

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**



**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**“RELACIÓN ENTRE CONDICIÓN CORPORAL Y EL  
COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN VACAS  
HOLSTEIN”**

**POR:**

**JOSÉ GARCÍA CÉLIS**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:**

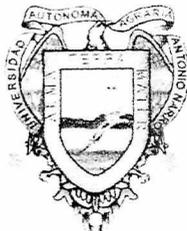
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**Torreón, Coahuila, México**

**Septiembre de 2005**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

**UNIDAD LAGUNA**



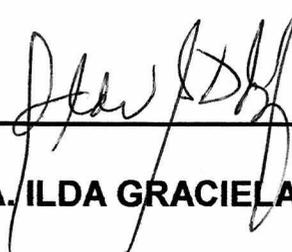
**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**"RELACIÓN ENTRE CONDICIÓN CORPORAL Y EL  
COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN VACAS  
HOLSTEIN"**

**POR:**

**JOSÉ GARCÍA CÉLIS**

**ASESORA PRINCIPAL**

  
\_\_\_\_\_  
**DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA**

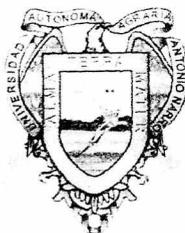
**Torreón, Coahuila, México**

**Septiembre de 2005**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**



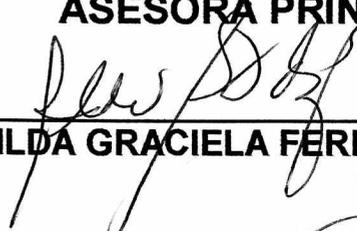
**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**“RELACIÓN ENTRE CONDICIÓN CORPORAL Y EL  
COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN VACAS  
HOLSTEIN”**

**POR:**

**JOSÉ GARCÍA CÉLIS**

**ASESORA PRINCIPAL**

  
**DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA**

**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

  
**M.C. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA**

**Torreón, Coahuila, México**

  
Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

**Septiembre de 2005**

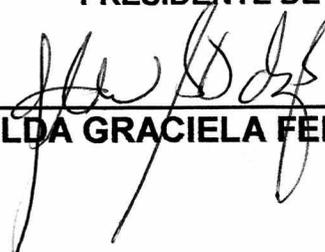
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**PRESIDENTE DE JURADO**

  
\_\_\_\_\_  
**DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA**

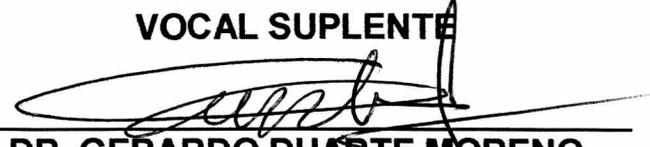
**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**

**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA**

**VOCAL SUPLENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. GERARDO DUARTE MORENO**

**Torreón, Coahuila, México**

**Septiembre de 2005**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**“RELACIÓN ENTRE CONDICIÓN CORPORAL Y EL  
COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN VACAS  
HOLSTEIN”**

**TESIS**

**POR:**

**JOSÉ GARCÍA CÉLIS**

**Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría**

**ASESORA PRINCIPAL:**

**DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA**

**CO-ASESOR:**

**DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**

**Torreón, Coahuila, México**

**Septiembre de 2005**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme esa bendición maravillosa de conocer la vida y por regalarme en cada segundo la dicha de vivirla.

A mis padres por su invaluable e incondicional apoyo en todos los aspectos de mi vida, y por formar un pilar esencial en toda mi formación como ser humano.

A mis hermanos por apoyarme y haber depositado su confianza en mí.

A mí maravillosa familia, por su gran apoyo y por demostrar en cada momento, esa gran unidad que les distingue.

A la Dra. Ilda Graciela Fernández García, por brindarme gran parte de su tiempo en asesorarme en este trabajo.

Al Dr. Horacio Hernández por su gran colaboración en la realización de la tesis.

Al Dr. José Alfredo Flores por su colaboración y por su valioso punto de vista.

Al Dr. Gerardo Duarte Moreno su colaboración y por su valioso punto de vista.

Al establo el Compás por su colaboración en la toma de datos para la realización de la tesis.

Al COECYT, Región Laguna, por la beca tesis para la realización de este trabajo.

## DEDICATORIAS

A mi "Alma Terra Mater" por recibirme, cobijarme y anidarme durante 5 años.

A mis padres:

Manuel García Montes  
y  
Araceli Célis Najera

Gracias a estas dos grandes personas por heredarme tan valioso tesoro que es el estudio y que sin su apoyo incondicional no lo podría haber obtenido, talvez mis palabras sean ahora simples y no basten para agradecerles.

**Gracias Mamá y Papá ustedes y mis hermanos son mi alegría.**

A mis hermanos:

Emmanuel  
Gamaliel  
Reynaldo  
Araceli

Y a una persona muy especial en mi vida, a mi novia:

Nadia Isel

.....Gracias. Sin ustedes seria imposible haber llegado a la culminación de mi licenciatura.

# ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XI
RESUMEN.....	XII
I INTRODUCCIÓN.....	1
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Condición Corporal (CC) y reproducción.....	3
2.2 Regiones corporales a evaluar para la determinación de la CC.....	4
2.3 Evaluación de la condición corporal.....	6
2.4 Parámetros reproductivos en el ganado lechero.....	10
2.4.1 Período de espera voluntaria (PEV).....	11
2.4.2 El Intervalo del PEV al primer servicio de IA.....	11
2.4.3 Tasa de preñez.....	11
2.4.4 Gestación.....	13
2.4.5 Periodo de transición.....	13
2.4.6 Puerperio.....	14
2.4.7 Involución uterina.....	14

2.4.8 Reanudación de la actividad ovárica.....	15
2.5 Interacción entre el estado energético del animal y la reproducción.....	16
2.5.1 Balance energético negativo (BEN).....	16
2.5.2 Balance energético y fertilidad.....	16
III OBJETIVOS.....	18
IV HIPOTESIS.....	18
V MATERIALES Y METODOS.....	19
5.1 Descripción y características del área de estudio.....	19
5.2 Duración del estudio .....	19
5.3 Descripción de los animales y grupos experimentales.....	19
5.4 Determinación de la condición corporal.....	20
5.5 Variables evaluadas.....	20
5.6 Análisis estadístico.....	21
VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
6.1 Evolución de la CC en los dos grupos a través del tiempo de estudio.....	22
6.2 Días a primer servicio.....	24
6.3 Tasa de preñez a los a los 45 días.....	25
6.4 Porcentaje de retorno a estro.....	26
VII CONCLUSIONES.....	27
VIII LITERATURA CITADA.....	28

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
1. Características de los diferentes grados de condición corporal en la especie bovina .....	<b>9</b>
2. Promedio anualizado de algunos parámetros reproductivos en hatos lecheros de la Comarca Lagunera.....	<b>12</b>
3. Grupos que normalmente se manejan en un establo lechero.....	<b>13</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Principales puntos de observación para determinar la calificación corporal.....	8
2. Detalle del área de la base de la cola y sus principales puntos de observación.....	8
3. Comportamiento de la CC a través del tiempo de estudio en ambos grupos experimentales.....	23
4. Duración promedio de los días a primer servicio en el Grupo A (vacas de buena CC) y en el grupo B (vacas gordas; $P>0.05$ ).....	24
5. Porcentaje de vacas gestantes a los 45 días $\pm$ 3 Post-inseminación artificial.....	26

## RESUMEN

La evaluación de la condición corporal proporciona un indicador subjetivo de la proporción de grasa en las vacas. Esta evaluación es asignada por una calificación a la cantidad de grasa observada en varias partes del cuerpo de la vaca. La mayoría usan un sistema de rangos de 1.0 (emaciadas) a 5.0 (obesas), en incrementos de 0.1 a 0.25 puntos de CC.

Vacas que se encuentran demasiado delgadas disminuyen su producción de leche. En ellas se observa incidencia de algunas enfermedades metabólicas como cetosis, desplazamiento del abomaso, entre otras, en estas es común observar un retraso en la presentación del ciclo estral post-parto. Por otra parte, las vacas que se encuentran demasiado gordas poseen un número mayor de complicaciones al parto, se observa una disminución del consumo voluntario de materia seca al inicio de la lactancia, lo que predispone al síndrome de la vaca gorda y a la cetosis. En estas vacas, se puede presentar laminitis, y la mayoría presentan un aumento en los días abiertos.

La condición corporal al parto influye en la posterior pérdida de condición corporal durante la lactancia y ello es un predictor en el comportamiento reproductivo. Las vacas con una buena condición corporal se mantienen y no caen drásticamente en un balance energético negativo, mientras que las vacas con mayor grasa corporal caen en un desbalance energético.

# ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XI
I INTRODUCCIÓN.....	1
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Condición Corporal (CC) y reproducción.....	3
2.2 Regiones corporales a evaluar para la determinación de la CC.....	4
2.3 Evaluación de la condición corporal.....	6
2.4 Parámetros reproductivos en el ganado lechero.....	10
2.4.1 Período de espera voluntaria (PEV).....	11
2.4.2 El Intervalo del PEV al primer servicio de IA.....	11
2.4.3 Tasa de preñez.....	11
2.4.4 Gestación.....	13
2.4.5 Periodo de transición.....	13
2.4.6 Puerperio.....	14
2.4.7 Involución uterina.....	14
2.4.8 Reanudación de la actividad ovárica.....	15

<b>2.5 Interacción entre el estado energético del animal</b>	
<b>y la reproducción.....</b>	<b>16</b>
<b>2.5.1 Balance energético negativo (BEN).....</b>	<b>16</b>
<b>2.5.2 Balance energético y fertilidad.....</b>	<b>16</b>
<b>III OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
<b>IV HIPOTESIS.....</b>	<b>18</b>
<b>V MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>19</b>
<b>5.1 Descripción y características del área de estudio.....</b>	<b>19</b>
<b>5.2 Duración del estudio .....</b>	<b>19</b>
<b>5.3 Descripción de los animales y grupos experimentales.....</b>	<b>19</b>
<b>5.4 Determinación de la condición corporal.....</b>	<b>20</b>
<b>5.5 Variables evaluadas.....</b>	<b>20</b>
<b>5.6 Análisis estadístico.....</b>	<b>21</b>
<b>VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>22</b>
<b>6.1 Evolución de la CC en los dos grupos a través del</b>	
<b>tiempo de estudio.....</b>	<b>22</b>
<b>6.2 Días a primer servicio.....</b>	<b>24</b>
<b>6.3 Tasa de preñez a los a los 45 días.....</b>	<b>25</b>
<b>6.4 Porcentaje de retorno a estro.....</b>	<b>26</b>
<b>VII CONCLUSIONES.....</b>	<b>27</b>
<b>VIII LITERATURA CITADA.....</b>	<b>28</b>

## I INTRODUCCIÓN

En México, el panorama general del mercado de la leche señala una demanda creciente e insatisfecha producción del producto. Una forma de superar dicho déficit es a través del mejoramiento animal. Los actuales sistemas intensivos de producción de leche, exigen un alto rendimiento del animal, mediante el incremento en la demanda de energía que se asocia con una alta producción de leche, y como consecuencia se presentan problemas en el aspecto reproductivo (Ramírez y Segura, 1992).

La intensificación de los sistemas de producción de carne y leche, imponen en los animales grandes demandas fisiológicas, que solo puede ser satisfecha cuando existen la constitución genética adecuada, especializada para cada fin zootécnico y se garantiza un ambiente donde esa constitución genética pueda expresarse (Lozano y González, 2003).

La producción eficiente está directamente relacionada con la eficiencia reproductiva. El manejo reproductivo, es una parte de los programas de salud del hato. Asimismo, se ha determinado que existe una relación entre el nivel de producción y el intervalo entre partos. De modo que una óptima producción de leche resulta de 12 a 13.5 meses de intervalo entre partos. Los intervalos cortos entre partos, incrementa el promedio de producción lechera, produciendo más becerros y se incrementa la vida productiva de la vaca, ya que un intervalo interpartos muy abierto implica un impacto negativo (Ávila, 2003).

Dentro de los factores que influyen en la eficiencia reproductiva se mencionan: el intervalo entre partos, los días abiertos y el porcentaje de preñez. Sin embargo, la condición corporal, es uno de los aspectos más importantes del programa reproductivo ya que influye directamente sobre la fertilidad del hato lechero. Específicamente el programa de nutrición y reproducción, están totalmente ligados, las vacas que pierden más de un punto de condición corporal, son vacas con problemas reproductivos, siendo los más comunes el anestro y la infertilidad, por lo que la condición corporal es una manera de detectar problemas de nutrición.

La variación en la pérdida de peso corporal es menor si la vaca es capaz de consumir mayores cantidades de materia seca. Si la vaca no tiene consumos adecuados de alimento se presenta un balance energético negativo debido a que se invierte más energía para la producción de leche, de la que se ingiere en la ración. Este déficit hace que sea utilizada más grasa corporal y da como consecuencia pérdida de peso. Las deficiencias en la alimentación tanto en el periodo pre-parto como en el post-parto son las causas más frecuentes de infertilidad (Ávila, 2003).

Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la evolución de la condición corporal 15 días antes de la inseminación artificial (IA), al momento de la IA y 15 días después de la IA en dos grupos de vacas con diferentes condiciones corporales, así como, la comparación de los diferentes parámetros reproductivos entre ambos grupos.

## II REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Condición Corporal (CC) y reproducción

La CC proporciona un indicador del estado energético en el ganado lechero. La evaluación de la condición se realiza en vacas y vaquillas, así mismo la CC se evalúa durante la lactancia de las vacas. Esencialmente, la evaluación de la CC proporciona un indicador subjetivo de la proporción de grasa en las vacas. Esta evaluación es asignada por una calificación a la cantidad de grasa observada en varias partes del cuerpo de la vaca. El sistema utiliza puntuación, el cual es empleado para evaluar al animal. La mayoría usan un sistema de rangos de 1.0 (emaciadas) a 5.0 (obesas), en incrementos de 0.1 a 0.25 puntos de CC (Pennington, 1994; Ruegg y Milton, 1995).

Wildman *et al.* (1982) indican que una CC adecuada en las vacas lecheras es un requisito de manejo importante para maximizar la producción de leche y la eficiencia reproductiva, ya que permite reducir la incidencia de enfermedades metabólicas y otras enfermedades en el periodo de transición que comprende pre-parto, parto y post-parto.

Buckley *et al.* (2003) establecen que es necesario mantener la CC en 2.75 o aumentarla durante la época de lactación. Una condición corporal menor entre el parto y el primer servicio, se debería restringir a una pérdida no mayor de 0.5 unidades de CC para evitar un efecto perjudicial en el desempeño reproductivo.

La cantidad de reservas grasas que una vaca posee tiene una influencia al momento del parto o inmediatamente después del mismo, así como en la producción de leche y en la eficiencia reproductiva durante la lactancia siguiente. Por una parte, vacas que se encuentran demasiado delgadas se caracterizan por

una disminución en la producción de leche, debido a una falta de reservas corporales adecuadas para ser utilizada al inicio de su lactación. En ellas se observa una mayor incidencia de algunas enfermedades metabólicas como cetosis, desplazamiento del abomaso, entre otras. En el aspecto reproductivo es común observar un retraso en la presentación del ciclo estral post-parto (Lucy *et al.*, 1992; Wattiaux, 2003). Por otra parte, las vacas que se encuentran demasiado gordas poseen un número mayor de complicaciones al parto, se observa una disminución del consumo voluntario de materia seca al inicio de la lactancia, lo que predispone al síndrome de la vaca gorda y a la cetosis, y en consecuencia a una reducción en la producción de leche (Wattiaux, 2003). Las vacas gordas pierden más condición corporal, comen menos y tienen más riesgos de problemas metabólicos, se presenta laminitis, y la mayoría presentan un aumento en los días abiertos (Pennington, 1994).

Rastani *et al.* (2001) argumentan que los cambios en la composición corporal se presentan al inicio de la lactancia por la movilización de energía de los tejidos corporales. Las vacas lecheras movilizan sus reservas de tejidos, primeramente en forma de ácidos grasos los cuales serán destinados hacia la glándula mamaria y a las demandas que implica la lactancia.

## **2.2 Regiones corporales a evaluar para la determinación de la CC**

La CC comprende a evaluar 7 u 8 regiones que van desde la espina dorsal y el proceso transversal de la vértebra lumbar, el ileón y la tuberosidad isquial el ileo-sacro y el ligamento isqueo coccígeo, el inicio de la base de la cola y la región de la grupa, (la región delimitada anteriormente por la tuberosidad ileal y el ligamento íleo sacro, caudalmente por la tuberosidad isqueal y el ligamento

isqueó-coccígeo, y centralmente por el trocánter mayor del fémur; Ferguson *et al.*, 1994; Ferguson, 1996).

El aspecto de la grupa es la característica principal a considerar para definir la CC en vacas. Las vacas con calificación corporal de 3.0 o menos tendrán un aspecto de "V" entre el ileón, el hueso de la grupa, y en la tuberosidad isqueal, mientras que las vacas que cuentan con CC de 3.25 o una más alta, tienen un aspecto de "U" en esta región. Las vacas con CC de 3.0 o menos entonces se define en el aspecto del ileón y de la tuberosidad isqueal en cuanto al grado de redondez y de oblicuidad, relacionando el relleno de grasa que cubre estos puntos. Las vacas que llegan a ser demasiado delgadas en la CC son las vacas que caen debajo de 2.5 en la CC. Estas vacas no tienen reservas grasas para cubrir la tuberosidad isqueal (Ferguson *et al.*, 1994; Ferguson, 1996).

Asimismo, el aspecto del ligamento sacro y del ligamento de la base de la cola se utiliza para definir la CC de vacas de 3.25 y más. El ligamento sacro y coccígeo será poco visible en las vacas que tienen una CC de 3.25. El ligamento de la base de la cola tiende a desaparecer antes de que el ligamento sacro aumente la CC en las vacas. Las vacas con una CC ideal en el periodo seco son las vacas que forman una "U" en la grupa, tienen un ligamento coccígeo bastante visible y un ligamento sacro poco visible. Las vacas que se acercan a una CC de 4.0, el ligamento sacro desaparece y estas vacas se mueven dentro del rango de demasiado gordas. Las vacas son demasiado gordas cuando los ligamentos pélvicos tienen grasa en la parte espinosa (Ferguson *et al.*, 1994; Ferguson, 1996).

### 2.3 Evaluación de la condición corporal

Las vacas emaciadas de CC de 1.5, la vértebra es marcada y se distinguen a lo largo de la columna. Las costillas flotantes están visibles como huesos individuales. Los ligamentos conectivos están marcados y el íleon y la tuberosidad isqueal están bien definidos y la columna vertebral se puede ver fácilmente. Se pueden ver pliegues en la depresión entre el hueso de la cola y la tuberosidad isqueal (ver Cuadro 1; Pennington, 1994; Wattiaux, 2003).

Las vacas demasiado flacas, con una CC de 2.0, la columna vertebral se ve fácilmente. Las costillas flotantes se distinguen y la ondulación del borde es muy aparente. La grupa está muy hundida, con una prominencia en el isquión y la tuberosidad isqueal. Los ligamentos que sostienen estos huesos o la parte trasera están muy prominentes y distintos. El lugar en donde se encuentra el músculo en el hueso de la pelvis es evidente, pero diferente de las vacas con CC de 1.5. El área en cualquiera de los dos lados en la base de la cola es hundida con la formación de pliegues en la piel en la depresión de la pelvis y la base de la cola (ver Cuadro 1; Pennington *et al.*, 1994; Ferguson *et al.*, 1994; Ferguson, 1996; Wattiaux, 2003).

Las vacas que tienen buena CC están en una calificación de 3, las vértebras están redondas, pero los huesos de la columna son visibles. Esto es entre 1.25 y 2.5 cm de tejido que cubre a las costillas flotantes. El borde de las costillas está redondeado y no están pronunciados como en las vacas de CC de 2.0 y 2.5. El isquión y la tuberosidad isqueal se pueden ver fácilmente, tiene forma redondeada (U). Los ligamentos conectivos o la columna forman límites claros hacia delante y el área de atrás de la pelvis, pero la marca de la cubierta grasa parece lisa y redonda.

La grupa es plana, pero no en la misma extensión como en las vacas delgadas. Las áreas en cualquiera de los dos lados de la base de la cola es hundido, pero la curvatura de la piel no está clara (ver Cuadro 1; Ferguson *et al.*, 1994; Ferguson, 1996; Wattiaux, 2003).

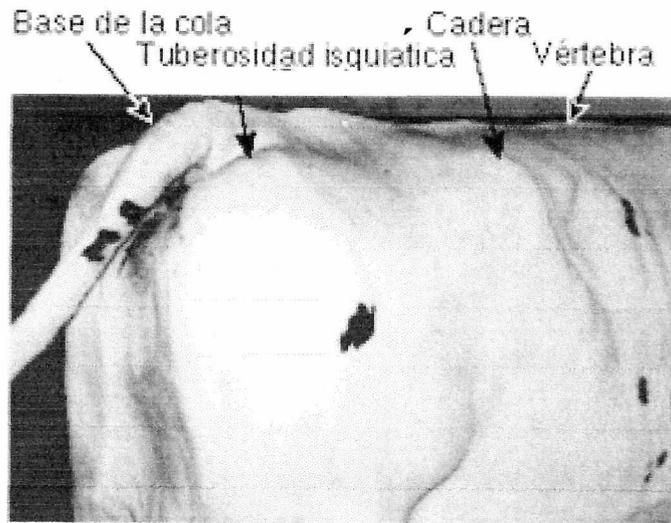
Las vacas gordas, con una CC de 4.0, su parte trasera aparece casi sólida. La parte corta de las costillas flotantes están inmóviles y solo se puede tocar con una palpación profunda. El isquión y la tuberosidad isqueal están redondeados y tienen obvio relleno graso, el ligamento sacro desaparece y los ligamentos pélvicos tienen grasa en la parte espinosa. Las áreas en cualquiera de los dos lados de la base de la cola no es hundido y no está curva la piel (ver Cuadro 1; Pennington, 1994; Ferguson *et al.*, 1994; Ferguson, 1996; Wattiaux, 2003).

Las vacas obesas, con una CC de 5.0, su columna y las costillas flotantes no pueden ser vistas y solo se tocan con dificultad. La forma de las costillas flotantes es redonda. La grupa está abultada. El aspecto del hueso del ileón es como una bola y la tuberosidad isqueal está enterrada en la carne. Los depósitos de grasa en la base de la cola dan apariencia de hoyuelos (ver Cuadro 1; Pennington, 1994; Wattiaux, 2003).

En las figuras 1 y 2, se describen las áreas anatómicas que son evaluadas para la determinación de la CC.

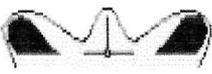
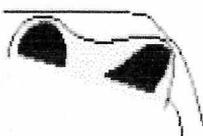
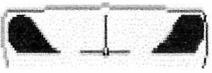
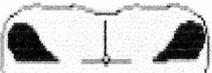
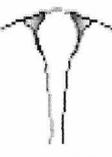


**Figura 1.** Principales puntos de observación para determinar la calificación corporal. Tomada de Elanco Animal Health 2001.



**Figura 2.** Detalle del área de la base de la cola y sus principales puntos de observación (Wattiaux, 2003).

**Cuadro 1.** Características de los diferentes grados de condición corporal en la especie bovina.

Grado de condición corporal	Vértebra en la espalda	Aspecto posterior del hueso pélvico	Aspecto lateral de la línea entre las caderas	Cavidad entre cola y la tuberosidad isquiática	
				Aspecto posterior	Aspecto lateral
1 Subcondicionamiento severo					
2 Esqueleto obvio					
3 Buen balance de esqueleto y tejidos superficiales					
4 Esqueleto no tan obvio como tejidos superficiales					
5 Sobrecondicionamiento severo					

Wattiaux, 2003

## 2.4 Parámetros reproductivos en el ganado lechero

La eficiencia reproductiva y la rentabilidad de la granja lechera se maximizan cuando el promedio del intervalo entre partos está al rededor de 13 meses (Cuadro 2). Los índices actuales de desempeño reproductivo, basados en tasas promedio de servicio y tasas de concepción para vacas lecheras en lactancia resultan en intervalos entre partos que no cumplen y a menudo exceden ampliamente la meta de los 13 meses. Las nuevas herramientas reproductivas, que incluyen protocolos hormonales para lograr la inseminación artificial programada y el uso de ultrasonido transrectal, pueden mejorar la eficiencia reproductiva y la rentabilidad de la empresa lechera (Fricke, 2001).

Las vacas demasiado flacas o delgadas con una CC de 2 pueden estar en buena salud, pero su reproducción y la producción de leche pueden alterar el estado de CC (Pennington, 1994). Durante la lactancia se observa una interacción de tres variables fundamentales: el consumo de materia seca, los cambios en peso corporal y la producción de leche, lo anterior se puede integrar en un paquete de manejo basado en cambios en la CC, para redefinir prácticas de manejo y medidas correctivas del mismo (ver Cuadro 3; Arzola *et al.*, 2004).

Uno de los parámetros reproductivos a considerar es el intervalo entre partos (IP) el cual es modificado por las siguientes etapas:

1. Período de espera voluntario.
2. Intervalo del período de espera voluntario al primer servicio de IA
3. Tasa de preñez.
4. Período de duración de la gestación.

5. periodo de transición.
6. puerperio.
7. involución uterina.
8. reanudación de la actividad ovárica post-parto.

#### **2.4.1 Período de espera voluntaria (PEV)**

Se le llama período de espera voluntario al intervalo que tiene que transcurrir desde el parto hasta que la vaca es apta para recibir su primer servicio de IA. Como dice su nombre, la duración de este intervalo es voluntario (es decir, una decisión de manejo) y tradicionalmente varía entre 40 y 70 días. El PEV constituye parte del período de transición inmediatamente después del parto y representa una etapa significativa para la salud futura y productividad de la vaca (Fricke, 2001).

#### **2.4.2 El intervalo del PEV al primer servicio de IA**

Una vez que la vaca ha pasado el PEV, ya es apta para recibir su primer servicio de IA post-parto. El intervalo del PEV al primer servicio de IA varía dramáticamente entre vacas del mismo hato. Unas pocas vacas pueden recibir su primer IA al final o cerca del final del PEV, mientras que otras vacas frecuentemente tienen intervalos extendidos al primer servicio de IA por varias razones. Así, este intervalo es calculado como un promedio de todas las vacas en el mismo hato (Fricke, 2001).

#### **2.4.3 Tasa de preñez**

La tasa de preñez se define como el número de vacas preñadas dividido por el número total de vacas inseminadas (De Rensis *et al.*, 2002).

**Cuadro 2.** Promedio anualizado de algunos parámetros reproductivos en hatos lecheros de la Comarca Lagunera.

<b>Parámetros</b>	<b>Promedio General</b>	<b>Nivel alto</b>	<b>Nivel bajo</b>
Días abiertos	146.10	166.80	128.30
Porciento de fertilidad general	27.30	30.10	23.90
Porciento de fertilidad al 1er servicio	27.90	32.00	23.10
Porcentaje de vacas gestantes al mes	7.00	7.40	6.50
Porciento anual de abortos/vacas gestantes	28.70	36.90	21.60
Días en leche	208.40	189.90	229.90
Intervalo entre partos (meses)	13.00	14.40	13.30
Porciento anual de desechos	31.70	37.30	27.00
Promedio de producción por vaca en leche	26.90	28.90	24.50
Porciento de vacas en anestro	7.30	9.30	5.70
Porciento de vacas c/+300 días abiertos no gestantes	5.20	7.10	3.60
Porciento de vacas gestantes al diagnóstico	71.60	78.90	63.20
Porciento mensual de partos	8.50	9.30	7.50

Fernández Díaz de León, 2003.

**Cuadro 3.** Grupos de vacas que normalmente se manejan en un establo lechero.

<b>Etapas</b>	<b>Días</b>	<b>Producción de Leche en (kg)</b>	<b>Cambios de peso (kg)</b>
Vacas secas (inicio)	60-21	0	-0.225
Vacas secas (próximas al parto)	21-parto	0	-0.235
Frescas	0-3-14-21	18	-0.900
Lactación temprana	21-100	43	+0.450
Lactación media	100-250	31	+0.450

Arzola *et al.*, 2004.

#### **2.4.4 Gestación**

A pesar de que la gestación promedio en vacas Holstein es de 282 días, la duración de la gestación puede variar ampliamente entre los animales (Fricke, 2001).

#### **2.4.5 Período de transición**

Al período de transición se le considera la etapa comprendida entre las tres semanas previas al parto y las tres semanas posteriores al mismo, aproximadamente. El advenimiento de una nueva lactancia desencadena profundos cambios fisiológicos que pueden producir alteraciones que ponen en riesgo la salud y la productividad del animal (Hafez y Hafez, 2004).

Domecq *et al.* (1997) mencionan que la CC debe ser monitoreada al final del periodo seco, en vacas secas y las parturientas, y durante la primera semana

de lactación. Ésta deberá usarse para identificar las vacas en riesgo de fracaso a la concepción a primera inseminación artificial.

Durante la transición se producen importantes cambios metabólicos, los cuales se asocian a problemas tales como: hipocalcemia, cetonemia; acidosis ruminal; retención de placenta; edemas de problemas de ubre como mastitis, etc. Además, si no son cubiertos los requerimientos nutricionales se alterará la producción en la lactancia total, a través de la disminución de la misma y del retraso del pico de producción (Hafez y Hafez, 2004).

#### **2.4.6 Puerperio**

El puerperio o periodo post-parto se define de manera general como el lapso que va desde el parto hasta el momento en que el tracto reproductivo materno a recuperado su estado normal de no gestante (Hafez y Hafez, 2004).

Una alimentación suplementada con alta energía puede incrementar el desempeño reproductivo en las vacas que paren delgadas o con una CC moderada. Las vacas que mantienen una baja CC durante la lactación tienen un intervalo prolongado del parto al estro, esto disminuye la fertilidad (Beam y Butler, 1998; Cicciooli *et al.*, 2003).

#### **2.4.7 Involución uterina**

El útero, después del parto, sufre modificaciones en su estructura macro y microscópica hasta obtener las características que tenía antes de que se estableciera la gestación, estado que normalmente se alcanza entre 30 y 50 días post-parto (Hernández, 2002). La eliminación de loquios y la reducción del tamaño uterino son causadas por contracciones miométriales, debidas a una secreción

sostenida de PFG2 $\alpha$  después del parto las cuales incrementan el tono uterino y de este modo promueve la involución (Hafez y Hafez, 2004).

Una secreción masiva de PGF<sub>2</sub> $\alpha$  durante las primeras dos semanas después del parto induce contracciones del miometrio, así como, la evacuación de líquidos y desechos de las membranas fetales contenidos en el útero. El estrógeno secretado por los ovarios antes de la primera ovulación hace que el útero sea más resistente a las infecciones (Hafez y Hafez, 2004).

#### **2.4.8 Reanudación de la actividad ovárica**

El inicio de la actividad ovárica está correlacionado positivamente con la pérdida de CC, es decir, a mayor pérdida de CC mayor es el tiempo de inicio de la actividad ovárica (Hernández, 2002).

Reksen *et al.* (2002) indican que la CC está asociada con la función lútea post-parto no antes de la cuarta semana de lactancia. Dependiendo de algunos factores, la actividad ovárica post-parto se reinicia a los 35 días de la lactancia tanto en vacas multíparas como en primíparas (Beam y Butler, 1998; Cavestany *et al.*, 2001).

El proceso endocrino más consistente que precede a la primera ovulación post-parto es la presentación de una incrementada frecuencia en la secreción pulsátil de LH. Así mismo, un pequeño incremento en la secreción de progesterona precede al primer estro post-parto (Hafez y Hafez, 2004).

## **2.5 Interacción entre el estado energético del animal y la reproducción**

### **2.5.1 Balance energético negativo (BEN)**

El BEN es la diferencia entre la energía consumida por el animal y la requerida por éste, que se produce en forma corriente cuando inicia una lactancia, se traduce normalmente en una pérdida de peso o estado corporal que es considerado un evento de gran impacto biológico, la actividad ovárica post-parto está relacionada de manera importante con la energía disponible en relación a su utilización para la lactancia (Gallardo *et al.*, 2000).

Cuando el consumo total de calorías es menor en relación al gasto, se pierde peso, puede ser causado por un aumento en el ejercicio físico o una disminución en el consumo de calorías. El BEN ocurre cuando las calorías ingeridas se aproximan a las calorías gastadas durante el curso del día, manteniéndose de esta manera el peso estable (Lopategui, 2002). El BEN durante las primeras semanas de lactación y un retraso en el punto más bajo del BEN están asociados con intervalos largos a la primera ovulación post-parto (Beam *et al.*, 1998). Una disminución de la CC durante los primeros 30 días de lactación contribuye a fallar la concepción a primer servicio en vacas multíparas (Domecq *et al.*, 1997).

### **2.5.2 Balance energético y fertilidad**

El BEN juega un papel importante en el ciclo ovárico (endocrino) al inicio de la ovulación post-parto de las vacas lecheras, el BEN puede funcionar en dos niveles: en la modulación de la secreción pulsátil de la LH y en la alteración de la respuesta ovárica a la señal de la LH (Canfield *et al.*, 1990).

Una de las causas más comunes de fertilidad baja en las vacas lecheras es la deficiencia de energía en relación con las necesidades del animal o un BEN. Dependiendo de la producción de leche en el comienzo de la lactancia, un BEN puede durar de las primeras dos a diez semanas de la lactancia (Wattiaux, 2003).

Los intervalos a la concepción son menores para las vacas inseminadas durante un balance de energía negativo (vacas que pierden peso), comparado con vacas inseminadas durante un balance de energía positivo (vacas que ganan peso; Wattiaux, 2003).

Cuando existen altas concentraciones de cuerpos cetónicos, el estado metabólico se encuentra comprometido, se reduce la ingesta de alimentos, disminuye la movilización de los ácidos grasos volátiles (AGL), y como consecuencia el BEN se prolongan (De Luca, 2000).

Las vacas con un fuerte balance energético positivo durante el período post-parto acumulan más grasas en el hígado y en el tejido adiposo. Cuando las vacas entran al período seco con muy buena condición corporal el BEN está potencializado (De Luca, 2000).

### **III OBJETIVOS**

El presente estudio se realizó con la finalidad de analizar la relación existente entre la evolución de la condición corporal pre-parto y post-parto y los parámetros reproductivos (días a primer servicio, porcentaje de retorno a estro, y porcentaje de vacas gestantes a  $45 \pm 3$  días post-inseminación) en vacas lecheras Holstein de la Comarca Lagunera.

### **IV HIPOTESIS**

Las vacas con una condición corporal adecuada tienen mejor tasa de concepción que las vacas con una condición corporal excesiva.

## **V MATERIALES Y METODOS**

### **5.1 Descripción y características del área de estudio**

El presente estudio se realizó en el establo "El Compás" localizado en la carretera Gómez Palacio-Gregorio García, km. 16.5., Gómez Palacio, Durango, en la Comarca Lagunera.

La Comarca Lagunera se ubica en la parte central de la porción norte de la República Mexicana, entre los meridianos 102° 00' y 104° 47' W. G. longitud oeste y los paralelos 24° 22' y 26° 53' latitud Norte, la extensión territorial es de 47887 Km<sup>2</sup> distribuidos en 15 municipios siendo 5 del estado de Coahuila y 10 del estado de Durango. El 80% de la topografía es semiplana (Aguilar y García, 2000).

La temperatura anual es de 22.1°C siendo su máxima extrema 41.5 °C y su mínima -5.5 °C, la precipitación promedio anual es de 263 mm siendo 4 los meses lluviosos de junio a septiembre. El tipo de clima es BWhw (e) seco desértico semicalido con lluvias en verano (Aguilar y García, 2000).

### **5.2 Duración del estudio**

El trabajo se inició en el mes de julio de 2004 finalizando la toma de datos en enero de 2005.

### **5.3 Descripción de los animales y grupos experimentales**

El establo cuenta con un total de 3986 vacas Holstein de las cuales, 2800 están en producción, con un promedio de 32 L de leche por día, con 2 ordeñas.

Se utilizaron vacas Holstein (n= 222) de segundo parto, con un estado de 90 a 100 días en leche. Se formaron dos grupos, el grupo A (n=70) y el grupo B (n=152), con una CC promedio respectivamente de 3.1 y 3.9 al inicio del estudio. Dicha medición se realizó 15 días antes de la IA y existió diferencia significativa entre los 2 grupos ( $P < 0.05$ ). Estas vacas tenían en promedio 100 días a primer servicio.

El diagnóstico de gestación fue a los  $45 \pm 3$  días post-inseminación, mediante palpación rectal.

#### **5.4 Determinación de la condición corporal**

Para realizar la evaluación se analizaron determinadas partes anatómicas del área pélvica y del lomo. El primer paso descrito es determinar si la forma de la línea que se forma del hueso de la cadera a la grupa y al isquión es de forma angular (V) o cóncava (U). Si hay inseguridad en cuanto a si trata de una V o U, se recomienda continuar el siguiente paso, observar a la vaca desde la parte posterior, examinar la grasa subcutánea que cubre a los huesos de la cadera y a los ísquiones, así como la prominencia de los ligamentos del sacro y la base de la cola. Generalmente, a partir de estas observaciones se puede definir una calificación apropiada (siguiendo lo establecido por Ferguson *et al.*, 1994).

#### **5.5 Variables evaluadas**

Las variables evaluadas en este estudio fueron: La evolución de la CC en tres periodos (15 días antes de la IA, al momento de la IA y 15 días después de la IA), los días a primer servicio, porcentaje de retorno a estro, y porcentaje de vacas gestantes a  $45 \pm 3$  días post-inseminación.

## 5.6 Análisis estadístico

Los promedios de la CC a 15 días antes de la IA, al momento de la IA y a los 15 días después de la IA, fueron comparados entre grupos usando una ANOVA para medidas repetidas a dos factores (tiempo y grupo). Los días a primer servicio se comparó entre grupos con prueba de  $t$  independiente. El porcentaje de animales gestantes a 45 días post-inseminación se comparó entre grupos usando el método de la  $\text{Chi}^2$ .

Los datos obtenidos se analizaron con el programa estadístico SYSTAT, versión 10.

## VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN

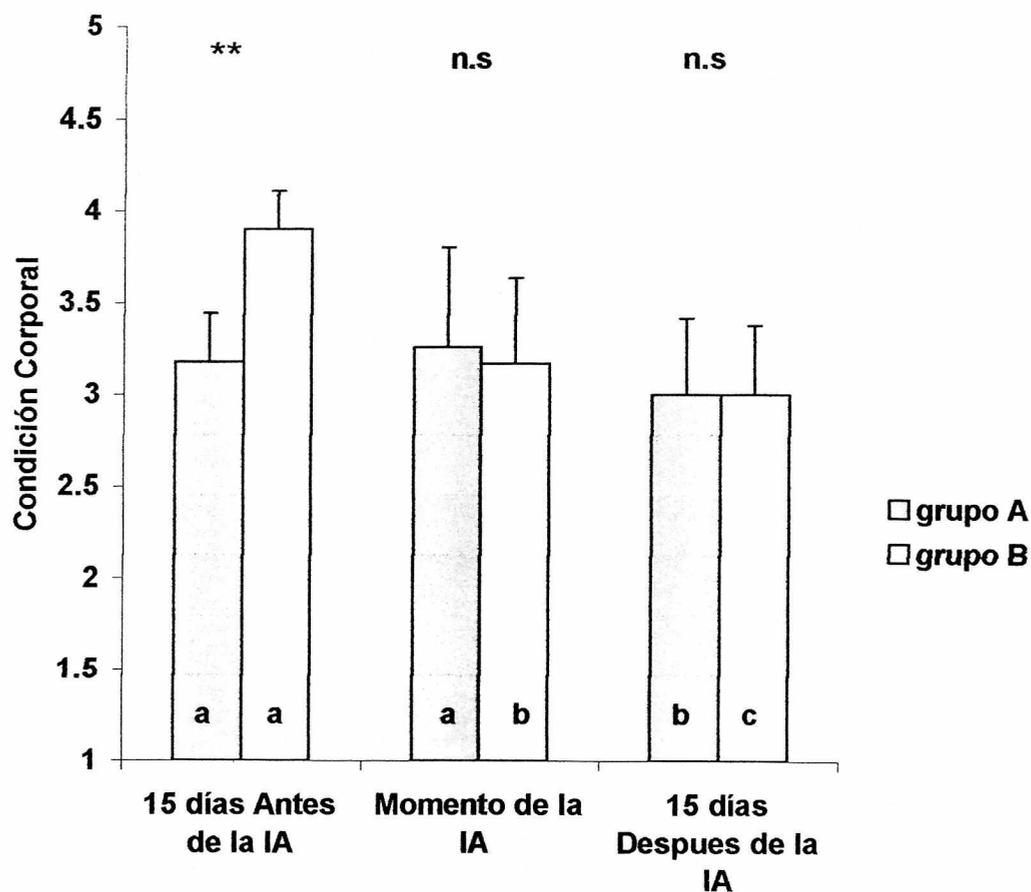
### 6.1 Evolución de la CC en los dos grupos a través del tiempo de estudio

En la figura 3 se muestra la CC al inicio del estudio (15 días antes de la IA) donde el grupo B fue mayor ( $3.9 \pm 0.2$ ) que en el grupo A ( $3.1 \pm 0.2$ ;  $P < 0.001$ ). Sin embargo, al momento de la IA y 15 días después de la IA, no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos ( $P > 0.05$ ; en ambos casos). Al comparar la CC 15 días antes de la IA contra la CC al momento de la IA en el grupo A de las vacas con buena CC se observó que ésta no varió de manera significativa ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, se detectó una ligera disminución de la CC a los 15 días después de la IA en este mismo grupo ( $P < 0.05$ ). De hecho en este grupo, algunas vacas perdieron entre 0.25 y 0.5 puntos. Esto indica que las vacas con una CC buena se mantienen y no caen drásticamente en un BEN, estos datos coinciden con Looper *et al.* (2003).

Por su parte Buckley *et al.* (2003) indican que es necesario mantener una CC de 2.75, ya que una disminución de CC entre el parto y el primer servicio se deberá restringir a 0.5 unidades, para evitar un efecto perjudicial en el desempeño reproductivo en las vacas.

Diferente a lo encontrado en el grupo A, en el grupo B se observó una disminución importante entre la CC registrada a los 15 días antes de la IA y la registrada al momento de la IA ( $P < 0.001$ ; ver figura 3). Así mismo, la prueba de *t* apareada reveló que la CC obtenida a los 15 días post-inseminación, fue ligeramente menor que la registrada al momento de la IA ( $P < 0.05$ ). Esto coincide con lo reportado previamente por Gillund *et al.* (2001) quienes indicaron que la CC al parto influye en la posterior pérdida de CC durante la lactancia y ello es un

predictor en el comportamiento reproductivo ya que las vacas con mayor grasa corporal caen en un desbalance energético, lo anterior tiene como consecuencia una mayor movilización de las grasas, y éstas vacas, presentan enfermedades metabólicas como: cetosis, desplazamiento de abomaso, laminitis, entre otras. Las vacas con estas enfermedades tienden a presentar mayores problemas reproductivos (Looper *et al.*, 2003).



**Figura 3.** Comportamiento de la CC a través del tiempo de estudio en ambos grupos experimentales.

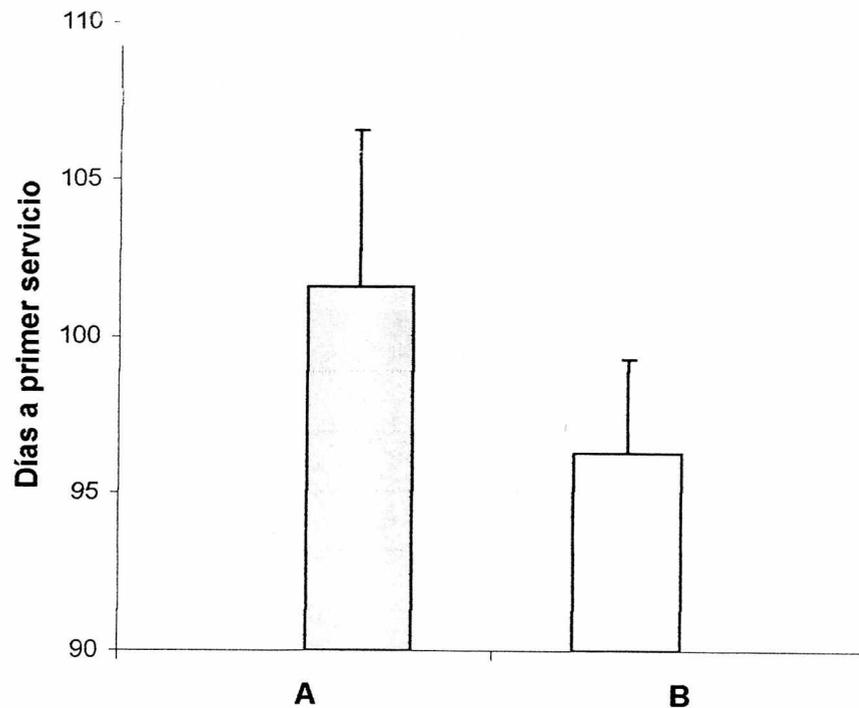
Letras distintas en las barras del mismo color indican diferencias significativas  $P < 0.05$ .

\*\*=diferencias significativas entre grupos ( $P < 0.001$ ).

n.s.= no hay diferencias significativas entre grupos ( $P > 0.05$ ).

## 6.2 Días a primer servicio

No se encontró diferencia significativa (entre grupos) de días a primer servicio (figura 4;  $P > 0.05$ ). Así, para el grupo A fue de  $101 \pm 5.0$  días y para el grupo B fue de  $96.3 \pm 3.0$  días. Ello indica que en las vacas la CC no influyó de manera importante sobre esta variable. Por una parte, estos datos coinciden con reportados por Butler y Smith (1989) y Nabel y McGilliard (1993), quienes tampoco encontraron un efecto de la CC sobre los días a primer servicio. Por otra parte, Dechow *et al.* (2002) argumentan que una pérdida en la CC y una pobre CC post-parto se asocian a un incremento en los días a primer servicio.



**Figura 4.** Duración promedio de los días a primer servicio en el grupo A (vacas de buena CC) y en el grupo B (vacas gordas;  $P > 0.05$ ).

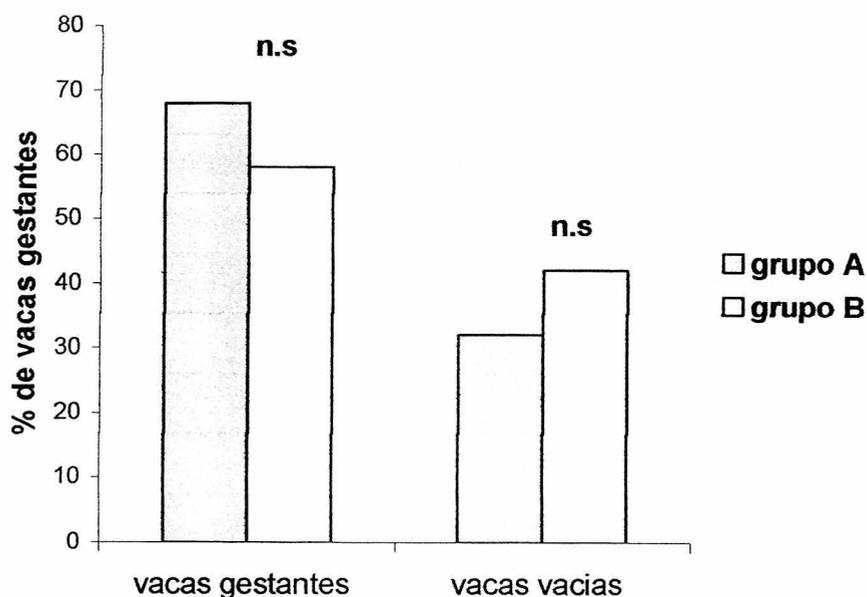
### 6.3 Tasa de preñez a los a los 45 días

La figura 5, muestra que la condición corporal no influyó sobre la tasa de preñez ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, en las vacas con una excesiva condición corporal (grupo B) dos semanas antes de la inseminación artificial, se apreció que tuvieron una menor tasa de concepción (58%) que el grupo con una condición corporal buena (68%), aunque la diferencia no alcanzó significancia ( $P > 0.05$ ). Lo anterior indica que esa mayor pérdida de CC en el grupo B, Fue posiblemente en parte, responsable de la baja tasa de concepción en ese grupo. De igual manera, como se mencionó anteriormente un mayor porcentaje de vacas quedó gestante, cuando éstas presentaron una CC de 2.8 a 3.5. Existen controversias con respecto a la relación entre la CC y el comportamiento reproductivo de las vacas. En efecto, existen reportes que indican que la CC tiene poco o nulo efecto en las tasas de preñez en las vacas lecheras tal como lo indica Ruegg y Milton (1995).

Por su parte Domecq *et al.* (1997) reportaron que en hatos de alta producción láctea, una disminución en la CC durante los primeros 30 días de lactancia contribuye a un fracaso en la concepción a primer servicio en vacas multíparas lo anterior se relaciona a que una mayor producción de leche a los 120 días de lactancia se asocia con un menor porcentaje de concepción al primer servicio.

#### 6.4 Porcentaje de retorno a estro

La figura 5 muestra el porcentaje de vacas gestantes y vacas vacías en ambos grupos experimentales, obtenido mediante palpación rectal a los  $45 \pm 3$  días post-inseminación artificial. Las vacas que retornaron a estro en el grupo A fue de 32% (23/70) y 42% (60/152) para el grupo B, respectivamente ( $P > 0.05$ ). Aunque no fue significativo, en términos de porcentaje, fue evidente que las vacas con mayor CC tuvieron un mayor porcentaje de retorno a estro. Estos datos coinciden con lo reportado previamente por Heuer *et al.* (1999), donde establecen que hay una mayor proporción de vacas gordas al momento del parto y que también un mayor porcentaje de ellas retornan al estro.



**Figura 5.** Porcentaje de vacas gestantes al los 45 días  $\pm$  3 post-inseminación artificial.

n.s= No existió diferencias significativas entre grupos en el porcentaje de vacas preñadas y vacías ( $P > 0.05$ ).

## VII CONCLUSIONES

La evolución de la condición corporal no influyó de manera importante en la tasa de concepción a los 45 días después de la inseminación artificial.

La tasa de concepción es menor en aquellos animales que pierden hasta más de un punto al momento de la IA.

Las vacas gordas antes del parto pierden más condición corporal post-parto, repercutiendo en los parámetros reproductivos.

## VIII LITERATURA CITADA

- Aguilar V. A y L. A. García. 2000. El impacto social y económico de la ganadería lechera en la región lagunera. Grupo industrial LALA, S. A de C. V. Séptima edición.
- Arzola, C. A., H. Bernal B., J. D. Hernández B. y E. Álvarez, A. 2004. Sistemas de alimentación para ganado productor de leche. Conferencias Magistrales XXXII Reunión Anual Asociación Mexicana de Producción Animal (27-29 de octubre 2004):73-97. Monterrey, N. L.
- Ávila, G. J. 2003. La salud de su hato a través de un buen manejo. II Simposio Nacional de Infertilidad en la Vaca Lechera y III Congreso Internacional de M. V. Z Especialistas en Bovinos de la Comarca Lagunera (6-8 de noviembre de 2003):9-18. Torreón, Coahuila.
- Elanco Animal Health. 2001. Calificación de la condición corporal en ganado lechero. Al 8513 (1/01).
- Bearden, H. J y J. Fuquay. 1982. Reproducción animal aplicada. Editorial, Manual Moderno, S.A de C.V. México D. F.
- Beam, S. W. y W. R. Butler. 1998. Energy balance, metabolic hormones, and early postpartum follicular development in dairy cows fed prilled lipid. *J Dairy Sci* 81:121-131.
- Buckley, F. K., O'Sullivan, J. F., Mee, R. D., Evans, y P. Dillon. 2003. Relationships among milk yield, body condition, cow weight, and reproduction in spring-calved holstein-friesians. *J Dairy Sci* 86:2308-2319.
- Butler, W. R., y R. D. Smith. 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J Dairy Sci* 72:767-783.
- Canfield, R. W., y W. R. Butler. 1991. Energy balance, first ovulation and the effects of naloxone on LH secretion in early postpartum dairy cows. *J Anim Sci* 69:740-746.
- Cavestany, D., Galina, C. S., y Vinales, C. 2001. Efecto de las Características del reinicio de la actividad ovárica post-parto en la eficiencia reproductiva de vacas Holstein en pastoreo. *Arch Med Vet* vol. 33, no.2, p. 217-226. ISSN 0301-732X.
- Ciccioli, N. H., R. P. Wettemann, L. J. Spicer, C. A. Lents, F. J. White, y D. H. Keisler. 2003. Influence of body condition at calving and postpartum nutrition

on endocrine function and reproductive performance of primiparous beef cows. *J Anim Sci* 81:3107–3120.

Dechow, C. D., G. W. Rogers., y J. S. Clay. 2002. Heritability and correlations among body condition score loss, body condition score, production and reproductive performance. *J Dairy Sci* 85:3062–3070.

De Luca, L. J. 2000. Fisiopatología del Hígado de las Vacas de Alta Producción. Laboratorios Burneo. Disponible en: [engormix.com: http://www.engormix.com/s\\_articles\\_view.asp?art=283&AREA=GDL](http://www.engormix.com/s_articles_view.asp?art=283&AREA=GDL). Acceso el 1 de enero del 2005.

De Rensis, F., P. Harconi., T. Capella., E. Gatti., F. Facciolongo., S. Franzini., y R. J. Scaramuzzi. 2002. Fertility in postpartum dairy cows in winter or summer following estrus synchronization and fixed time AI alter the induction of an LH surge with GnRH or hCG. *Theriogenology* 58; 1675-1687.

Domecq J. J., A. L. Skidmore., J. W. Lloyd., y J. B. Kaneene. 1997. Relationship between body condition scores and milk yield in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. *J Dairy Sci* 80:101–112.

Ferguson, J. O., D. T. Galligan y N. L. Thomsen. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J Dairy Sci* 77:2695-2703.

Ferguson, J. D. 1996. Implementation of a body condition scoring program in dairy herds. In *Feeding and managing the transition cow. Proceedings of the Penn Annual Conference, University of Pennsylvania, Center for Animal Health and Productivity, Kennett Square, Pa.*

Fernández D. L. J. 2003. Análisis del comportamiento reproductivo en vacas lecheras de la Comarca Lagunera. II Simposio Nacional de Infertilidad en la Vaca Lechera y III Congreso Internacional de M. V. Z Especialistas en Bovinos de la Comarca Lagunera (6-8 de noviembre de 2003):19-23. Torreón, Coahuila.

Fricke, P. M. 2001. Estrategias agresivas de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva. Instituto Babcock Universidad de Wisconsin Novedades Lácteas, Reproducción y Selección Genética No 604.

Gallardo M. M., M. Maciel y A. Cuatrin. 2000. Manejos especiales para vacas en transición a la lactancia. El impacto de este período y las novedades en las exigencias nutritivas para la vaca fresca. *Revista INTA* 138: 106.

- Gillund, P. O., Reksen, Y. T y Grohn, K. Karlberg. 2001. Body condition related to ketosis and reproductive performance in Norwegian dairy cows. *J Dairy Sci* 84:1390–1396.
- Hafez, E. S. E y B. Hafez. 2004. Reproducción e inseminación en animales. Séptima edición. McGraw Hill.
- Heuer, C. Y., H. Schukken., y P. Dobbelaar. 1999. Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. *J Dairy Sci* 82:295–304.
- Hernández, J. C. 2002. Mejoramiento animal. Bovinos. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. División Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia. Segunda edición, segunda reimpresión, 2002. Impreso y hecho en México. Pág.81-88.
- Looper, M. L., C. A. Lents y R. P. Wettemann. 2003. Body condition at parturition and postpartum weight changes do not influence the incidence of short-lived corpora lutea in postpartum beef cows. *J Anim. Sci* 81:2390–2394.
- Lopategui, E. C. 2002. Balance energético. M. A., Fisiología del ejercicio Universidad Interamericana de PR - Metro, Facultad de Educación, Dept de Educación Física. PO Box 191293, San Juan, PR 00919-1293. Disponible en: <http://www.saludmed.com/Salud/Nutricion/BalEnerg.html>. Acceso el 28 de febrero del 2005.
- Lozano, D. R. R y González, P. E. 2003. Efecto del estrés calórico sobre la reproducción de las vacas lecheras en sistemas intensivos de producción en México. II Simposio Nacional de Infertilidad en la Vaca Lechera y III Congreso Internacional de M. V. Z Especialistas en Bovinos de la Comarca Lagunera (6-8 de noviembre de 2003):25-48. Torreón, Coahuila.
- Lucy, M. C., C. R. Staples, W. W. Thatcher, P. S. Erickson, R. M. Cleale, J. L. Firkins, J. H. Clark, M. R. Murphy y B. O. Brodie. 1992. Influence of diet composition, dry matter intake, milk production and energy balance on time of post-partum ovulation and fertility in dairy cow. *Animal Prod* 54:323-331.
- Nabel, R. L y M. L. McGilliard. 1993. Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cow. *J Dairy Sci* 76:3257.
- Pennington, J. A. 2004. Body condition scoring with dairy cattle. University of Arkansas, United States Department of Agriculture, and County Governments Cooperating, Agriculture and Natural Resources.
- Ramírez, R. G, y J. C. Segura. 1992. Comportamiento reproductivo de un hato de vacas Holstein en el noroeste de México. *Livestock Research for rural Development*. Vol 4, No. 2.

- Rastani, R. R. S. M. Andrew, S. A. Zinn, C. J. Sniffen. 2001. Body composition and estimated tissue energy balance in Jersey and Holstein cows during early lactation. *J Dairy Sci* 84:1201–1209.
- Reksen O., Havrevoll, Y. T. Grohn, T. Bolstad A. Waldmann, y E. Ropstad. 2002. Relationships among body condition score, milk constituents, and postpartum luteal function in Norwegian dairy cows. *J. Dairy Sci* 85:1406–1415.
- Ruegg P. L, y R. L. Milton. 1995. Body Condition Scores of Holstein Cows Island, Canada: Relationships with Yield, Performance, and Disease. *J Dairy Sci* 78:552-564.
- SYSTAT. 10. User's guide: statistics. Version 10. Point Richmond, CA p 1258-1270.
- Wildman E. E., G. M. Jones, P. E. Wagner, R. L. Boman, H. F. Troum, y T. N. Lesch. 1982. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production variables in high producing Holstein dairy cattle. *J. Dairy Sci* 65: 495.
- Wattiaux, M. A. 2003. Reproducción y nutrición. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera Universidad de Wisconsin-Madison, Esenciales Lecheras.