

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



“CORRELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE CONDICIÓN CORPORAL CON LA GRASA SUBCUTÁNEA DE LA REGIÓN ENTRE LA TUBEROSIDAD COXAL Y LA TUBEROSIDAD ISQUIÁTICA PERPENDICULAR A LAS VÉRTEBRAS SACRAS DE VACAS LECHERAS MEDIDA POR ULTRASONIDO”

TESIS PRESENTADA POR:

FRANCISCO GONZÁLEZ VILLALVAZO

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA

OCTUBRE, 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



“CORRELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE CONDICIÓN CORPORAL CON LA GRASA SUBCUTÁNEA DE LA REGIÓN ENTRE LA TUBEROSIDAD COXAL Y LA TUBEROSIDAD ISQUIÁTICA PERPENDICULAR A LAS VÉRTEBRAS SACRAS DE VACAS LECHERAS MEDIDA POR ULTRASONIDO”



DR. MARCO A. HERNÁNDEZ VERA
DIRECTOR DE TESIS



MC. SERGIO I. BARRAZA ARAIZA
ASESOR PRINCIPAL

TORREÓN, COAHUILA

OCTUBRE, 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

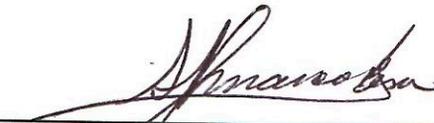
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

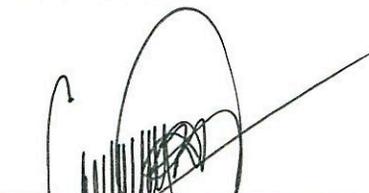


“CORRELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE CONDICIÓN CORPORAL CON LA GRASA SUBCUTÁNEA DE LA REGIÓN ENTRE LA TUBEROSIDAD COXAL Y LA TUBEROSIDAD ISQUIÁTICA PERPENDICULAR A LAS VÉRTEBRAS SACRAS DE VACAS LECHERAS MEDIDA POR ULTRASONIDO”

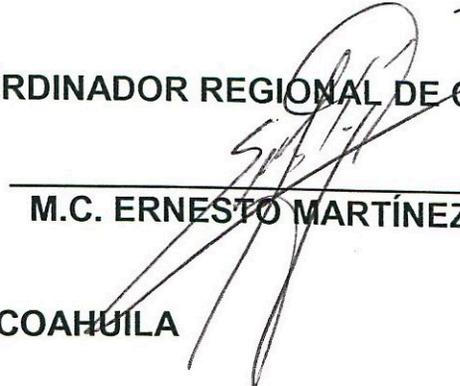
TESIS PRESENTADA POR:

FRANCISCO GONZÁLEZ VILLALVAZO


 Dr Marco Alfredo Hernández Vera
 Director de Tesis


 MC. Sergio I. Barraza Araiza
 Asesor Principal

COORDINADOR REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL


 M.C. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA

División de la División
 de Ciencia Animal
 UAAAN - UJ

TORREÓN, COAHUILA

OCTUBRE, 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

“CORRELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE CONDICIÓN CORPORAL CON LA GRASA SUBCUTÁNEA DE LA REGIÓN ENTRE LA TUBEROSIDAD COXAL Y LA TUBEROSIDAD ISQUIÁTICA PERPENDICULAR A LAS VÉRTEBRAS SACRAS DE VACAS LECHERAS MEDIDA POR ULTRASONIDO”

PRESIDENTE DEL JURADO



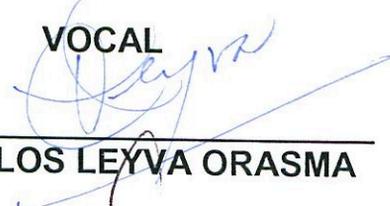
M.C. SERGIO I. BARRAZA ARAIZA

VOCAL



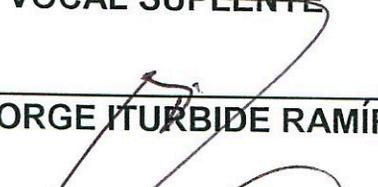
DR. MARCO A. HERNÁNDEZ VERA

VOCAL



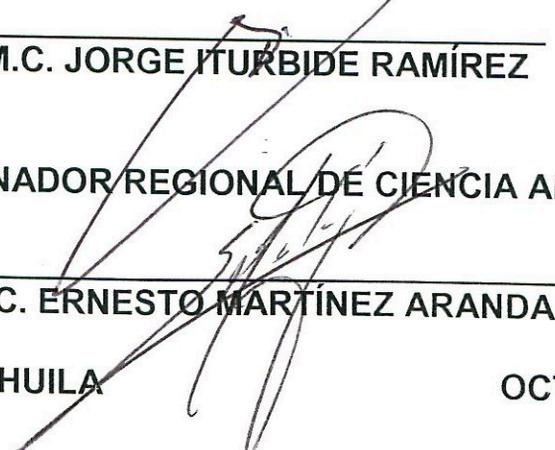
DR. CARLOS LEYVA ORASMA

VOCAL SUPLENTE



M.C. JORGE ITURBIDE RAMÍREZ

COORDINADOR REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



M.C. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA

TORREÓN, COAHUILA

OCTUBRE, 2005

AGRADECIMIENTOS

A DIOS. POR HABERME DADO LA OPORTUNIDAD DE TENER UNA PROFESIÓN, LA FUERZA Y LA SALUD DURANTE TODOS ESTOS AÑOS PARA SALIR ADELANTE, POR PONER EN MI CAMINO A MIS SERES QUERIDOS QUE ME APOYAN EN TODO MOMENTO.

A MI ALMA MATER. POR DARME LA OPORTUNIDAD DE ADQUIRIR TODOS LOS CONOCIMIENTOS NECESARIOS PARA SER UN PROFESIONISTA.

AL DR. MARCO A. HERNÁNDEZ VERA. POR SU TIEMPO Y DEDICACIÓN, SUS CONSEJOS Y ENSEÑANZAS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO.

AL M.C. SERGIO I. BARRAZA ARAIZA. POR LA PACIENCIA Y COMPRENSIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO.

A TODOS LOS MAESTROS DE MI CARRERA. POR TODAS LAS ENSEÑANZAS IMPARTIDAS DURANTE 5 AÑOS PARA LA FORMACIÓN DE MI PROFESIÓN.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES. FRANCISCO GONZÁLEZ TAVERA Y CARLOTA VILLALVAZO VIZZUETT, POR EL APOYO INCONDICIONAL QUE ME DIERON DURANTE TODA MI FORMACIÓN Y POR CREER EN MI SIEMPRE.

A MI ESPOSA. LAURA ELIZABETH SOTO MARTÍNEZ QUE NUNCA HA DEJADO DE APOYARME EN MIS DECISIONES, TENIENDO QUE HACER TAMBIÉN MUCHOS SACRIFICIOS PARA MI FORMACIÓN PROFESIONAL.

A MIS HIJAS. ELIZABETH Y PAOLA MONTSERRATH, QUE A PESAR DE SU CORTA EDAD, ME DAN SU APOYO PARA SEGUIR ADELANTE PUES TODO MI ESFUERZO Y TRABAJO SIEMPRE SERÁ POR ELLAS Y PARA ELLAS.

Índice

I. Introducción.....	1
II. Objetivo General.....	4
III. Objetivos Específicos.....	4
IV. Revisión de Literatura.....	5
4.1.- Metabolismo Graso en Rumiantes.....	5
4.1.1.- Metabolismo de los Lípidos.....	5
4.1.2.- Metabolismo de los Carbohidratos.....	8
4.2.- Importancia de la Grasa en la Producción de una Vaca.....	9
V. ¿Que es La Condición Corporal?.....	11
VI. Grados de La Condición Corporal.....	15
6.1.- Los Grados de La Condición Corporal, sus Principales Características y su Impacto en la Producción de Leche y Reproducción.....	17
VII. El Ultrasonido y su uso.....	24
VIII. Materiales y Métodos.....	26
IX. Resultados.....	28
X. Discusión.....	33
XI. Conclusiones.....	35
XII. Referencias.....	36
XIII. Anexos.....	39

CORRELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE CONDICIÓN CORPORAL CON LA GRASA SUBCUTÁNEA DE LA REGIÓN ENTRE LA TUBEROSIDAD COXAL Y LA TUBEROSIDAD ISQUIÁTICA PERPENDICULAR A LAS VÉRTEBRAS SACRAS DE VACAS LECHERAS MEDIDA POR ULTRASONIDO

I.- INTRODUCCIÓN

La determinación del Índice de Condición Corporal (ICC) de los animales representa una práctica de manejo inobjetable para mejorar la eficiencia del sistema de producción en el ganado lechero, ya que esta evalúa el balance energético del animal y sus reservas corporales (Gallardo, *et al.*, 2000). La cantidad de reservas grasas que posee una vaca al momento del parto, tiene una influencia muy fuerte en complicaciones potenciales al momento del parto, inmediatamente después del mismo, en la producción de leche y en la eficiencia reproductiva para la próxima lactancia (Wattiaux, 2003).

Los cambios en el estado corporal sirven como una herramienta rápida para evaluar las desviaciones nutricionales tanto de sub alimentación como de sobre alimentación y permiten ajustar un adecuado programa alimenticio (Gallardo, *et al.*, 2000). El ICC es un reflejo de las reservas de grasa que posee el animal en su cuerpo, estas reservas pueden ser usadas por la vaca en aquellos periodos en los cuales ellas son incapaces de consumir la cantidad de alimento suficiente para satisfacer sus necesidades de energía (Rodenburg, 1992).

Los cambios del ICC de una vaca a lo largo del ciclo reproductivo son muy dinámicos pero pueden evaluarse en forma confiable mediante la determinación del “ score “ ó “ grado de gordura “, a través de la palpación y observación de ciertas áreas anatómicas de las zonas del lomo, la grupa y la base de la cola (Gallardo, *et al.*, 2000).

Este mismo autor plantea que de esta manera se determina indirectamente y según la escala de referencia (grados 1 a 5) la cantidad de tejido graso subcutáneo presente en esas áreas.

El registro de el ICC se debe hacer en todos los animales por lo menos tres veces durante la lactancia (Keown, 1991). El ICC es una herramienta utilizada para ajustar la alimentación y las prácticas de manejo, de manera que maximizan el potencial para la producción de leche y minimizan los desórdenes reproductivos (Wattiaux, 2000). Muchos trabajos de investigación han demostrado la existencia de una relación directa entre el ICC de las vacas lecheras, su nivel nutricional, productivo, sanitario y de fertilidad (Gallardo, *et al.*, 2000). Por otro lado este autor plantea la utilización del ICC, a través de la observación y palpación de ciertas regiones anatómicas, mediante una escala apropiada de acuerdo al biotipo animal, han constituido la metodología más confiable que se ha tenido por mucho tiempo.

II.- OBJETIVO GENERAL

Determinar el ICC en vacas lecheras de la raza Holstein mediante el uso del ultrasonido midiendo la grasa subcutánea que se encuentra en el área del anca de la vaca.

III.- OBJETIVOS ESPECIFICOS

Establecer medidas en milímetros de grasa subcutánea que se encuentra en la región entre la tuberosidad coxal y la tuberosidad isquiática perpendicular a las vértebras sacras.

Correlacionar el Índice de Condición Corporal con las medidas en milímetros de la grasa subcutánea obtenidas por el ultrasonido.

IV.- REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 METABOLISMO GRASO EN RUMIANTES

Lo que diferencia a los rumiantes de los no rumiantes, es que tienen tres preestómagos (rumen, retículo, omaso). En los dos primeros las fibras vegetales y los hidratos de carbono-no fibrosos son fermentadas por microorganismos transformándose en ácidos grasos volátiles, a su vez compuestos de nitrógeno no protéico son usados como precursores para la síntesis de proteínas por parte de dichos organismos, para luego la vaca beneficiarse de la proteína bacteriana que resulta de las sustancias nitrogenadas en los alimentos (Giustetti, 2001).

4.1.1 METABOLISMO DE LÍPIDOS

Los lípidos suministrados en la dieta de las vacas lecheras forman parte del 50% de la grasa en la leche (Giustetti, 2001). Usualmente la dieta consumida por las vacas contiene solo 4 a 6% de lípidos y son la fuente más concentrada de energía en los alimentos (Wattiaux, 2003). Típicamente los lípidos son extraídos de las semillas oleaginosas, pero pueden estos ser incorporadas en forma entera en las dietas de las vacas lecheras (González, 2003).

Los ácidos grasos de los lípidos de la leche provienen básicamente de dos fuentes, la primera fuente son los triglicéridos presentes en los forrajes ingeridos por las vacas, o aquellos que son formados por los microorganismos en el rumen

(Mellado, 1994). Los lípidos se depositan como triglicéridos en el tejido adiposo o en órganos como el hígado, para su empleo posterior, almacenarlos en forma de triglicéridos tiene la ventaja de que la cantidad de energía que liberan por unidad de peso es mayor en comparación con las proteínas y los glúcidos, en otras palabras, puede depositarse más energía en menor espacio si se hace en forma de grasa (Shimada, 2003).

La segunda fuente importante de ácidos grasos de la leche son los ácidos grasos de cadena mediana y corta sintetizados en la glándula mamaria, a partir de acetato y beta-hidroxibutirato⁶, productos estos de la fermentación ruminal (Mellado, 1994). Los lípidos sirven al organismo como reserva condensada de energía, elementos estructurales de los tejidos y son esenciales para diversas reacciones del metabolismo intermediario (Maynard, *et al.*, 1981). La energía que se consume y absorbe en exceso con respecto a la requerida por el animal se almacena como glucógeno o grasa, el glucógeno se sintetiza en cantidades moderadas y es la reserva inicial de energía para las células (Shimada, 2003).

Los fosfolípidos microbianos son digeridos en el intestino delgado y ahí contribuyen a la formación de ácidos grasos, los cuales son absorbidos a través de la pared del intestino, la bilis secretada por el hígado y las secreciones pancreáticas (ricas en enzimas y bicarbonato) son mezcladas con el contenido del intestino delgado (González, 2003).

Estas secreciones son esenciales para preparar a los lípidos para la absorción, formando partículas mezclables con agua que pueden entrar en las células intestinales, en estas células una porción mayor de los ácidos grasos es ligada con el glicerol (proveniente de la glucosa de la sangre) para formar triglicéridos (González, 2003).

Los triglicéridos, algunos ácidos grasos libres, colesterol y otras sustancias relacionadas con lípidos, son cubiertos con proteínas para formar lipoproteínas ricas en triglicéridos, también llamados lipoproteínas de baja densidad, entonces las lipoproteínas ricas en triglicéridos entran a los vasos linfáticos y de allí pasan al canal torácico (donde el sistema linfático se conecta con la sangre) y así llegan a la sangre (Wattiaux, 2003).

En contraste a la mayoría de los nutrientes absorbidos en el tracto gastrointestinal los lípidos absorbidos no van al hígado pero entran directamente a la circulación general, de esta forma los lípidos absorbidos pueden ser utilizados por todos los tejidos del cuerpo sin ser procesados por el hígado (González, 2003).

de saliva y cuando se encuentran en exceso pueden inhibir la fermentación de fibra (González, 2003).

4.2 IMPORTANCIA DE LA GRASA EN LA PRODUCCIÓN DE UNA VACA

Existe una correlación positiva entre el peso de la vaca y la producción de leche, a mayor peso corporal existe una mayor producción de leche, esto se debe a que las vacas más grandes presentan mayores ubres, y además tienen una mayor capacidad ruminal, lo cual les permite consumir una mayor cantidad de alimento (Mellado, 1994).

La capacidad de absorción intestinal de ácidos grasos en los rumiantes es lineal hasta 1200 gr/día, lo que representa entre un 4 y un 5% de la ingesta de materia seca (Martínez, *et al.*, 1999). Las grasas de los alimentos no sufren una digestión apreciable hasta que llegan al intestino delgado, en éste con la ayuda de la bilis producida por el hígado, se emulsionan, es decir, se disgregan en gran número de gotitas muy pequeñas, entonces la lipasa, que es una enzima del jugo pancreático, descompone las grasas en ácidos grasos y glicerol (Morrison, 1980).

Todos, o la mayor parte de los principales constituyentes de la leche son sintetizados por la glándula mamaria a partir de sustancias absorbidas selectivamente de la sangre, a la glándula pasan también por filtración selectiva algunas proteínas, minerales y vitaminas, que no son elaborados por ella, sino simplemente transferidos desde la sangre a la leche (Mc Donald, *et al.*, 1981).

En su momento las grasas tienen un efecto importante en: a) la producción de leche, b) el porcentaje de grasa en la leche, c) la eficiencia de convertir alimentos a leche, d) el valor relativo de una ración para la producción de leche en lugar de engorda (González, 2003).

Los efectos comprobados de las grasas en la reproducción son contradictorios: a) aumento o disminución de la tasa de concepción a la primera inseminación, b) aumento o disminución de la intensidad del celo, c) igual número de días abiertos en raciones con y sin suplemento graso (Martínez, *et al.*, 1999).

En resumen, se cree que las grasas afectan a la reproducción en los estadios iniciales de la gestación (hasta la implantación) por estimulación del cuerpo lúteo y aumento de la viabilidad embrionaria, el efecto sobre el cuerpo lúteo y el embrión podría ocurrir al menos por 3 vías: 1) aumento de la secreción de LH como respuesta a la mayor glucosa disponible, 2) inhibición de la síntesis de $PGF2\alpha$ (ácidos grasos insaturados) y estrógenos y aumento de los niveles de progesterona, 3) estímulo del desarrollo embrionario y la producción de la "proteína trofoblástica bovina" (bTP-1) por mayor actividad del sistema IGF (Martínez, *et al.*, 1999).

la ración absorbidos en el tracto digestivo son insuficientes para cubrir las necesidades energéticas de los animales (Álvarez, 1999).

Entre éstas se encuentran las de lactación, siendo sabido que el nivel de producción de las vacas lecheras guarda una clara e indiscutible relación con su condición corporal al parto, cuya influencia se extiende también a otras esferas orgánicas (Álvarez, 1999).

Por otro lado, la notable capacidad de movilización de reservas corporales que poseen las vacas de alta producción debería también ser considerada desde el punto de vista económico, puesto que la producción de leche a partir de grasa corporal es un proceso de muy alta eficiencia, comparado con la del alimento (Gallardo, *et al.*, 2000).

Las vacas que son altas productoras, simplemente no pueden consumir grandes cantidades alimentos durante los primeros 60 a 90 días de la lactancia, para desarrollar grandes producciones de leche y para evitar la pérdida de peso. La grasa del cuerpo se debe movilizar para apoyar la alta producción de leche (Grant, *et al.*, 1992).

Las vacas que se encuentran demasiado delgadas poseen: una producción de leche reducida debido a una falta de reservas corporales adecuadas para ser utilizadas en el comienzo de la lactancia, una mayor incidencia de ciertas

enfermedades metabólicas (cetosis, desplazamiento abomasal, etc.) (Wattiaux, 2003).

Por otro lado, las vacas que se encuentran demasiado gordas poseen: un mayor número de complicaciones al parto (parto distócico o difícil) una depresión del consumo voluntario de materia seca en el comienzo de la lactancia lo que predispone a la vaca para:

- un incremento en la incidencia de ciertas enfermedades metabólicas (síndrome de la vaca gorda, cetosis, etc.).
- una reducción en la producción de leche. La meta es la de tener vacas en “óptima” condición al momento del parto (Wattiaux, 2003).

Para asignar un grado de condición corporal se recurre habitualmente a métodos subjetivos tendientes a la detección de las reservas corporales presentes en el organismo bajo la forma de grasas y/o músculos, en lo que se ha dado en llamar Índice de Condición Corporal (ICC) y de la que se desprende la asignación de la puntuación (Álvarez, 1999).

Para la puntuación de la condición corporal de las vacas deberían usarse dos métodos, el de la inspección ocular, y el de palpación de las áreas de la apófisis transversa y parte lumbar (Rodenburg, 1992). Y como en los huesos pélvicos, hueso de la cadera, de la apófisis espinosa y al final de las costillas cortas, las vacas no tienen mucho tejido muscular, cualquier prominencia que se

vea o se palpe será debida a la combinación de piel y depósitos grasos (Rodenburg, 1992).

El primer procedimiento evaluador del ICC en ganado vacuno fue desarrollado en el Reino Unido por Lowman *et al.* (1976) para vacas de vientre, adaptando la técnica australiana ideada por Jefferies (1961) para ganado ovino.

En su trabajo realizado, establecieron una escala de puntuación de la Condición Corporal de 0 a 5, según la apreciación resultante a la palpación de las vértebras lumbares, aunque para las tres notas más altas también se tiene en cuenta la grasa subcutánea detectada (al tacto) en torno a la base de la cola (Álvarez, 1999).

Un grado de condición corporal se asigna visualmente, observando el área de la cadera de la vaca, principalmente el área determinada por la tuberosidad coxal, la tuberosidad isquiática y la base de la cola. La cantidad de cobertura sobre las vértebras de la espalda se utiliza también para asignar un grado de condición corporal (Wattiaux, 2003).

Diagrama 1. Corte transversal del área lumbar. Adaptado de Herd y Sprott (1986).

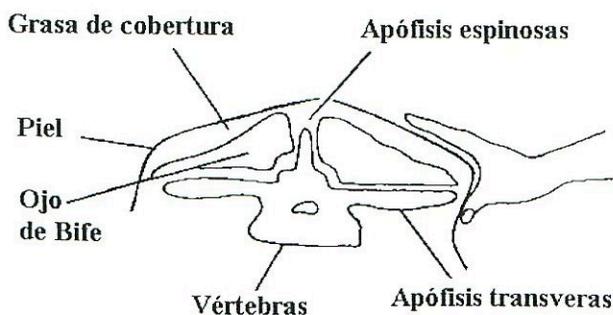
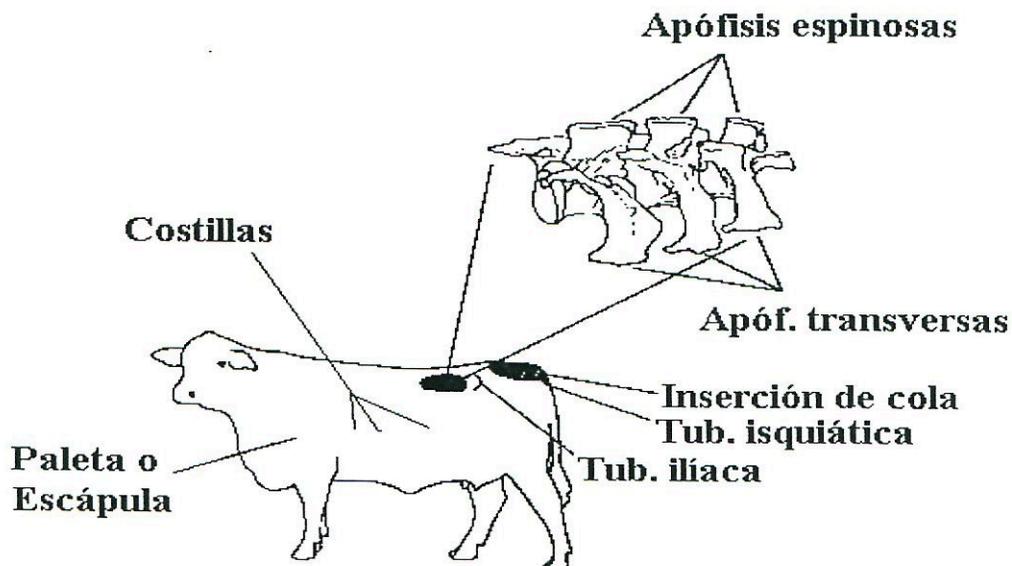


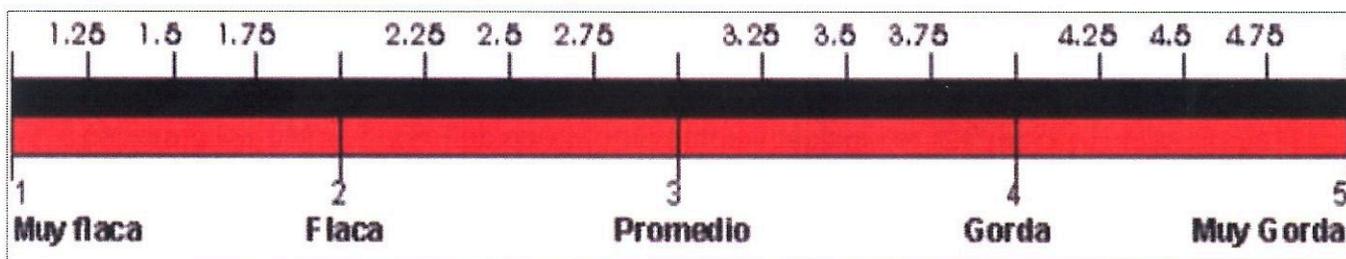
Diagrama 2. Áreas anatómicas utilizadas en la determinación de la condición corporal. Adaptado de Herd y Sprott (1986).



VI.- GRADOS DE LA CONDICIÓN CORPORAL

Los cambios en la condición corporal de una vaca a lo largo del ciclo reproductivo son muy dinámicos pero pueden evaluarse en forma confiable mediante la determinación del "score" o "grado de gordura", a través de la palpación y observación de ciertas áreas anatómicas de las zonas del lomo, la grupa y la base de la cola. De esta manera se determina, indirectamente y según la escala de referencia (grados 1 a 5) la cantidad de tejido graso subcutáneo presente en esas áreas (Gallardo, *et al.*, 2000).

Cuadro 1. Grados de la Condición Corporal (Gallardo, *et al.*, 2000).



Cuadro 2. Los grados de condición corporal recomendados en los diferentes estadios de la lactancia según Keown (1991).

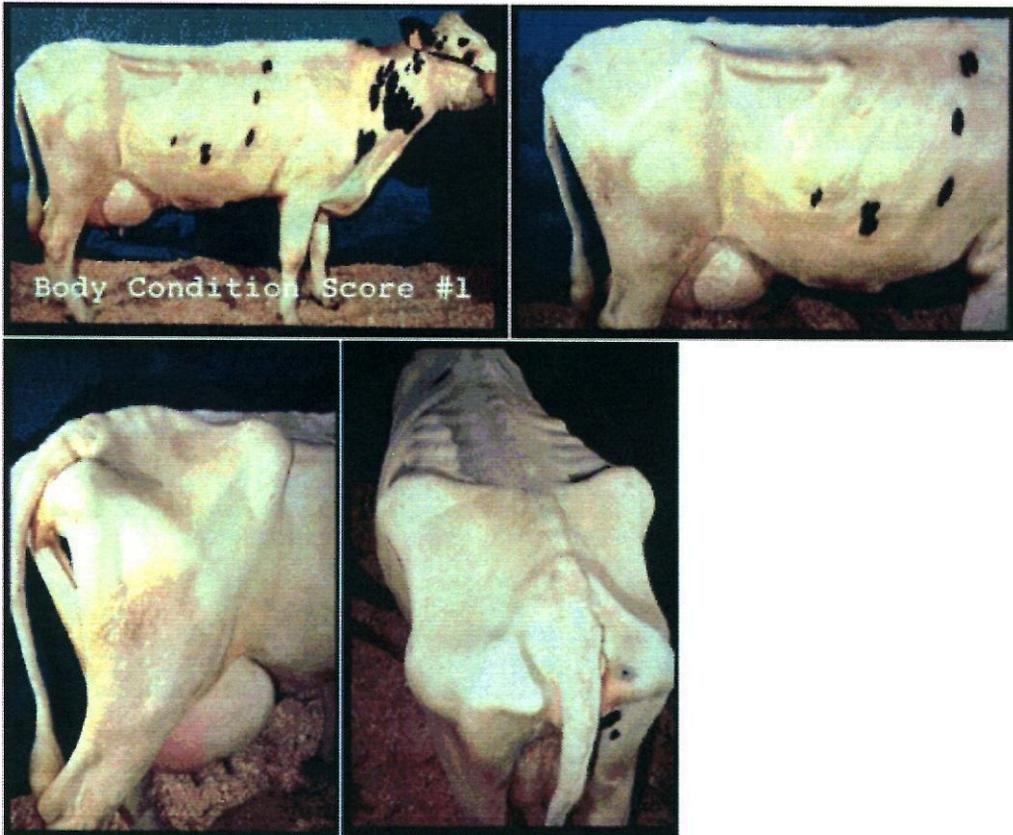
	Grado	Rango
Época de anotar	deseado	razonable
Vacas		
Parto	3.5	3.0 - 4.0
Lactancia		
Máxima	2	1.5 - 2.0
Lactancia Media	2.5	2.0 - 2.5
Secado	3.5	3.0 - 3.5

6.1.- Los Grados de Condición Corporal, sus principales características y su impacto en la producción y reproducción según Gallardo (2000).

GRADO 1

Existe una profunda cavidad alrededor de la base de la cola. Los huesos de la cadera y las últimas costillas son prominentes y fácilmente palpables. En las áreas de la cadera y el lomo, no se detecta presencia de tejido graso, los huesos de la pelvis son agudos, con escaso tejido muscular, la piel de la zona es elástica y se separa sin dificultad con la punta de los dedos, el lomo presenta una profunda depresión (lomo hundido).

Foto1. Índice de Condición Corporal 1



GRADO2

La cavidad alrededor de la base de la cola aún persiste pero es menos profunda, con algo de tejido graso que puede palparse en la apófisis espinosa, los huesos de la pelvis se unen siendo prominentes, las últimas costillas aparecen algo redondeadas y se les puede palpar en su parte superior con una muy leve presión, en el lomo es todavía visible la depresión.

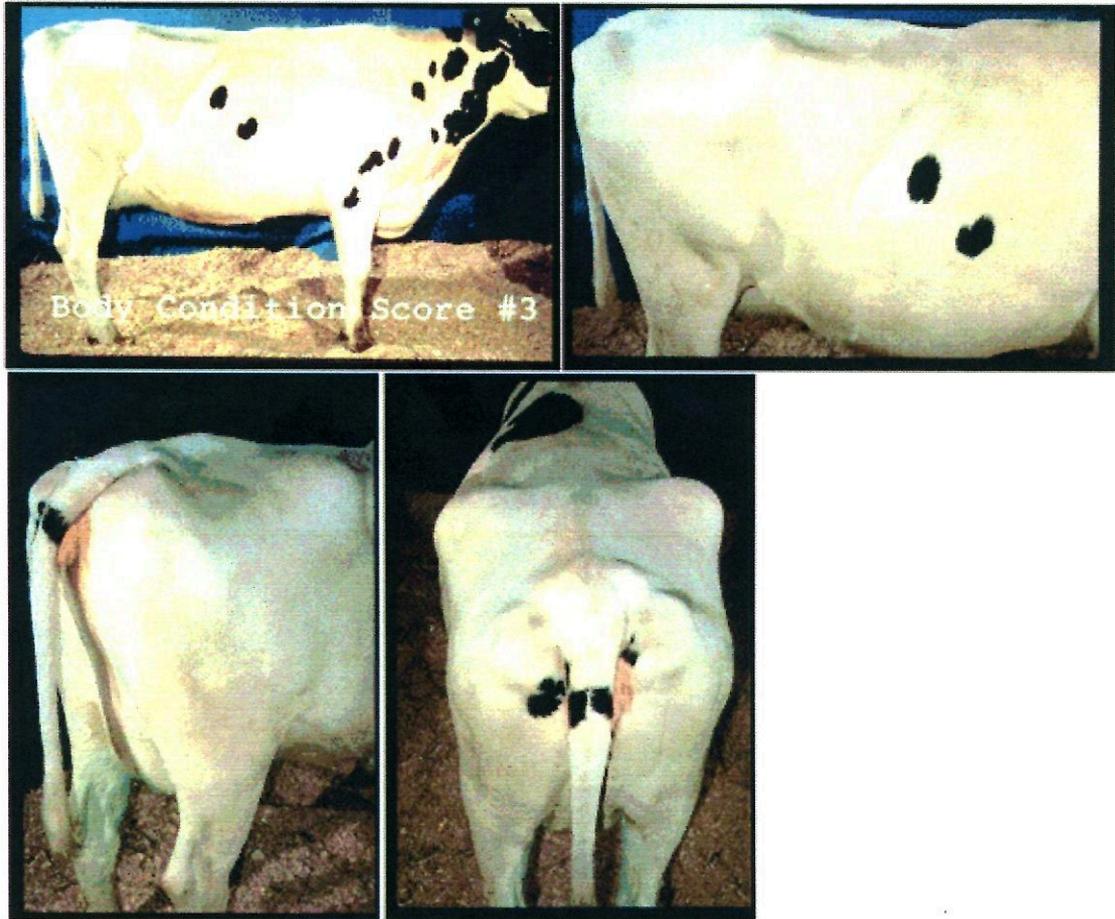
Foto 2. Índice de Condición Corporal 2



GRADO3

Ya no existe cavidad alrededor de la base de la cola y el tejido graso, si bien no es prominente, se palpa con facilidad en toda el área, las caderas pueden detectarse solamente ejerciendo una leve presión y son redondeadas al tacto, la piel es suave, una moderada capa de tejido graso cubre la parte superior de las últimas costillas y se necesita una presión más firme para palparlas, la depresión en el área del lomo no se ve con facilidad.

Foto 3. Índice de Condición Corporal 3



GRADO4

Se observan y palpan con facilidad las cubiertas de grasa alrededor de la cola y las apófisis espinosas de las vértebras sacras, los huesos de las caderas se detectan con presión más firme y su aspecto es netamente redondeado, la piel es muy suave y es extremadamente difícil separarla con los dedos, una gruesa capa de tejido cubre la parte superior de las últimas costillas que se requiere mayor presión para palparlas, no existe depresión en el área del lomo.

Foto 4. Índice de Condición Corporal 4



GRADO 5

La base de a cola se encuentra como sumergida en una gruesa capa de grasa, es muy difícil de palpar los huesos de la zona, aún con una fuerte presión, se observan a simple vista cúmulos localizados, con los huesos de la pelvis, que tienen un aspecto totalmente redondeados, sucede lo propio, la piel está tensa y es imposible separarla con los dedos, los huesos del área del lomo están cubiertos por una densa capa de grasa, no se pueden palpar aún con fuertes presiones.

Foto 5. Índice de Condición Corporal 5

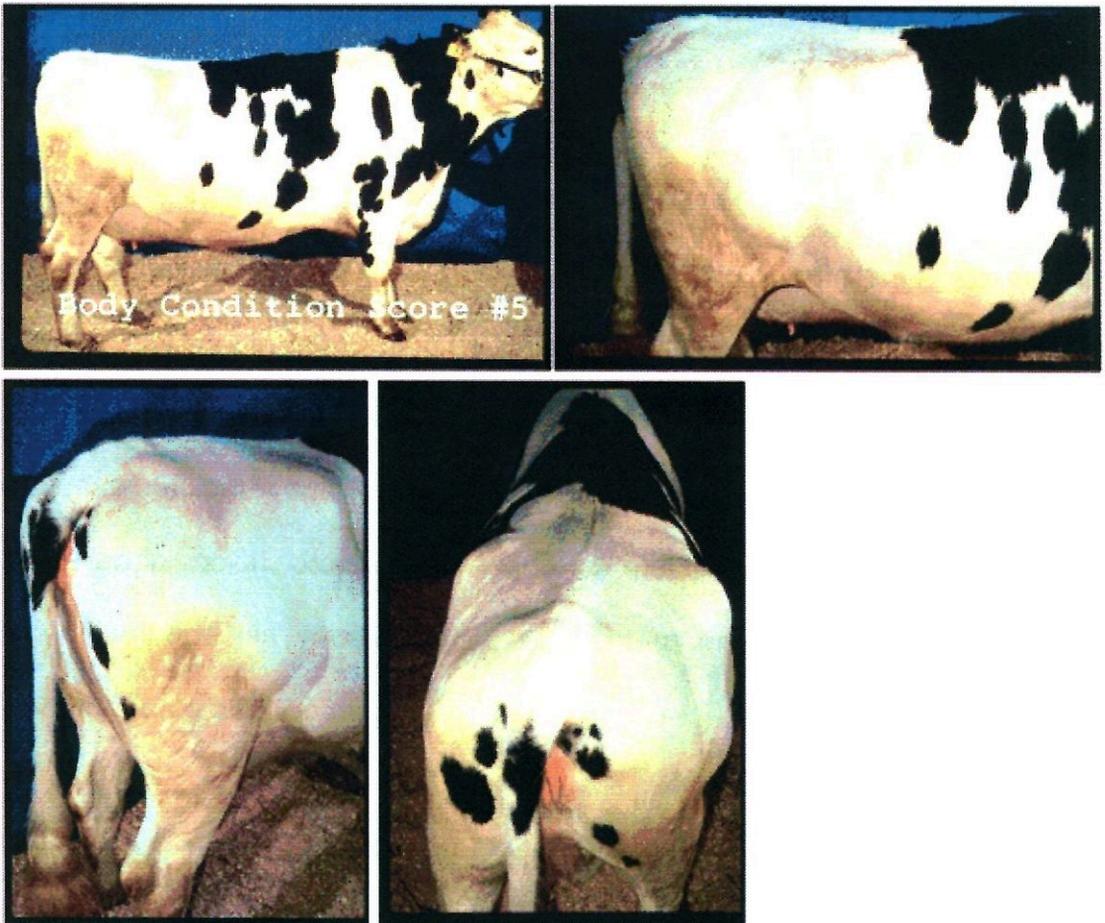
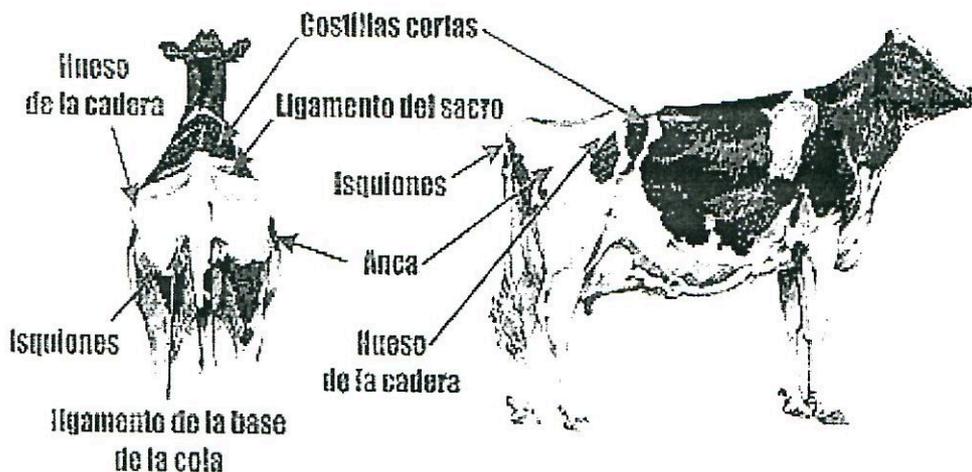


Diagrama 3. Áreas anatómicas de observación en la evaluación de la Condición Corporal según Gingins (1999).



Grado 1: Este estado es altamente indeseable en cualquier momento del ciclo reproductivo de las vacas, pues compromete la eficiencia reproductiva, (anestro) la salud y la producción de leche de la lactancia completa.

Grado 2: El balance energético negativo es bastante severo. Un adecuado programa nutricional (equilibrio en relación energía a proteínas; niveles adecuados de fibra en la ración, provisión de todos los macro y microminerales necesarios, etc.) evitará que las vacas que se encuentran en el pico de la lactancia se encuentren en grado 2 ó menos.

Grado 3: “Condición promedio”. Es un estado de balance energético positivo o sea vacas sometidas a un correcto programa nutricional, luego del pico de lactancia la condición corporal debe comenzar a mejorar en $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ punto hasta

alcanzar el grado 3 durante el 2º tercio de la lactancia, la meta será mantenerlo hasta el periodo cercano al parto.

Grado 4 y 5: “Vacas Gordas”. Sobre-condición corporal. Estados de balance energético positivo, agravados por la aplicación de planos nutricionales muy elevados, típico de vacas de “bajo mérito energético” que han sido bien alimentadas, si las vacas llegaron al parto “gordas”. Se afecta tanto a la producción como la reproducción, con el mismo criterio que el grado 1, las vacas lecheras nunca deberán llegar a estos estados.

La estimación de las reservas grasas de las vacas a través de la evaluación de su Índice de Condición Corporal nos permite, además, utilizar estratégicamente este parámetro a la hora de diseñar un determinado programa alimenticio (Álvarez, 1999). Estos grados de condición corporal le otorgan a la vaca las suficientes reservas corporales como para minimizar el riesgo de complicaciones al parto mientras que maximizan la producción de leche en el comienzo de la lactancia (Wattiaux, 2003).

Un seguimiento regular del índice de Condición Corporal de las vacas a lo largo de su ciclo reproductivo, aparte de indicarnos la evolución de su estado nutritivo, puede servir de ayuda también para evaluar otros aspectos como el estado sanitario de los animales, su grado de bienestar, etc. (Álvarez, 1999).

VII.- EL ULTRASONIDO Y SU USO

ECO: Es un fenómeno acústico que se produce cuando un sonido choca contra una superficie que lo refleja, este sonido reflejado es lo que denominamos eco (Permanyer, 1999).

La ecografía es una herramienta de diagnóstico cada vez más utilizada en medicina veterinaria, la exploración es rápida y no invasiva e informa sobre la amplitud de las lesiones y de la localización de éstas (Guillem, *et al.*, 2004). Es una técnica de diagnóstico también conocida como sonografía, y es el mejor medio diagnóstico disponible pues se basa en imágenes que demuestran las enfermedades, no es peligroso ni tiene efectos secundarios pues no emplea radiación, no produce dolor y sus resultados son inmediatos (Díaz, 2004).

La ecografía es una técnica en la que se emplea ondas de sonido de alta frecuencia para producir imágenes de los tejidos blandos y órganos internos, las cuales podemos visualizar a través de la pantalla del ecógrafo. La aplicación del ultrasonido en las especies bovina y equina corresponde a los años 80, sin embargo su desarrollo y perfeccionamiento para el estudio de los eventos reproductivos se ha acelerado en la presente década (Tamayo, 1998).

La ecografía, como técnica diagnóstica, lo que hace es recoger los ultrasonidos que emite la sonda, los cuales atraviesan hasta cierta profundidad (depende de la frecuencia de la sonda) la parte del cuerpo que queremos explorar y aprovechando la diferente velocidad de propagación de los tejidos del cuerpo

transformar las señales que llegan en impulsos eléctricos, que se visualizarán en una pantalla en diferentes tonos de grises dibujando la zona explorada (Permanyer, 1999). La ecografía puede definirse como un medio diagnóstico médico, basado en las imágenes obtenidas mediante el procesamiento de los ecos reflejados por las estructuras corporales, gracias a la acción de pulsos de ondas ultrasónicas (Díaz, 2004).

La técnica de ecografía en reproducción bovina se incrementa cada día por el veterinario clínico y el especialista en biotecnología de la reproducción, pues su utilización es demandada cada vez más por los ganaderos y los centros científicos, ya que su aplicación confirma o desestima la valoración realizada por palpación rectal, constituyendo un medio diagnóstico de certeza en la dinámica de las ondas foliculares, desarrollo del cuerpo lúteo, la determinación del estado de gestación precoz, sexado de las crías y la evaluación de los procesos patológicos del sistema reproductor, entre otros usos (Tamayo, 2002).

VIII.- MATERIALES Y MÉTODOS

METODOLOGÍA

El estudio se realizó en dos establos de la región Lagunera, Establo 1 cuenta con 2800 vacas en producción en el cual se muestrearon 75 vacas y el Establo 2 cuenta con 2100 vacas de las que se muestrearon 172 vacas. Se utilizaron vacas productoras de leche de la raza Holstein en diferentes estados reproductivos, se muestrearon con un equipo portátil de ultrasonido. Dentro de las funciones del equipo existe la que mide grasa subcutánea de la zona a elegir. La sonda utilizada fue una sonda lineal de 5 MHz. que es utilizada también en forma intrarectal e intravaginal dependiendo del estudio. El área donde se tomó la medición para la grasa subcutánea fue el Anca (Figura 1), midiendo la grasa subcutánea que se encuentra en la región entre la tuberosidad coxal y la tuberosidad isquiática perpendicular a las vértebras sacras.

Figura 1. Región anatómica donde se coloca la sonda del ultrasonido para medir la grasa subcutánea.



Un grado de condición corporal fue asignado observando y palpando el área de la cadera de la vaca, principalmente el área determinada por la tuberosidad coxal, la tuberosidad isquiática y la base de la cola.

La información del grosor de la grasa subcutánea obtenida por el ultrasonido, junto con el Índice de Condición Corporal planteado por Lowman (1976), fueron analizados por medio de estadística descriptiva, además de realizar análisis de correlación por el método de Pearson según Spiegel (1990) y análisis de regresión simple, para obtener una ecuación que nos ayude a predecir la grasa subcutánea de acuerdo a la condición corporal de las vacas.

IX.- RESULTADOS

En el cuadro 3 se observan cada uno de los Grados de Condición Corporal con su respectivo promedio en milímetros de grasa subcutánea en cada uno de ellos, así como su desviación estándar.

Cuadro 3. Índice de Condición Corporal y su respectivo grosor de grasa subcutánea.

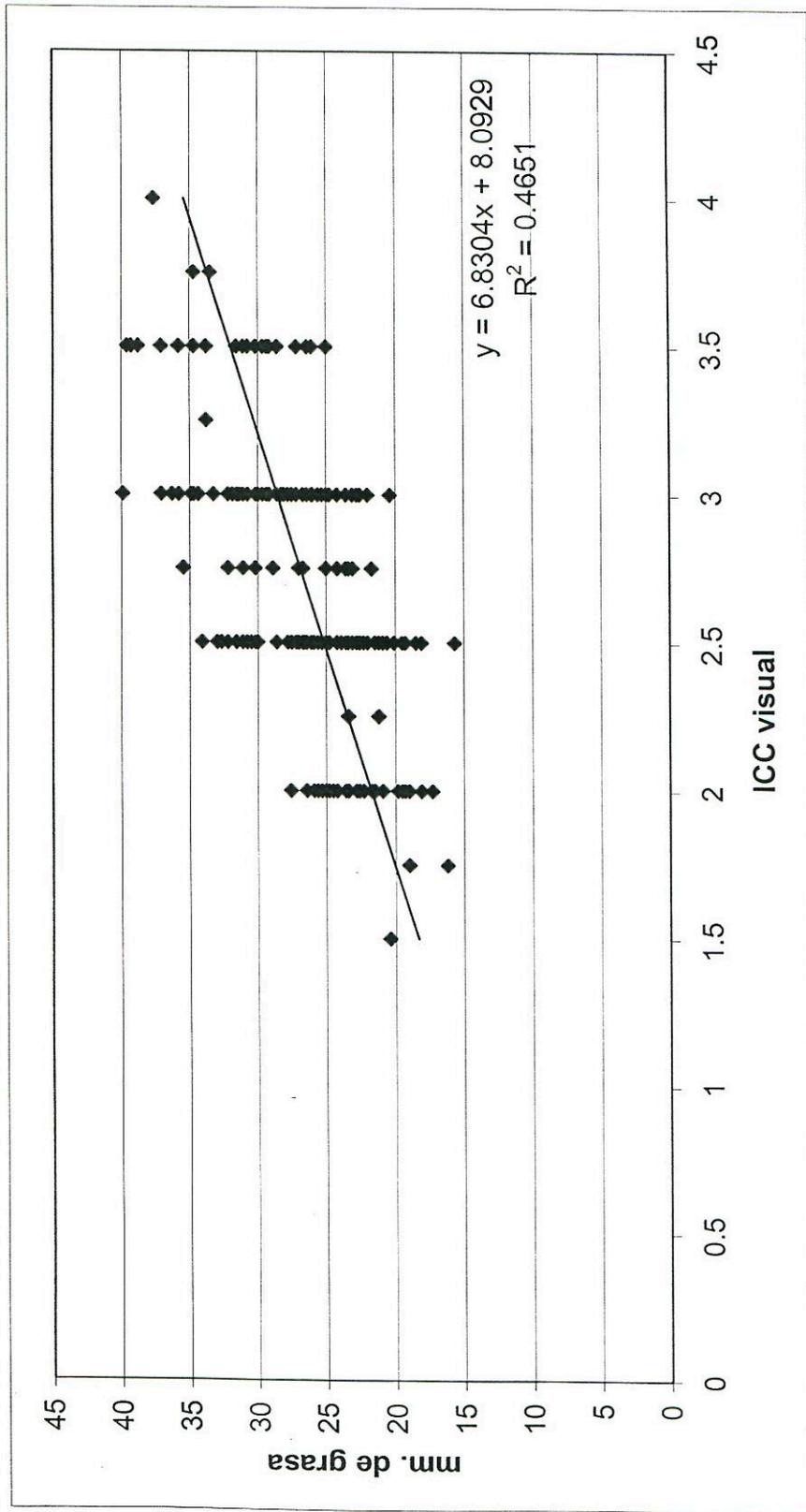
Índice de Condición Corporal (ICC)	mm. de grasa $\bar{X} \pm D. S.$
1.5	20.4 \pm 0
1.75	17.6 \pm 1.97
2	22.6 \pm 2.29
2.25	22.3 \pm 1.55
2.5	24.5 \pm 3.57
2.75	27.1 \pm 4.01
3	28.6 \pm 4.05
3.25	33.8 \pm 0
3.5	32.3 \pm 4.3
3.75	34.1 \pm 0.84
4	37.7 \pm 0

La Condición Corporal de las vacas del presente estudio tuvo un rango de 1.5 a 4 grados. En el cuadro 4, podemos apreciar la clasificación de las vacas según el Grado de Condición Corporal asignado visualmente, al igual que el número de vacas que se encontró en cada uno de los Grados de Condición Corporal y los milímetros promedio de grasa subcutánea del área muestreada. También en este cuadro (4) se observa el porcentaje de vacas en cada grado así como los días en leche promedio de cada uno.

Cuadro 4. Número de vacas por grado de Condición Corporal y grosor de la grasa subcutánea.

ICC visual	Número de vacas	mm. de grasa promedio	% de la muestra	Días en leche promedio
1.5	1	20.4	0.4	78
1.75	2	17.6	0.8	56.5
2	42	22.6	17	126.4
2.25	2	22.3	0.8	110
2.5	92	24.5	37.24	135
2.75	14	27.1	5.66	77.8
3	57	28.6	23.07	137
3.25	1	33.8	0.4	46
3.5	32	32.3	12.95	165.5
3.75	2	34.1	0.8	51.5
4	2	37.7	0.8	41.5

Gráfica 1. Correlación entre los milímetros de grasa subcutánea y el Índice de Condición Corporal visual.

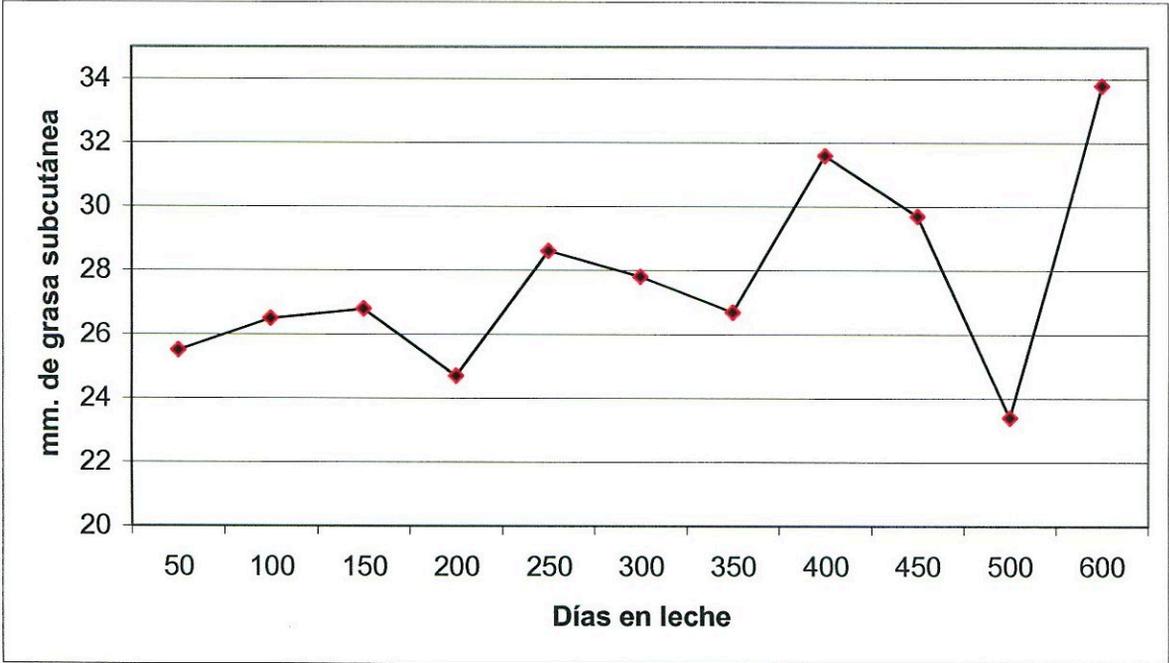


En el cuadro 5, se clasificaron las vacas de acuerdo a los días en leche en que se encontraban en el momento del muestreo, describiendo también el porcentaje que ocupan en el total de la muestra.

Cuadro 5. Número de vacas por sus días en leche.

Días en leche	Número de vacas	% de la muestra
0 – 50	60	24.29
50 – 100	51	20.64
100 – 150	50	20.24
150 – 200	35	14.17
200 – 250	20	8.09
250 - 300	14	5.66
300 - 350	9	3.64
350 - 400	4	1.61
400 – 450	1	0.40
450 – 500	2	0.80
500 – 550	0	0
550 – 600	1	0.40

Gráfica 2. Clasificación de las vacas por sus días en leche y sus respectivos milímetros de grasa subcutánea.



Cuadro 6. Clasificación de las vacas por sus días en leche, milímetros de grasa promedio, ICC visual promedio y número de vacas correspondiente.

Días en leche	mm. de grasa		
	promedio y su desvest.	ICC visual promedio	Número de vacas
50	25.5 ± 4.63	2.7	60
100	26.5 ± 5.53	2.6	51
150	26.8 ± 4.62	2.6	50
200	24.7 ± 3.55	3	35
250	28.6 ± 5.52	2.8	20
300	27.8 ± 5.01	2.6	14
350	26.7 ± 4.97	3	9
400	31.6 ± 5.54	2.8	4
450	29.7 ± 0	3.5	1
500	23.4 ± 1.97	2.75	2
600	33.8 ± 0	3.5	1

X.-DISCUSIÓN

La región entre la tuberosidad coxal y la tuberosidad isquiática perpendicular a las vértebras sacras fue la seleccionada para medir la grasa subcutánea por medio del ultrasonido (Figura 2).

Figura 2. Región anatómica donde se colocó la sonda del ultrasonido.



Esta región (el anca) es una de las principales para la evaluación de vacas lecheras, además de la base de la cola, la apófisis transversa y espinosa de las vértebras lumbares (Gallardo, *et al.*, 2000), las cuales son utilizadas para asignar los Grados de Condición Corporal visualmente y por palpación.

Existen varios estudios como el de Domecq, *et al.* (1995) en los que se utilizaron mediciones de grasa subcutánea por medio del ultrasonido. Los sitios donde se ha medido la grasa subcutánea ha sido en el 9°, 10°, 11° espacio intercostal, relacionados con el Índice de Condición Corporal. Sin embargo, estas mediciones no son compatibles con los índices de la Condición Corporal asignados visualmente.

Se obtuvo un coeficiente de correlación entre los milímetros de grasa subcutánea y el Índice de Condición Corporal visual de $r = 0.6820$ indicando que existe asociación importante entre las variables, una $r^2 = 0.4651$ que según Domecq, *et al.* (1995) en su estudio tiene como rango de .35 a .65 encontrándose el de este trabajo dentro de este mismo rango. Recordemos que la regresión es el cambio que experimenta la variable y con cada uno de los cambios de la variable x .

La ecuación de regresión del presente trabajo es: $y = 6.8304x + 8.0929$ donde: (y) es igual a los milímetros de grasa subcutánea y (x) es igual a el Índice de Condición Corporal visual. La regresión no es otra cosa que un proceso de predicción o estimación. El manejo de ultrasonido en el área del anca tiene una relación significativa con el índice de Condición Corporal y puede ser evaluada en cualquier momento que se requiera. La condición corporal es una técnica fácil de aprender y puede ser aplicada fácilmente en los grupos de animales a nivel de campo.

Tenemos que reconocer la utilidad del Índice de Condición Corporal como indicador del estado nutritivo de los animales, es un excelente criterio para detectar lo acertado o no del régimen alimenticio implantado en las explotaciones lecheras.

El proceso de aprendizaje y la adquisición de habilidades para la aplicación del ultrasonido con fines de diagnóstico en la reproducción bovina es relativamente rápido y de gran expectativa ya que los productores cada día se interesan más en el manejo del ultrasonido por sus resultados inmediatos.

XI.-CONCLUSIONES

Debido a la correlación positiva entre la grasa subcutánea y el índice de condición corporal de las vacas la técnica se valida adecuadamente para poder emplearla en cualquier momento a nivel de campo sin ningún problema ya que el uso del ultrasonido es fácil y no invasivo.

El manejo del ultrasonido es una técnica de diagnóstico por imagen de alta precisión para evaluar los procesos reproductivos en el bovino por el veterinario, o la persona especializada en ultrasonido.

Se debe señalar, por último, que un seguimiento regular del Índice de Condición Corporal en las vacas a lo largo de su ciclo reproductivo, aparte de indicarnos su evolución en el estado nutritivo, puede servir para evaluar el estado sanitario y su grado de bienestar.

XIV.-REFERENCIAS CITADAS

1. Álvarez P. J., 1999. La evaluación de la condición corporal como metodología preferente para la estimación del estado de engrasamiento en vacas lecheras. Invest. Agr.: Prod. Anim. Vol. 14 (1, 2 y 3).
2. Díaz E. G., 2004. Ecografía.
<http://www.drgdiaz.com/eco/ecografia/ecografia.shtml>
3. Domecq J. J., A. L. Skidmore, J. W. Lloyd and J. B. Kaneene, 1995. Validation of Body Condition Score with Ultrasound Measurements of Subcutaneous Fat of Dairy Cows, J Dairy Sci 78:2308-2313.
4. Ferguson J. D., 1996. Implementation of a Body Condition Scoring Program in Dairy Herds. Center for Animal Health and Productivity, University of Pennsylvania, School of Veterinary Medicine.
<http://cahpwww.vet.upenn.edu/pc96/impbcprog.html>
5. Gallardo M., M. Maciel, A. Cuatrin, L. Burdisso, (1) 2000. La condición corporal de las vacas en producción. Producir 21. Año 9. No. 106, Página 47.
6. Gallardo M., M. Maciel, A. Cuatrin, L. Burdisso, (2) 2000. ¿Qué nos dice la condición corporal de las vacas lecheras? Producir 21. Año 9. No. 108, Página 25.
7. Gingins M., 1999. Elanco, Animal Health.
<http://www.agroconnection.com.ar/secciones/ganaderia/lecheria/S012A01101.htm>
8. Giustetti P. A., 2001. Comparación de la producción y composición de leche entre las razas Jersey, Holando Argentino y su primera cruce, en un tambo comercial de la región Pampeana. No. 8. Universidad de Belgrano, Buenos Aires, Argentina, Departamento de Investigación.
http://www.ub.edu.ar/investigaciones/tesinas/8_giustetti.pdf
9. González A., 2003. Digestión en el ganado lechero.
<http://fmvz.uat.edu.mx/bpleche/bpleche/BPL21.htm>
10. González A., 2003. Metabolismo de los carbohidratos en vacas lecheras.
<http://fmvz.uat.edu.mx/bpleche/bpleche/BPL23.htm#top>

11. González A., 2003. Metabolismo de los lípidos en vacas lecheras.
<http://fmvz.uat.edu.mx/bpleche/bpleche/BPL25.htm>
12. Grant R., Keown J., 1992. Feeding Dairy Cattle for Proper Body Condition Store, Institute of Agricultura and Natural Resources, University of Nebraska, Lincon.
<http://ianrpubs.unl.edu/dairy/g1070.htm>
13. Gullem G. R., A. C. Coronel, E. V. Casar, 2004. Bases del estudio ecográfico.
http://www.uco.es/organiza/departamentos/anatomia-y-anatopatologica/peques/Ecografia_Vicky.htm
14. Keown F. J., 1991. How to Body Condition Store Dairy Animals, Institute of Agricultura and Natural Resources, University of Nebraska, Lincon.
<http://ianrpubs.unl.edu/DAIRY/g997.htm>
15. MacDonald P., R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh, 1981. Nutrición Animal, Editorial Acribia S. A., 3ª Edición, Zaragoza, España.
16. MacDonald K. A., J. W. Penno, G. A. Verkek, 1999. Validation of body condition scoring by using oltrasound measurements of subcutaneous fat. Proceedings of the New Zeland Society of Animal Production, 59:177-179.
17. Martínez L. A., Sánchez C. M. y J. F., 1999. Alimentación y reproducción en vacas lecheras, Mundo Ganadero No. 111, Madrid, España. El mensual Mundo Ganadero lo edita Eumedia, S.A. en Madrid. C/ Claudio Coello, 16. 28001.
<http://www.eumedia.es/estilo.css>
18. Maynard L. A., J. K. Loosli, H. F. Hintz, R. G. Warner, 1981. Nutrición Animal, Editorial Mc. Graw Hill, 7ª Edición, USA, p. 104-123.
19. Mellado M., 1994. Producción de Leche. Sistemas intensivos y de doble propósito, U.A.A.A.N., Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México.
20. Morrison B. F., 1980. Alimentos y Alimentación del Ganado, Editorial Uthea, 21ª Edición, Nueva York, EUA, p. 31-35.
21. Permanyer J., 1999. Ecografía.
http://www.medspain.com/curso_eco/leccion_01_eco.htm

22. Rodenburg J., 1992. Body Condition Scoring of Dairy Cattle, Ministry of Agricultura and Food, Ontario, Canadá.
<http://www.search.gov.on.ca:8002/compass?view-template=simple1>
23. Spiegel R. M., 1990. Estadística, Segunda Edición, Editorial McGraw Hill, Madrid España, pag. 322-356.
24. Tamayo T. M., 2002. La ecografía como medio de diagnóstico y evaluación de los procesos productivos en el bovino, Departamento de Clínica, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Agraria de la Habana, San José, La Habana.
<http://www.esaote-piemedical.com/applications/articles/LA%20ECOGRAFIA.pdf>
25. Shimada M. A., 2003. Nutrición Animal, Editorial Trillas, 1ª Edición, México, p. 147-153.
26. Wattiaux M. A., 2003. Grados de condición corporal, Esenciales Lecheras, Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera, Universidad de Wisconsin, Madison.
<http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de/12.es.pdf>
27. Wattiaux M. A., 2003. Metabolismo de Lípidos en vacas lecheras, Esenciales Lecheras, Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera, Universidad de Wisconsin, Madison.
<http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de/04.es.pdf>

XV.-ANEXOS

Cuadro 1. Grados de la Condición Corporal.....	16
Cuadro 2. Los grados de condición corporal recomendados en los diferentes estadios de la lactancia.....	16
Cuadro 3. Índice de Condición Corporal y su respectivo grosor de grasa subcutánea.....	28
Cuadro 4. Número de vacas por grado de Condición Corporal y su grosor de la grasa subcutánea.....	29
Cuadro 5. Número de vacas por sus días en leche.....	31
Cuadro 6. Clasificación de las vacas por sus días en leche, milímetros de grasa promedio, ICC visual promedio y número de vacas correspondiente.....	32
Diagrama 1. Corte transversal del área lumbar.....	14
Diagrama 2. Áreas anatómicas utilizadas en la determinación de la condición corporal.....	15
Diagrama 3. Áreas anatómicas de observación en la evaluación de la Condición Corporal.....	22
Figura 1. Región anatómica donde se coloca la sonda del ultrasonido para medir la grasa subcutánea.....	26
Figura 2. Región anatómica donde se colocó la sonda del ultrasonido.....	33
Foto1. Índice de Condición Corporal 1.....	17
Foto2. Índice de Condición Corporal 2.....	18

Foto3. Índice de Condición Corporal 3.....	19
Foto4. Índice de Condición Corporal 4.....	20
Foto5. Índice de Condición Corporal 5.....	21
Gráfica 1. Correlación entre los milímetros de grasa subcutánea y el Índice de Condición Corporal visual.....	30
Gráfica 2. Clasificación de las vacas por sus días en leche y sus respectivos milímetros de grasa subcutánea.....	32