

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA  
Y ZOOTECNIA

**APLICACIÓN DE LA ULTRASONOGRAFÍA COMO  
MEDIDA DIAGNÓSTICA DEL DESEMPEÑO DE UN  
PROGRAMA REPRODUCTIVO EN VACAS (*Bos  
indicus*)**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**MÉDICA VETERINARIA Y ZOOTECNISTA**

**P R E S E N T A**

**DIANA OFELIA CHÁVEZ CRISÓSTOMO**

ASESORES:

MVZ PhD CARLOS S. GALINA HIDALGO

MVZ M en C MARTÍN G. MAQUIVAR LINFOOT

MÉXICO D.F.

2006



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.

## **DEDICATORIA**

A mis padres Leo y Salvador, mis hermanos Raúl y Hugo por el apoyo que cada uno a su modo me ha brindado, también a mi "chiquita" por todas las alegrías que me da.

También a mis abuelitos y tíos, con una especial mención a mi tío Manolo, a mis tías Rosi, Sony, Mela, a mis padrinos Vicky y Guillermo, que han sido un gran apoyo a lo largo de mi vida.

Y hay una especial dedicatoria a aquellos animales a los que les arrebatamos la vida para nuestra formación profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al ser que creo éste mundo y que a través de los sucesos que nos rodean nos da enseñanzas, para así lograr ser cada día mejores personas.

A la Universidad Nacional Autónoma de México.  
A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

A mi asesor el doctor Carlos Galina por sus enseñanzas y paciencia, durante el proceso de elaboración de este trabajo.

A Martín Maquivar por su apoyo y enseñanzas en la realización del mismo, como asesor y amigo.

A mis sinodales por la atención prestada a ésta tesis.

A mis amigos, de los cuales he aprendido muchas cosas y me brindaron apoyo cada vez que lo necesitaba: Ceci E., Flavio B., Josué G., Gustavo F., Mauricio M., Bellota A., Isaac D., Isaac M., Alejandro C., Sandra S., Martín M., Alejandra A., Taiche M., Tania B, Agata, Vizuth C., Sebastián A., Alejandro B., Rocío R., Toño, Mónica A., Alejandro J., y en especial gracias a Flor B., Lupita R. y Liliana A. por su amistad y confianza, porque debido a su apoyo, éste trabajo esta terminado.

*Follow your heart, follow your truth  
Follow the path that shines for you  
On occasion avenue  
How far you go, how good you do  
Uncovers the prize or rebears you  
On occasion avenue...*

*...I pray for all us people  
Trying to solve the riddle  
I don't know where we're going  
I don't know if we're being true  
On occasion avenue.*

*Halloween*

## CONTENIDO

	<b>CAPÍTULO</b>	<b>PÁGINA</b>
I	RESUMEN	1
II	INTRODUCCIÓN	3
	2.1. ULTRASONOGRAFÍA	3
	2.2. CONDICIÓN CORPORAL Y GRASA DORSAL	8
	2.3. EMPADRE ROTATIVO CON MONTA NATURAL	12
III	OBJETIVOS	14
IV	HIPÓTESIS	15
V	MATERIAL Y MÉTODOS	16
VI	RESULTADOS	20
VII	DISCUSIÓN	25
VIII	CONCLUSIONES	31
IX	BIBLIOGRAFÍA	32

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

FIGURAS Y CUADROS	PAGINA
<b>FIGURA 1.</b> Velocidad de gestación de las diferentes parejas de toros.	41
<b>FIGURA 2.</b> Condición corporal al final del trabajo de las vacas preñadas por las diferentes parejas de toros, expresada en porcentaje.	42
<b>FIGURA 3.</b> Grasa dorsal de las hembras al final del estudio, que fueron gestadas por los diferentes grupos de toros, expresada en porcentaje.	43
<b>FIGURA 4.</b> Condición corporal de las vacas gestantes por cada uno de los toros.	44
<b>FIGURA 5.</b> Mediciones de los diferentes embriones y su relación con la escala de Rosiles <i>et. al.</i> (2004).	45
<b>CUADRO 1.</b> Sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo.	46

## **I. RESUMEN**

DIANA OFELIA CHÁVEZ CRISÓSTOMO. **APLICACIÓN DE LA ULTRASONOGRAFÍA COMO MEDIDA DIAGNÓSTICA DEL DESEMPEÑO DE UN PROGRAMA REPRODUCTIVO EN VACAS (*Bos indicus*)**. (Dirigido por: el MVZ PhD. Carlos S. Galina Hidalgo y por el MVZ M en C. Martín G. Maquivar Linfoot)

El objetivo del presente estudio fue evaluar por medio de la ultrasonografía la velocidad de gestación de los toros, la grasa dorsal y la condición corporal para determinar su influencia sobre la gestación. Se utilizaron 58 vacas cebuínas amamantando, con un promedio de  $58 \pm 22$  días posparto, a las cuales se sometió a un empadre rotativo con tres parejas de toros. Mediante ultrasonografía se realizaron monitoreos con el fin de diagnosticar posibles estados de preñez y asimismo realizar el seguimiento del desarrollo embrionario. También se realizó por medio del ultrasonido la medición de la capa dorsal de grasa lumbar. La velocidad de gestación para las tres parejas de toros, fue de 3.7 vacas por semana. Con respecto a la condición corporal, las vacas gestadas por la pareja A-B presentaron un incremento en la condición corporal, sin embargo no se observaron diferencias significativas con respecto a las hembras preñadas por los



otros grupos de toros. La grasa dorsal siguió un patrón similar.

A través de la ultrasonografía existe un 97% de seguridad en la determinación de la edad del embrión correspondiente a la escala de Rosiles *et. al.* (2004) y un 68% de seguridad en detectar a los animales no gestantes.

En conclusión el uso de la técnica ultrasonográfica es una herramienta útil para evaluar el comportamiento reproductivo, nutricional y por lo tanto del estado de salud de los animales.

**APLICACIÓN DE LA ULTRASONOGRAFÍA COMO MEDIDA  
DIAGNÓSTICA DEL DESEMPEÑO DE UN PROGRAMA  
REPRODUCTIVO EN VACAS (*Bos indicus*)**

**II. INTRODUCCIÓN**

**2.1. ULTRASONOGRAFÍA**

La aplicación de la ultrasonografía se utiliza en bovinos a partir de la década de los '80, lo que ha sido un paso muy importante para el estudio y comprensión de los eventos y cambios ováricos así como uterinos normales que ocurren durante el ciclo estral, aunado al estudio de la gestación, como son: cambios en los cuernos uterinos, detección del embrión, del latido cardiaco, determinación de la vesícula embrionaria y sexado del feto (1,2,3,4), así como de las patologías que sufre el aparato reproductivo (quistes, piometra, endometritis, etc.) (5, 6, 7, 8).

La ultrasonografía utiliza ondas de sonido de alta frecuencia (mayores a 20 000 MHz) para producir imágenes seccionadas de tejidos y órganos internos. Las ondas de sonido son producidas por medio de vibraciones de cristales (cristales eléctricos de cuarzo) los cuales se encuentran dentro del transductor del ultrasonido, las vibraciones de los cristales son producidas por la corriente eléctrica (1,9,10). Los tejidos tienen la capacidad de reflejar o propagar las ondas de sonido y el eco resultante será recibido por los cristales

que transformarán las vibraciones en corriente eléctrica, la cual se dirige al monitor para luego ser transformada en imágenes. El color de las imágenes se traducirá en distintos tonos de grises desde el blanco hasta el negro. Los líquidos se observan de color negro debido a que no reflejan las ondas, a lo que se denomina no ecogénico o anecoico. Las diversas estructuras que componen al organismo se observan en diferentes tonos de grises dependiendo de la densidad del tejido por el cual estén formadas, a lo que se denominan ecogénicas o ecoicas (2, 11,12).

Una de las aplicaciones de la ultrasonografía es la detección y estudio de la gestación, visualizando el producto, el desarrollo y la viabilidad del mismo. El diagnóstico temprano de gestación basado en la palpación, es un método que sólo puede aplicarse después del primer mes de preñez, por lo que con el uso de la ultrasonografía como método de diagnóstico representa ventajas tanto económicas como de manejo, a partir de la detección precoz de la gestación. La técnica propiamente dicha se basa en la aparición de fluidos dentro del lumen uterino y se realiza esencialmente por dos razones: a) por las dimensiones tan pequeñas del alargamiento y la baja resolución del escáner, b) por que la apariencia normal de la vesícula embrionaria dentro de los fluidos intrauterinos al día 10 de gestación es muy pequeña (6). El

diagnóstico temprano de gestación, el cual presumiblemente puede realizarse desde el día 16 Carrant *et. al.*, (13,14) esta basado sobre la detección de una discreta estructura, no ecogénica o lineal dentro del lumen uterino, la cual es confirmada con el subsiguiente alargamiento del área no ecogénica y la eventual detección del embrión (6,13). El alantoides se observa como un pequeño círculo blanco adyacente a la porción media ventral del embrión, el cual según Carrant *et. al.*, puede ser detectado a partir del día 23 (13,14) y el amnios se observa como una banda ecogénica alrededor del embrión detectado al día 29 (13,14).

En un estudio subsecuente Curran *et. al.*, encontró que el embrión bovino puede ser visualizado entre los días 12 y 14 después de la ovulación (15), Kastelic *et. al.*, afirman que puede ser detectada a partir del día 20 de la gestación (16), mientras que Pierson y Ginther afirman que el embrión es observado a temprana edad entre los días 26 y 29 de gestación (8).

El diagnóstico puede ser confirmado con la apariencia del cuerpo lúteo, la ecotextura uterina, el latido cardiaco y los niveles de progesterona circulantes (3,4,16).

La detección del latido cardiaco es fundamental para determinar la viabilidad del embrión, este puede ser observado al día 20 de concepción, (14), Kastelic *et. al.*,

mencionan que puede ser visto al día 24 (13) y Curran *et. al.*, dicen que puede ser percibido el primer día de detección propia del embrión (15).

La edad del embrión se basa en la apariencia de acuerdo al día de desarrollo, día del estro y día de ovulación, determinadas por palpación rectal o por ultrasonografía (8,15).

Ultrasonográficamente el detectar y observar la pérdida del latido cardiaco es usado para establecer el tiempo de muerte embrionaria o del feto (3,6). Por otra parte Beal *et. al.*, concluyeron que con el uso de la ultrasonografía es posible la detección del embrión en etapas tempranas de su desarrollo sin tener que manipular físicamente el cuerno uterino grávido, reduciendo potencialmente el riesgo de mortalidad embrionaria (4). El desarrollo de esta técnica, permite realizar un diagnóstico precoz de la preñez, a través del seguimiento al desarrollo embrionario, Pierson y Ghinter. Los estudios de Curran *et. al.*, demuestran que con esta técnica se puede llegar a detectar el 100% de las gestaciones al día 22 (17). Asimismo, la mayor parte de los estudios realizados han sido enfocados al ganado *Bos taurus* (Holstein) en condiciones de clima templado, Pierson y Ghinter, Chaffaux y Kastelic *et. al.*; sin embargo se han realizado pocos estudios en razas híbridas White *et. al.* (8,18). Bajo condiciones de

trópico húmedo, en el que los animales se encuentran bajo sistemas extensivos con empadre con monta natural, se hace difícil establecer un sistema de registros en el cual se incluyan las fechas de monta. Rosiles *et. al.* trabajando con ganado *Bos indicus* inseminado artificialmente, desarrollaron un escala de medición embrionaria, en el que se incluyó la circunferencia, la medida longitudinal y transversal de la vesícula embrionaria.

Asimismo observaron que hasta el día 26 se observa el latido cardiaco con un 100% de confianza, sin embargo no se han realizado estudios en los que se haya establecido la medición de los embriones con fecha desconocida de apareamiento, es decir, bajo condiciones de monta natural en la cual se tiene poca certeza del momento en el que los animales quedan gestantes (19).

Así, la escala del seguimiento embrionario propuesta por Rosiles *et. al.* (1), tiene por finalidad que, a través de la medición de los embriones de manera seriada, se pueda determinar el tiempo de gestación, viabilidad del embrión, posibles eventos de muerte embrionaria y sobre todo diagnosticar lo más temprano posible (en comparación a la técnica de palpación) a las vacas vacías.

## **2.2. CONDICIÓN CORPORAL Y GRASA DORSAL**

Dentro de los principales factores por los cuales el ganado bovino retrasa el reinicio de la actividad ovárica seguida del parto se encuentran la edad del animal, raza, fin zootécnico, manejo, frecuencia del amamantamiento, época del año, enfermedades posteriores al parto, presencia del toro, condición corporal al momento del parto y el estado nutricional Jolly *et. al.* (20). Asimismo, la condición corporal es producto de la interrelación entre el factor genético, el manejo alimenticio y sanitario, lo que da como resultado un indicativo del balance energético o estado nutricional del animal. Es una herramienta útil para valorar los cambios de peso corporal, las reservas de los tejidos y para tomar decisiones en cuanto al manejo alimenticio (21). Uno de los métodos que podrían ayudar a comprender estos cambios es la medición de la grasa dorsal por ultrasonografía.

Numerosos ejemplos muestran que la reducción en el aprovechamiento de los nutrientes, se ve afectado por la disminución en la suplementación o calidad de los alimentos ofrecidos, dando como resultado un incremento en la movilización de grasa corporal (22).

La condición física (corporal) de los animales puede variar durante el año; un desbalance nutricional se refleja como un

deterioro en el comportamiento productivo, en el reproductivo y en la salud del animal (21,23). La condición corporal es un parámetro determinante en la respuesta del animal durante su ciclo biológico (crecimiento, engorda, lactancia y procesos reproductivos) (21). Durante la trayectoria del ciclo reproductivo, el animal atraviesa diferentes cambios en su condición corporal; generalmente durante la lactancia suele perderla y recuperarla en la gestación. En la preñez el porcentaje de lipogénesis es mayor y la lipólisis se ve disminuida (22). Existe una interacción entre la condición corporal y el nivel alimenticio con relación a la tasa de concepción. Los cambios en la dieta por insuficiencia de pasto, cambios en el clima, consumo, u otros, afectarán primeramente en la grasa dorsal y posteriormente en la condición corporal, por lo que Mösenfechtel *et. al.*, mencionan que la evaluación de los componentes (agua y tejido graso) de la grasa dorsal, puede resultar más útil para determinar el estado nutricional de un animal que con la sola evaluación de condición corporal (24).

Selk, *et. al.* mencionan que el porcentaje de preñez de los animales que tienen una buena condición corporal al momento del parto no es afectado por pequeños cambios de peso, ya sea antes o después del parto y las pérdidas de peso



considerables si afectan el comportamiento reproductivo (21,25).

Un nivel de energía inadecuado en el pre-parto incide negativamente sobre el intervalo parto-estro, aun cuando se mejore el nivel alimenticio post-parto (26,27). Cavalieri y Fitzpatrick (26) mencionan que es más probable que un animal cicle teniendo un buen peso y una buena condición corporal de 3 (escala de 1= emaciado a 5= obeso) (28), a un animal con pobre condición corporal y bajo peso. Por ende si los toros ingresan a un hato de vacas que esté perdiendo condición corporal su oportunidad de gestar a las hembras será limitado, conforme disminuyen su peso y reservas de energía, su organismo se limita al mantenimiento del mismo, dejando por un lado la parte reproductiva (que las vacas retornen a la actividad ovárica). Debido a esto, es posible que los toros muestren escasa actividad de monta y permanezcan en el campo gastando energía en la identificación de vacas que no van a entrar en celo en corto plazo (29).

El seguimiento de los cambios en la grasa dorsal por medio de su medición utilizando el ultrasonido podría ser una medida de manejo para explicar la eficiencia de un programa reproductivo utilizando toros para monitorear la posibilidad que tienen de efectivamente dejar gestantes a las vacas. Por otra parte, uno de los métodos que podrían ayudar a

comprender estos cambios es la medición de la grasa dorsal por medio de la ultrasonografía, existen reportes que indican que con el uso de esta técnica se puede valorar de forma real y exacta la cantidad de grasa presente en el cuerpo de un animal. Se ha documentado que existe una relación positiva entre la cantidad de grasa dorsal y el reinicio de la actividad ovárica posparto en ganado Holstein, Mösenfechtel *et. al.* Sin embargo no existen reportes en ganado de tipo cebuino que muestren dicha relación (24).

### **2.3. EMPADRE ROTATIVO CON MONTA NATURAL**

La ganadería de carne está basada en sistemas de pastoreo extensivos los cuales están encaminados a ser más eficientes para hacer un mejor uso del suelo (30). Debido a que en áreas tropicales los índices reproductivos del ganado cebú son bajos (31).

Bajo estas condiciones el uso de monta natural en un sistema de empadre, sobre todo si es de tipo estacional, puede ser deficiente y ocasionar serios trastornos económicos en la explotación. Una manera de solventar este problema sería detectando lo más pronto posible a las hembras gestantes para medir la eficiencia del toro en cuestión. Asimismo, en el caso de utilizar empadres rotativos, es necesario medir la eficiencia de cada uno de los toros participantes y al no tener una fecha de servicio, es difícil el poder establecer la eficiencia de estos para gestar a las vacas (32,33).

Con un sistema de empadre simple, el riesgo de cometer errores al momento de elegir al semental es alto. Un sistema de empadre con dos toros con rotación fija o periódica, puede ser una buena opción para equilibrar la distribución de las vacas entre los toros y producir así un efecto bioestimulador (34) constante y variado para promover una gestación temprana y reducir el intervalo entre partos (32, 35, 36,37).

Por medio de la ultrasonografía podemos calcular la velocidad con la que los animales van quedando gestantes después de ser expuestos a un programa de monta natural (30,34). Webb et. al., mencionan que la velocidad de gestación resulta de dividir el número de vacas gestantes entre el periodo en el cual se preñaron (expresado en días), desde que ocurrió la primera gestación hasta la última observada (38).

La velocidad de gestación se puede realizar la ultrasonografía seriada, ya que a través de esta el embrión se puede detectar a una edad más temprana en comparación con la técnica de palpación rectal, debido a esto será más fácil detectar si existen problemas de anestro, muerte embrionaria o simplemente deficiencia del toro para gestar a las vacas (38).

### **III. OBJETIVOS GENERALES**

- Determinar con la técnica de ultrasonografía la velocidad de gestación de toros bajo un empadre con monta natural de forma rotativa.
- Determinar a través de la evaluación de condición corporal y la medición ultrasonográfica de grasa dorsal, la influencia de las mismas sobre la gestación.

### **OBJETIVO PARTICULAR**

- Determinar la edad embrionaria por medio de la ultrasonografía seriada, de acuerdo a la escala de Rosiles (1).

#### **IV. HIPÓTESIS**

A través de la evaluación ultrasonográfica de la grasa dorsal se podrá determinar la eficiencia y velocidad con que los toros gestan a las vacas y así determinar la influencia de la misma sobre la gestación.

El uso de la ultrasonografía de forma seriada es una herramienta eficaz para el diagnóstico de gestación precoz y seguimiento del desarrollo embrionario en vacas en las cuales se desconoce la fecha del momento de la inseminación o, de la monta.

## V. MATERIAL Y MÉTODOS

### *Localización*

El presente trabajo se llevó a cabo en la Unidad de Producción Bovina "La Vega" perteneciente al Instituto Tecnológico de Costa Rica, la cual se localiza a 10° 25' latitud norte, 84° 32' longitud Oeste con una elevación de 75 metros sobre el nivel del mar, el clima de la región se clasifica como tropical húmedo, con una precipitación media de 3096 mm. anuales. La temperatura media es de 27°C y la humedad relativa es de 85.3%. Los animales se mantuvieron en potreros a base de Estrella Africana (*Cynodon nlemfluensis*), zacate Pará (*Brachiaria mutica*) y Ratana (*Ischaechum indicum*). La realización de esta investigación se llevó a cabo en la época de invierno (Junio a Agosto).

### *Animales*

Se usaron 58 vacas cebuínas (*Bos taurus* x *Bos indicus*) amamantando, con una edad promedio de  $9 \pm 3$  años, con un promedio de  $58 \pm 22$  días posparto. Además se utilizaron tres pares de toros: A-B (Brahman), C-D (Brahman y Charolais) y E-F (Romosinuano), los cuales fueron evaluados en su salud reproductiva de acuerdo al método propuesto por Chacón et. al. (39). Primero el grupo de vacas entró a un período de empadre rotativo en el que se sometió a la exposición de una pareja de toros (A-B) por un período de 21 días,

posteriormente los toros fueron reemplazados por la pareja de toros C-D, terminado el periodo de tres semanas se retiró a esa pareja de toros y se procedió a incorporar al hato de hembras a la pareja de toros E-F, durante 21 días.

#### *Evaluaciones Ultrasonográficas*

Con el fin de determinar el estado reproductivo de las hembras, se realizaron dos semanas antes de la exposición a los toros exámenes ultrasonográficos por medio de una sonda de 7.5 MHz, con una frecuencia de dos veces por semana, a los 21 días posteriores a su entrada se realizó una nueva evaluación con el fin de diagnosticar posibles estados de preñez y a su vez realizar las mediciones del embrión dos veces por semana de acuerdo a la metodología desarrollada por Rosiles *et. al.* (1).

Asimismo se evaluó el desarrollo embrionario en los días 28, 35, 42 y 49 con el fin de dar seguimiento al desarrollo de la gestación e identificar nuevas hembras gestantes. Por otra parte se consideró el caso de muerte embrionaria (M.E.), si en dos evaluaciones subsecuentes el embrión presentó el mismo tamaño o incluso redujo el mismo.

#### *Evaluación del estado nutricional*

Con el fin de determinar el estado nutricional de los animales se evaluó la condición corporal cada 15 días utilizando una escala de 1 a 5 propuesta por Pullan *et. al.*,



(28) donde 1 es un animal emaciado y 5 un animal obeso. Por otra parte se realizó por medio de ultrasonografía la medición de la capa dorsal de grasa lumbar por medio de una sonda de 3.5 MHz. Esta evaluación se realizó al momento de determinar la condición corporal de cada animal.

*Estadística*

La velocidad de gestación de los animales fue evaluada por medio de la técnica descrita por Kaplan Meier. Por otra parte con la prueba de Kappa se analizó la relación entre la escala propuesta por Rosiles *et. al.*, y la evaluación ultrasonográfica para determinar la aplicación de ésta (40,41).

Prueba de Kappa

	ESCALA ROSILES +	ESCALA ROSILES -	TOTALES
US+	A	b	f <sub>1</sub>
US-	C	d	f <sub>2</sub>
TOTALES	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	N

En donde:

a: Vacas confirmadas gestantes por ultrasonido y concuerdan con la escala propuesta por Rosiles (1).

b: Vacas confirmadas preñadas por ultrasonido, pero no concuerdan con la escala propuesta por Rosiles.

c: Vacas de las cuales se obtuvo medición que concordaba con la escala de Rosiles, pero no estaba gestante.

d: Vacas que se están confirmadas por ultrasonido como no gestantes.

N: Total de animales utilizados en la investigación.

Fórmula:

$$k = \frac{N(a+d) - (n_1f_1 + n_2f_2)}{N^2 - (n_1f_1 + n_2f_2)}$$

Valores de k:

La concordancia es:

< 0	Pobre
0 - 0.20	Ligera
0.21 - 0.40	Regular
0.41 - 0.60	Moderado
0.61 - 0.80	Substancial
0.81 - 1.00	Perfecta

Para comparar la distribución de las vacas gestantes entre los grupos de toros y la velocidad de gestación de cada pareja, a los resultados se aplicó la prueba de Mantel-Haenszel (Ji-Cuadrada) (41).

## **VI. RESULTADOS**

### **EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO REPRODUCTIVO DE LOS TOROS POR MEDIO DE LA ULTRASONOGRAFÍA**

De acuerdo a la evaluación ultrasonográfica realizada se calculó la velocidad de gestación para las tres parejas de toros, la cual resultó ser de 3.7 vacas por semana.

Con los datos obtenidos por ésta técnica se construyeron las curvas de sobrevivencia para los diferentes grupos de toros; así para la pareja A-B de las 58 vacas expuestas solamente preñaron 26, con una velocidad de gestación de 8.6 vacas por semana, lo cual fue significativamente diferente con respecto a las obtenidas por las parejas de toros C-D que de 32 vacas a riesgo gestó 5, (1.68 hembras por semana) y de E-F (1.0 vacas por semana) por preñar a 3 de 27 hembras a riesgo ( $P < 0.001$ ). Fig.1.

### **CONDICIÓN CORPORAL (C.C) Y GRASA DORSAL (G.D) EN RELACIÓN A LA GESTACIÓN**

Por medio de la ultrasonografía se puede evaluar condición corporal y grasa dorsal, como se realizó en el presente estudio.

Al inicio, de el total de los animales, el 36% presentó una condición corporal de entre 2 a 2.5, el 60% de 3 a 3.5 y el 4% de 4.

Al final del estudio, del total del grupo de vacas 41% ganó condición corporal, el 40% la mantuvo y el 19% la disminuyó, encontrándose un 24% de las vacas con una condición corporal de entre 2 a 2.5 y 76% entre 3 a 3.5.

En general sobre la condición corporal de los animales gestados por las diferentes parejas de toros, del grupo de toros A-B el 42% de los animales ganaron C.C. un 39% la mantuvo y un 19% perdió condición. En el 40% de los animales gestados por la pareja de toros C-D hubo un aumento en la condición corporal, el 20% la mantuvo y en el 40% de las vacas disminuyó. En comparación, de los animales preñados por el grupo de toros E-F no hubo vacas que mejoraran su C.C., pero se reporto 67% de vacas que la mantuvieron y un 33% que perdió la misma, como se puede observar en la Fig.2.

Con respecto a las mediciones de grasa dorsal que se realizaron en este trabajo el 62% de los animales presentó de entre 0.3 a 0.5 mm. de grasa dorsal y 38% entre 0.6 a 0.8 mm. Al final del experimento se obtuvo un 72% de animales con 0.3 a 0.5 mm. de grasa dorsal y un 28% con 0.6 a 0.8 mm.

De los resultados obtenidos sobre grasa dorsal, el 30% de las vacas preñadas por la pareja de toros A-B ganó G.D., el 35%

la mantuvo y en otro 35% de los animales se perdió grosor de la misma. En las vacas gestadas por el grupo de machos C-D, el 20% aumentó la capa de grasa, el 40% mantuvo la cantidad y en otro 40% disminuyó la misma. Mientras que no se reportaron hembras gestadas por el grupo de toros E-F que ganaran grasa dorsal, pero si un 33% que mantuvo la cantidad y el restante 67% perdió capa dorsal de grasa, como se observa en la Fig.3.

Finalmente en la figura 4 se pueden observar el comportamiento en cuanto a condición corporal que tuvieron las vacas gestadas por cada grupo, en esta se puede observar que las vacas gestadas de la pareja A-B presentan un incremento no significativo en la condición corporal, en comparación con el resto de los grupos.

### **EVALUACIÓN ULTRASONOGRÁFICA DE LA EDAD EMBRIONARIA**

Al inicio, del total de vacas utilizadas en el experimento (n=58) el 58% (34/58) de los animales se encontraban con un cuerpo lúteo funcional.

Al final del experimento se obtuvo 58.6% de animales gestantes (n=34), otro 12% (n=7) de las vacas resultaron preñadas, sin embargo la medida del embrión coincidió con una edad en la que la exposición a los toros no había dado inicio; en 3% de los animales se observó muerte embrionaria

(n=2), hubo 19% de vacas ciclando (n=11) y 7% de vacas anéstricas (n=4).

### **RELACIÓN DE LAS VESÍCULAS EMBRIONARIAS ENCONTRADAS MEDIANTE ULTRASONOGRAFÍA Y LA ESCALA PROPUESTA POR ROSILES *ET. AL.* (2004)**

Con los resultados de las pruebas se obtuvo un 60% (n=35) como verdaderos positivos (vacas que están gestantes por US y concuerdan con la escala). Un 12% (n=7) de falsos negativos (vacas preñadas por US, pero la medición no concuerda con la escala). Un 2% (n=1) de falsos positivos (vacas gestantes, de acuerdo a la evaluación por US y concuerdan con la escala, pero negativas a gestación) y un 26% (n=15) de verdaderos negativos (vacas negativas a medición por US).

Del total del grupo experimental de vacas, tan sólo de 43 hembras se obtuvo medición del embrión; en el 44.2% de estas se realizó una medición ultrasonográfica, en las que 35 días después se confirmaron como gestantes por medio de la técnica de palpación rectal.

Al restante 55.8% de las vacas se sometió a mediciones seriadas, realizando dos y hasta cinco mediciones a los diferentes embriones, las cuales al final del experimento

también fueron confirmadas como preñadas por palpación rectal.

En la figura 5 se puede observar la relación existente entre la escala de Rosiles *et. al.* (2004) y las medidas que se obtuvieron por ultrasonido durante el seguimiento embrionario.

La sensibilidad del experimento resulto ser de 97%, la especificidad del 68% con un valor predictivo positivo de 83% y el valor predictivo negativo del 6%. Como se muestra en el Cuadro 1.

Para determinar la relación existente entre la escala propuesta por Rosiles (1) y los resultados obtenidos por ultrasonografía, se realizó la prueba de Kappa en la cual se obtuvo una  $k= 0.69$  que de acuerdo a los valores de esta, el resultado es substancial.

## VII. DISCUSIÓN

### EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO REPRODUCTIVO DE LOS TOROS POR MEDIO DE LA ULTRASONOGRAFÍA

En el presente estudio la gestación obtenida por los grupos de toros fue de 58.6% (34/58) en 63 días, semejante a los resultados encontrados por Galicia *et. al.*, en los cuales el porcentaje de gestación a celo natural fue de 51.3% (38/74) en 56 días, asimismo en el 2002, Molina *et. al* encontraron un porcentaje de gestación de 56% (36) en 56 días; por otra parte, Menéndez *et. al.*, observaron que el porcentaje de gestación en ganado de carne en programas de monta natural es del 60%(42), lo que reafirma que en un programa reproductivo bajo las condiciones del trópico húmedo, los porcentajes normales de gestaciones oscilan entre 51 y 60%.

Sin embargo Molina *et. al.*, mostraron un porcentaje de gestación a las nueve semanas de 86%(35) y en un estudio subsecuente reportan un 35% de gestaciones (32), probablemente en los mencionados estudios, esta diferencia se deba a que en el estudio donde los porcentajes de fertilidad no rebasaban el 40% los animales contaban con pobre condición corporal.

Como podemos observar en el presente estudio, la pareja de toros A-B preñó al 76% de los animales, el grupo a C-D 15% y



el grupo E-F a 9%, datos que difieren con los encontrados por Molina *et. al.*, (35) donde el segundo grupo de toros gestó a la mayoría de las vacas. Esta diferencia puede deberse a que, en el presente estudio había un 58% de vacas ciclando en comparación con el 38% en el estudio de Molina *et. al.*, (35), por lo que la primera pareja de toros tuvo una mayor oportunidad de dejar vacas gestantes, mientras que cuando el porcentaje de hembras ciclando no excede del 40%, posiblemente la función de los toros sea la de bioestimulación, dejando a los siguientes grupos de toros la opción de gestar a un mayor número de hembras; a diferencia con los toros del presente estudio, donde la primer pareja de estos gestó al mayor número de vacas confirmando que la mayoría de las hembras se encontraba ciclando al momento de verse expuestas a la presencia de los toros.

Existen estudios sobre la rapidez con la que los toros pueden dejar preñadas a las vacas, a lo que se denomina velocidad de gestación. Los datos encontrados en este trabajo sugieren que las parejas de toros con los que se trabajó obtuvieron una velocidad de gestación de 3.7 vacas por semana. Datos que difieren de los encontrados por Galicia *et. al.* y Webb *et. al.* , en los cuales la velocidad de gestación fue de 0.67 y 2.0 hembras por semana respectivamente. Esto pudo deberse a que en el estudio de Galicia *et. al.*, se utilizaron hembras

que tenían un promedio de 60 días con post-parto y en el de Webb *et. al.*, el promedio era de 67 días post-parto, ratificando el hecho de que los toros necesitan de una población de hembras ciclando arriba del 50% para que tengan oportunidad de gestar a las hembras asignadas para tal efecto.

### **CONDICIÓN CORPORAL (C.C) Y GRASA DORSAL (G.D) EN RELACIÓN A LA GESTACIÓN**

En comparación del inicio, al final del estudio el 41% de los animales ganó condición corporal, el 40% la mantuvo y en el 19% disminuyó, obteniendo 24% de las vacas con una condición corporal de entre 2 a 2.5 y 76% entre 3 a 3.5.

En el presente estudio, del total de las vacas que fueron preñadas por el grupo de toros A-B mostraron un mayor aumento en su condición corporal, sin embargo no hay diferencias significativas con las que fueron preñadas por las restantes parejas de machos.

Esto concuerda con los datos obtenidos por Webb *et. al.* (38), los cuales encontraron que la tendencia de los animales que mantienen o ganan condición corporal durante el empadre tienen mayores porcentajes de gestación. Asimismo Molina *et. al.*, (35) reporta una disminución en la condición corporal en

los grupos de vacas utilizados en su estudio, con los antecedentes de que al entrar al mismo los animales contaban con una condición corporal inferior a los 2.5, lo que arrojó como consecuencia porcentajes bajos de gestación, Edmonson *et. al.* (43).

Con relación a la grasa dorsal al inicio del estudio, 62% del grupo de vacas presento de entre 0.3 a 0.5 mm. y 38% entre 0.6 a 0.8 mm. Al final del experimento estos datos cambiaron, resultando un 72% de los animales con 0.3 a 0.5 mm. de grasa dorsal y un 28% con 0.6 a 0.8 mm. Esto puede deberse a la relación que existe entre la condición corporal y la grasa dorsal ya que posiblemente los animales preñados con una pobre condición corporal movilizaron sus reservas de energía de la capa dorsal de grasa y son capaces de mantener y terminar con la gestación.

Por lo tanto en el 39% de los animales gestados por los toros la grasa dorsal disminuyó, el 34% la mantuvo y el 27% de las vacas aumentó la capa de grasa dorsal durante la gestación. Selk *et. al.* indican que si las vacas se preñan con una buena condición corporal, la gestación y el parto no serán afectados por pequeños cambios de peso. Por lo que la aplicación de la ultrasonografía puede ayudar en el control nutricional, reproductivo y del estado de salud de los

animales dentro de una explotación, para obtener mayor porcentaje de fertilidad.

La presente investigación corrobora que una buena condición corporal y una buena reserva de grasa tienen un efecto positivo sobre la actividad ovárica y por lo tanto en la fertilidad, Jolly *et. al.*, Cavalieri y Fitzpatrick, (20,26). Por ello el monitoreo de la grasa dorsal, puede ser una herramienta útil para determinar el estado nutricional del animal de forma más acertada que con la sola evaluación de la condición corporal (24,44).

Algunos estudios sobre muerte embrionaria han demostrado que este evento puede presentarse entre el 10 y 15%, Galicia *et. al.*, Gregory *et. al.* y otros estudios han encontrado porcentajes menores a 5%, como se observó en el presente estudio (3%), esto probablemente se deba a que animales con una buena condición corporal son capaces de mantener una gestación (30,45).

Debido a esto, la aplicación de la técnica ultrasonográfica influirá en la toma de decisiones sobre el manejo nutricional previo y posterior al parto.

## **EVALUACIÓN ULTRASONOGRÁFICA DE LA EDAD EMBRIONARIA**

Con los resultados obtenidos este trabajo, podemos decir que la medición embrionaria por medio del ultrasonido puede

aplicarse para determinar el tiempo de gestación de un animal, así, al realizar ésta práctica en el presente estudio se obtuvo un 97% de sensibilidad, 68% de especificidad, resultando 83% de valor predictivo positivo y 6% de valor predictivo negativo.

Aún cuando se desconoce la fecha exacta de la monta es posible realizar con cierto grado de confianza la estimación de la edad embrionaria y al mismo tiempo es posible realizar el diagnóstico temprano de la gestación con el objetivo de realizar un manejo más adecuado de los animales en las primeras etapas de la preñez. Una probable causa de que los valores de especificidad y valor predictivo negativo hayan sido bajos y en general de que algunas mediciones no hayan concordado con la escala propuesta por Rosiles *et. al.*, pueden ser debidas al error humano, ya que la manipulación de los cuernos durante el monitoreo influye sobre el tamaño de la imagen que representa al embrión.

## VIII. CONCLUSIONES

La ultrasonografía es una herramienta útil para evaluar el rendimiento reproductivo de los toros durante un empadre natural, determinando el porcentaje y la velocidad con la que dejaron gestantes a las hembras.

La evaluación de la condición corporal aunado al monitoreo de la determinación de la grasa dorsal por medio de la ultrasonografía, ayuda a determinar el estado nutricional de un animal y en base a esto establecer la influencia de las mismas en eventos como número de hembras anéstricas, ciclando, o que sufrieron muerte embrionaria.

De acuerdo a los resultados obtenidos por el monitoreo ultrasonográfico, podemos concluir que la relación de las mediciones embrionarias encontradas mediante ultrasonografía y la escala propuesta por Rosiles *et. al.* (2004) tienen una aplicación real para determinar el tiempo de gestación de un grupo de animales que fueron sometidos a empadre rotativo donde la fecha en las que las vacas se desconoce.

Asimismo el uso de la ultrasonografía seriada puede ser un implemento útil para determinar cuando una vaca que se había diagnosticado como gestante no logró llegar a su término, debido a que el producto sufrió muerte embrionaria, además de poder establecer el momento exacto de la misma.

## **IX. BIBLIOGRAFÍA:**

1. Rosiles, V.A. Monitoreo ultrasonográfico del desarrollo y mortalidad embrionaria en ganado bovino del trópico húmedo. UNAM. México. 2004.
2. Cutaia, L., Nasser L., Moreno, D.,Bó G.A. Ultrasonografía reproductiva en el ganado bovino: Principios básicos y aplicaciones prácticas. *1<sup>er</sup> Simposio Internacional de Reproducción Bovina*. Barquisimeto Venezuela. Octubre 2004. pp. 9-29.
3. Guinther, O.J. (1998) Ultrasonic imaging and animal reproduction: Cattle. Book 3. *Equiservices Publishing*. Wisconsin, USA.
4. Beal W.E., Perry, B.C., Corah, L.R. (1992) The use of ultrasound in monitoring reproductive physiology of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 70:924-929.
5. Edmondson, A.J., Fissore, R.A., Pashen, R.L., Bondurant, R.H. (1986) The ultrasonography for the study of the bovine reproductive tract: I. Normal and pathological ovarian structures. *Anim. Reprod. Sci.* 12:157-165.

6. Griffin, P.G. and Ginther, O.J; (1992) Research application of ultrasonic imaging in reproductive biology. *J. Anim. Sci.* 70:953-972.
7. Struve, L. (1997) El ultrasonido entra a las granjas lecheras. *Hoard's Dairyman.* 477-478.
8. White, L.R., Russel, I.A., Wright, T.K. (1985) Real-time ultrasonic scanning in the diagnosis of pregnancy and the estimation of gestational age in cattle. *Vet. Rec.* 117:5-8.
9. Verduzco G. Adriana R. Momento de ovulación y presentación de estro en vacas *Bos indicus* sincronizadas de manera escalonada con un progestágeno sintético (Norgestomet). UNAM. México. 2001
10. Frick, P.M. (2002) Scanning the future-ultrasonography as a reproductive management tool for dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 85:1928-1926.
11. Pieterse, M.C. (1999) El ultrasonido en la reproducción bovina: Aplicación en diagnóstico y tratamiento. *Taurus* 1:18-26.



12. Ginther, O.J. Ultrasonic imaging and reproductive events in the mare. 3a ed., Ed. *Equiservices*. 1986.
13. Kastelic, J.P., Carrant, S., Pierson, R.A., Ginther, O.J. (1988) Ultrasonic evaluation of the bovine conceptus. *Theriogenology*. 29:39-53.
14. Carrant, S., Pierson R.A., Ginther, O.J. (1986) Ultrasonographic appearance of the bovine conceptus from days 20 through 60. *J. Anim. Vet. Med. Assoc.* 189:1295-1302.
15. Carrant, S., Pierson R.A., Ginther, O.J. (1986) Ultrasonographic appearance of the bovine conceptus from days 10 through 20. *J. Anim. Vet. Med. Assoc.* 10:1289-1294.
16. Kastelic, J.P., Carrant, S., Ginther, O.J. (1989) Accuracy of ultrasonography for pregnancy diagnosis on days 10 to 22 in heifers. *Theriogenology*. 31:813-820.

17. Pierson R.A. and Ginther O.J. (1984) Ultrasonography for detection of pregnancy and study of embryonic development in heifers. *Theriogenology*. 2:225-233.
18. Chaffaux S., Readdy G.N.S, Valon F. And Thibier M. (1986) Transrectal real-time ultrasound scanning for diagnosis pregnancy and for monitoring embryonic mortality in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 10:193-200.
19. Rosiles VA., Galina CS., Maquivar M., Molina R., Estrada S. (2005) Ultrasonographic screening of embryo development in cattle (*Bos indicus*) between days 20 and 40 of pregnancy. *Anim. Reprod. Sci.* 90:31-37.
20. Jolly, P.D., Mcdougall, S., Fitzpatrick, L.A., Macmillan, K., Entwistle, K. (1995) Physiological effects of undernutrition on postpartum anestrus in cows. *J. Reprod. Fert.* 49:477-492.
21. Ventura M. S. (2001) Importancia de la condición corporal en el comportamiento productivo y reproductivo en ganado bovino de doble propósito. Asociación Venezolana de Producción Animal (AVPA).

22. Friggens, N.C., Ingvarlsen, K.L., Emmans G.C. (2004) Prediction of body lipid change in pregnancy and lactation. *J. Dairy Sci.* 87:988-1000.
23. Kim, I-H, Suh, G-H. (2003) Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of postpartum diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows. *Theriogenology.* 60:1445-1456.
24. Mösenfechtel, S., Hoedemaker, M., Eigenmann, U.J., Rüscher, P. (2002) Influence of back fat thickness on the reproductive performance of dairy cows. *Vet. Rec.* 151:387-388.
25. Selk, G.E., Wettermann, R.P., Lusby, K.S., Oltjen, J.W., Mobley, S.L., Rasby, R.J., Garmendia, J.C. (1988) Relationships among weight change, body condition and reproductive performance of range beef cows. *J. Anim. Sci.* 66:3153-3159.
26. Cavalieri, J., Fitzpatrick, L.A. (1995) Artificial insemination of *Bos Indicus* heifers: The effects of body

- weight, condition score, ovarian cyclic status and insemination regimen on pregnancy rate. *Austr. Vet. J.* 72:441-447.
27. Diskin, M.G., Mackey, D.R., Roche, J.F., Sreenan, J.M. (2003) Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 78:345-370.
28. Pullan, N.B. (1978) Condition scoring of white fulani cattle. *Trop. Anim. Hlth. Prod.* 10:118-120.
29. Molina R. Estudios sobre el comportamiento reproductivo de toros cebuínos (*Bos indicus*) manejados bajo condiciones de empadre simple y múltiple. UNAM. México. 2001.
30. Galicia, L.L., Estrada, K.S., Galina, C.S., Pérez, G.E., Molina, S.R.; (1999) Velocidad de gestación en el ganado *Bos indicus* en el trópico húmedo de Costa Rica. *Ciencias Veterinarias.* 22:59-69.
31. Silva- Mena, C., Aké- López, R., Delgado- León, R. (2000) Sexual behaviour and pregnancy rate of *Bos indicus* bulls. *Theriogenology.* 53:991-1002.

32. Molina, S.R., Galina, H.C., Díaz, S.M., Galicia, L., Estrada, S. (2003) Evaluation of a bull rotating system using natural mating: Effect on the reproductive performance of zebu cows. *Agrociencia*. 37:1-10.
33. Chacón, E. Pérez, E., Müller, L., Söderquist, H. Rodríguez-Martínez. (1999) Breeding soundness evaluation of extensively managed bulls in Costa Rica. *Theriogenology*. 52:221-231.
34. Silva- Mena, C., Guzmán- Casas, R., Delgado-León, R., Aké-López, R. (2002) Respuesta de novillas Brahman a la sincronización del estro con progestágenos; conducta sexual y tasa de gestación. *Rev. Biomed*. 13:265-271.
35. Molina, R., Galina, C., Maquivar, M. Estrada, S., Chávez, A., Díaz, G.S. (2003) Pregnancy rate in Zebu cows with two different postpartum intervals exposed to a two-bull rotational system. *Veterinary Research Communications*. 27:671-680.
36. Molina, R., Galina, C., Camacho, J., Maquivar, M., Díaz, G.S., Estrada, S., Martínez, L. (2002) Effect of

- alternating bulls as a management tool to improve the reproductive performance of suckled Zebu cows in the humid tropics of Costa Rica. *Anim. Reprod. Sci.* 69:159-173.
37. Parkinson, T.J. (2004) Evaluation of fertility and infertility in natural service bulls. *Vet. J.* 169:215-229.
38. Webb, C., Galina, C., Molina, R., Maquivar, M., Estrada, M.V. (2004) Effect of two types of weaning and the application of a progestagen on the fertility in *Bos indicus* cattle. *Arch. Med. Vet.* 36:147-154.
39. Chacón, E. Pérez and H. Rodríguez- Martínez. (2002) Seasonal variations in testicular consistency, scrotal circumference and spermogramme parameters of extensively reared Brahman (*Bos indicus*) bulls in the tropics. *Theriogenology.* 58:41- 50.
40. Feinstein A.R. M.D. Clinical Epidemiology. The Architecture of Clinical Research. Edit. W.B. Saunders Company. Philadelphia. 1985.

41. Dawson B. y Trapo R.G. Bioestadística Médica. 2<sup>a</sup> Ed.,  
Edit. Manual Moderno. México. 1993.
42. Menéndez, T.M., Ruíz, D.R., González, P.E. (1979)  
Establecimiento de épocas cortas de inseminación  
artificial mediante uso de la sincronización del estro.  
Tec, Pec. Méx. 36:15-20.
43. Edmondson, A.J., Lean I.J., Weaver, L.D., Farver, T. and  
Webster, G. (1989) A body condition scoring chart for  
holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:68-78.
44. Silva- Mena, S.R., Gómez, M.J., Díaz-da-Silva, A., Gil,  
L.F., Azevedo, J.M.T. (2005) Estimation in vivo of the  
body and carcass chemical composition of growing lambs by  
real-time ultrasonography. *J. Anim. Sci.* 83:350-357.
45. Gregory, R.M., Mattos, R.C., Lamprecht, M. (1996)  
Embryonic mortality in bovine ultrasonographic  
evaluation. *Arquivos Facultad Veterinaria UFRGS.* 24:25-  
29.

## FIGURAS Y CUADROS

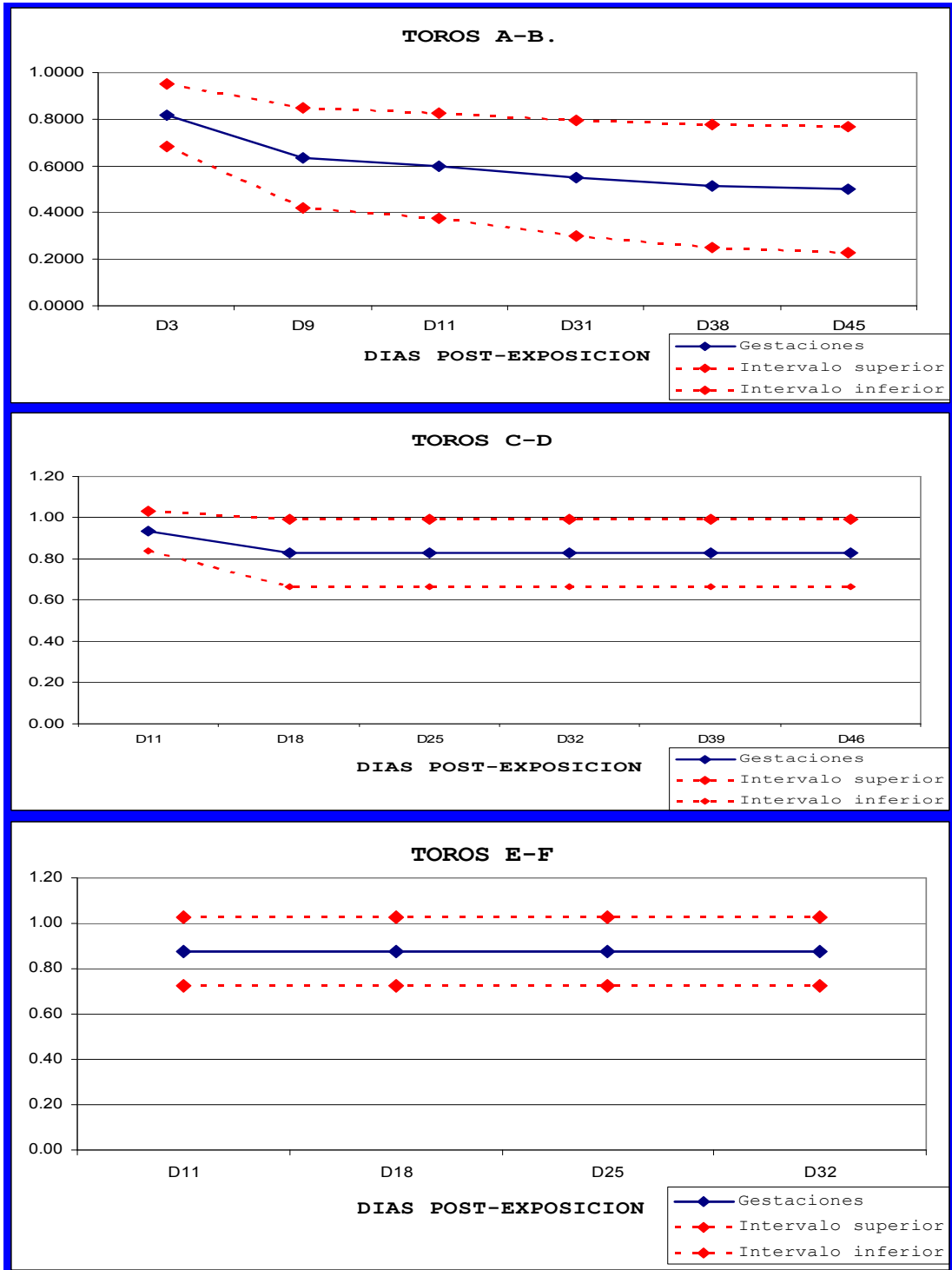


Fig.1 Velocidad de gestación de las diferentes parejas de toros.



### CONDICIÓN CORPORAL DE LAS VACAS GESTADAS POR LAS DIFERENTES PAREJAS DE TOROS

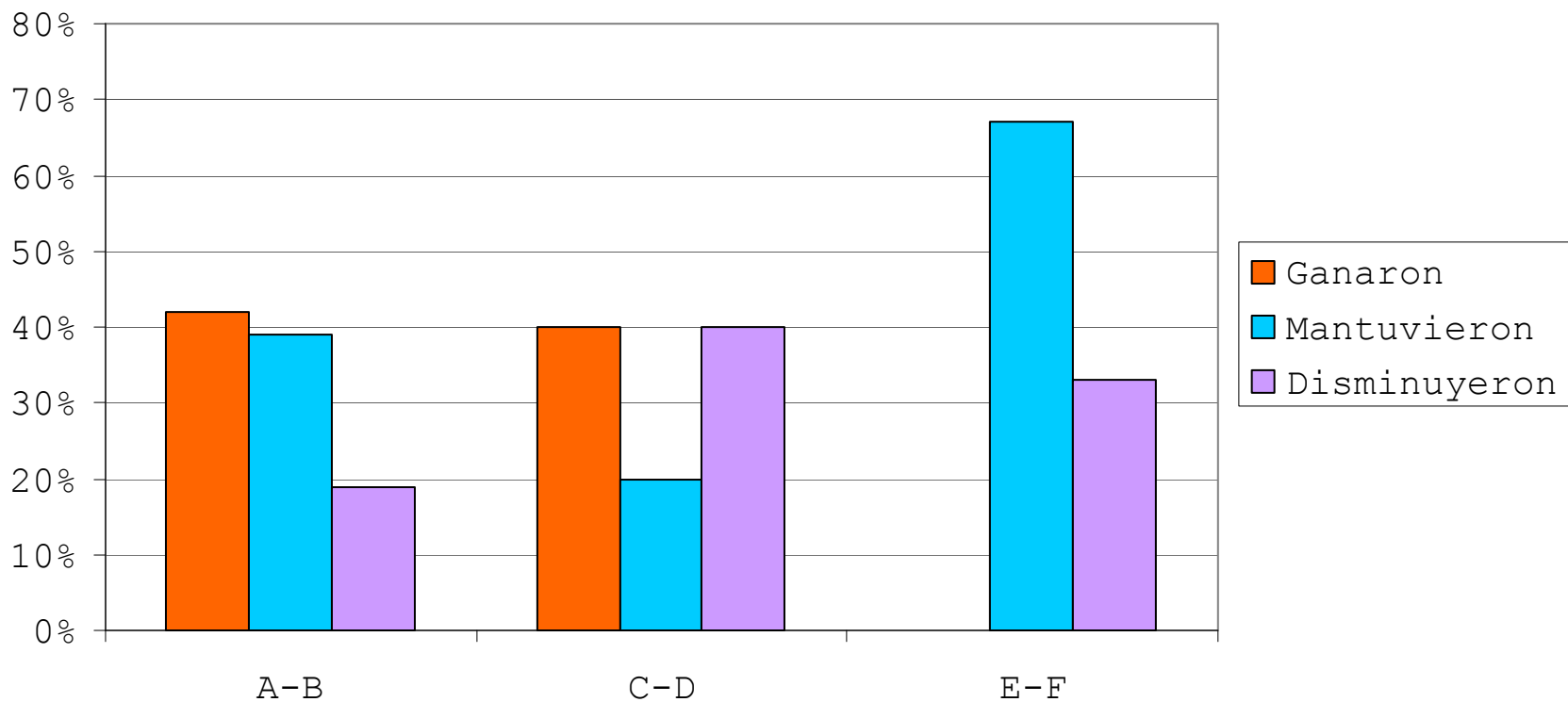


Fig.2 Condición corporal al final del trabajo de las vacas preñadas por las diferentes parejas de toros, expresada en porcentaje

### GRASA DORSAL DE LAS VACAS GESTADAS POR LAS DIFERENTES PAREJAS DE TOROS

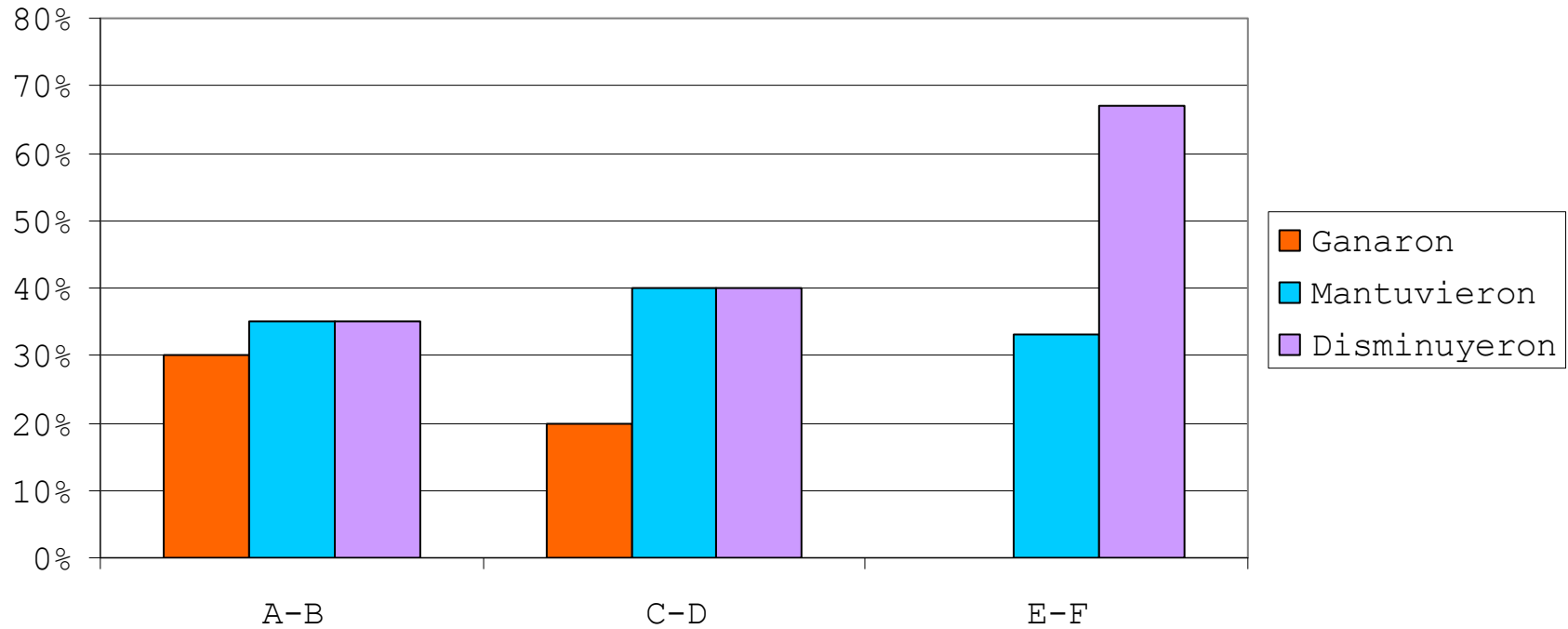


Fig.3 Grasa dorsal de las hembras al final del estudio, que fueron gestadas por los diferentes grupos de toros, expresada en porcentaje.

**FLUCTUACIONES DE LA CONDICIÓN CORPORAL DE LAS  
VACAS GESTADAS POR LAS DIFERENTES PAREJAS DE  
TORROS**

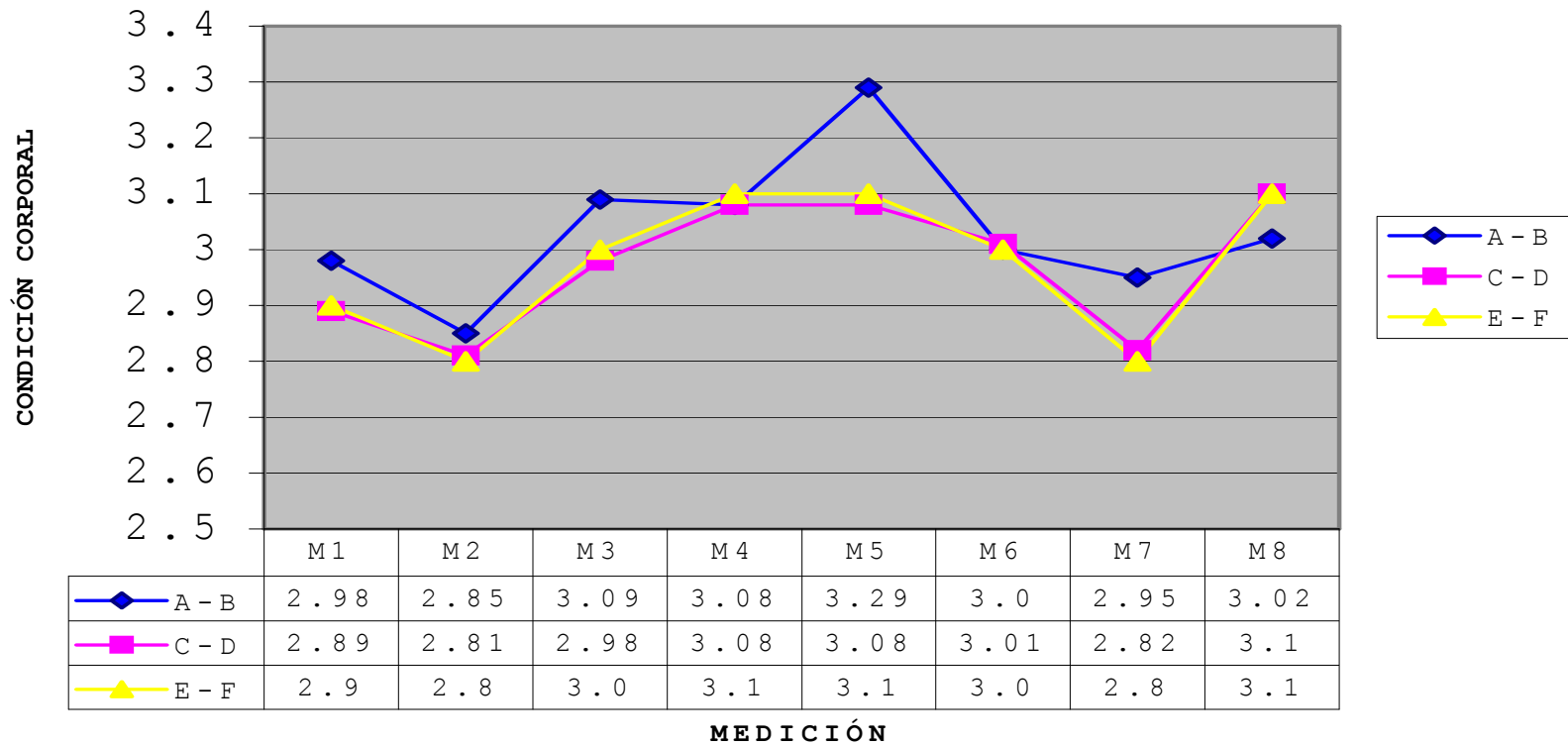


Figura 4. Condición corporal de las vacas gestantes por cada uno de los toros.

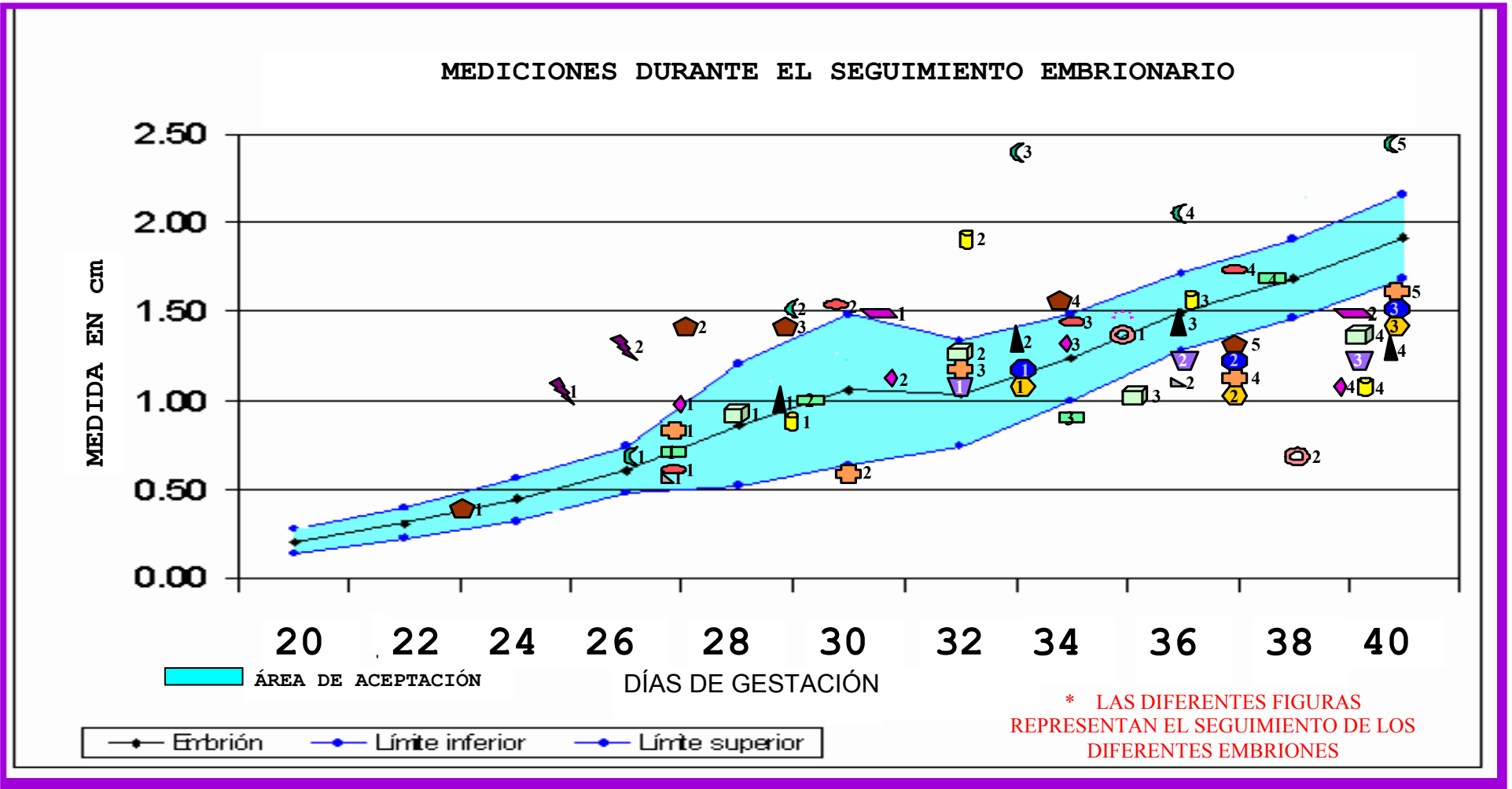






Fig. 5. Mediciones de los diferentes embriones y su relación con la escala de Rosiles et. al. (2004).

SENSIBILIDAD, ESPECIFICIDAD, VALOR PREDICTIVO POSITIVO Y NEGATIVO

ESCALA DE ROSILES *et. al.*

				
ULTRASONIDO		a 35	b 7	42
		c 1	d 15	16
		36	22	58

Sensibilidad	$a/a+c = 35/36 = 97\%$
Especificidad	$d/b+d = 15/22 = 68\%$
Valor predictivo positivo (Vp +)	$a/a+b = 35/42 = 83\%$
Valor predictivo negativo (Vp -)	$c/c+d = 1/16 = 6\%$

Cuadro 1. Sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo