**CUADRO 4. POBLACIONES FOLICULARES, DURANTE LOS 50 DIAS PREVIOS A LA PRIMERA OVULACION POSPARTO, EN VACAS CEBU.**

CONCEPTO	Días a la primera ovulación (Día 0= ovulación)					EE
	(Periodo II)					
	50-41	40-31	30-21	20-11	10-01	
Número de vacas	16	18	19	21	23	----
<b>Número de folículos (NF) <sup>a</sup>:</b>						
NF-II, 5 a 7.9 mm	3.89	4.32	3.89	3.50	3.42	0.30
NF-III, 8 a 9.9 mm	1.51	1.67	1.52	1.48	1.59	0.19
NF-IV, > 9.9 mm	0.66 <sup>c</sup>	1.00 <sup>cd</sup>	1.36 <sup>de</sup>	1.32 <sup>de</sup>	1.72 <sup>e</sup>	0.15
NF-total, >4.9 mm	6.07	6.99	6.76	6.31	6.73	0.46
<b>Índice de permanencia de los folículos: (IP) <sup>b</sup></b>						
IP-I, 3 a 4.9 mm	16.23 <sup>c</sup>	14.30 <sup>cd</sup>	14.47 <sup>cd</sup>	12.32 <sup>d</sup>	12.2 <sup>d</sup>	0.70
IP-II, 5 a 7.9 mm	1.41 <sup>g</sup>	1.53 <sup>gh</sup>	1.35 <sup>g</sup>	1.26 <sup>gh</sup>	1.05 <sup>h</sup>	0.12
IP-III, 8 a 9.9 mm	0.37	0.44	0.32	0.42	0.34	0.06
IP-IV, > 9.9 mm	0.30 <sup>cd</sup>	0.28 <sup>c</sup>	0.53 <sup>de</sup>	0.57 <sup>ef</sup>	0.79 <sup>f</sup>	0.06

<sup>a</sup> Número total de folículos identificados individualmente dentro de cada clase.

<sup>b</sup> Número de folículos en las diferentes clases/ número de días en que la vaca fue monitoreada.

<sup>cde</sup> literales distintas en la misma línea indican diferencias entre medias ( $p < 0.01$ )

<sup>cdef</sup> literales distintas en la misma línea indican diferencias entre medias ( $p < 0.01$ )

<sup>gh</sup> literales distintas en la misma línea indican diferencias entre medias ( $p < 0.01$ )

EE error estandar

**CUADRO 5. EFECTOS DE LA CONDICION CORPORAL, LA FRECUENCIA DEL AMAMANTAMIENTO Y SU INTERACCION SOBRE LA POBLACION FOLICULAR DURANTE LOS PRIMEROS 60 DIAS POSPARTO, EN VACAS CEBU.**

CONCEPTO	COMBINACION DE TRATAMIENTO <sup>a</sup>				EE	EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS <sup>b</sup>		
	CCA-	CCA-	CCB-	CCB-		CC	M	CCxM
	M1	M2	M1	M2				
Número de vacas	6	7	6	4	---	---	---	---
<b>Número de folículos: (NF) <sup>c</sup></b>								
NF-II, 5 a 7.9 mm	3.61	2.87	2.60	3.10	0.32	NS	NS	NS
NF-III, 8 a 8.9 mm	1.14	1.48	0.91	1.05	0.17	NS	NS	NS
NF-IV, > 9.9 mm	1.14	1.47	0.35	0.40	0.11	<0.01	NS	NS
NF-total, >4.9 mm	5.89	5.82	3.86	4.55	0.34	<0.1	NS	NS
<b>Índice de permanencia de los folículos: (IP) <sup>d</sup></b>								
IP-I, 3 a 4.9 mm	11.55	12.78	18.24	16.67	0.72	NS	NS	NS
IP-II, 5 a 7.9 mm	1.26 <sup>ef</sup>	0.80 <sup>f</sup>	1.00 <sup>ef</sup>	1.31 <sup>e</sup>	0.14	NS	NS	<0.05
IP-III, 8 a 9.9 mm	0.33	0.30	0.26	0.31	0.07	NS	NS	NS
IP-IV, > 9.9 mm	0.52	0.77	0.14	0.17	0.05	<0.01	NS	NS

<sup>a</sup>CCA= Condición corporal alta; CCB= Condición corporal baja; M1= Amamantamiento una vez al día; M2= Amamantamiento dos veces al día (por una hora cada uno).

SE= Error Estandar

<sup>b</sup> Valores de probabilidad: CC= Efecto de condición corporal; M= Efecto de la frecuencia del amamantamiento; y CC x M= Efecto de la interacción de la condición corporal y la frecuencia del amamantamiento. NS= P > 0.1

<sup>c</sup> Número total de folículos identificados individualmente dentro de cada clase.

<sup>d</sup> Número de folículos en las diferentes clases/ número de días en que la vaca fue monitoreada.

<sup>e</sup> literales distintas indican diferencias entre medias (efectos de la interacción)

EE error estandar

**CUADRO 6. EFECTOS DE LA INTERACCION DE LA CONDICION CORPORAL CON LOS DIAS POSPARTO SOBRE EL NUMERO DE FOLICULOS, EN VACAS CEBU. <sup>a</sup>**

	Días posparto (período I)					EE
	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	
Condición corporal alta	0.29 <sup>b</sup>	1.66 <sup>b</sup>	1.09 <sup>b</sup>	1.51 <sup>b</sup>	1.00 <sup>b</sup>	0.27
Número de vacas	13	11	9	8	7	----
Condición corporal baja	0.60 <sup>c</sup>	0.71 <sup>c</sup>	0.91 <sup>bc</sup>	1.12 <sup>bc</sup>	1.53 <sup>b</sup>	0.24
Número de vacas	10	10	10	10	9	----

<sup>a</sup>Número total de folículos (8 a 9.9 mm) identificados individualmente.

EE= Error Estandar

<sup>b</sup>Letrales distintas indican diferencias entre medias ( $p < 0.1$ )

**CUADRO 7. EFECTOS DE LA CONDICION CORPORAL, LA FRECUENCIA DEL AMAMANTAMIENTO Y SU INTERACCION SOBRE LA POBLACION FOLICULAR, DURANTE LOS 50 DIAS PREVIOS A LA PRIMERA OVULACION, EN VACAS CEBU.**

CONCEPTO	COMBINACION DE TRATAMIENTO <sup>a</sup>					EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS <sup>b</sup>		
	CCA-M1	CCA-M2	CCB-M1	CCB-M2	EE	CC	M	CCxM
Número de vacas	6	7	6	4	---	---	---	---
<b>Número de folículos: (NF) <sup>c</sup></b>								
NF-II, 5 a 7.9 mm	3.60 <sup>e</sup>	3.47 <sup>e</sup>	3.25 <sup>e</sup>	4.90 <sup>f</sup>	0.29	NS	<0.1	<0.05
NF-III, 8 a 9.9 mm	1.21	1.49	1.61	1.90	0.18	<0.1	NS	NS
NF-IV, > 9.9 mm	1.38	1.32	0.82	1.35	0.14	NS	NS	NS
NF-total, >4.9 mm	6.18 <sup>e</sup>	6.28 <sup>e</sup>	5.68 <sup>e</sup>	8.15 <sup>f</sup>	0.44	NS	<0.1	<0.1
<b>Indice de permanencia de los folículos: (IP) <sup>d</sup></b>								
IP-I, 3 a 4.9 mm	10.57	13.92	18.28	12.88	0.67	NS	NS	NS
IP-II, 5 a 7.9 mm	1.27 <sup>e</sup>	1.15 <sup>e</sup>	1.13 <sup>e</sup>	1.72 <sup>f</sup>	0.11	NS	NS	<0.05
IP-III, 8 a 9.9 mm	0.30	0.30	0.48	0.42	0.06	<0.05	NS	NS
IP-IV, > 9.9 mm	0.61	0.46	0.33	0.57	0.06	NS	NS	NS

<sup>a</sup>CCA= Condición corporal alta; CCB= Condición corporal baja; M1= Amamantamiento una vez al día; M2= Amamantamiento dos veces al día (por una hora cada uno).

EE= Error Estándar

<sup>b</sup> Valores de probabilidad: CC= Efecto de condición corporal; M= Efecto de la frecuencia del amamantamiento; y CC x M= Efecto de la interacción de la condición corporal y la frecuencia del amamantamiento. NS= P > 0.1

<sup>c</sup> Número total de folículos identificados individualmente dentro de cada clase.

<sup>d</sup> Número de folículos en las diferentes clases/ número de días en que la vaca fue monitoreada.

<sup>e</sup> literales distintas indican diferencias entre medias (efectos de la interacción)

**CUADRO 8. EFECTOS DE LA INTERACCIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL CON LOS DÍAS PREVIOS A LA PRIMERA OVULACIÓN POSPARTO SOBRE EL ÍNDICE DE PERMANENCIA DE LOS FOLÍCULOS, EN VACAS CEBU. <sup>a</sup>**

	Días a la primera ovulación posparto (día 0 = ovulación) (Período II)					EE
	50-41	40-31	30-21	20-11	10-01	
<b>Condición corporal alta</b>	0.24 <sup>b</sup>	0.23 <sup>b</sup>	0.53 <sup>c</sup>	0.73 <sup>cd</sup>	0.96 <sup>d</sup>	0.09
Número de vacas	7	8	9	11	13	----
<b>Condición corporal baja</b>	0.36 <sup>b</sup>	0.34 <sup>b</sup>	0.54 <sup>bc</sup>	0.40 <sup>b</sup>	0.61 <sup>b</sup>	0.09
Número de vacas	9	10	10	10	10	----

<sup>a</sup>Número de folículos > 9.9 mm/número de días en que la vaca fue monitoreada.

EE= Error Estándar

<sup>bcd</sup>Literales distintas indican diferencias entre medias ( $p < 0.05$ )

**FALTA PAGINA**

No. 59

**CUADRO 10. CARACTERISTICAS DE LAS PRIMERAS CUATROS ONDAS FOLICULARES DESPUES DEL PARTO, EN VACAS CEBU.**

CONCEPTO	Primeras ondas foliculares después del parto				EE
	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA	
Número de vacas	23	21	17	16	---
<b>Duración de las ondas <sup>a</sup>:</b>					
Total de las ondas, días	10.07 <b>g</b>	14.00 <b>h</b>	13.77 <b>h</b>	14.21 <b>h</b>	0.99
Fase de crecimiento, días	4.46 <b>e</b>	6.48 <b>f</b>	5.40 <b>ef</b>	6.44 <b>f</b>	0.49
Fase de meseta, días	1.61	2.14	2.78	2.40	0.51
Fase de atresia, días	4.68	6.07	5.95	6.36	0.57
<b>Folículo dominante:</b>					
Índice de crecimiento total, mm/día	1.01	1.03	1.07	0.94	0.09
Índice de crecimiento parcial <sup>b</sup> , mm/día	1.27	1.20	1.59	1.09	0.16
Diámetro máximo, mm	9.12 <b>g</b>	10.95 <b>h</b>	10.52 <b>h</b>	10.90 <b>h</b>	0.43
<b>Folículo Subordinado:</b>					
Diámetro máximo, mm	5.47	5.59	5.26	5.42	0.27
Dominante/subordinado <sup>c</sup> mm	3.64 <b>g</b>	5.36 <b>h</b>	5.25 <b>h</b>	5.48 <b>h</b>	0.46

<sup>a</sup> relacionado a duración total y a la duración de la fase de crecimiento, meseta y atresia del folículo dominante.

EE= Error Estandar

<sup>b</sup> durante la primera mitad de la fase de crecimiento.

<sup>c</sup> diferencias en tamaño entre el folículo dominante y el folículo subordinado.

<sup>ef</sup> literales distintas en la misma línea indican diferencias entre medias ( $p < 0.01$ )

<sup>gh</sup> literales distintas en la misma línea indican diferencias entre medias ( $p < 0.05$ )

**CUADRO 11. CARACTERISTICAS DE LAS CUATROS ONDAS FOLICULARES PREVIAS A LA PRIMERA OVULACION POSPARTO, EN VACAS CEBU.**

CONCEPTO	Ondas preovulatorias previas a la primera onda ovulatoria				EE
	TERCERA	SEGUNDA	PRIMERA	OVULATORIA	
Número de vacas	17	21	23	23	---
<b>Duración de las ondas <sup>a</sup>:</b>					
Total de las ondas, días	15.72 <sup>e</sup>	14.44 <sup>e</sup>	16.65 <sup>e</sup>	7.85 <sup>f</sup>	0.98
Fase de crecimiento, días	6.72	6.17	8.11	7.39	0.55
Fase de meseta, días	2.81	1.85	2.00	2.82	0.67
Fase de atresia, días	6.63	7.09	7.25	---	0.58
<b>Folículo dominante:</b>					
Índice de crecimiento total, mm/día	0.91 <sup>g</sup>	1.05 <sup>g</sup>	0.93 <sup>g</sup>	1.27 <sup>h</sup>	0.07
Índice de crecimiento parcial <sup>b</sup> , mm/día	1.16	1.26	1.07	1.42	0.14
Díámetro máximo, mm	11.07 <sup>g</sup>	11.26 <sup>g</sup>	12.38 <sup>g</sup>	13.82 <sup>h</sup>	0.51
<b>Folículo Subordinado:</b>					
Díámetro máximo, mm	4.97	5.80	5.91	5.37	0.30
Dominante/subordinado <sup>c</sup> mm	6.11	5.46	6.47	8.44	0.59

<sup>a</sup> relacionado a duración total y a la duración de la fase de crecimiento, meseta y atresia del folículo dominante.

<sup>b</sup> durante la primera mitad de la fase de crecimiento.

<sup>c</sup> diferencias en tamaño entre el folículo dominante y el folículo subordinado.

<sup>e</sup>f literales distintas en la misma línea indican diferencias entre medias (p < 0.01)

<sup>g</sup>h literales distintas en la misma línea indican diferencias entre medias (p < 0.05)

EE= Error Estandar

**CUADRO 12. EFECTO DE LA CONDICION CORPORAL, LA FRECUENCIA DEL AMAMANTAMIENTO Y SU INTERACCION SOBRE LAS CARACTERISTICAS DE LAS PRIMERAS CUATROS ONDAS FOLICULARES DESPUES DEL PARTO, EN VACAS CEBU.**

CONCEPTO	Combinaciones de los tratamientos <sup>a</sup>				Efecto de los tratamientos <sup>b</sup>			
	CCA-M1	CCA-M2	CCB-M1	CCB-M2	EE	CC	M	CCxM
Número de vacas	6	7	6	4	----	---	---	---
<b>Duración de las ondas<sup>c</sup>:</b>								
Total de las ondas, días	12.58	15.77	11.58	12.13	1.03	NS	NS	NS
Fase de crecimiento, días	6.09	6.34	5.04	5.31	0.51	NS	NS	NS
Fase de meseta, días	1.25	3.15	2.23	2.31	0.53	NS	NS	NS
Fase de atresia, días	6.22	6.93	4.91	5.00	0.59	NS	NS	NS
<b>Folículo dominante:</b>								
Índice de crecimiento total, mm/día	1.44	1.06	0.89	0.95	0.10	NS	NS	NS
Índice de crecimiento parcial <sup>e</sup> , mm/día	1.40	1.47	1.21	1.06	0.17	<0.1	NS	NS
Diámetro máximo, mm	11.34	11.70	9.11	9.34	0.45	<0.1	NS	NS
<b>Folículo Subordinado:</b>								
Diámetro máximo, mm	5.24	5.39	5.61	5.51	0.28	NS	NS	NS
Dominante/subordinado <sup>f</sup> , mm	6.09	6.30	3.50	3.84	0.47	<0.05	NS	NS

<sup>a</sup>CCA= Condición corporal alta; CCB= Condición corporal baja; M1= Amamantamiento una vez al día; M2= Amamantamiento dos veces al día (por una hora cada uno).

EE= Error Estandar

<sup>b</sup> Valores de probabilidad: CC= Efecto de la condición corporal; M= Efecto de la frecuencia del amamantamiento; y CC x M= Efecto de la interacción de la condición corporal y la frecuencia del amamantamiento. NS= P > 0.1

<sup>c</sup> relacionado a la duración total y a la duración de la fase de crecimiento, meseta y atresia del folículo dominante.

<sup>e</sup> durante la primera mitad de la fase de crecimiento.

<sup>f</sup> diferencias en tamaño entre el folículo dominante y el folículo subordinado.

**CUADRO 13. EFECTO DE LA CONDICION CORPORAL, LA FRECUENCIA DEL AMAMANTAMIENTO Y SU INTERACCION SOBRE LAS CARACTERISTICAS DE LAS CUATRO ONDAS FOLICULARES PREVIAS A LA PRIMERA OVULACION POSPARTO, EN VACAS CEBU.**

CONCEPTO	Combinaciones de los tratamientos <sup>a</sup>				EE	Efecto de los tratamientos <sup>b</sup>		
	CCA-M1	CCA-M2	CCB-M1	CCB-M2		CC	M	CCxM
Número de vacas	6	7	6	4	----	---	---	---
<b>Duración de las ondas<sup>c</sup>:</b>								
Total de ondas, días	15.49 <sup>g</sup>	13.29 <sup>gh</sup>	11.13 <sup>h</sup>	14.81 <sup>g</sup>	0.98	NS	NS	<0.05
Fase de crecimiento, días	8.47 <sup>g</sup>	6.41 <sup>h</sup>	6.08 <sup>h</sup>	7.44 <sup>gh</sup>	0.54	NS	NS	<0.05
Fase de meseta, días	1.95	3.11	1.50	1.92	0.73	NS	NS	NS
Fase de atresia, días	8.08 <sup>g</sup>	6.26 <sup>gh</sup>	5.11 <sup>h</sup>	8.50 <sup>g</sup>	0.68	NS	NS	<0.05
<b>Folículo dominante:</b>								
Índice de crecimiento total, mm/día	1.04	1.17	0.94	1.02	0.07	NS	NS	NS
Índice de crecimiento parcial <sup>e</sup> , mm/día	1.07	1.57	1.19	1.08	0.14	NS	NS	NS
Díámetro máximo, mm	13.62	12.35	10.50	12.06	0.52	NS	NS	NS
<b>Folículo Subordinado:</b>								
Díámetro máximo, mm	6.28	5.05	5.41	5.31	0.31	NS	NS	NS
Dominante/subordinado <sup>f</sup> , mm	7.34	7.29	5.09	6.76	0.59	NS	NS	NS

<sup>a</sup>CCA= Condición corporal alta; CCB= Condición corporal baja; M1= Amamantamiento una vez al día; M2= Amamantamiento dos veces al día (por una hora cada uno).

EE= Error Estandar

<sup>b</sup> Valores de probabilidad: CC= Efecto de la condición corporal; M= Efecto de la frecuencia del amamantamiento; y CC x M= Efecto de la interacción de la condición corporal y la frecuencia del amamantamiento. NS= P > 0.1

<sup>c</sup> relacionado a la duración total y a la duración de la fase de crecimiento, meseta y atresia del folículo dominante.

<sup>e</sup> durante la primera mitad de la fase de crecimiento.

<sup>f</sup> diferencias en tamaño entre el folículo dominante y el folículo subordinado.

## IX. REFERENCIAS

- Acosta, B., Trnavsky, G. K., Platt, T. E., Hamernik, D. L., Brown, J. L., Schoenemann, L. M., y Reeves, J. J. 1983. Nursing enhancement negative effect of estrogen on LH release in the cows. **J. Anim. Sci.** **68**:831
- Adams, G. P., Kot, K., Smith, C. A. y Ginther, O. J. 1993. Selection of dominant follicle and suppresion of follicular growth in heifers. **Anim. Reprod. Sci.** **30(4)**:1.
- Badinga, L., Driancourt, M. A., Savio, J. D., Wolfenson, D., Drost, M., De la Sota, R. L., y Thatcher, W. W. 1992. Endocrine and ovarian responses associated with the first-wave dominant follicles in cattle. **Biol of Reprod.** **47**:871.
- Badinga, L., Thatcher, W. W., Diaz, T., Drost, M., y Wolfenson, D. 1993. Effect environmental head stress on follicular development and steroidogenesis in lactating Holstein cows. **Theriogenology** **39**:797.
- Beard, A. J., Savva, D., Glencross, R. G., Mcleod, B. J., y Knight, P. G. 1989. Treatmen of ovariectomized heifers with bovine follicular fluid specifically suppressed pituitary levels of FSH-Beta messeger RNA. **J. Mol. Endocrinol.** **3**:85.
- Bellin M. E., Hinshelwood, M. M., Hauser, E. R. y Ax, R. L. 1984. Influence of suckling and side of corpus luteum of pregnancy on folliculogenesis in pospartum cows. **Biol. of Rep.** **31**:849.
- Berardinelli J G, Dailey R A, Butcher R I, Inskip E K. 1979. Sources of progesterone prior to puberty in beef heifers. **J. Anim. Sci.** **49**:1276.
- Bergfeld, E. G. M., Kojima, A. S., Cupp, A. S., Wehrman, M. E., Peters, E. M., Garcia-Winder, M. y Kinder, J. E. 1994. Ovarian follicular development in prepuberal heifers is influenced by level de dietary energy intake. **Biol. Reprod.** **51**:1051.
- Bishop, D. K., Wettemann, R. P., y Spicer, L. J. 1994. Body energy reserves influence the onset of luteal activity after early weaning of beef cows. **J. Anim. Sci.** **72**:2703.
- Bishop, D. K., y Wettemann, R. P. 1993. Pulsatile infusion of gonadotropin-releasing hormone initiated luteal activity in nutritionaly anestrous beef cows. **J. Anim. Sci.** **71**:2714.

- Bluntzer, J. S., Forrest, D. W., Harms, P. G., Beverly, J. R. y Long, C. R. 1989. Effect of suckling manipulation on postpartum reproduction in primiparous brahman-cross cows. *Theriogenology* 32:893.**
- Bo. G. A., Adams, G. P., Caccia, M., Martinez, M., Pierson, R. A. y Mapletoft, R. j. 1995. Ovarian follicular wave emergence after treatment with progestogen and estradiol in cattle. *Anim. Prod. Sci.* 39:193**
- Baman, D. E., and Curie, W. B. 1980. Partitioning of nutrient during pregnancy and lactation and homeorhesis. *J. Dairy Sci.* 63:1514**
- Britt J. H., Kittok, R. J. y Harrison, D. S. 1974. Ovulation, estrus and endocrine response after GnRH in early postpartum cows. *J Anim Sci* 39:915.**
- Browning, R. Jr., Robert, B. S., Lewis, A. W., Neuendorff, D. A., y Randel, R. D. 1994. Effects of postpartum nutrition and once-daily suckling on reproductive efficiency and preweaning calf performance in fall-calving brahman (*Bos indicus*) cows. *J. Anim. Sci.* 72:984.**
- Carruthers, T. D., Convey, E. M., Kesner, J. S., Hafs, H. D. y Cheng, K. W. 1980. The hypothalamic-pituitary gonadotrophic axis of suckled and nonsuckled dairy cows postpartum. *J. Anim. Sci.* 51:949.**
- Carruthers, T. D., y Hafs, H. D. 1980. Suckling and four-times daily milking: Influence on ovulation, estrus and serum luteinizing hormone, glucocorticoids and prolactin in postpartum holsteins. *J. Anim. Sci.* 50:919.**
- Carter, M. L., Dierschke, D. J., Rutledge, J. J., y Hauser, E. R., 1980. Effect of gonadotropin-releasing hormone and calf removal on pituitary-ovarian function and reproductive performance in postpartum beef cows. *J. Anim. Sci.* 51:903.**
- Castañeda V H, Rodríguez G F, Flores L R. 1986. Efecto de dos modalidades de lactación controlada sobre la fertilidad en vacas cebú. *Téc. Pec. Méx.* 52:114.**

- Castañeda, V. H., Rodríguez, G. F. y Flores, L. R. 1984. Efecto de dos modalidades de lactación controlada sobre la fertilidad en vacas cebú. Mem Reunión de Investigación Pecuaria en México p 319.**
- Castenson, P. E., Sorensen, Jr. A. M., Cobos, C. R., y Fleeger, J. L. 1976. Source of postpartum P and 20beta-OHP preceding estrus in heifers. J. Anim. Sci. 43 (Abstr.):277.**
- Castro, L. M., De La Torre, S. F., Basurto, K. V., Zarazúa, R. I., Valencia, Z. M. y González, P. E. 1984. Efecto de tres tipos de amantamiento sobre la eficiencia reproductiva en bovinos de carne. Mem Reunión de Investigación Pecuaria en México p 317.**
- Corah, L. R., Quealey, A. P., Dunn, T. G., y Kaltenbach, C. C. 1974. Prepartum and postpartum levels of progesterone and estradiol in beef heifers fed two levels of energy. J. Anim. Sci. 39:380.**
- Crowe, M. A., Goulding, D., Baguisi, A., Boland, M. P. and Roche, J. F. 1993. Introduced ovulation of the first postpartum dominant follicle in beef suckler cows using a GnRH analogue. J. Reprod. Fertil. 99:551**
- Dawuda P M, Oyedipe E O, Pathjiraja N, Voh Jr A A. 1980. Serum progesterone concentration during the postpartum period of indigenous Nigerian Zebu cows. Br. Vet. J. 144:253.**
- Del Vecchio R P, Randel R D, Neuendorff D A, Peterson L A. 1988. Effect of alfaprostol, lasalocid, and once-daily suckling on postpartum interval in Brahman and Brahman crossbred cattle. Theriogenology 30:797.**
- DeRouen, S. M., Franke, D. E., Morrison, D. G., Wyatt, W. E., Coombs, D. F., White, T. W., Humes, P. E., Humes, P. E., y Greene, B. B. 1994. Prepartum body condition and weight influences on reproductive performance of first-calf beef cows. J. Anim. Sci. 72:1119.**
- Devorsshak-Harvey, E., Bona-Gall, A. y Gallo, R. V. 1988. Declining plasma progesterone levels eliminate endogenous opioid peptide suppression of LH pulse frequency on day 22 of gestation in the rat. Neuroendocrinology 48:548.**
- Diskin M G, Stagg K, Sreenan J M. 1995. Suckling and cow-calf interactions prolong post-partum interval in beef cows. J. Reprod. Fertil. 15:66 (Abstract.).**

- diZerega, G. S., Goebelsmann, U. y Nakamura, R. M. 1982. Identification of protein(s) secreted by the pre-ovulatory ovary which suppressed the follicle response to gonadotrophins. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* **54**:1091.
- Dodson S E. McLeod B J. Haresing W. Peters A R. Lamming G E. 1988. Endocrine changes from birth to puberty in the heifers. *J. Reprod. Fertil.* **82**:527.
- Donaldson. L. E., Bassett. J. M., y Thorburn. G. D. 1970. Peripheral plasma progesterone concentration of cows during puberty, oestrous cycles, pregnancy and lactation and the effects of undernutrition or exogenous oxytocin on progesterone concentrations. *J. Endocrinol.* **48**:599.
- Driancourt. M. A. 1991. Follicular dynamics in sheep and cattle. *Theriogenology* **35**:55.
- Dunn, T. G. y Kaltenbach, C. C. 1980. Nutrition and the postpartum interval of the ewe, sow and cow. *J. Anim. Sci.* **51 (Suppl2)**:29.
- Edgerton, L. A., y Haffs H. D., 1973. Serum luteinizing hormone, prolactin, glucocorticoid, and progesterin in dairy cows from calving to gestation. *J. Dairy Sci.* **56**:451
- Evans, A C O, Adams G P, Rawlings N C. 1994. Endocrine and ovarian follicular changes leading up to the first ovulation in prepuberal heifers. *J. Reprod. Fertil.* **100**:187.
- Fernández, L. C., Thatcher, W. W., Wilcox, C. J., y Call, E. P. 1978. LH release in response to GnRH during the postpartum period of dairy cows. *J. Anim. Sci.* **46**:443.
- Fisher, M. W., Hale, D. H., Glencross, R. G., Hathorn, D. J., Lamming, D. E., y Peters, A. R. 1986. Secretion of luteinizing hormone and oestradiol-17  $\beta$  in post partum milked and suckled cows. *Br Vet J.* **142**:569.
- Fortune J. E. 1994. Ovarian follicular growth and development in mammals. *Biol. of Reprod.* **50**:225.
- Gabriel, S. A., Berglund, L. A., y Simpkins, R. T. 1986. A decline in endogenous opioid influence during the steroid-induced hyposecretion of luteinizing hormone in the rat. *Endocrinology* **118**:558.

- García, E. 1975. Modificaciones al sistema de clasificación de Koppen. Instituto de Geografía. UNAM. México. 246 pag.
- Ginther, O. J., Knopf, L., y Kastelic, J. P. 1989a. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. **J. Reprod. Fert.** 87:223.
- Ginther, O. J., Knopf, L., y Kastelic, J. P. 1989b. Ovarian follicular dynamics in heifers during early pregnancy. **Biol. of Reprod.** 41:247.
- Gong J G, Campbell B K, Bramley T A, Peters A R, Webb R. 1995. Evolution of the requirement for FSH and LH during ovarian follicle growth and development in cattle. **J. Reprod. Fertil.** 15:7 (Abstract.).
- González-Padilla E, Wiltbank J N, Niswender G D. 1975. Puberty in beef heifers I. The relationship between pituitary hypothalamic and ovarian hormones. **J Anim. Sci.** 40:1091.
- Grimard B, Humblot P, Ponter A A, Mialot J P, Sauvant D, Thibier M. 1995. Influence of postpartum energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. **J. Reprod. Fertil.** 104:173.
- Guilbault, L. A., Rouillier, P., Matton, P., Glencross, R. G., Beard, A. J., y Knight, P. G. 1993. Relationships between the level of atresia and inhibin contents (alpha subunit and alpha-beta dimer) in morphologically dominant follicles during their growing and regressing phases of development in cattle. **Biol. of Reprod.** 48:268.
- Hinshelwood, M. M., Kamel, F., Dierschke, D. J. and Hauser, E. R., 1991. Effects of charcoal-extracted follicular fluid on reproductive function in postpartum cows. **Domestic Anim. Endocrinol.** 8:37
- Hirshfield, A. N. Waldemar, A. and Schmidt, W. A. 1987. Kinetic aspects of follicular development in the rat. **Adv. Exp. Med. Biol.** 219:737
- Holness, D. H., y Hopley, J. D. H. 1978. The effects of plane of nutrition, live weight, temporary weaning and breed on the occurrence of oestrus in beef cows during the post-partum period. **Anim. Prod.** 26:47.

- Hopper, H. W., Silcox, R. W., Byer, D. J., and Kiser, T. E. 1993. Follicular development in prepuberal heifer. **Anim. Reprod. Sci.** 31:7
- Humphrey, W. D., Koritnik, D. R., Kaltenbach, C. C., Dunn, T. G. y Niswender, G. D. 1976. Progesterone and LH in postpartum suckled beef cows. **J. Anim. Sci. (Abstr.)** 43:290.
- Humphrey W D, Kaltenbach C C, Dunn T G, Koritnik D R, G D Niswender. 1983. Characterization of homonal patterns in the beef cows during postpartum anestrus. **J Anim. Sci.** 56:445.
- Kesler D J, Troxel T R, Hixon D L. 1980. Effects of days postpartum and exogenous GnRH on reproductive hormones and ovarian cycles in postpartum suckled beef cows. **Theriogenology** 13:287.
- Kesler D. J., Garverick, H. A., Youngquist, R. S., Elmore, R. G., y Bierschwall, C. J. 1977. Effect of days postpartum and endogenous reproductive hormones on GNRH-induced LH release in dairy cows. **J Anim Sci** 46:797.
- Knopf, L., Kastelic, J. P., Schallenberger, E., y Ginther, O. J. 1989. Ovarian follicular dynamics in heifers: Test of two-waves hypothesis by ultrasonically monitoring individual follicles. **Domestic. Anim. Endocrinology** 6:111.
- La Voie V, Han D K, Foster D B, Moody E L. 1981. Suckling effect on estrus and blood plasma progesterone in postpartum beef cows. **J. Anim. Sci.** 52:802.
- Lamming, G. E., Wathes, D. C., y Peters, A. R. 1981. Endocrine pattern of the post-partum cow. **J. Reprod. and Fertility (Supl.)** 30:155.
- Lammoglia M A, Willard S T, Oldham J R, Randel R D. 1995. Effects of dietary fat and season on follicular development and interval to estrus in postpartum Brahman cows. **J. Anim. Sci.** 73(Suppl. 1):234 (Abstr.).
- Larson, G. H., Mallory, D. S., Dailey, R. A., y Lewis, P. E. 1991. Gonadotrophin concentrations follicular development and luteal function in pituitary stalk-transection ewes treated with some bovine follicular fluid. **J. Anim. Sci.** 69:4101.

- Levine, J. E., Pau, K. Y. F., Ramirez, V. D., y Jackson, G. L. 1982. Simultaneous measurement of luteinizing hormone-releasing hormone and luteinizing hormone released in anesthetized, ovariectomized, sheep. **Endocrinology** 111:14459.
- Lozano, D. R. R., Montaño, B. M., y González, P. E. 1978. Efecto de dos prácticas de manejo de lactación sobre la eficiencia reproductiva de vacas cebú en clima tropical. **Téc Pecu Méx** 25:12.
- Lucy M C, Savio J D, Badinga L, De La Sota R L, Thatcher W W. 1992a. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. **J. Anim. Sci.** 70:3615.
- Lucy M C, Beck J, Staples C R, Head H H, De La Sota R L, Thatcher W W. 1992b. Follicular dynamics, plasma metabolites, hormones and insulin-like growth factor I (IGF-I) in lactating cows with positive or negative energy balance during the preovulatory period. **Reprod. Nutr. Dev.** 32:331.
- Lucy M C, Staples C R, Michel F M, Thatcher W W. 1991. Effect of feeding calcium soaps to early postpartum dairy cows on plasma prostaglandin F2 alfa, luteinizing hormone, and follicular growth. **J Dairy Sci.** 74:483.
- Lucy, M. C., De la Sota, R. L., Staples, C. R., y Thatcher, W. W. 1991a. Effect of dietary calcium salts of long chain fatty acids (CaLCFA), energy intake, and lactation on ovarian follicular dynamics in Holstein dairy cows. **J. Anim. Sci.** 69(Suppl. 1):451 (Abstr.).
- Lucy, M. C., Staples, C. R., Michel, F. M., y Thatcher, W. W. 1991b. Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows. **J. Dairy Sci.** 74:473.
- Lussier, J. G., Matton, P., Guilbault, L. A., Grasson, F., Mapletoft, R. J., y Carruthers, T. D. 1994. Ovarian follicular development and endocrine response in follicular-fluid-treated and hemiovariectomized heifers. **J. of Reprod. and Fert.** 102:95.
- Lussier, J. G., Matton, P., y Dufour, J. J. 1987. Growth rate of follicles in the ovary of cow. **J. Reprod. Fert.** 81:301.

- Makarechian, M. y Arthur, P. F. 1990. Effects of body condition and temporary calf removal on reproductive performance of range cows. **Theriogenology** 34:435.
- Malven, P. V., Bosuut, D. R. B., Diekman, M. A. 1984. Effects of naloxone and electroacupuncture treatment on plasma concentrations of LH in sheep. **J. Endocrinology** 107:341.
- Mariana, J. C., Monniaux, D., Driancourt, M. A. y Mauleon, P. 1991. Folliculogenesis. In: **Reproduction in Domestic Animals**. Fourt Ed. Cupps, P. T., Academic Press, Inc. Davis, Cal., U.S.A. p. 119.
- Matton P, Jebbari K, Guilbault L A, Dufour J J. 1995. Histological and functional characteristics of bovine subordinate follicles (SF) during the oestrous cycle: effect of the dominant follicle (DF).
- McCann, S. M. 1974. Regulation of follicle stimulating hormone and luteinizing hormone. In D. B. Dill, E. F. Adolph, y C. G. Wilbur (Ed.) **Handbook of physiology, Section 7: Endocrinology, Volumen IV; The pituitary gland, part 2**. American Physiological Society, Washington, D.C.
- McDougall, S., Williamson, N. B., y Macmillan, K. L. 1995. GnRH induces ovulation of a dominant follicle in primiparous dairy cows undergoing anovulatory follicle turnover. **Anim. Reprod. Sci.** 39:205.
- Mihn, M., Baguisi, A., Boland, M. P., y Roche, J. F. 1994. Association between the duration of dominance of the ovulatory follicles and pregnancy rate in beef heifers. **J. of Reprod. and Fert.** 102:123.
- Moss, G. E., Adams, T. E., Niswender, G. D., y Nett, P. M. 1980. Effect of parturition and suckling on concentrations of pituitary gonadotropins, hipothalamic GnRH and pituitary responsiveness to GnRH in ewes. **J. Anim. Sci.** 50:496.
- Moss, G. E., Parfer, J. R., Marvin, C. A., Allrich, R. D., y Diekman, M. A. 1985. Pituitary concentrations of gonadotropins and receptors for GnRH in suckled beef cows at various intervals after calving. **J Anim Sci** 60:281.

- Murphy M G, Enright W J, Crowe M A, McConnell K, Spicer L J, Boland M P, Roche J F. 1991. Effect of dietary intake on pattern on growth of dominant follicles during the oestrou cycle in beef heifers. **J. Reprod. Fert.** 92:333.
- Nebel, R. L., y McGilliard. M. L. 1993. Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. **J. Anim. Sci.** 76:3257.
- Nett, T. M., Cermak, D., Braden, T., Manns, J., y Niswender, G. 1988. Pituitary receptors for GnRH and estradiol, and pituitary content of gonadotropins in beef cows. II. Changes during the postpartum period. **Dom Anim Endocrinol** 5:81.
- Odde K G, Ward H S, Kiracofe G H, McKee R M, Kittok R J. 1989. Short estrous cycles ans associated serum progesterone levels in beef cows. **Theriogenology** 14:105.
- Oxenreider, S. L. y Wagner, W. C. 1971. Effect of lactation and energy intake on postpartum ovarian activity in cow. **J. Anim. Sci.** 33:1026.
- Perry, R. C., Corah, L. R. Cochran, R. C., Beal, W. E., Stevenson, J. S., Minton, J. E., Simms D. D., y Bretour, J. R. 1991a. Influence of dietary energy on follicular development, serum gonadotropins, and first postpartum ovulation in suckled beef cows. **J. Anim. Sci.** 69:3762.
- Perry, R. C., Corah, L. R., Kiracofe, G. H., Stevenson, J. S., y Beal, W. E. 1991a. Endocrine changes and ultrasonography of ovaries in suckling beef cows during resumption of postpartum estrous cycles. **J. Anim. Sci.** 69:2548.
- Perry, T. C. 1991. **Reproduction in domestic animals.** 4<sup>a</sup> Ed., USA: Academic Press, Inc., 1.
- Peters, A. R., Lamming, G. E., y Fisher, M. W. 1981. A comparason of plasma LH concentrations in milked and suckled post-partum cows. **J. Reprod. Fert.** 62:567.
- Pierson, R. A., y Ginther, O. J. 1984. Ultrasonography of the bovine ovary. **Theriogenology** 21:495.
- Prado, R., Rhind, S. M., Wright, I. A., Russel, A. J. F., McMillen, S. R., Smith, A. J., y McNeilly, A. S. 1990. Follicle populations, steroidogenicity and micromorphology at 5 and 9 weeks postpartum in beef cows at two levels of body condition. **Anim. Reprod.** 51:103.

- Price, C. A., Carriere, P. D., Bhatia, B. y Groome, N. P. 1995. Comparison of hormonal and histological changes during follicular growth, as measured by ultrasonography, in cattle. **J. of Reprod. and Fert.** **103:63.**
- Ramírez-Godínez J A, Kirakofe G H, McKee R M, Schalles R R, Kittok R J. 1981. Reducing the incidence of short estrous cycles in beef cows with norgestomet. **Theriogenology** **15:613.**
- Ramírez-Godínez J A, Kirakofe G H, Schalles R R, Niswender G D. 1982. Endocrine patterns in the postpartum beef cow associated with weaning: a comparison of the short and subsequent normal cycles **J. Anim. Sci.** **55(1):153.**
- Randel RD. 1981. Effect of once-daily suckling on postpartum interval and cow-calf performance of first-calf Brahman X Herford heifers. **J Anim Sci** **53:755.**
- Randel, R. D. 1990. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. **J. Anim. Sci.** **68:853.**
- Reardon, T. E., Welch, R. A. S., Wright, D. E., y Brinsmead. 1978. Precalving nutrition on beef cows. **Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.** **32:202.**
- Reeves, J. J. Y Gaskins. 1981. Effect of once-day nursing on rebreeding efficient of cows. **J. Anim. Sci.** **53:889.**
- Rhodes F M, Fitzpatrick L A, Entwistle K W, De'ath G. 1995. Sequential changes in ovarian follicular dynamics in *Bos indicus* heifers before and after nutritional anoestrus. **J. Reprod. Fertil.** **104:41.**
- Richards, M. W., Spitzer, J. C., y Warner, M. B. 1986 Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. **J. Anim. Sci.** **62:300-306.**
- Richards, M. W., Wettemann R. P., y Schoenemann, H. M. 1989. Nutritional anestrus in beef cows: Body weight change, Body condition, luteinizing hormone in serum and ovarian activity. **J. Anim. Sci.** **67:1520.**

- Riley, G. M., Peters, A. R., y Lamming, G. E. 1981. Induction of pulsatile LH release, FSH release and ovulation in postpartum acyclic beef cows by repeated small doses of GnRH. **J. Reprod Fert.** **63**:559.
- Rodriguez, R. O. L., González, P. E., Montaldo, H., y Zapién, S. A. 1981. Efecto del manejo de la lactancia en la fertilidad de vacas Brangus bajo dos intensidades de pastoreo en zonas áridas: **XV Mem Reunión de Investigación Pecuaria en México p 58.**
- Rodríguez, R. O. L., González, P. E., y Vásquez, P. C. G. 1985. Utilización del destete temporal y lactación controlada en ganado Brangus mantenido en dos intensidades de pastoreo. **Téc Pecu Méx** **48**:78.
- Ruas J R M, Saturnino H M, Machado G V, Paulino M F. 1991. Effect of suckling on the incidence of oestrus during the breeding season in Nelore cows. **Anais, IX Congr. Brasileiro de Reprod. Anim.**, July 22-26, Brlo Horixonte, Brasil. 2:377.
- Rund, L. A., Leshin, L. S., Thompson, F. N., Rampacek, G. B., y Kiser, T. E. 1989. Influence of the ovary and suckling on luteinizing hormone response to naloxone in postpartum beef cows. **J. Anim. Sci.** **67**:1527.
- Rutter L M, Randel R D. 1984. Luteal Competency during the resumption of ovarian cyclicity in postpartum Brahman cows. **Theriogenology** **21(5)**:713.
- Ryan, D. P., Spoon, R. A., Griffith, M. K., y Williams, G. L. 1994. Ovarian follicular recruitment, granulosa cell steroidogenic potential and growth hormone insulin-like growth factor-I relationships in suckled beef cows consuming high lipid diets: Effects of graded differences on body condition maintained during the puerperium. **Domestic Anim. Endocrinology** **11**:161.
- SAS. 1985. SAS User's Guide: Statistics. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Savio, J. D., Keeman, L., Bolan, M. P., y Roche, J. F. 1988. Pattern of growth of dominant follicles during the oestrous cycles of heifers. **J. Rreprod. Fertil.** **83**:663.
- Savio, J. D., Thatcher, W. W., Badinga, L., De la Sota, R. L., y Wolfenson, D. 1993b. Regulation of dominant follicles turnover during the estrous cycles in cows. **J. Reprod. Fertil.** **97**:197.

**FALTA PAGINA**

No. 75

- Smith V G, Chenault J R, McAllister J F, Lauderdale J W. 1987. Response of postpartum beef cows to exogenous progestogens and gonadotropin releasing hormone. **J. Anim. Sci.** 64:540.
- Spicer L J, Leung K, Convey E M, Gunther J, Sgort R E, Tucker H A. 1989. Anovulation in postpartum suckled beef cows. I. Association among size and numbers of ovarian follicles, uterine involution, and hormones in serum and follicular fluid. **J. Anim. Sci.** 62:734.
- Spicer, L. J., Leung, K., Convey, E. M., Gunther, J., Short, R. E., y Tucker, H. A. 1986. Anovulation in postpartum suckled beef cows. Associations among size and numbers of ovarian follicles, uterine involution and hormones in serum and follicular fluid. **J. Anim. Sci.** 67:734.
- Spitzer J G, Morrison D G, Wettemann R P, Faulkner L C. 1995. Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows. **J Anim. Sci.** 73:1251.
- Stagg K, Diskin M G, Roche J F, Sreenan J M. 1995. Association between FSH concentrations and follicle growth during normal oestrous cycles and nutritional anoestrus in heifers. **J. Reprod. Fertil.** 15:66 (Abstr.).
- Steenkamp J D G, Horst, Van Der C, Andrew M J A. 1975. Reconception in grade and pedigree Africander cows of different sizes-postpartum factors influencing reconception. **S. Afr. J. Anim. Sci.** 5:103.
- Stock, A. E., y Fortune, J. E. 1993. Ovarian follicular dominance in cattle:Relationships between prolonged growth of the ovulatory follicles and endocrine parameters. **Endocrinology** 132:1108.
- Sunderland, S. J., Crowe, M. A., Boland, M. P., Roche, J. F., y Ireland, J. J. 1994. Selecton, dominance and atresia of follicles during the oestrous cycle of heifers. **J. Reprod. and Fert.** 101:547.
- Swett W W, Matthews C A, Fohrman M H. Development of the fetus in the dairy cow. **US Agric. Dept. Tech. Bull. No.964.** 1948.

- Tegegne A, Entwistle K W, Mucasa-Mugerwa E. 1992. Effects of supplementary feeding and suckling intensity on postpartum reproductive performance of Small East African Cebu cows. **Theriogenology** 38 (1):97.
- Tegegne, A., Entwistle, K. W. y Mucasa-Mugerwa, E. 1993. Effects of supplementary feeding and suckling intensity on postpartum reproductive performance of Small East African Cebu cows. **Anim. Breed Abstrs.** 61:160.
- Troxel T R, Kesler D J. 1984. The effect of progestin and GnRH treatments on ovarian function and reproductive hormone secretions of anestrus postpartum suckled beef cows. **Theriogenology** 21 (5): 699.
- Turnbull, K. E., Braden, A. W. H., y Mattner, P. E. 1977. The pattern of follicular growth and atresia in ovine ovary. **Aust. J. Biol. Sci.** 30:229.
- Turzillo, A. M., y Fortune, J. E. 1990. Suppression of the secondary FSH surge with bovine follicular fluid is associated with delayed ovarian follicular development in heifers. **J. Reprod. Fertil** 89:643.
- Walters D L, Short R E, Convey E M, Staigmiller R B, Dunn T G, Kaltenbach C C. 1982. Pituitary and ovarian function in postpartum beef cows. III. Induction of estrus, ovulation and luteal function with intermittent small-dose injections of GnRH. **Biol. Reprod.** 26:655.
- Walters, D. L., Short, R. E., Convey, E. M., Staigmiller, R. B., Dunn, T. G., y Kaltenbach, C. C. 1982a. Pituitary and ovarian function in postpartum beef cows. II. Endocrine changes prior to ovulation in suckled and nonsuckled postpartum cows compared to cycling cows. **Biol of Reprod** 26:647.
- Webb, R., Lamming, G. E., Haynes, N. B., Hafs, N. B., y Manns, J. G. 1977. Response of cyclic and post-partum suckled cows to injections of synthetic LH-RH. **J. Reprod. Fert.** 50:203.
- Webb, R., Lamming, G. E., Haynes, N. B., y Foxcroft, G. R. 1980. Plasma progesterone and gonadotrophin concentrations and ovarian activity in post-partum dairy cows. **J. Reprod. Fert.** 59:133.

- Wettemann R P, Hill G M, Boyd M E, Spitzer J C, Forrest D W, Beal W E. 1986. Reproductive performance of postpartum beef cows after short-term calf separation and dietary energy and protein supplementation. *Theriogenology* 26 (4):433.
- Wettemann. R. P. 1980. Postpartum endocrine function of cattle, sheep and swine. *J. Anim. Sci.* 51(Supl. II):6.
- Wettemann. R. P., Hafs, H. D., Edgerton, L. A., y Swanson, L. V. 1972. Estradion and progesterone in blood serum during the bovine estrous cycles. *J. Anim. Sci.* 34:1020.
- Whitman, R. W. 1975. Weight change, body condition and beef-cow reproduction. **Ph. D. Dissertation. Universidad del Estado de Colorado, fort Collins.**
- Wiltbank J N, Rowden W W, Ingall J E, Gregory K E, Koch R M. 1962. Effect of energy level on reproductive phenomena of mature hereford cows. *J. Anim. Sci.* 21:219.
- Wiltbank, J. N., Rowden, W. W., Ingall, J. E. y Zimmerman, D. R. 1964. Influence of postpartum energy level on reproductive performance of Hereford cows restricted in energy intake prior to calving. *J. Anim. Sci.* 23:1049.
- Wiltbank, J. N., Rowden, W. W., Ingall, J. E., Gregory, K. E., y Koch, R. M. 1962. Effect of energy level on reproductive phenomena of mature hereford cows. *J. Anim. Sci.* 21:219-225.
- Williams G L, Ray D E. 1980. Hormonal y reproductive profiles of early postpartum beef heifers after prolactin supression or steroid-induced luteal function. *J. Anim. Sci.* 50 (5):906.
- Williams, G. L. 1990. Sucklin as a regulator of pospartum rebreeding in cattle: A review. *J. Anim. Sci.* 68:831
- Williams, G. L., Kotwica, J., Slinger, W. D., Olson, D. K., Tilton, J. E., y Joanson, L. J. 1982. Effect of suckling on pituitary responsiveness to gonadotropin-releasing hormone throughout the early postpartum period of beef cows. *J. Anim. Sci.* 54:594.
- Winters L M, Green W W, Comstock R E. 1942 Prenatal development of the bovine. **Tech. Bull. Minnesota Agric. Exp. Sta. No. 151.**

- Wolfenson, D., Thatcher, W. W., Badinga, L., Davio, J. D., Meidan, R., Lew, B. J., Braw, R., R. y Berman, A. 1995. Effect of stress on follicular development during the estrous cycle in lactating dairy cattle. **Biol. of reprod.** 52:1106.
- Wright, I. A., Rhind, S. M., Russel, T. K., Whyte, T. R., Alison, J., McBean y McMillen. 1987. Effects of body condition, food intake and temporary calf separation on the duration of the post-partum anestrus period and associated LH, FSH and prolactin concentrations in beef cows. **Anim. Production** 45: 395.
- Wright, I. A., Rhind, S. M., Whyte, T. K., Smith, A. J., McMillen, S. R., y Prado, R. 1990. Circulating concentration of LH and FSH pituitary responsiveness to GnRH in Intact ovariectomized suckled beef cows in two levels of body condition. **Anim. Prod.** 51:93.
- Wright, I. A., Rhind, S. M., y Whyte, T. K. 1992. A note of the effect of pattern of food intake and body condition on the duration of the post-partum anestrus period and LH profiles in beef cows. **IV Curso internacional de Reproducción Bovina. UNAM. Mexico, Df. pp.139.**
- Zalesky, D. D., Forrest, D. W., McArthur, N. H., Wilson, J. M., Morris, D. L., y Harms, P. G. 1990. Suckling inhibits release of luteinizing hormone-releasing hormone from the bovine median eminence following ovariectomy. **J Anim Sci** 68:444.
- Zarco, Q. L. 1993. Efecto del balance energético sobre la reproducción en vacas lecheras de alta producción. Mecanismos, Importancia y Prevención. **V Curso internacional de Reproducción Bovina. México, Df. pp.147-176.**

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## X. A N E X O S

### A. IMAGENES ULTRASONOGRAFICAS DE LOS OVARIOS.

#### A.I. Toma de imágenes ultrasonográficas.

A.I.1.- Para disminuir el riesgo de desperfectos en el transductor durante la inspección transrectal, el transductor fue cubierto con un guante plástico de palpación.

A.I.2.- Para producir una superficie de contacto, se agregó un gel (conductivity gel hypo-allergenic; Ultra/Phonic) entre el transductor y el guante.

A.I.3.- Antes de la inspección de los ovários, fue removida la materia fecal del recto y como rutina se inspeccionó primero el ovario derecho en sus caras externa e interna seguida de la inspección del ovario izquierdo.

A.I.4.- Las imágenes ultrasonográficas de los ovários fueron grabadas con una video grabadora (formato Beta, marca Sony) y en cada imagen se registró la fecha, la identificación de la vaca, el ovario y la cara correspondiente.

A.I.5.- Con la finalidad de contar con la información previa de la presencia de estructuras ováricas al momento de la inspección ultrasonográfica, se registró en una hoja de campo, el número y la localización aproximada de los folículos mayores a 5 mm de diámetro.

#### A.II.- Lectura de las imágenes ultrasonográficas:

A.II.1.- Las imágenes ultrasonográficas fueron reproducidas simultáneamente en un monitor de televisión (a color, marca Sony, de 14") y en el monitor del equipo de ultrasonido. En el monitor del ultrasonido (el cual presenta las imágenes de las estructuras ováricas en tamaño real) se contó el número de folículos de la categoría 1 (2 a 4.9 mm de diámetro) y en el monitor de televisión (el cual aumenta tres veces el tamaño de las estructuras ováricas y por lo tanto disminuye el error en la medición del diámetro folicular) se determinó el número y el tamaño de los folículos de las categorías 2 (5-7.9 mm), 3 (8-9.9 mm) y 4 (> ó = 10 mm).

- A.II.2.-** Con la finalidad de medir el diámetro de los folículos sobre la pantalla de la televisión y obtener el diámetro real de los folículos, se usó una película plástica transparente graduada en una escala de 3:1 mm.
- A.II.3.-** El diámetro de cada uno de los folículos mayores o iguales a 5 mm fue el promedio de la longitud de dos ejes transversales, siendo uno de ellos el de mayor longitud.
- A.II.4.-** Debido a que los folículos mayores a 8 mm de diámetro generalmente fueron detectados en ambas caras del ováριο, la medición del folículo se realizó en la cara del ováριο que presentó las mayores proporciones foliculares.
- A.II.5.-** Para discernir entre un folículo presente en ambas caras del ováριο y dos folículos, se consideró, en forma retrospectiva, la concordancia en el tiempo de aparición y desaparición del folículo y la similitud en los cambios de tamaño en la estructura presente en ambas caras del ováριο.
- A.II.6.** El número de folículos en cada muestreo fue el número total de folículos, observados en los dos ovários.
- A.II.7.** Cuando por alguna razón no se contó con la imagen de alguna de las dos caras de un ováριο, a ésta le fue asignado el mismo número de folículos de la categoría I, observados en la cara opuesta. Si no apareció ninguno de las dos caras, dichos datos fueron designados perdidos.
- A.II.8.** Si durante una onda folicular no se observó algún folículo subordinado (menor al folículo dominante y mayor o igual a 5 mm de diámetro) el folículo subordinado de esta onda recibió un valor de 4.9 mm de diámetro (García-Winder 68:1099).
- A.II.9.** Si la aparición del folículo dominante ocurrió cuando éste alcanzó un tamaño mayor a 6 o 7 mm, se consideró que el inicio de la onda folicular ocurrió un día antes de la aparición del folículo dominante (Knopf et al., 1989; Dom. Anim. Endocr. 6:111)
- A.II.10.-** Los datos de las estructuras ováricas de las vacas fueron anotados en expedientes individuales, donde se registro la fecha y el día posparto, el número y el diámetro de los folículos de las diferentes categorías en cada cara de los dos ovarios, así como el registro de las ovulaciones y el diámetro de los cuerpos lúteos.

**A.II.11.- Con la finalidad de obtener un panorama de la dinámica folicular ovárica, que nos permitiera definir y obtener las variables de respuesta, fueron graficados durante todo el estudio el número y diámetro de los folículos de las categorías II, III y IV, la concentración sérica de progesterona, el diámetro de los cuerpos lúteos y los días del estro y la ovulación..**

**B.I. Determinación de la vida media del cuerpo lúteo.**

**B.I.1. Para la determinación de los días del inicio y fin del primer cuerpo lúteo posparto se usaron tres criterios diferentes. Debido a que con cualquiera de ellos se obtuvieron resultados similares se utilizó el segundo criterio de los descritos a continuación.**

- 1°. Inicio: concentración sérica de progesterona mayor a la concentración basal más tres desviaciones estándar; donde la concentración basal fue el promedio de la concentración de progesterona en todas las vacas el día 20 posparto. Fin: concentración de progesterona menor o igual a la concentración basal más tres desviaciones estándar.**
- 2°. Inicio: concentración sérica de progesterona mayor al promedio obtenido en las dos muestras posteriores al estro más una desviación estándar. Fin: concentración sérica de progesterona menor o igual al promedio obtenido en las dos muestras previas al segundo estro funcional más dos desviación estándar.**
- 3°. Inicio: concentración sérica de progesterona mayor a 1 ng/ml. Fin: concentración sérica de progesterona menor a 1 ng/ml.**