

**Relación entre el diámetro del folículo
pre-ovulatorio y el porcentaje de preñez en
ganado lechero**

Yajaira Lisbeth Vergara Icaza

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
Noviembre, 2005

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Relación entre el diámetro del folículo pre-ovulatorio y el porcentaje de preñez en ganado lechero

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Yajaira Lisbeth Vergara Icaza

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2005

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor

Yajaira Lisbeth Vergara Icaza

Honduras
Noviembre, 2005

Relación entre el diámetro del folículo pre-ovulatorio y el porcentaje de preñez en ganado lechero

Presentado por:

Yajaira Lisbeth Vergara Icaza

Aprobada:

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Asesor principal

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Coordinador de Área Temática
Zootecnia

Isidro A. Matamoros, Ph.D.
Asesor

George Pilz, Ph.D.
Decano Académico

Miguel Vélez, Ph.D.
Asesor

Abelino Pitty, Ph.D.
Director Interino Carrera Ciencia
y Producción Agropecuaria

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A Dios por iluminar mi vida y guiar mis pasos.

A mis padres Jorge Vergara Salcedo y Giomar Icaza Fuentes por el gran sacrificio y esfuerzo que han hecho por mí.

A mis hermanos Jorge y Luis Vergara Icaza, por darme la fuerza de seguir adelante y querer ser su ejemplo a seguir.

A mis abuelos Enriqueta Fuentes de Icaza, Alfredo Icaza y Argentina Salcedo, por ser las personas que iluminan mi vida con sus sonrisas y ocurrencias.

A Carlos Alfredo Florencia Icaza, por hacerme ver que la vida no es vida sin tropiezos y que lo más importantes es levantarse y seguir adelante.

A mis tíos, Egda Icaza, Yixssya Icaza, Vicente Bajaña, Fanny Icaza, Armando Ríos, porque sin el apoyo de ellos no hubiese llegado hasta aquí.

A Alfonso Icaza, por su apoyo y consejos en todos estos años.

A ALDJEMV, por la gran amistad que a pesar de todos estos años lejos sigue intacta.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por el apoyo incondicional durante estos años de estudio y por el esfuerzo que han hecho desde siempre por mí.

A mi hermano, Jorge Vergara Icaza, aunque solo hayas pasado un año junto a mí en Zamorano, te puedo asegurar que ha sido el mejor.

Al Dr. John Jairo Hincapié, por toda la dedicación, paciencia, confianza y amistad brindada tanto para la elaboración de la investigación, como para mi desarrollo personal.

Al Dr. Isidro Matamoros y su familia, por su ayuda, consejos, amistad y apoyo incondicional en todo momento.

A Gerardo Benavides, por su ayuda en la toma de datos de mi tesis, su amistad y compañía tan amena.

A José Baltazar por su valiosa amistad, sus ocurrencias con las que cada día nos regalaba una sonrisa que hacía olvidar los problemas por un rato y sobretodo por su asesoría en la tesis, gracias Doctor.

A mi familia Zamorano, Maylin Yoong, Grace Viera, Maria Herrarte, Paola Flores, Katia Duke, Olban Villatoro, Amaru Martínez, Santamaría Mendoza, Ariana Torres, por estar junto a mí en todo momento.

Al Ing. Byron Jara, por preocuparse por mí en todo momento y ayudarme a afrontar los problemas, gracias por tu amistad.

A Paul, Henry y David por soportarme durante este año, gracias por su amistad y cariño tan sincero, los voy a extrañar.

A todos los colegas de la clase Genoma y al Ing. Guillermo Arce Reyes por confiar en mí, brindarme siempre su apoyo y preocuparse por mí aun estando lejos.

A todos los profesores que tuve la oportunidad de conocer y aprender de ellos ayudando en mi formación profesional.

A Zamorano, porque es el lugar donde aprendes a valorar cada uno de los momentos de tu vida.

RESUMEN

Vergara, Y. 2005. Relación entre el diámetro de folículo pre-ovulatorio y el porcentaje de preñez en ganado lechero. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 35 p.

El tamaño de los folículos en los ovarios es considerado un indicador de fertilidad. El objetivo del presente estudio fue determinar la relación entre el diámetro del folículo pre-ovulatorio y el porcentaje de preñez en ganado lechero. La investigación se realizó entre enero y mayo de 2005 en Zamorano, Honduras. Se utilizaron 35 vacas multíparas de las razas Holstein, Pardo Suizo, Jersey y sus cruces; se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con 35 repeticiones, siendo cada vaca una unidad experimental. El tamaño de los folículos se midió mediante un Ultrasonido de Tiempo Real (UTR) SONOVET-600[®] con un transductor lineal de alta frecuencia (7.5MHz), y una impresora térmica SONY Videographic Printer UP-895 MD[®]. El 51% (18/35) de las vacas resultaron preñadas en el celo y servicio estudiado. Los mayores porcentajes de preñez, 75 y 60%, fueron para las categorías 1 (<12 mm) y 2 (12.1-16 mm), de diámetro folicular pre-ovulatorio (P=0.0290) respectivamente; no se encontró correlación (P=0.7885) entre la Condición Corporal (CC) y el porcentaje de preñez, diámetro folicular pre-ovulatorio y CC (P=0.7885), ni porcentaje de preñez y CC (P=0.2100). El 11% (4/35) de las vacas no lograron ovular. El 88% (31/35) presentaron un cuerpo lúteo en el mismo ovario en que fue diagnosticado el folículo pre-ovulatorio confirmando con ello la ovulación; no se encontró diferencia (P>0.05) entre el tamaño de los folículos pre-ovulatorios de las vacas que ovularon. El diámetro del folículo pre-ovulatorio afecta el porcentaje de preñez, obteniéndose los mejores resultados con folículos pre-ovulatorios pequeños y medianos.

Palabras clave: Cuerpo Lúteo, Tamaño folicular, Ultrasonido de Tiempo Real (UTR).

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos.....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
2.1 LOCALIZACIÓN.....	4
2.2 ANIMALES.....	4
2.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	4
2.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	4
2.5 METODOLOGÍA.....	5
2.6 VARIABLES ANALIZADAS.....	5
2.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	6
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
3.1 DIÁMETRO PROMEDIO DEL FOLÍCULO PRE-OVULATORIO (Φ FPO).....	7
3.2 CONDICIÓN CORPORAL (CC) AL MOMENTO DEL ESTRO.....	9
3.3 PORCENTAJE DE VACAS CON ESTROS OVULATORIOS Y ANOVULATORIOS.....	9
3.4 RELACIÓN ENTRE EL DIÁMETRO DEL FOLÍCULO PRE-OVULATORIO Y EL PORCENTAJE DE PREÑEZ.....	12
3.5 CORRELACIÓN ENTRE LA CONDICIÓN CORPORAL Y EL DIÁMETRO PROMEDIO DEL FOLÍCULO PRE-OVULATORIO.....	12
3.6 CORRELACIÓN ENTRE LA CONDICIÓN CORPORAL Y EL PORCENTAJE DE PREÑEZ.....	13
4. CONCLUSIONES.....	15

5.	RECOMENDACIONES	16
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	17
7.	ANEXOS.....	19

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Diámetros promedios del folículo pre-ovulatorio de acuerdo a cada categoría	7
Cuadro 3. Relación entre el diámetro del folículo pre-ovulatorio y el porcentaje de preñez.....	12

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diámetro del folículo pre-ovulatorio para la categoría pequeño (< 12mm). La F indica el folículo pre-ovulatorio, O = ovario.....	8
Figura 2. Diámetro del folículo pre-ovulatorio para la categoría mediano (12.1-16mm). La F indica el folículo pre-ovulatorio, O = ovario.....	8
Figura 3. Diámetro del folículo pre-ovulatorio para la categoría grande (> 16mm). La F indica el folículo pre-ovulatorio, O = ovario.....	8
Figura 4. Porcentaje de vacas que ovularon según las categorías de diámetro folicular pre-ovulatorio.....	10
Figura 5. Izquierda: Folículo pre-ovulatorio en ovario izquierdo categoría pequeño (<12mm), ultrasonido tomado el día del celo. Derecha: Cuerpo lúteo en ovario izquierdo al día 9 poscelo (CL = cuerpo lúteo; F = folículo; O = ovario).....	10
Figura 6. Izquierda: Folículo pre-ovulatorio en ovario derecho categoría mediano (12.1-16mm), ultrasonido tomado el día del celo. Derecha: Cuerpo lúteo en ovario derecho al día 11 poscelo (CL = cuerpo lúteo; F = folículo; O = ovario).....	11
Figura 7. Izquierda: Folículo pre-ovulatorio en ovario izquierdo categoría grande (>16mm), ultrasonido tomado el día del celo. Derecha: Cuerpo lúteo en ovario izquierdo al día 8 poscelo (CL = cuerpo lúteo; F = folículo; O = ovario).....	11
Figura 8. Izquierda: Folículo pre-ovulatorio en ovario derecho categoría grande (>16mm), ultrasonido tomado el día del celo. Derecha: Persistencia del folículo en ovario derecho el día 9 poscelo (F = folículo; O = ovario).	11
Figura 9. Condición Corporal (CC) promedio de acuerdo a las categorías de los folículos pre-ovulatorios.....	13

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Celos ovulatorios. Izquierda: Ultrasonidos del diámetro del folículo pre-ovulatorio. Derecha: Cuerpo lúteo formado en el mismo ovario, 7 - 10 días poscelo (CL = cuerpo lúteo; F = folículo; O = ovario)..... 19
- Anexo 2. Celos anovulatorios. Izquierda: Ultrasonido de folículo pre-ovulatorio. Derecha: Persistencia del folículo en el mismo ovario, 7-10 días poscelo (CL = cuerpo lúteo; F = folículo; O = ovario). 22

1. INTRODUCCIÓN

Durante mucho tiempo la participación ganadera ha sido primordial en el desarrollo económico de un país, lo que ha incurrido en que la producción bovina sea una de las mayores preocupaciones de los profesionales de campo, los que para operar los sistemas de producción se basan en diferentes factores que inciden directamente en el aumento de la producción y reproducción de los hatos lecheros (Andrade *et al.* 1998).

Entre los factores que limitan la producción y la reproducción del ganado bovino se encuentra el llevar un control de los índices reproductivos, que son los indicadores del desempeño reproductivo del rodeo (días abiertos, intervalo entre partos). Los índices reproductivos nos permiten identificar las áreas de mejoramiento, establecer metas reproductivas, monitorear los progresos e identificar los problemas en estadíos tempranos (UNRC 2004).

En la vaca, los cambios ováricos que se descubren clínicamente indican la normal progresión del ciclo estral y permiten determinar muy aproximadamente la etapa del ciclo. Esto es de suma importancia en casos de anestro aparente y también en animales que no están embarazados durante el examen obstétrico. El cálculo de las etapas del ciclo estral se basa en el hallazgo de folículos y cuerpos amarillos de tamaño y consistencia característicos de cada etapa en particular (Zemjanis 1990).

Siempre existen folículos menores de 10 mm de diámetro en los ovarios, aun en animales embarazados y su presencia no sirve para calcular la etapa del ciclo estral. Los folículos que exceden este tamaño hacen su aparición en el 16° ó 17° día después de la ovulación. El tamaño aumenta y llega a su máximo en el clímax del estro fisiológico (Zemjanis 1990).

El crecimiento folicular culmina con la expulsión del óvulo maduro desde el ovario, horas después que la vaca ha expresado signos de celo (ovulación). Luego de ello, el cuerpo lúteo se transforma en la estructura predominante. Un folículo maduro posee un diámetro de 15-18 mm. El cuerpo lúteo maduro es una estructura más grande con un diámetro promedio de 25 mm (Wattiaux 1999).

Actualmente se utiliza un nuevo indicador fisiológico de fertilidad, el tamaño de los folículos en los ovarios; estas estructuras son las que controlan el ciclo estral en la vaca y producen los estrógenos provocando que la vaca entre en celo, además luego de la liberación del oocito a las trompas de falopio secreta progesterona, la cual prepara al útero para la preñez y evita los abortos (Comis 2003).

Estudios realizados en la universidad de Missouri en el 2001, han indicado que las vacas de ovulación inducida presentan una amplia gama de tamaño de folículos, influyendo en el nivel de producción de estrógeno, progesterona y en su fertilidad.

Para probar esta hipótesis, los investigadores estudiaron 45 vacas de ovulación inducida midiendo los folículos ovulatorios antes de la inseminación artificial. Utilizaron un equipo de ultrasonido, clasificaron cada folículo ovulatorio de la vaca como pequeño (menos de 12 mm), mediano (12.1-16 mm) o grande (más de 16 mm). Cerca de cuatro semanas después de que las vacas fueron inseminadas, utilizaron ultrasonido para determinar si estaban preñadas. Los científicos encontraron que 25 días después de inseminadas, sólo cerca del 57% de las vacas con folículos pequeños estaban preñadas, de las vacas con folículos grandes el 67% y el 78 % en el caso de las vacas con folículos medios; concluyendo de esta manera que las vacas de folículo pequeño tenían una fertilidad más baja (Comis 2003), sin embargo, en otro estudio Domínguez (2000) clasificó el diámetro folicular pre-ovulatorio en pequeño (1-4 mm); mediano (5-9 mm) y grande (≥ 10 mm).

Para este tipo de análisis es necesario utilizar técnicas que permitan un monitoreo preciso y sin riesgos para el animal; uno de los métodos clínicos actualmente utilizado es la ultrasonografía que trabaja con ondas de ultrasonido inaudibles para el oído humano y operan a varias frecuencias (Háfiez 1993).

Los ultrasonidos del modo A y B son las formas de uso actual. El modo A (de amplitud) es una representación unidimensional de amplitud de eco en función de la distancia, mientras que el modo B (de brillantez) produce una imagen bidimensional exacta de cortes transversales de los tejidos blandos. Los principales componentes de un aparato de ultrasonografía son: generador de pulsos eléctricos, transductor, convertidor de haz y pantalla (monitor) de video. Un pulso eléctrico de alto voltaje con duración de unos pocos milisegundos hace que el transductor eléctrico vibre, convirtiendo la energía eléctrica en mecánica (ultrasonido). La reflexión de estas ondas (ecos) en superficies del tejido hacia el transductor produce una señal eléctrica que es procesada por un convertidor de haz, y proyectada en el monitor de video (Háfiez 1993).

Las estructuras llenas de líquidos tales como folículos, quistes y sacos fetales reflejan mal las ondas sonoras y son llamadas anecogénicas o no ecogénicas, mientras que los tejidos sólidos como huesos y músculos las reflejan con facilidad (hasta el 99%) y son denominados hiperecogénicos. Una estructura no ecogénica aparece negra en la pantalla y una hiperecogénica blanca, mientras que otros tejidos producen diversas tonalidades de gris (Noakes 1999).

Dependiendo de los patrones que producen en el monitor, los transductores son de dos tipos. El lineal produce una imagen rectangular, mientras que el sectorial produce una imagen sectorizada parecida a una rebanada de pastel. Los transductores de uso común en animales domésticos son del tipo de arreglo lineal y tienen intervalo de frecuencia de 3.5 a 7.5 MHz (Háfiez 1993).

Los diferentes grados de reflexión proporcionan una imagen bidimensional y móvil (tiempo real) que aparece en la pantalla, el tejido que forma la imagen tiene la forma de un rectángulo. Generalmente se usan diversos tipos de transductores para ecografía transrectal en la vaca; uno de 5 MHz proporciona una mejor penetración en los tejidos aunque menor resolución que un transductor de 7.5 MHz que nos brinda menor penetración en los tejidos pero mejor resolución (Noakes 1999).

El presente trabajo tuvo como objetivo principal determinar la relación entre el diámetro del folículo pre-ovulatorio y el porcentaje de preñez en ganado lechero y como objetivos específicos determinar el diámetro promedio del folículo pre-ovulatorio, determinar la correlación entre el diámetro promedio del folículo pre-ovulatorio y el porcentaje de preñez, determinar la correlación entre el diámetro del folículo pre-ovulatorio y la Condición Corporal, determinar la correlación entre la Condición Corporal y el porcentaje de preñez y determinar el porcentaje de vacas con estros ovulatorios y anovulatorios.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó de Enero a Mayo de 2005 en la Unidad de Ganado Lechero de Zamorano, ubicada en el Valle del Río Yeguaré, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, a 14° norte y 87° oeste; contando con una altitud de 800msnm, una temperatura promedio anual de 24° C y una precipitación promedio anual de 1,100mm.

2.2 ANIMALES

Se utilizaron 35 vacas Holstein, Pardo Suizo, Jersey y sus encastes en condiciones similares de manejo y alimentación a base de pasto Tobiatá (*Panicum maximum*), Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y Transvala (*Digitaria eriantha*); sales minerales *ad libitum* hasta los 30 días antes del parto y concentrado con 21.9% de Proteína Cruda (PC) y 3.96 Mcal/kg de Energía Neta de Lactancia (ENL) suministrado a razón de 0.45 kg de concentrado por litro de leche.

2.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Se utilizaron en el estudio las vacas con los siguientes criterios de inclusión:

- Condición Corporal al momento del servicio de 2.5 o mayor en la escala de 1 a 5; vacas extremadamente delgadas son grado 1 y vacas extremadamente gordas son grado 5 (Wattiaux 1999).
- Entre el primer y quinto parto.
- Primero y segundo servicio.

2.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Se excluyeron las vacas que presentaron las siguientes condiciones:

- Catarros genitales al momento del servicio.
- Con tratamientos concomitantes (antibióticos).
- Con repetición de celo (tres o más servicios).

2.5 METODOLOGÍA

Se utilizó un Ultrasonido de Tiempo Real (UTR) SONOVET-600[®] con un transductor lineal de alta frecuencia (7.5MHz) que permitió una mejor resolución en las imágenes obtenidas, además de una impresora térmica SONY Videographic Printer UP-895 MD[®].

Para el uso del ultrasonido se siguieron los siguientes pasos:

- Evacuación de las heces del recto del animal.
- Aplicación de lubricante obstétrico sobre la mano recubierta de un guante asimismo sobre la superficie de la sonda traductora recubierta por un guante.
- Introducción suave por el recto del animal.
- Identificación de las estructuras con los dedos pulgar e índice a la vez que se comprime el transductor contra la pared rectal adyacente a la estructura.

Las vacas fueron sometidas al diagnóstico ultrasonográfico 8-10 horas después de haber sido detectado el estro y 7-10 días después, para determinar la presencia del cuerpo lúteo y si éste coincidía con el lugar en que fue encontrado en el primer monitoreo el folículo pre-ovulatorio y determinar si hubo o no ovulación.

A partir del día 18, las vacas fueron vigiladas para determinar la posible repetición de celo, en cuyo caso finalizó su participación en la investigación, en cambio las que no repitieron celo fueron sometidas al diagnóstico de preñez a los 40 días de haber sido inseminadas.

Para la clasificación de los folículos, se utilizó la propuesta por Comis (2003) de considerar a los de menos de 12 mm como pequeños, de 12.1-16 mm como medianos y los mayores a 16mm como grandes.

2.6 VARIABLES ANALIZADAS

Se analizaron las siguientes variables:

- Diámetro promedio del folículo pre-ovulatorio (Φ FPO).
- Condición Corporal (CC) al momento del estro.
- Porcentaje de vacas con estros ovulatorios y anovulatorios.
- Correlación entre el diámetro del folículo pre-ovulatorio y el porcentaje de preñez.
- Correlación entre la Condición Corporal y el diámetro promedio del folículo pre-ovulatorio
- Correlación entre la Condición Corporal y el porcentaje de preñez.

2.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 35 repeticiones. Para el análisis de las variables diámetro promedio del folículo pre-ovulatorio (mm) y Condición Corporal al momento del estro se utilizó el Modelo Lineal General (GLM) con un análisis de varianza, diferencia de medias y en donde se hallaron diferencias se aplicó el procedimiento de Diferencia Mínima Significativa (DMS) y prueba de Duncan. Las correlaciones entre el diámetro del folículo pre-ovulatorio y el porcentaje de preñez, entre la Condición Corporal y el diámetro promedio del folículo pre-ovulatorio y entre la Condición Corporal y el porcentaje de preñez se analizaron por medio del procedimiento de Coeficientes de Correlación de Pearson; el porcentaje de vacas con estros anovulatorios fue analizado con la prueba de Chi-cuadrado. Se utilizó el programa Statistical Analysis System (SAS 1999-2001) con un nivel de significancia de 0.05.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DIÁMETRO PROMEDIO DEL FOLÍCULO PRE-OVULATORIO (Φ FPO)

El diámetro promedio de los folículos pre-ovulatorios fue de 14.38 mm con diferencias ($P < 0.05$) entre los promedios de las tres categorías (Cuadro 1). Estos resultados son similares a los mencionados por Sorensen (1979) quien indica que en las vacas los folículos maduros miden de 10 a 20 mm. De igual manera Hincapié *et al.* (2005) indican que los folículos pre-ovulatorios alcanzan un tamaño máximo entre 13-16 mm.

El proceso de desarrollo, selección y regresión de los folículos ováricos en los rumiantes se produce durante toda la vida reproductiva del animal, al igual que en el resto de las especies. El crecimiento y la maduración del folículo pre-ovulatorio bovino comprende distintas fases: reclutamiento, selección y dominancia; solo un folículo dominante se desarrolla, aunque existen en el mismo lugar entre tres y seis folículos, aparentemente idénticos y expuestos a las mismas condiciones endocrinas que por el contrario, regresan (Gordon 1999).

El folículo es suave y redondeado, su superficie mide aproximadamente 10 mm de diámetro a la mitad del ciclo y 20 a 25 mm en su desarrollo máximo. El diámetro real del folículo puede ser igual o mayor que el determinado por exploración, dependiendo de lo profundo que está el folículo dentro del ovario (Zemjanis 1990).

Cuadro 1. Diámetros promedios del folículo pre-ovulatorio de acuerdo a cada categoría

Clasificación	Valor de referencia ¹ (mm)	Número de vacas	Media \pm D.E. (mm)
pequeños	< 12	8	9.75 \pm 0.47 a
medianos	12.1 - 16	15	14.23 \pm 0.34 b
grandes	> 16	12	17.66 \pm 0.38 c

¹ Valores de referencia de diámetro folicular sugeridos por Comis (2003), adaptados por el autor.

Valores en columnas con letras distintas, son diferentes estadísticamente entre sí ($P < 0.05$).

DE: desviación estándar

Las Figuras 1, 2 y 3 presentan los ultrasonidos realizados el día del celo en diferentes vacas, para las tres categorías: folículos pequeños (<12 mm), medianos (12.1-16 mm) y grandes (>16 mm).

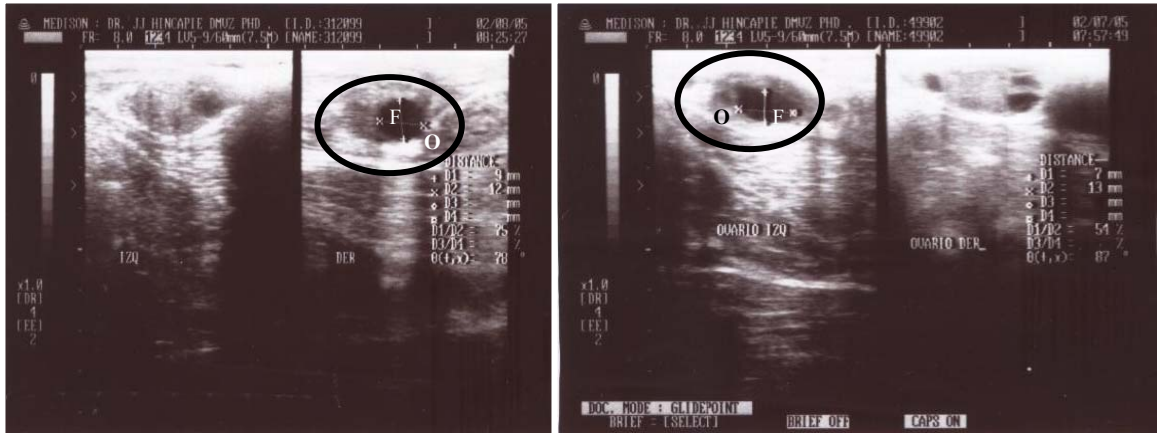


Figura 1. Diámetro del folículo pre-ovulatorio para la categoría pequeño (< 12mm). La F indica el folículo pre-ovulatorio, O = ovario.

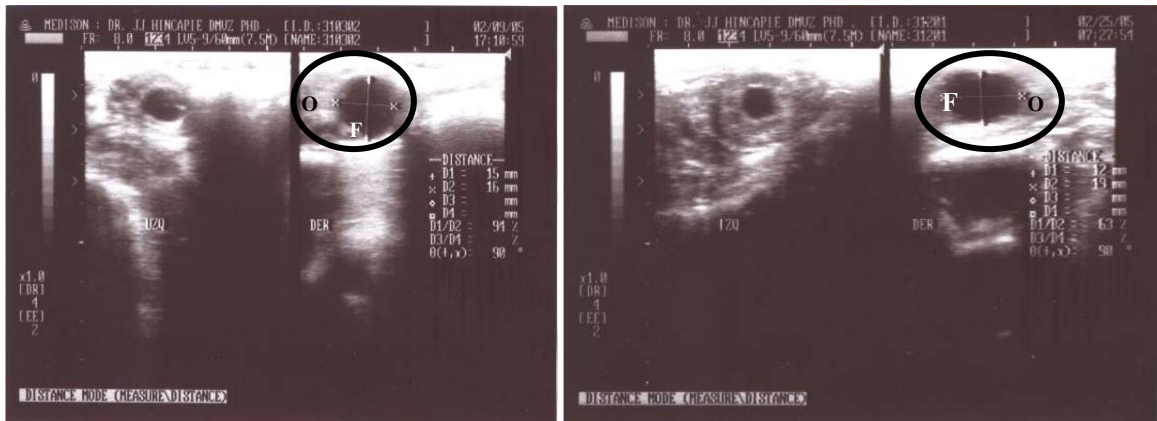


Figura 2. Diámetro del folículo pre-ovulatorio para la categoría mediano (12.1-16mm). La F indica el folículo pre-ovulatorio, O = ovario.

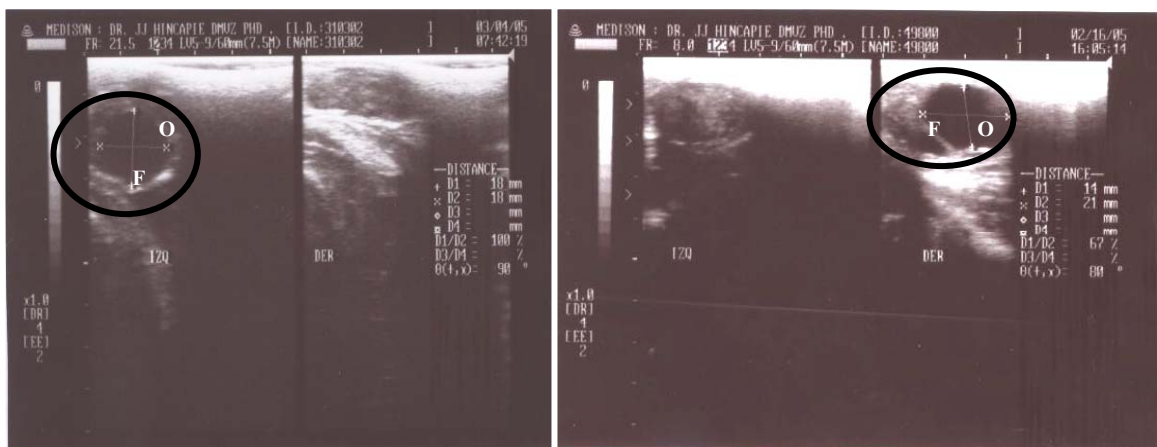


Figura 3. Diámetro del folículo pre-ovulatorio para la categoría grande (> 16mm). La F indica el folículo pre-ovulatorio, O = ovario.

3.2 CONDICIÓN CORPORAL (CC) AL MOMENTO DEL ESTRO

La estimación de la Condición Corporal (CC) constituye una herramienta de trabajo para trazar las estrategias de manejo, manejo reproductivo y productivo de los rebaños productores de leche (Hincapié *et al.* 2005).

La CC promedio fue de 2.92 ± 0.11 y similar ($P=0.73$) entre las categorías de tamaño de folículo (Cuadro 2). Este resultado se encuentra dentro de las recomendaciones dadas por McClure (1995) quien sugiere como meta una CC promedio al momento de la inseminación artificial (IA) de 2.5 y por Hincapié *et al.* (2005) quienes sugieren valores entre 2.5-3.75 en la escala de 1-5. Blanco y Rolo (1997) reportan que vacas 5/8 Holstein y 3/8 Cebú con CC de 2 presentaban ovarios inactivos y proceso de anestro, mientras que los animales con una CC entre 3-3.5 expresaban actividad ovárica en un 66%.

Cuadro 2. Condición Corporal (CC) al momento del estro de acuerdo a la categoría del diámetro folicular pre-ovulatorio

CC media \pm D.E. (mm)	Número de vacas	Valor de referencia ¹ (mm)
3.04 \pm 0.22	8	< 12
2.94 \pm 0.14	15	12.1 - 16
2.81 \pm 0.19	12	> 16

¹ Valores de referencia de diámetro folicular sugeridos por Comis (2003), adaptados por el autor.

CC: Condición Corporal
DE: Desviación estándar

3.3 PORCENTAJE DE VACAS CON ESTROS OVULATORIOS Y ANOVULATORIOS

Dentro del proceso de dinámica folicular es importante tener en cuenta que no todas las vacas que presentan celo logran una ovulación normal; existen procesos y alteraciones tanto endocrinas como fisiológicas que afectan este mecanismo dando como resultado una falla en la concepción (Hincapié *et al.* 2005).

Al momento del celo y de 7 a 10 días pos celo el 11.43% (4/35) de las vacas no lograron ovular, de las cuales el 50% (2/4) presentaban folículos menores a 16 mm y el otro 50% (2/4) mayores a 16 mm. El 88.57% (31/35) presentaron un cuerpo lúteo en el mismo ovario en que fue diagnosticado el folículo pre-ovulatorio confirmando con ello la ovulación (Figura 4); no se encontró diferencia en el número de vacas según el tamaño de los folículos pre-ovulatorios.

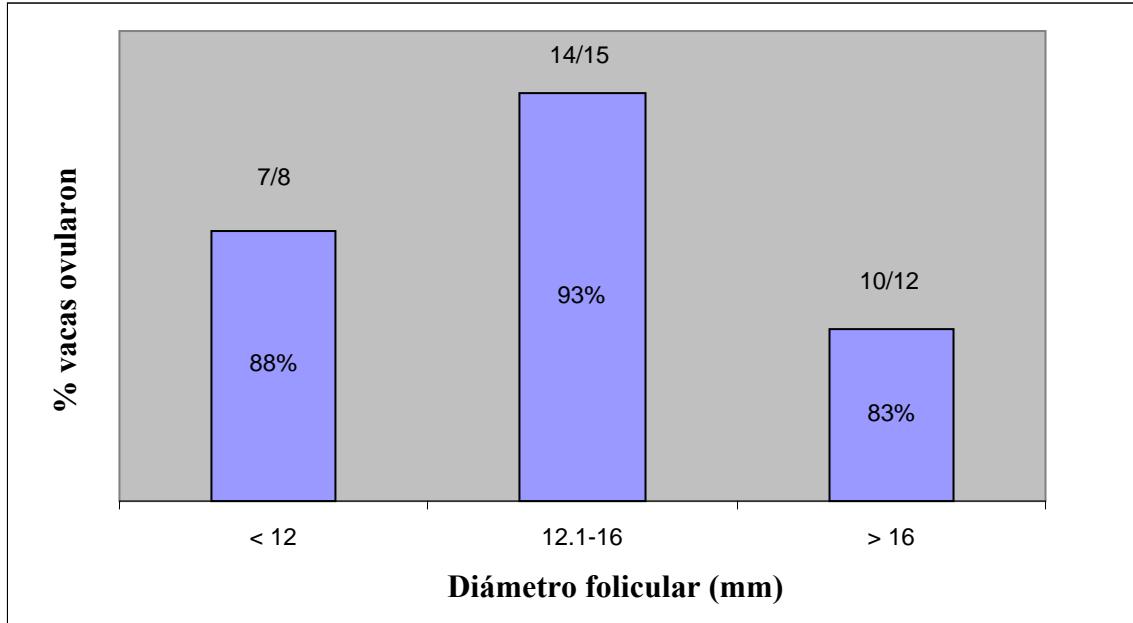


Figura 4. Porcentaje de vacas que ovularon según las categorías de diámetro folicular pre-ovulatorio

Las Figuras 5, 6 y 7 presentan los ultrasonidos de celos ovulatorios por categorías, tomados el día del celo y 7-10 días después para verificar la formación del cuerpo lúteo y la ovulación; la Figura 8 presenta el ultrasonido de un celo anovulatorio, verificado por la no formación del cuerpo lúteo 7-10 días después y la persistencia del foliculo.

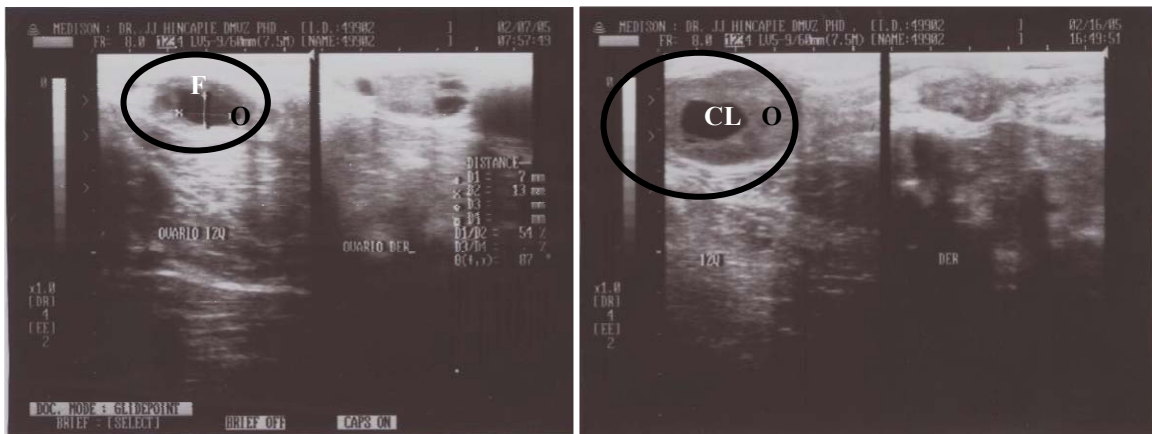


Figura 5. Izquierda: Folículo pre-ovulatorio en ovario izquierdo categoría pequeño (<12mm), ultrasonido tomado el día del celo. Derecha: Cuerpo lúteo en ovario izquierdo al día 9 poscelo (CL = cuerpo lúteo; F = folículo; O = ovario).

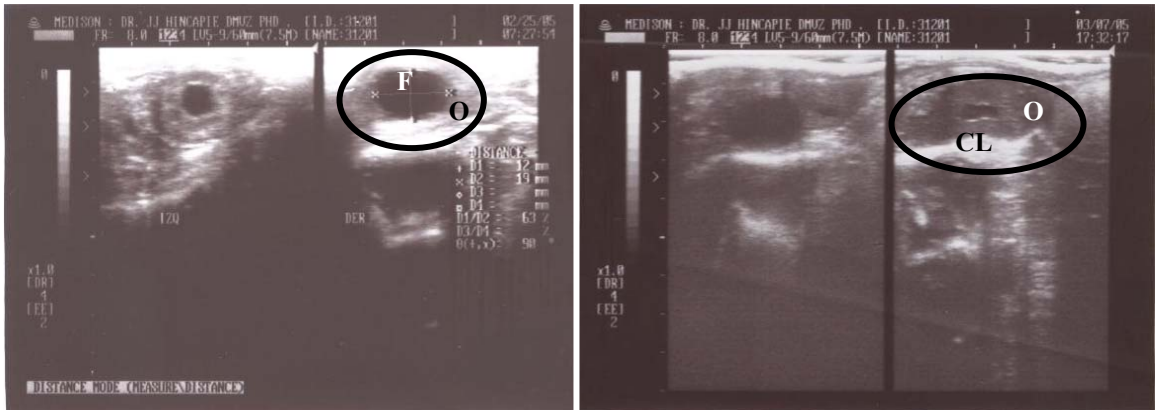


Figura 6. Izquierda: Folículo pre-ovulatorio en ovario derecho categoría mediano (12.1-16mm), ultrasonido tomado el día del celo. Derecha: Cuerpo lúteo en ovario derecho al día 11 poscelo (CL = cuerpo lúteo; F = folículo; O = ovario).

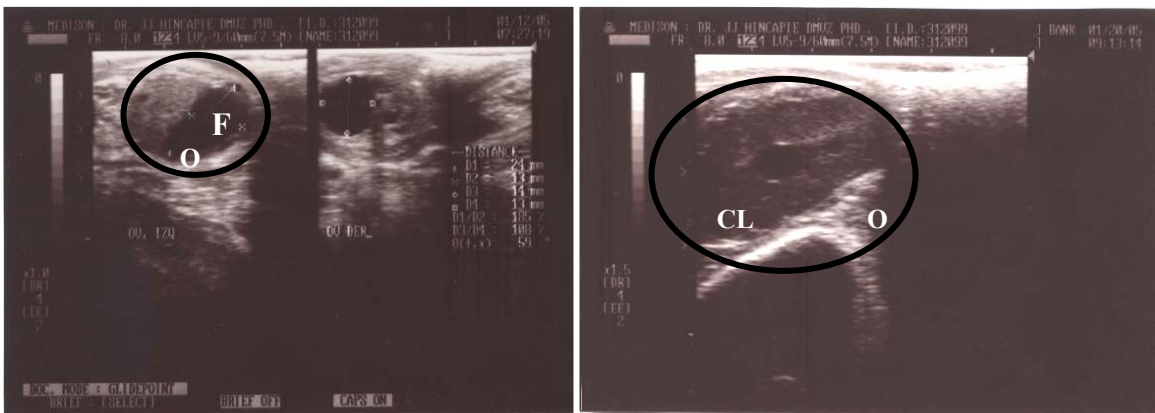


Figura 7. Izquierda: Folículo pre-ovulatorio en ovario izquierdo categoría grande (>16mm), ultrasonido tomado el día del celo. Derecha: Cuerpo lúteo en ovario izquierdo al día 8 poscelo (CL = cuerpo lúteo; F = folículo; O = ovario).

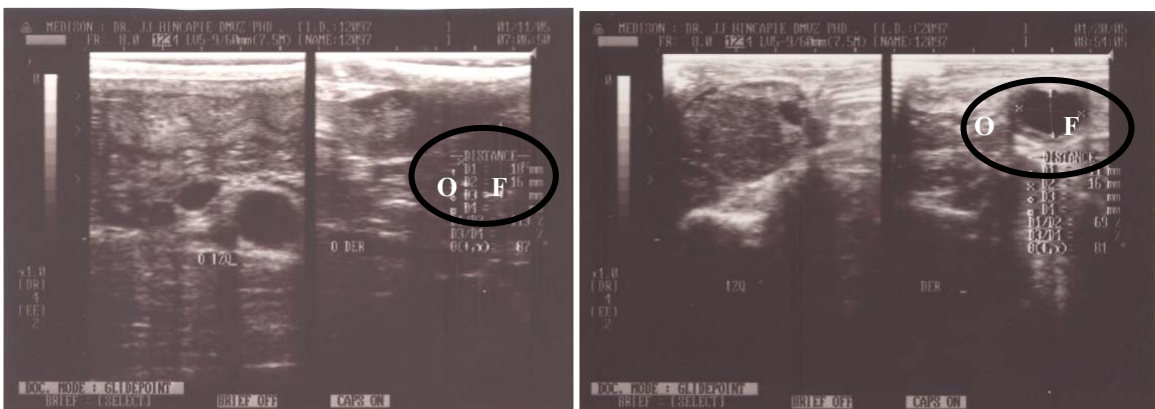


Figura 8. Izquierda: Folículo pre-ovulatorio en ovario derecho categoría grande (>16mm), ultrasonido tomado el día del celo. Derecha: Persistencia del folículo en ovario derecho el día 9 poscelo (F = folículo; O = ovario).

3.4 RELACIÓN ENTRE EL DIÁMETRO DEL FOLÍCULO PRE-OVULATORIO Y EL PORCENTAJE DE PREÑEZ

De las 35 vacas evaluadas 51% (18/35) resultaron preñadas en el celo y servicio estudiado; hubo diferencias ($P=0.0051$) entre los porcentajes de preñez; siendo menor en el grupo con folículos grandes (Cuadro 3).

Cuadro 3. Relación entre el diámetro del folículo pre-ovulatorio y el porcentaje de preñez

Preñez (%)	Número de vacas	Valor de referencia ¹ (mm)
75 (6/8)a	8	< 12
60 (9/15)a	15	12.1 - 16
25 (3/12)b	12	> 16

¹ Valores de referencia de diámetro folicular sugeridos por Comis (2003), adaptados por el autor. Valores en columnas con letras distintas, son diferentes estadísticamente entre sí ($P<0.05$).

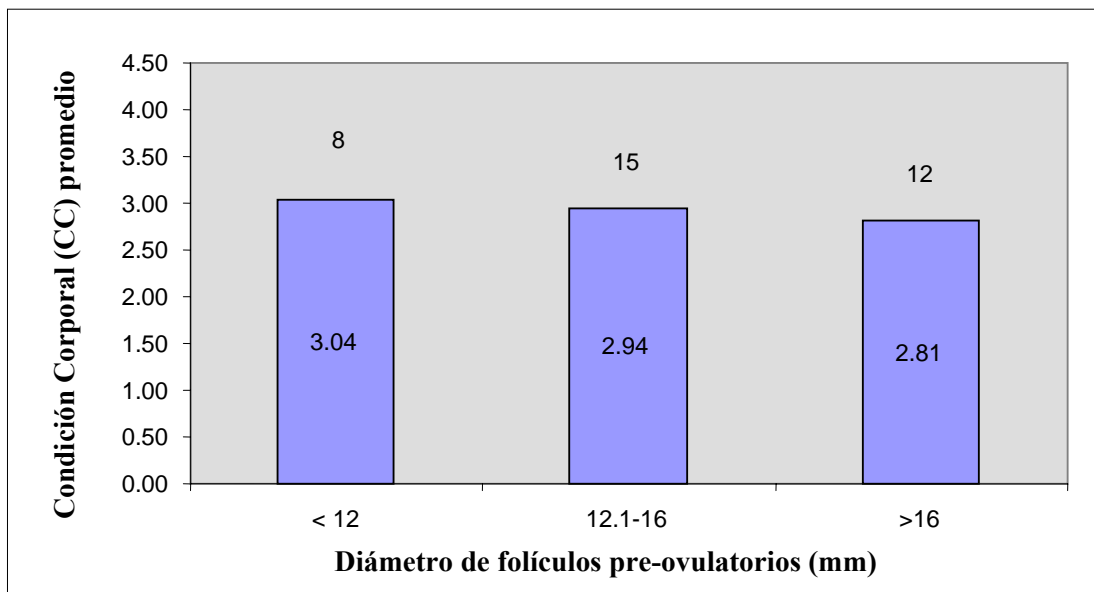
Estos resultados coinciden con los resultados de Comis (2003) quien encontró un 78% de preñez en vacas con folículos pre-ovulatorios entre 12.1 – 16 mm; sin embargo, difieren de los valores encontrados para los folículos pequeños (<12 mm) y grandes (>16 mm) de 57% y 67% de preñez, respectivamente. También se contradicen con los resultados de Vasconcelos *et al.* (2001) de que las ovulaciones originadas de folículos pequeños producen bajas tasas de fertilidad posiblemente debido al desarrollo de cuerpos lúteos pequeños, lo que produce una disminución en las concentraciones de progesterona circulante.

Es importante tener en cuenta que existen una serie de factores que inciden en que una vaca aunque presente celo y ovulación no fecunde, entre ellos podemos mencionar: factores biológicos (genéticos, endocrinos, infecciones), ambientales (estrés calórico, nutrición, balance energético negativo), tecnológicos (aplicación de la técnica de inseminación artificial, manejo reproductivo).

3.5 CORRELACIÓN ENTRE LA CONDICIÓN CORPORAL Y EL DIÁMETRO PROMEDIO DEL FOLÍCULO PRE-OVULATORIO

En el presente trabajo no hubo diferencia ($P>0.05$) en la CC de vacas agrupadas según el diámetro del folículo (Figura 9). La disminución en el número de folículos grandes o en el total de folículos también ha sido observada cuando las vacas son alimentadas con dietas de bajo aporte energético (Grimard *et al.* 1995). Domínguez (2000) encontró que las vacas con CC de 3-5 (escala 1-5) tienen mayor número de folículos pequeños que aquellos con CC de 1 ó 2 y que las vacas con encaste europeo presentan una mayor proporción de folículos grandes que las hembras cebú o sus cruces.

La CC baja está asociada con la inhibición de los pulsos de GnRH procedentes del hipotálamo, afectando la frecuencia de los pulsos de LH (Wright *et al.* 1987). En Veracruz, México en vacas cebú, se confirmó que una baja CC al parto y en el posparto aumenta el intervalo del parto a la primera onda de desarrollo folicular, provoca una disminución en el número de folículos de mayor tamaño y en el índice de crecimiento de los folículos dominantes, lo que induce a una disminución en su diámetro máximo (Arrequin *et al.* 1997); de igual manera Ryan *et al.* (1994) encontraron un efecto depresor de la baja o excesiva CC antes y después del parto sobre el número de folículos mayores a 9.9mm en vacas amamantando.



Los valores dentro de las barras indican la CC de cada categoría

Figura 9. Condición Corporal (CC) promedio de acuerdo a las categorías de los folículos pre-ovulatorios

3.6 CORRELACIÓN ENTRE LA CONDICIÓN CORPORAL Y EL PORCENTAJE DE PREÑEZ

El rendimiento reproductivo de las vacas está relacionado aunque no invariablemente, con el peso vivo, los cambios de peso y la CC; la reanudación de los ciclos estrales después del parto guarda relación con los cambios de peso al final de la gestación y el estado de carnes después del parto.

Las vacas que tienen una CC superior a 2.5 (en escala del 1-5) presentan celo en un tiempo mínimo, sin embargo, las que pierden 10% del peso vivo después del parto retrasan la reanudación del celo 19 días o más (McClure 1995).

Entre la CC y el porcentaje de preñez no hubo correlación ($P=0.2100$), lo cual se atribuye a que los animales en estudio presentaban una CC dentro de los rangos ideales para la actividad reproductiva. De igual manera López-Gatius *et al.* (2002) encontraron una fuerte asociación entre la CC y el % de preñez, dicha relación se observa más fuerte al momento del parto, de tal manera que en las vacas que paren con una CC pobre, su porcentaje de preñez siguiente disminuye en cerca de 10%; y que las vacas que paren con una CC alta disminuyen en 5.8 a 11.7 días su Intervalo de Días Abiertos (IDA) comparado con las vacas que llegan al parto con una CC baja o intermedia.

4. CONCLUSIONES

El diámetro promedio del folículo pre-ovulatorio fue de 14.4mm.

El diámetro del folículo pre-ovulatorio afecta el porcentaje de preñez, obteniéndose un mayor porcentaje de preñez en las vacas con presencia de folículos pre-ovulatorios pequeños y medianos.

Bajo las condiciones de este estudio en el cual se obtuvo un buen estado de Condición Corporal (2.9 ± 0.11), el diámetro del folículo pre-ovulatorio no fue afectado por la Condición Corporal al momento del estro.

El porcentaje de vacas con estros anovulatorios no excede al 11.4%.

5. RECOMENDACIONES

Realizar futuras investigaciones donde se involucre un mayor número de animales incluyendo vaquillas.

Realizar investigaciones similares en los que se analice el posible efecto de la raza y época del año.

Realizar investigaciones en los que se involucren vacas repetidoras de servicio a fin de determinar la dinámica folicular de estos animales.

6. BIBLIOGRAFÍA

Andrade, B., Rivera, M., Torres, G. 1998. Sistema de producción pecuaria. Efectos de nutrición en la eficiencia reproductiva de los animales en el trópico seco y muy seco (en línea) Tolima, Colombia. Consultado 26 jun. 2004. Disponible en <http://www.ut.edu.co/investigacion/seriados/2/seriado2.rtf>

Arrequin, J. A. A., Santos, R. E., Villa-Godoy, A. y Roman-Ponce, H. 1997. Dinámica folicular ovárica en vacas cebú con diferente Condición Corporal y frecuencia de amamantamiento durante el período anovulatorio posparto. VII Curso internacional de reproducción bovina. Centro Médico Nacional. Siglo XXI. D.F. México.

Blanco, A. G. S., Rolo, R. R. 1997. Evaluación de la Condición Corporal y su relación con el anestro posparto de la vaca siboney. XII Forum de la ciencia y técnica. ISCAH.

Comis, D. 2003. What makes flossie fertile? Can egg follicle size indicate cow fertility? (en línea) U.S., Consultado 20 jul. 2004. Disponible en <http://www.ars.usda.gov/is/ar/archive/apr03/cow0403.htm>

Domínguez, M. M. 2000. Effect of body condition, reproductive status and breed on follicular population and oocyte quality in cow (en línea) Tamaulipas, México. Consultado 25 agosto. 2005. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science>

Gordon, I. 1999. Reproducción controlada del ganado vacuno y búfalos. El ciclo estral de la vaca y manifestaciones asociadas. Zaragoza, España, Ed. ACRIBIA S.A. 514p.

Grimard, B., Humblot, P., Ponter, A. A., Mialot, J.P., Sauvant, D. and 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: 173-179

Háfez, E.S.E. 1993. Reproducción e inseminación artificial en animales. State of Maryland, U.S.A., The McGraw-Hill. 542 p.

Harkusfeld, O. and Ezra, E. 1993. Measurements, metritis *postpartum* performance of first lactantion cows. J. Dairy Sci. 76: 3771-3777

Hincapié, J.J., Campo, E., Blanco, G. 2005. Trastornos reproductivos en la hembra bovina. 2ª ed. Tegucigalpa, Honduras, Ed. Litocom. 159 p.

López-Gatiús, F., Yániz, J., Madriles-Helm, D. 2002. Effects of body condition store and store change on the reproductive performance of dairy cows: a meta-analysis (en línea) Zaragoza, España. Consultado 18 agosto. 2005. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science>

McClure, T.J. 1995. Infertilidad nutricional y metabólica de la vaca. España. Ed. ACRIBIA S.A. 46-47 pp.

Noakes, D.E. 1999. Fertilidad y obstetricia del ganado vacuno. Zaragoza, España, Ed. ACRIBIA S.A. 175 p.

Ryan, D. P., Spoon, R. A., Griffith, M. K. and Williams, G. L. 1994. Ovarian follicular, granulose cell steroidogenic potential and growth hormone/insuline like growth factor-1 relationship in suckled beef cows consuming high lipid diets: effect of graded differences in body condition maintained during the *puerperium*. Dom. Anim. Endocrin. 11: 161-169

Sorensen, A.M. 1979. Animal reproduction. Principles and practices. Texas, U.S.A., McGraw-Hill Book Company. 496 p.

Statistical Analysis System, 1999-2001. Version 8. SAS, Institute. Inc. Cary, NC 27513, U.S.

UNRC. 2004. Ganadería. Manejo de eficiencia reproductiva. (en línea) Córdoba, Argentina. Consultado 24 jun. 2004. Disponible en http://www.agrobit.com.ar/Info_tecnica/Ganaderia/insem_artif/GA000007in.htm

Vasconcelos, J. L. M., Sartori, R., Oliveira, H. N., Guenther, J.G. and Wiltbank M. C. 2001. Reduction in size of the ovulatory follicle reduces subsequent luetal size and pregnancy rate (en línea) Botucatu, SP, Brazil. Consultado 18 agosto. 2005. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science>

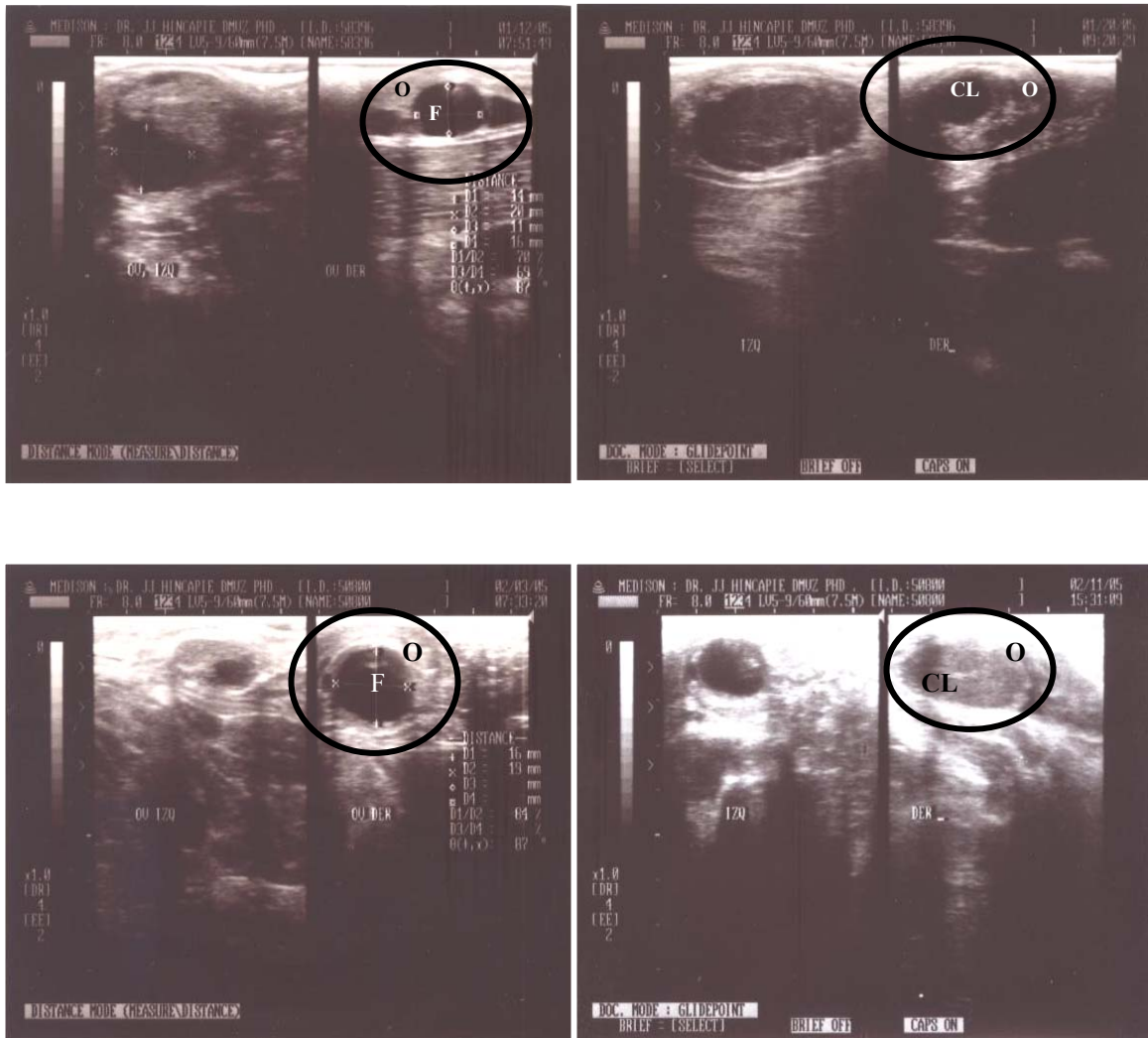
Wattiaux, M. A. 1999. Reproducción y selección genética. Sistema reproductivo del ganado lechero. Madison, Wisconsin, Universidad de Wisconsin-Extensión. 164 p.

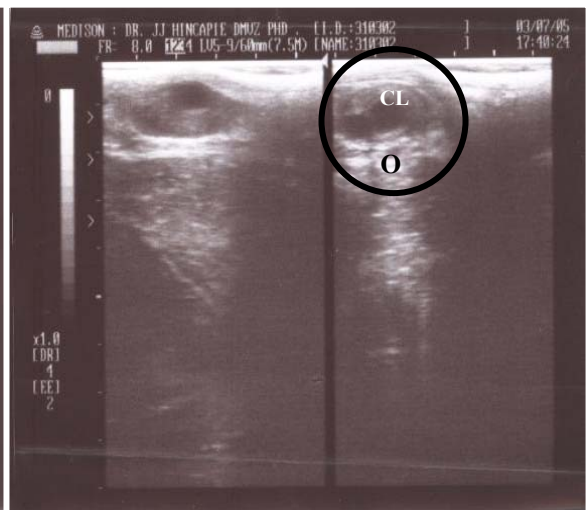
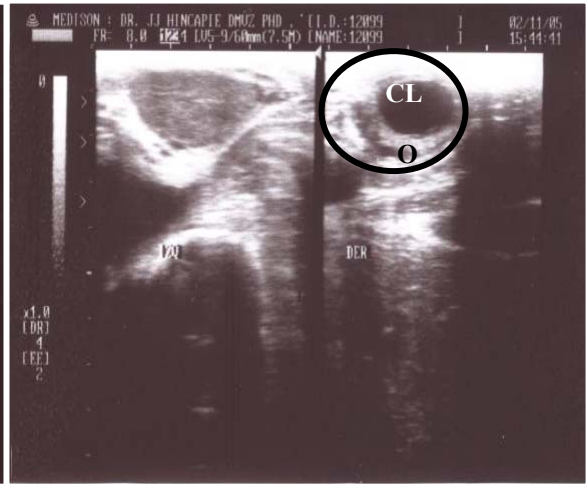
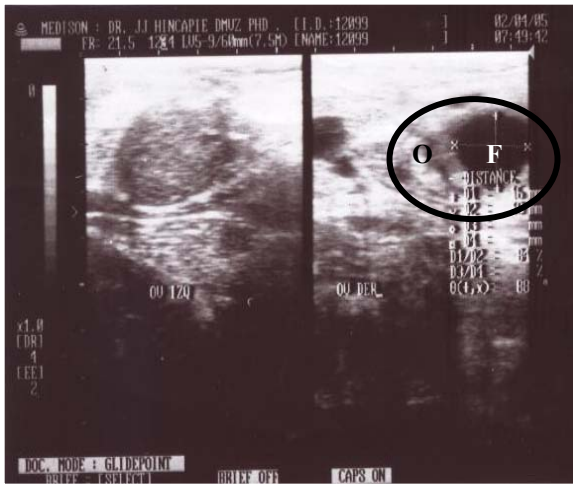
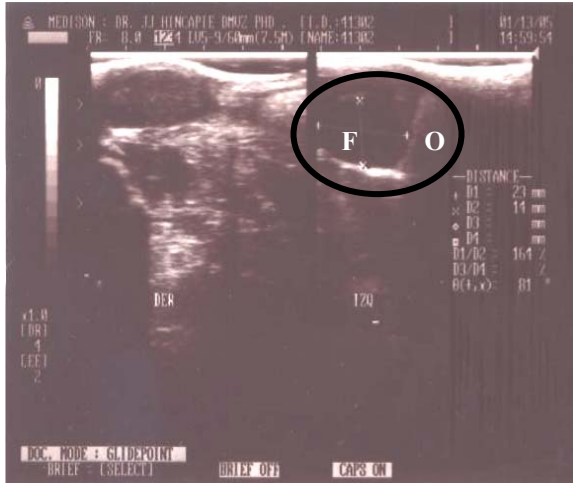
Wright, I. A., Rhind, S. M., Russel, A. J., McBean, A J. and McMillen, S. R. 1987. Effects of body condition, food intake and temporary calf separation on the duration of the postpartum anoestrous period and associated LH, FSH and prolactin concentrations en beef cows. Anim. Prod. 45: 395-402

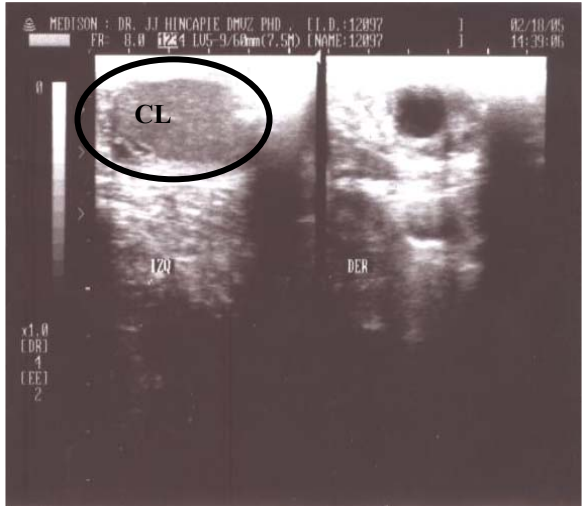
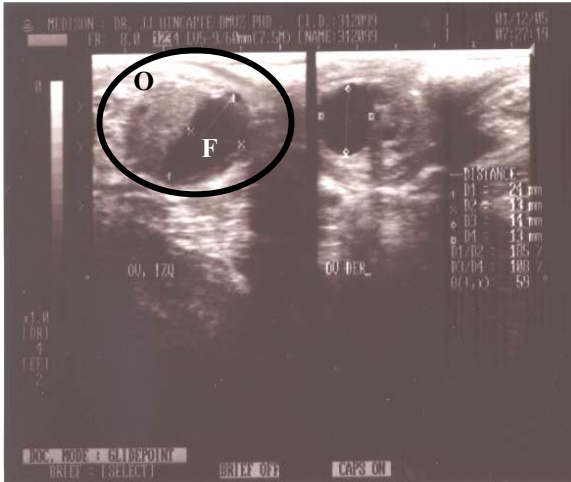
Zemjanis, R. 1990. Reproducción animal. Diagnóstico y técnicas terapéuticas. Examen de vacas no embarazadas, cambio de ovarios y oviductos. D.F., México, Ed. LIMUSA S.A. 253 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Celos ovulatorios. Izquierda: Ultrasonidos del diámetro del folículo pre-ovulatorio. Derecha: Cuerpo lúteo formado en el mismo ovario, 7-10 días poscelo (CL = cuerpo lúteo; F = folículo; O = ovario).









Anexo 2. Celos anovulatorios. Izquierda: Ultrasonido de folículo pre-ovulatorio. Derecha: Persistencia del folículo en el mismo ovario, 7-10 días poscelo (CL = cuerpo lúteo; F = folículo; O = ovario).

