

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

MEDICIÓN DEL ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA Y SU CORRELACIÓN
CON LA CONDICIÓN CORPORAL MEDIANTE APRECIACIÓN VISUAL

por

Ignacio Augusto BUSQUETS RODRÍGUEZ
Luis Emilio PERDIGÓN RAGGIOTTO
Ignacio Agustín PÉREZ LARROSA

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.

MONTEVIDEO
URUGUAY
2015

Tesis aprobada por:

Director:
Ing. Agr. Ana C. Espasandín

.....
Dr. Vet. Carlos López Mazz

.....
Ing. Agr. Alejandra Jasinsky

.....
Dr. Vet. Juan Franco

Fecha: 30 de octubre de 2015

Autor:
Ignacio Augusto Busquets Rodríguez

.....
Ignacio Agustín Pérez Larrosa

.....
Luis Emilio Perdigón Raggiotto

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a nuestras familias y amigos que nos han apoyado incondicionalmente a lo largo de nuestra carrera siendo el pilar fundamental para seguir adelante.

A los funcionarios de la EEMAC por el buen trato y en especial al personal a cargo del manejo de los bovinos, también al personal de biblioteca de la Facultad de Agronomía.

A Paula Batista y Alberto Casal por su disposición en el área de trabajo de campo.

Un especial agradecimiento por todo el tiempo dedicado a Ana C. Espasandín, nuestra tutora, por ayudarnos a realizar esta tesis desde sus inicios en el trabajo de campo con las ecografías y durante el trabajo de gabinete.

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Relación entre escalas de medición de condición corporal 1 a 8 y 1 a 5	4
2. Condición corporal y su correlación con reservas energéticas.....	5
3. Escala de condición corporal del 1 al 8	6
4. Relación entre condición corporal y porcentaje de preñez.....	11
5. Condición corporal y peso vivo	11
6. Porcentaje de la grasa total del organismo	13
7. Rango de los coeficientes de correlación para características de la canal.....	16
8. Coeficientes de correlación entre el PV, el EDASD, el EDASL y la CC en los seis momentos.....	22
9. Correlaciones de Pearson entre la condición corporal (CC), el peso corporal (PC) y el espesor de grasa de cadera (EGC), en vacas Cebú evaluadas en diferentes estados reproductivos	23

Figura No.

1. Escala de condición corporal, por apreciación visual	7
2. Áreas anatómicas utilizadas en la determinación de la Condición corporal por palpación.....	8
3. Evolución de la tasa de preñez y procreo, período 1998-2011.....	10
4. Diagrama de dispersión de CC y espesor de grasa subcutánea en Cebú con diferentes estados reproductivos	23
5. Imagen de mangas y tubo	25
6. Regresión entre condición corporal por apreciación visual y espesor de grasa subcutánea medida en la zona p8	27
7. Regresión en el rango de condición corporal de 2 a 3 por apreciación visual y espesor de grasa subcutánea medida en la zona p8	28
8. Regresión en el rango de condición corporal de 3 a 4 por apreciación visual y espesor de grasa subcutánea medida en la zona p8	29

9. Regresión en el rango de condición corporal de 4 a 5 por apreciación visual y espesor de grasa subcutánea medida en la zona p8	30
10. Regresión en el rango de condición corporal de 5 a 6 por apreciación visual y espesor de grasa subcutánea medida en la zona p8.....	31
11. Regresión entre condición corporal por apreciación visual y espesor de grasa subcutánea de la primer medida realizada el 20/6/2014	32
12. Regresión entre condición corporal por apreciación visual y espesor de grasa subcutánea de la segunda medida realizada el 9/7/2014	33
13. Regresión entre condición corporal por apreciación visual y espesor de grasa subcutánea de la tercer medida realizada el 7/11/2014	34
14. Evolución de la correlación según diferentes rangos de condición corporal.....	36

1. INTRODUCCIÓN

Los resultados económicos de los establecimientos donde se realiza cría, dependen de la eficiencia reproductiva de los vientres entorados.

Todo rodeo del cual se pretenda obtener buenos índices de procreo de manera sostenida demanda de una planificación que atienda las necesidades fisiológicas, reproductivas, nutricionales y sanitarias del ganado. Para esto, los productores y técnicos cuentan con herramientas (como la condición corporal) que avaladas por instituciones de investigación como INIA, Facultad de Agronomía y Facultad de Veterinaria sirven para tomar decisiones sobre las estrategias de manejo que se pueden aplicar (Gómez y Mocciai, 2011).

La condición corporal no está asociada ni al peso ni al tamaño del animal, sino a la cantidad de grasa que un animal carga como reserva corporal. Ésta expresa el estado nutricional del animal, a partir de la observación de determinados puntos de su estructura muscular y de la deposición de grasa subcutánea (Saravia et al., 2011).

Una desventaja de esta herramienta es que es un método de apreciación subjetiva, por lo tanto no puede ser incluida en evaluaciones genéticas para la selección de individuos a través de la DEP. Si existiera un método más objetivo (independiente del observador) para determinar la condición corporal, ésta podría ser incluida como criterio de selección dentro de los programas de mejoramiento.

Independientemente del sistema de medición de Condición Corporal utilizado (escala 1 a 5 o 1 a 9), su subjetividad, repetitividad y validez es frecuentemente cuestionada. No obstante, tanto las medidas objetivas como subjetivas pueden ser bastante útiles para predecir la composición de la canal (Correa-Orozco et al., 2013).

El beneficio de la correcta estimación de dicha composición corporal a nivel del productor se refleja en un mayor conocimiento del ganado, más allá del peso vivo o de faena, clasificando los animales en diferentes lotes de similar composición, permitiendo un uso más eficiente de la alimentación de los mismos y definiendo cual es el mercado más conveniente para su producto. Al nivel de los frigoríficos las ventajas radican en poder comprar productos que se ajusten a las demandas de sus compradores y que den un mayor rendimiento carnicero, no trasladando costos extras, como por ejemplo el exceso de grasa, a otros sectores de la cadena.

Será imperante el uso de tecnologías o metodologías objetivas para la correcta estimación de la composición del animal. Una de estas tecnologías más promisorias es la ultrasonografía, la cual ha sido ampliamente utilizada en el área de selección genética, obteniendo información relevante para el desarrollo de los índices para las diferencias esperadas de la progenie (DEP) en área del ojo de bife, grasa subcutánea y grado de marmoreo. Pero a la vez presenta un gran potencial para clasificar ganado en grupos de composición similar, siguiendo la evolución de aquellas características durante el período de alimentación y para estimar el valor de las distintas canales.

Uno de los principales usos de la ultrasonografía es la medición del espesor de grasa subcutánea. Las tasas de crecimiento varían con los diferentes tipos biológicos y líneas genéticas, lo que determina la utilidad de esta variable para predecir rendimiento carnicero. Los resultados obtenidos por la investigación indican que la ultrasonografía es suficientemente sensible para detectar los cambios en el espesor de grasa en el tiempo en el animal vivo. Sin embargo, algunos errores pueden presentarse al relacionar la medición en vivo y la correspondiente en la canal. Estos errores pueden estar relacionados con la postura del animal, con la elección del sitio a medir, con la equivocada interpretación de las capas de tejido conectivo que normalmente se forman entre el tejido graso para dar soporte y rigidez (este error incrementa con la gordura del animal) y con la remoción mecánica del cuero (parches de grasa quedan en él, Brito et al. 2001).

Numerosas publicaciones (Faulkner et al., Hamlin, Hassen, citados por Brito et al., 2001) utilizando sistemas de alimentación a corral y con una enorme variación en el tipo de animal a engorde, concuerdan que el espesor de grasa subcutánea a nivel de la 12a costilla es el indicador más exacto en la predicción de la composición de la canal, del porcentaje de producto minoristas (cortes) y del porcentaje de desgrasado.

En ensayos realizados en Uruguay por de Mattos y De los Campos (2000), el espesor de grasa subcutánea presentó muy poco aporte en la predicción de cortes especiales para Inglaterra, siendo peso vivo la principal variable. Esto puede ser explicado por el tipo racial utilizado (Hereford), el cual fue más homogéneo al compararlo con el utilizado en la mayoría de los trabajos americanos (cruzas británicas y británica por continental) y por el sistema de alimentación, principalmente en base a pasturas.

En función de lo planteado este trabajo plantea el estudio de asociaciones entre la grasa subcutánea medida por ultrasonografía y la condición corporal de vacas Hereford puras a lo largo de un ciclo de cría.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. General

Estudiar la asociación entre el espesor de grasa subcutánea medido en el punto P8 y la condición corporal por apreciación visual durante 1 ciclo de cría de un rodeo Hereford.

1.1.2. Específico

Describir la variabilidad existente en un rodeo Hereford en las variables condición corporal y espesor de grasa subcutánea en diferentes momentos del año.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CONDICIÓN CORPORAL

La escala de condición corporal es un método subjetivo de evaluación de reservas energéticas de la vaca, basado en la evaluación visual y la palpación de áreas específicas para evaluar los depósitos de tejido adiposo y masa muscular (Lago et al., citados por Da Silva Riveiro Neto, 2007). Existe una alta correlación entre la clasificación de condición corporal y el porcentaje de grasa corporal de una vaca.

La condición corporal y los cambios en la misma, son el mejor indicador de las reservas nutricionales de una vaca respecto al peso vivo o cambios en el peso vivo, debido a las diferencias del peso fetal y llenado de rumen, que inciden en los cambios de pesos. También es un mejor indicador que las medidas de relación peso-altura, o inclusive que las mediciones de grasa subcutánea.

La valoración por condición corporal ofrece ventajas técnicas sobre el peso de los animales en determinar las reservas corporales, por neutralizar variables fenotípicas por altura y corpulencia de los animales (Roche et al., citados por Da Silva Riveiro Neto, 2007).

Existen dos sistemas de medir condición corporal, uno en escala de 1 a 8 y otro de 1 a 5; el más utilizado a nivel mundial es la escala de 1 a 5 (Stahringer et al., 2003).

En el cuadro No. 1 se presenta la relación entre dos escalas de condición corporal distintas.

Cuadro No. 1. Relación entre escalas

Escala 1 al 8	1,6	3,2	4,8	6,4	8
Escala 1 al 5	1	2	3	4	5

Fuente: Rovira (1973).

La ganancia o pérdida de condición corporal implican cambios en el contenido de agua, proteína y grasa del cuerpo, siendo la grasa el de mayor movilidad. Como hay cambios en la composición energética de los kilogramos de ganancia o pérdida de peso, la condición corporal decrece en forma más que proporcional a la pérdida de peso, implicando una mayor pérdida de energía corporal que la que acusaría la simple pérdida de peso (Stahringer et al., 2003).

El siguiente cuadro es un ensayo en el cual se presenta la correlación existente entre la condición corporal y las diferentes variables que indican las reservas energéticas.

Cuadro No. 2. Condición corporal y su correlación con reservas energéticas

Condición	% grasa/ Peso vivo sin llenado	Mm capa grasa subcutánea a condición 6	Aumento de peso para subir 1 CC como % P.V. Mcal/kg. P.V.	Valor calórico de ganancia peso entre C.C.
1	0	0	5,8 (*)	5,9
2	4	0	6,2	6,2
3	8	1,3	6,7	6,5
4	12	2,8	7,3	6,8
5	16	4,8	8,0	7,1
6	20	7,4	8,7	7,4
7	24	10,4	9,1	7,7
8	28	13,7	10,2	

Fuente: Stahringer (2008).

Los requerimientos calóricos para lograr 1 kg de aumento de peso vivo varían entre las distintas condiciones corporales. Para el incremento de 1 kg de peso vivo entre las condiciones corporales 1 y 2; por ejemplo se requieren 5,90 Mcal, mientras que para lograr este mismo incremento entre las condiciones corporales 4 y 5 se requieren 6,81 Mcal. Esto significa que se necesitarán mayores cantidades de forraje y/o suplemento para mejorar la condición corporal en las vacas con condición corporal alta que en aquellas con condición corporal baja (Stahringer, 2008).

En Australia y Canadá utilizan una escala de 1 a 5 y en USA de 1 a 8. En Uruguay comúnmente se maneja en el rango de 1 a 8, la cual se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 3. Escala de condición corporal del 1 al 8

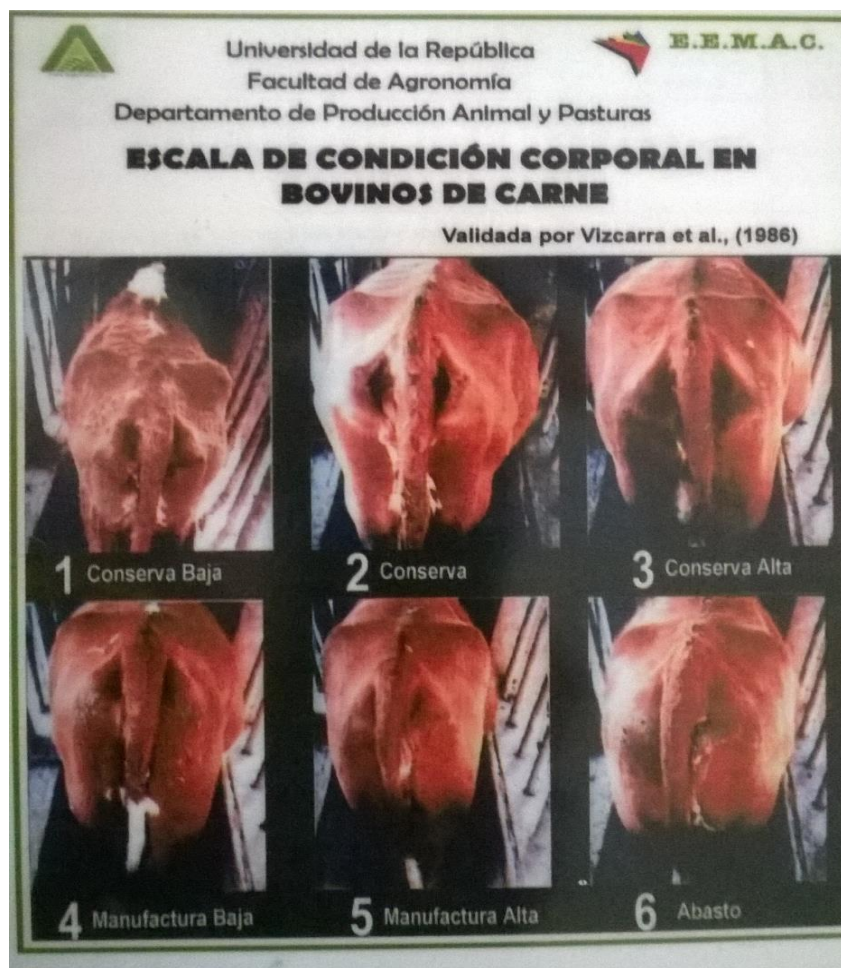
Puntaje	Características	Definición general	Clasif. industrial
1	Ausencia total de grasa. Las costillas cortas se palpan fácilmente, espinazo y costillas largas muy marcadas	Extremadamente flacas	Conserva baja
2	Mismas características que el grado anterior pero no tan extremas	Muy flacas	Conserva media
3	Aparece levemente tejido graso que se nota al palpar las costillas cortas, pero el espinazo y las costillas aun se notan	Flaca	Conserva alta
4	Evidente deposición de grasa subcutánea, grasa limitada alrededor de la cola	Mod. a liviana	Manufactura baja
5	Cobertura homogénea de grasa subcutánea. Inserción de la cola llena. Las costillas solo se palpan con presión firme	Moderada	Manufactura alta
6	Lomo bien plano. Las costillas cortas ya no se palpan	Óptima	Abasto de segunda
7	Notoria y abundante acumulación de grasa subcutánea. Lomo y anca bien redondeado	Gorda	Abasto de primera
8	Acumulación extrema de grasa subcutánea en todo el cuerpo. Polizones	Muy gorda	Gorda especial

Fuente: Rovira (1973).

Todas las escalas que se han confeccionado para la adjudicación de puntaje según el estado del animal están basadas en el mismo principio: el de estimar la mayor o menor cantidad de tejido graso (Rovira, 1973).

A continuación se puede observar la escala visual de mayor difusión en nuestro país para raza Hereford, luego la escala por palpación.

Figura No. 1. Escala de condición corporal, por apreciación visual

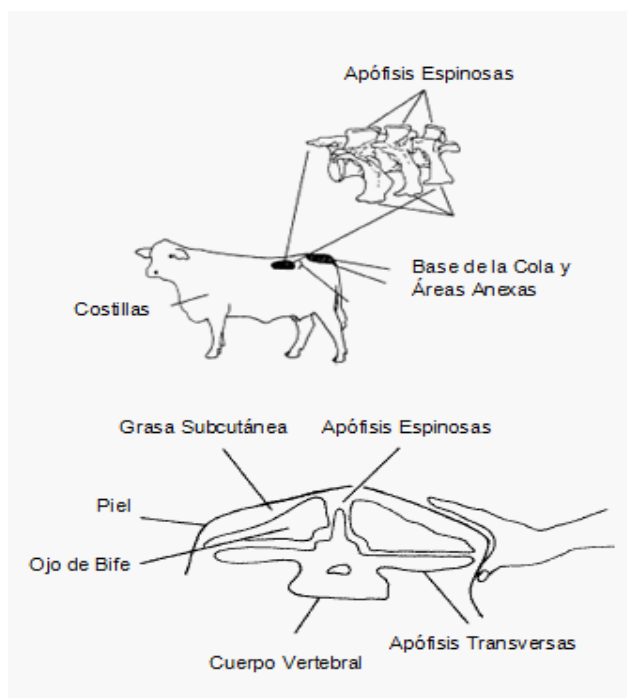


Fuente: Scaglia (1997).

La impresión fotográfica de la escala de condición corporal de 2 a 6, tiene como objetivo la difusión hacia los productores y su eventual entrenamiento. Buscando de esta manera disminuir los aspectos subjetivos que llevan a la clasificación de vientres.

En la siguiente figura se muestran las diferentes regiones a observar y palpar para la determinación de la condición corporal.

Figura No. 2. Áreas anatómicas utilizadas en la determinación de la condición corporal por palpación



Fuente: Rovira (1973).

En la zona lumbar de las costillas cortas como se aprecia en la foto, la presión se efectúa con el dedo pulgar y de esta forma se puede palpar el espesor de grasa subcutánea. Esto es así porque no hay ningún músculo entre la costilla y la piel, lo único que puede haber es tejido graso. En animales flacos se llega a tocar fácilmente el hueso de la costilla corta, no así en animales con mejor estado debido al mayor espesor de la grasa de cobertura. De esta forma, el puntaje que se adjudica es en función de la fuerza de la presión necesaria para alcanzar a tocar la costilla corta (Rovira, 1973).

Se han desarrollado numerosas escalas de clasificación de estado corporal para bovinos (carne y de leche). Las escalas de clasificación se basan: 1) en la palpación de algunas zonas del animal, el lomo-apófisis espinosas y apófisis transversas- y el área de inserción de la cola (Lowman et al., citados por Bavera y Peñafort, 2005a), 2) en la palpación y la apreciación visual del animal (Wernli et al., citados por Orcasberro, 1997) o 3) solamente por apreciación visual del animal (Earle, Houghton et al., citados por Orcasberro, 1997). Las escalas difieren además, en el número de categorías que

consideran Gresham et al., citados por Orcasberro (1997) consideran 17 categorías mientras que Lowman et al., citados por Bavera y Peñafort (2005a), consideran cuatro categorías.

Si bien se han desarrollado tablas de equivalencia entre escalas aún no existe un sistema estándar de clasificación que permita superar este problema.

Como se mencionó anteriormente, a pesar de ser un método subjetivo, evaluaciones de algunas escalas de estado corporal han demostrado que es posible predecir la composición del animal en forma tan o más exacta que el peso vivo y otras mediciones lineales (diámetro del tórax, altura de la cruz, etc.) del animal (Gresham et al., Houghton et al., citados por Orcasberro, 1997).

Todas las escalas que se han confeccionado para la adjudicación de puntajes según el estado del animal están basadas en el mismo principio: el de estimar la mayor o menor cantidad de tejido graso (Rovira, 1976).

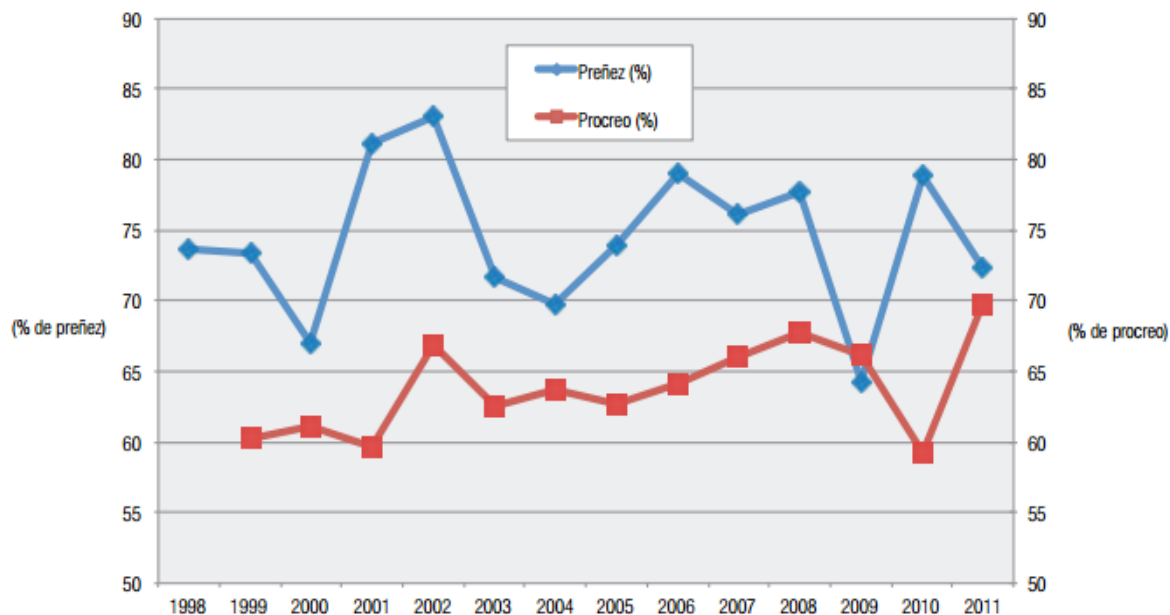
La técnica es fácil de implementar, solo requiere de "buen ojo" y es de gran utilidad cuando es registrada por la misma persona en el mismo rodeo durante varios años (Scaglia, 1996). Vizcarra et al., citados por Orcasberro (1997) demostraron que diferentes observadores asignan puntajes muy similares a un mismo animal y un mismo observador es consistente en las clasificaciones que asigna. Los puntajes dados por diferentes personas pueden no coincidir, sin embargo la tendencia es que los puntajes no varíen más de un punto entre evaluadores entrenados si se utiliza la escala de 1 a 8.

2.1.1. Condición corporal y comportamiento reproductivo

Los resultados productivos de los establecimientos criadores dependen en gran medida de la eficiencia reproductiva de los vientres. Según MGAP.DICOSE (2012) permite estimar que los rodeos del país destetan por año, 63 terneros por cada 100 hembras entoradas, valor muy bajo en relación al potencial de la especie e inferior a los promedios alcanzados en otros países donde predominan bovinos de carne de razas europeas bajo pastoreo; factor que determina gran variación en el porcentaje de destete en diferentes años.

En la figura No. 3 se presenta la evolución de la tasa de preñez y procreo en el periodo 1998-2011.

Figura No. 3. Evolución de la tasa de preñez y procreo, período 1998-2011



Fuente: MGAP. DICOSE (2013).

Para que una vaca destete un ternero por año el primer requisito es que el intervalo parto-concepción sea inferior a los 80-85 días. La probabilidad que una vaca quede preñada en ese intervalo depende en gran parte, de la duración del anestro post parto. Diversos factores condicionan la duración de este periodo; entre ellos la nutrición y el amamantamiento son particularmente importantes.

El estado corporal de la vaca al parto refleja el nivel de alimentación al que fue sometida previamente; lo cual junto con la alimentación post parto determinará la duración del anestro post parto.

Desde el punto de vista del manejo del rodeo de cría, hay tres momentos claves en el año en los cuales se debe clasificar los vientres, para alimentarlos en función del mismo. En el otoño (antes de la entrada del invierno) el óptimo sería 6 de la escala de 1 a 8. Dos meses antes de la parición sería alrededor de 4, inmediatamente post parto (lo más antes posible del comienzo del entore) entre 5 y 6. En vientres de primera parición, se debe elevar entre 0,5 y 1 grado más que en los vientres con más de una parición, en los tres momentos mencionados (Rovira, 1973).

Así como existe una relación muy estrecha entre el estado corporal y el largo del período de anestro post parto, también la hay entre el estado corporal y el índice de preñez, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 4. Relación entre condición corporal y porcentaje de preñez

Condición Corp.	% de preñez
<3,5	49.1
3,51-4	74.1
4,01-4,50	76.6
4,51-5	81.5
>5,01	95.2

Fuente: Vizcarra, citado por Rovira (1973).

Se debe considerar también que la condición corporal al parto no debe ser demasiado elevada, debido a que vacas con exceso de condición corporal no redundan en mejoras de los indicadores productivos, disminuyendo la eficiencia del uso del forraje, además pueden generar problemas como partos distócicos, lo que determinará mayor largo de anestro post parto (Simeone y Beretta, 2002).

2.1.2. Condición corporal y peso vivo

Siempre existe la tentación de asociar el estado corporal al peso vivo. El peso vivo tiene un doble componente: el estado de gordura y el tamaño del animal, por lo tanto no siempre es un buen reflejo del estado del animal. Pero si lo es dentro de un establecimiento en donde el ganado es de un determinado tipo y tamaño. De todos modos para las razas carniceras británicas (Hereford y Aberdeen Angus) y para las condiciones de cría promedio del Uruguay, se pueden determinar los valores (Rovira, 1973) que se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro No. 5. Condición corporal y peso vivo

Puntaje	3	4	5	6	7
Peso vivo	320-340	350-370	380-400	410-430	440-450

Fuente: Rovira (1973).

El estado corporal y el peso vivo, como se puede esperar, están asociados positivamente. Las correlaciones encontradas entre ambas variables, con los datos nacionales, son bajas, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en trabajos realizados en otros lugares.

Para bovinos de carne no se han encontrado trabajos relacionados a variaciones en las reservas energéticas para un mismo valor de peso vivo. En vacas lecheras se ha demostrado en trabajos, variaciones del orden del 40% en reservas corporales de energía en animales de igual peso vivo, demostrando una ineficiencia al evaluar las reservas corporales a través del peso vivo (Gibb y Andrew, citados por Frasinelli et al., 2004).

A partir del análisis de los registros de vacas Hereford de las Estaciones Experimentales de la Facultad de Agronomía, se determinó que cada unidad de estado corporal equivale a 25 Kg aproximadamente, en el rango de categorías de 2 a 6, que son las que normalmente se encuentran en los rodeos de cría. Como los requerimientos nutricionales están referidos al peso del animal, la equivalencia 25 Kg = 1 unidad de condición corporal, resulta de gran utilidad ya que permite estimar la cantidad de alimento que debería consumir un animal a fin de lograr un determinado cambio de estado corporal (Orcasberro, 1991).

2.2. GRASA SUBCUTÁNEA

Grasa es el nombre genérico de varias sustancias orgánicas muy difundidas en ciertos tejidos animales, que están formadas por la combinación de ácidos grasos con la glicerina (RAE, 2010).

Grasa se le denomina a los componentes lipídicos que se hacen sólidos a temperatura ambiente, los más abundantes son los triglicéridos. Se encuentra repartida a lo largo del cuerpo del animal formando depósitos en los tejidos subcutáneos y otros (Verdini, 2015).

Las reservas corporales de una vaca, medida como porcentaje de grasa en el cuerpo, es uno de los mejores indicadores del estado nutricional de la misma, y por lo tanto un importante determinante del desempeño reproductivo de esa vaca (Stahring et al., 2003)

Cuando la nutrición no es limitante, la grasa se deposita principalmente en cuatro lugares: grasa intermuscular, grasa subcutánea, grasa intra abdominal (rodeando los riñones, el corazón y en la cavidad pelviana) y la grasa mesentérica, que es la que se deposita rodeando los intestinos (Long, 2000).

En el cuadro No. 6 se presenta el porcentaje de grasa total del organismo según la deposición de grasa.

Cuadro No. 6. Porcentaje de la grasa total del organismo (excluyendo el marmoleado)

Deposición	Porcentaje de grasa
Grasa intermuscular	42%
Grasa subcutánea	30%
Grasa intra abdominal	14%
Grasa mesentérica	14%

Fuente: Long (2000).

Entre animales genéticamente similares, la mayor cantidad de alimento, de mejor calidad, determinará un mayor depósito graso en esos animales respecto a los otros. Hay también grandes diferencias en el engrasamiento total bajo el mismo sistema de alimentación, entre animales genéticamente diferentes. Variaciones en el depósito graso también se deben al sexo, entre ganado genéticamente similar, de la misma edad y tratamiento similar, las vaquillonas se engrasan más que los novillos, y éstos que los toros.

Para animales en iguales condiciones no hay grandes diferencias en el total de grasa depositada, sino variaciones en el porcentaje del total de grasa depositada en los cuatro depósitos mencionados. El ganado lechero generalmente deposita menos grasa subcutánea y muestra un mayor incremento de grasa mesentérica y grasa intra abdominal, mientras que las razas británicas poseen un mayor porcentaje del total de grasa corporal como grasa subcutánea (Long, 2000).

2.2.1. Espesor de grasa subcutánea

Las investigaciones se han centrado en establecer en el animal vivo, como en la canal, métodos para estimar la proporción de los tejidos adiposo, muscular y óseo. Diversos autores han logrado resultados halagadores mediante la disección parcial de la canal, y la aplicación de fórmulas específicas. Así, Hankins y Howe, citados por Araya et al. (1981), mediante disección de la 9ª, 10ª y 11ª costilla, establecieron los componentes de la canal.

Zinn et al., Preston y Willis, citados por Araya et al. (1981) recomiendan medir la grasa subcutánea como un método *"simple y confiable de la composición de la canal y lo que es más importante del rendimiento de carne comestible"*.

Preston y Willis, citados por Araya et al. (1981), informan que el aumento del tejido adiposo sobre el músculo *Longissimus dorsi* determina un menor porcentaje de nalga bovina, la cual a su vez está en correlación positiva con el rendimiento de carne magra.

El espesor de grasa subcutánea es la medida realizada sobre la sección transversal a nivel del 10° espacio intercostal, en forma perpendicular al borde externo de la grasa y en general a nivel de la cuarta parte del extremo distal del músculo *Longissimus-dorsi* respecto a la columna vertebral (más alejado de la apófisis espinosa de la vértebra correspondiente) (Robaina, 2002).

2.2.1.1. Métodos de medición de espesor de grasa subcutánea

La predicción confiable de la composición del animal vivo y de su canal es crítica para todos los segmentos de la cadena cárnica.

El beneficio de la correcta estimación de la composición corporal a nivel del productor se refleja en un mayor conocimiento del ganado, más allá del peso vivo o de faena, clasificando los animales en diferentes lotes de similar composición, permitiendo un uso más eficiente de la alimentación de los mismos y definiendo cual es el mercado más conveniente para su producto. A nivel de los frigoríficos, las ventajas radican en poder comprar productos que se ajusten a las demandas de sus compradores y que den un mayor rendimiento carnicero, no trasladando costos extras, como por ejemplo el exceso de grasa a otros sectores de la cadena.

Para que estas modificaciones en los distintos segmentos de la cadena cárnica prosperen, es necesario contar con un sistema de pagos o incentivos (diferenciación monetaria) que remuneren el mérito individual del animal y su canal, permitiendo al productor emprender los cambios pertinentes.

En la medida que la industria de la carne se mueva hacia esos conceptos, será imperante el uso de tecnologías o metodologías objetivas para la correcta estimación del animal.

Una de estas tecnologías es la ultrasonografía, la cual ha sido ampliamente utilizada en el área de selección genética, obteniendo información relevante para el desarrollo de los índices para las diferencias esperadas de la progenie (DEP) en el área de ojo de bife, grasa subcutánea y grado de marmóreo. Pero a la vez presenta un gran potencial para clasificar ganado en grupos de composición similar, siguiendo la

evolución de aquellas características durante el periodo de alimentación y para estimar el valor de las distintas canales.

Se han desarrollado diferentes métodos para la estimación de la composición del cuerpo y de la canal. Existen métodos directos (análisis químicos de la canal, *in vitro*), indirectos (tomografía computarizada, resonancia magnética) y doblemente indirectos (ultrasonografía y absorción infrarroja). Los métodos doblemente indirectos están basados en relaciones estadísticas entre parámetros medidos en el cuerpo y la información obtenida por la metodología en estudio (Brito et al., 2001).

La predicción de la calidad y el rendimiento se puede hacer de forma subjetiva (estimación por especialistas) u objetiva (con base en mediciones directas en las canales). Dentro de la metodología objetiva se han logrado grandes avances usando instrumentos destinados a estimar las características más significativas de la canal. La tecnología instrumental registra uno o más de los siguientes atributos: cantidad de grasa, cantidad de hueso y músculo. Algunas de las tecnologías más estudiadas a nivel internacional son el ultrasonido, la conductividad eléctrica y las imágenes en video. La ventaja principal de estos instrumentos es que ofrecen la posibilidad de obtener medidas de las canales sin la necesidad de interpretación subjetiva del hombre; sin embargo la principal desventaja se centra en la dificultad de manejo y aplicación. Por estas razones, es indispensable que los instrumentos de medición empleados tengan la capacidad de registrar medidas exactas, precisas y repetitivas de las características de la canal.

La investigación de técnicas de evaluación de canales debe enfocarse al desarrollo de equipos de fácil manejo, que se pueda emplear en los rastros sin interrumpir las líneas de sacrificio y que, además, proporcionen datos lo más exactos posibles de las canales que evalúan (López y Lozano, 1997).

La ultrasonografía ha sido utilizada en la industria cárnica como un método para determinar y conocer aspectos de la composición del cuerpo animal desde 1950 (Robaina, 2002).

El principio de la técnica de ultrasonido es la transmisión (pulso) de ondas sonoras de alta frecuencia que son propagadas a través del tejido biológico, las cuales proveen (eco) información sobre la composición y estructura del tejido. Cross y Whittaker, citados por López y Lozano (1997) señalaron que el método objetivo de evaluación de canales con ultrasonido tiene un uso muy ventajoso en la línea de sacrificio (de preferencia antes de la faena del animal). Una de sus grandes ventajas es

que puede aplicarse en animales vivos y en canales; además las mediciones son exactas y permiten predecir la textura final de la carne.

El equipo utilizado se compone principalmente de un transductor (sonda que se pone en contacto con el producto a evaluar) y una computadora que contiene un microprocesador, el cual ejecuta un programa, registra y analiza la información que se obtiene del tejido, y ofrece una imagen del tejido (sonograma) en pantalla.

Las técnicas que emplea el ultrasonido para determinar las mediciones en la evaluación de canales se pueden clasificar en dos tipos: aquellas que presentan una relación numérica del ultrasonido con la muestra y aquellas que forman imágenes relacionadas con las características de la muestra (estructura y composición). Las primeras son la velocidad, atenuación y reflexión de las ondas de ultrasonido, las cuales solo muestran un valor numérico que es interpretado como el valor que corresponde a las características de un componente o una interface entre componentes de una canal. El otro tipo de ultrasonido se encarga de formar imágenes relacionando algunas de las técnicas numéricas de ultrasonido como el pulso-eco la técnica A-mode, la técnica B-mode, el tiempo real o la elastografía (López y Lozano, 1997).

Los trabajos de investigación referentes al uso de la ultrasonografía para estimar características de la canal muestran que la misma tiene alta precisión para la predicción de la grasa subcutánea, baja a alta precisión para estimar área del ojo de bife y es baja a moderadamente precisa para grado de marmóreo (Busboom et al., citados por Brito et al., 2001).

En el cuadro No. 7 se presenta el rango de los coeficientes de correlación entre la medida tomada con ultrasonografía y la medición de las características de la canal pos faena.

Cuadro No. 7. Rango de los coeficientes de correlación para características de la canal

Características de la canal	Rango de coef. de correlación.
Grasa subcutánea	0.74 a 0.94
Área ojo de bife	0.20 a 0.95
Marmóreo	0.22 a 0.75

Fuente: Busboom et al., citados por Brito et al. (2001).

Las técnicas que emplea el ultrasonido para determinar las mediciones en evaluación de canales se pueden clasificar en dos tipos: aquellas que presentan una

relación numérica de ultrasonido con la muestra como la velocidad, atenuación y reflexión de las ondas de ultrasonido las cuales solo muestran un valor numérico que corresponde a las características de un componente o una interfase entre componentes de una canal.

En lo que respecta a la velocidad de ultrasonido evalúa la composición de la carne (músculo, grasa, hueso y agua) observándose principalmente densidad y rigidez de la muestra. Según Whittaker, citado por López y Lozano (1997) la velocidad de las ondas dentro de los tejidos es mayor en el hueso 4100 m/s., luego en músculo (1540-1640 m/s), le sigue el agua (1480 m/s), y finalmente la grasa (1450-1460 m/s).

La atenuación de las ondas de ultrasonido (el descenso en la fuerza de la onda de ultrasonido cuando pasa a través del tejido) evalúa la estructura microscópica de la carne (marmoleo, disposición de fibras musculares).

La reflexión de las ondas de ultrasonido evalúa la estructura macroscópica de la carne, talla y conformación del objeto de estudio (López y Lozano, 1997).

Otro tipo de técnicas son aquellas que forman imágenes relacionadas con la característica de la muestra (estructura y composición). Se basan en la aplicación de ondas de alta frecuencia en una zona anatómica determinada; las ondas rebotan y el equipo convierte las señales sonoras en una imagen. Mediante un software especial, se analizan las imágenes y se obtiene la medida del espesor de la grasa subcutánea, el marmóreo, y el área de ojo de bife (Robaina, 2002).

Este tipo de ultrasonido se encarga de formar imágenes relacionando algunas de las técnicas numéricas de ultrasonido como el pulso eco, la técnica “A mode”, la técnica “B mode”, el tiempo real o la elastografía.

La técnica de ultrasonido pulso eco, se trata de ondas de sonido de alta frecuencia que son propagadas a través de tejidos; en una imagen (ecograma) se proyectan la refracción y la reflexión de cada una de las intersecciones entre sustancias de distinta densidad acústica. Este método ha sido usado para determinar ciertos parámetros de evaluación de las canales de cerdos; por ejemplo espesor de grasa subcutánea y en canales de bovinos (López y Lozano, 1997).

La técnica “A mode” muestra la amplitud de onda y la representa en una simple dimensión, inicialmente se utilizó en la predicción de la composición y la degustación.

Sin embargo, también se emplea para conocer la relación entre estructuras que componen el tejido (grasa, músculo y hueso), tomando como base las longitudes que alcanza la amplitud de la onda en las interfaces de tejido. Con respecto a la composición, Mc Laren et al., citados por López y Lozano (1997), realizaron un estudio en el cual se encontró que usando la máquina de A-modo se subestimaban las medidas de grasa de cobertura.

La técnica “B mode” es una técnica que trabaja con la velocidad de la imagen. En ésta, la amplitud de las ondas de ultrasonido forma puntos de diferente luminosidad o brillantez en una pantalla. El procesamiento de los datos resulta en una imagen compuesta de elementos individuales (píxeles) con diferentes niveles de color gris. La evaluación de los datos proporcionados por los píxeles puede predecir la composición del tejido. Según Mc Laren et al., citados por López y Lozano (1997), existen correlaciones elevadas entre la medida ultrasónica de la grasa de cobertura, identificada mediante el “B mode”, y las medidas reales en la canal.

La técnica de Tiempo Real emplea señales ultrasónicas digitalizadas que permiten obtener la imagen del tejido. La mayor parte de los estudios realizados en esta técnica se enfocan en observar el tejido vivo.

La elastografía es un método usado para observar las propiedades elásticas de los tejidos. Este tipo de medición puede ser correlacionada con la terneza, pues dependiendo de la composición de la muestra (por ejemplo más o menos colágeno) la elasticidad cambia (López y Lozano, 1997).

La técnica de ultrasonido tiene varias ventajas, por ejemplo, puede ser usada en animales vivos, puede producir con exactitud las características relacionadas con la calidad sensorial y el rendimiento, no presenta riesgo de salud, puede ofrecer información sobre el grado y la clasificación de las canales. Por último es un instrumento de relativo bajo costo.

A su vez la técnica de ultrasonido tiene algunas limitaciones debido a que su uso depende de la exactitud de las relaciones que existen entre las pequeñas secciones del cuerpo del animal y en la composición de la canal; por ejemplo, la inexactitud en mediciones de grasa se debe a que la grasa no es muy densa, esto se presenta cuando la grasa de cobertura de los animales es de poco grosor. Otra desventaja es que el personal dedicado al manejo del equipo debe ser capacitado para un adecuado uso y una buena interpretación de los datos obtenidos (López y Lozano, 1997).

La exactitud y repetitividad de las mediciones son altamente dependientes del técnico responsable de la medición y del nivel de experiencia que éste posee. Por lo tanto, las mediciones de ultrasonografía pueden ser consideradas fuentes de información confiables para la determinación de características de la canal, si el técnico posee la suficiente capacidad y experiencia para registrarlas correctamente.

Las principales deficiencias en la exactitud y repetitividad están relacionadas a: variación de los animales, cambios a nivel de los tejidos (músculo y grasa) después de la faena, la correcta interpretación de las imágenes, conocimiento en el manejo del equipo y la toma de mediciones, nivel de entrenamiento y experiencia del técnico y exactitud de los equipos y software (Brito et al., 2001).

Además de las técnicas de ultrasonido, existen otras técnicas para evaluar los componentes de la canal, éstas son: análisis de la imagen de video (VIA), sonda de grado hennessy (HGP), conductividad eléctrica del cuerpo (ToBEC), tomografía axial computarizada (CAT), interacción infrarroja, gravedad específica (GE), dilución, impedancia bioeléctrica.

El análisis de la imagen de video (VIA), consiste en la toma de una fotografía de alta resolución de la canal o de una sección de ésta, con una cámara digitalizada que contiene un microprocesador programado para interpretar la fotografía.

El uso de la tecnología sonda de grado hennessy (HPG) provee la oportunidad de incluir una medición más a una ecuación de predicción de rendimiento. El equipo cuenta con una computadora para registrar y analizar los datos de la evaluación de tejido; el registro de datos se realiza con una sonda de 46 cm de largo, 7,5 cm de diámetro. Este instrumento mide el tejido depositado, basándose en las diferencias de reflexión de la luz entre el músculo y la grasa, utilizando el espectro de la luz visible.

La conductividad electrónica total del cuerpo (ToBEC) se basa en mediciones confiables, pero ello depende de la posición existente en cada canal, además de tener en cuenta la temperatura del producto que se mide. Para la medición de la conductividad eléctrica se utiliza un instrumento llamado EMME ("Electronic Meat Measuring Equipment"). Éste equipo es una sonda electromagnética, una canal está compuesta de masas conductivas y no conductivas. El tejido muscular es un buen conductor, por el agua y la concentración de electrolitos que contiene. En cambio el hueso y la grasa poseen pocas propiedades conductivas por lo que generalmente son ignorados. El ToBEC mide la cantidad de tejido muscular en una canal o corte.

La tomografía axial computarizada (CAT) ha sido utilizada para predecir la composición de los animales vivos y de la canal. Esta técnica hace uso de los rayos X por lo que una de sus grandes desventajas es que causa una irradiación a altos niveles en los animales, provocando problemas de salud.

La técnica de interacción infrarroja determina el peso del cuerpo, la masa libre de grasa, el magro total del cuerpo y la grasa total, basándose en los principios de la absorción de luz, reflexión y espectroscopía de cercano-infrarrojo. Como ventajas principales, esta técnica es segura, no interviene físicamente con el tejido, es rápida, fácil de usar, y hace buenas predicciones de la grasa total. Como desventaja es un poco inexacto para determinar la composición corporal y tiene una dudosa precisión.

La gravedad específica (GE) de una canal es el resultado de la densidad de sus componentes; la GE de la grasa es considerablemente más baja que la del músculo y hueso por lo que cuanto mayor cantidad de grasa en la canal, más baja será la GE. Las ventajas son que es simple y fácil de manejar, no hay pérdida del valor de la canal, la medida puede tomarse en pequeños grupos de ganado, además la GE no parece tan influida por el peso de la canal. Como desventaja este recurso no es muy preciso para predecir la composición de canales individuales y se corre el riesgo de contaminación cruzada entre las canales.

Con la técnica de dilución, teóricamente es posible la evaluación de la medición de peso de lípidos y agua presente en el cuerpo, no obstante, en la práctica sólo el peso total del cuerpo y el agua pueden ser medidos en vivo. La mayoría de este tipo de prácticas no son posibles de implementar bajo condiciones comerciales.

La impedancia bioeléctrica es un método seguro, barato, confiable para determinar la composición de canales de animales de abasto. La corriente alterna es transmitida desde los electrodos externos a los internos, midiendo así la cantidad de resistencia que el tejido opone al paso de la corriente. Cuanto más grasa y hueso haya, más resistencia a la corriente habrá (López y Lozano, 1997).

2.3. CORRELACIÓN ENTRE LA CONDICIÓN CORPORAL, PESO VIVO Y ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA EN VACAS DE CRÍA

Se encontraron pocos trabajos enfocados en la relación existente entre la condición corporal y el espesor de grasa subcutánea.

Entre ellos, un experimento de INTA (Argentina), cuyo objetivo fue cuantificar la relación entre la condición corporal (CC), espesor de grasa subcutánea (EDAS) y el

peso vivo (PV) en vientres de cría. El trabajo consistió en evaluar vientres Aberdeen Angus (A), Hereford (H), Criollos (C), cruza Aberdeen Angus - Hereford y Hereford - Aberdeen Angus en servicio con toros A, H, C y Limousin, para producir terneros puros y cruza.

El experimento se extendió durante un ciclo productivo, comenzando en el destete de otoño del año 2000, hasta el destete del otoño del año 2001. Dentro de ese ciclo productivo se seleccionaron 6 momentos: destete 1, pre-parto 1, pre-parto 2, pre-servicio, servicio y destete 2.

Las variables analizadas en el experimento sobre cada vientre y en cada momento fueron peso vivo (corregido por el grado de avance en la gestación), EDASD sobre el músculo *Longissimus dorsi* (en el intervalo entre la 12da-13ra vértebras dorsales), EDASL sobre el músculo *Gluteus médium*, en el punto aproximadamente equidistante entre las tuberosidades coxal e isquiática, CC (asignada en base a una escala de 9 puntos, 1 muy flaca y 9 muy gorda) efectuada por un observador.

Para cada fecha evaluada se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson entre el peso vivo, el EDASD y el EDASL. Para relacionar la condición corporal con el peso vivo, el EDASD y el EDASL se empleó el test de Spearman.

Los resultados (presentados en el cuadro No. 8) mostraron que el peso vivo presenta una asociación significativa aunque de baja magnitud con las demás variables en todos los momentos estudiados, salvo en el pre-parto 2. Las mediciones del EDAS (EDASD y EDASL) estuvieron fuertemente asociadas entre sí, variando de 0,45 en el pre-servicio a 0,82 en el destete 2. Si bien la condición corporal se correlacionó con las tres variables, la relación más estrecha fue con el EDAS, con valores de 0,30 a 0,59.

Cuadro No. 8. Coeficientes de correlación entre el PV, el EDASD, el EDASL y la CC en los seis momentos

	Destete 1	Pre - parto 1	Pre - parto 2	Pre- servicio	Servicio	Destete 2
PV EDASD	0,31*	0,25*	0,17*	0,14*	0,20*	0,38*
PV EDASL	0,35*	0,30*	0,33*	0,14*	0,27*	0,42*
EDASD - DASL	0,65*	0,73*	0,76*	0,45*	0,63*	0,82*
CC-PV	0,38*	0,23*	0,1NS	0,13*	0,27*	0,35*
CC- EDASD	0,59*	0,49*	0,39*	0,30*	0,40*	0,46*
CC- EDASL	0,50*	0,41*	0,43*	0,31*	0,32*	0,48*

NS: no significativo ($p > 0,05$) *: significativo ($p < 0,05$)

Fuente: Reimonte et al. (2002).

Como conclusión la condición corporal cuantificó en mejor medida que el peso vivo, el nivel de grasa subcutánea en los vientres. Sin embargo, su empleo debe ser tomado con precaución dado los bajos valores de correlación con las determinaciones ecográficas (Reimonte et al., 2002).

Otro trabajo encontrado es un experimento en Cebú, el cual consiste en determinar la relación entre el peso corporal (PC), la condición corporal (CC) y el espesor de grasa de cadera (EGC) medido por ecografía y evaluar la relación entre CC y EGC, mostrándose en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 9. Correlaciones de Pearson entre la condición corporal (CC), el peso corporal (PC) y el espesor de grasa de cadera (EGC), en vacas Cebú evaluadas en diferentes estados reproductivos

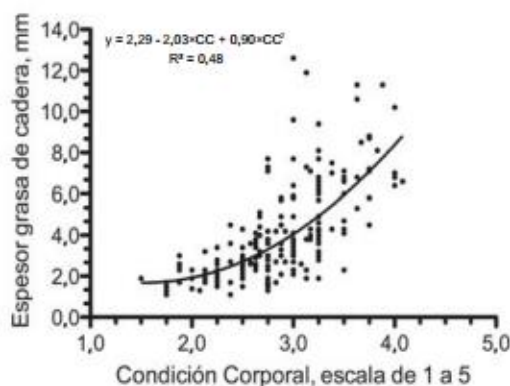
Correlación	Vacías	Primer tercio de gestación	Segundo tercio de gestación	Tercer tercio de gestación	Todas las categorías
CC* y PC	0,56 P<0,01	0,46 P=0,01	0,36 P<0,05	0,48 P<0,05	0,59 P<0,01
CC y EGC	0,77 P<0,01	0,69 P<0,01	0,52 P<0,01	0,45 P<0,05	0,68 P<0,01
PC y EGC	0,42 P<0,01	0,25 P>0,05	0,08 P>0,05	-0,06 P>0,05	0,32 P<0,01

Fuente: Correa-Orozco et al. (2013).

En el análisis de correlación para todas las categorías se observó relación intermedia de la condición corporal con el peso corporal y espesor de grasa de cadera y una relación baja entre el peso corporal y el espesor de grasa de cadera. La baja correlación entre el peso corporal y el espesor de grasa de cadera podría explicarse porque el peso corporal incluye el contenido gastrointestinal, el cual a su vez es influenciado por el consumo de materia seca y por el tiempo desde la última alimentación.

A continuación se presenta la figura No. 4, se muestra el diagrama de dispersión de CC y espesor de grasa subcutánea en Cebú con diferentes estados reproductivos.

Figura No. 4. Diagrama de dispersión de CC y espesor de grasa subcutánea en Cebú con diferentes estados reproductivos



Fuente: Correa-Orozco et al. (2013).

En el análisis de regresión lineal y cuadrática que incluyó todos los datos (figura No. 1), se observa una correlación intermedia de la CC con el EGC (0,48)

En este mismo análisis por estado reproductivo, sólo en las vacas vacías el coeficiente de determinación entre la CC y el EGC fue significativo.

Lo anterior indica que, en las condiciones del presente estudio, la CC solo puede predecir de forma adecuada el EGC en las vacas no gestantes (Correa-Orozco et al., 2013).

La hipótesis es que existe una correlación positiva y alta en vacas de cría Hereford entre la condición corporal estimada por apreciación visual y el espesor de grasa subcutánea medido a nivel del punto p8.

Tanto en las variables condición corporal como espesor de grasa subcutánea se detecta variabilidad suficiente como para tomar registros a nivel de campo que permitan en un futuro estimar la heredabilidad de estas características.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

El presente trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” de la Facultad de Agronomía, Paysandú, siendo realizados los registros de campo en el período comprendido entre el 20 de junio y el 7 de noviembre del 2014.

El ganado utilizado para el experimento fueron 164 vacas de cría de la raza Hereford de diferentes categorías correspondientes al rodeo de cría de la EEMAC. El rodeo estuvo alimentado en pastoreo de campo natural durante todo el periodo de experimentación.

Se utilizó para la realización de la tesis, un ecógrafo portátil.

En la figura No. 5 se presenta una imagen de las determinaciones realizadas a nivel de campo.

Figura No. 5. Imágenes de mangas y tubo



3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. Trabajo de campo

El trabajo fue realizado en tres etapas, la primera ocurrió el 20/6/2014, la segunda medida fue 9/7/2014 y la última fue realizada el 7/11/2014, en las que se midieron 50 vacas en las dos primeras etapas, y 64 en la última, con una duración aproximada de cuatro horas de trabajo cada una.

En las tres oportunidades la metodología utilizada fue la misma, las vacas fueron encerradas en los corrales del predio, para posteriormente realizar las mediciones correspondientes a cada vaca. Cada una fue sometida a dos instancias de trabajo (medición de espesor de grasa subcutánea y condición corporal).

En la primera, cada vaca fue encepada con el objetivo de inmovilizar la misma para no tener inconvenientes en la medición. A cada vaca en la región en donde se realizó la medida de ultrasonido fue previamente rasurada con máquina eléctrica y manual. Para facilitar la visualización de la imagen fue utilizado gel conductor. Previo a cada medida de ultrasonido se corroboraba que el animal estuviese parado en forma correcta de forma tal que la cadera se encontrara derecha, en una posición normal para el animal. El gel, ayuda a que la sonda haga contacto en forma segura con el cuerpo y elimine bolsas de aire entre la sonda y el cuero que pueden obstruir el paso de las ondas sonoras hacia su cuerpo. La sonda con el gel se coloca en el cuero del animal y se mueve hacia adelante y hacia atrás por la zona de la cadera hasta capturar las imágenes deseadas.

Dicha imagen era reproducida en un monitor en donde se indicaba el espesor en milímetros del tejido que se mediría (en este caso la grasa), de esa manera se obtuvieron los datos de espesor de grasa subcutánea de cada vaca.

En la segunda instancia de trabajo cada vaca fue liberada al campo, y al salir un integrante del grupo (entrenado) se encargaba de registrar la condición corporal de la misma por apreciación visual. Para esta calificación se tomó en cuenta la escala de condición corporal validada en Uruguay para la raza Hereford (Vizcarra, citado por Scaglia, 1997).

3.2.2. Procesamiento y análisis estadísticos

Los datos de espesor de grasa subcutánea estimados por el ecógrafo utilizado, y la medición subjetiva de la condición corporal de cada vaca fueron ingresados en una planilla con el correspondiente número de caravana de cada vaca.

Fueron estimadas las correlaciones de Spearman entre ambas medidas (apreciación visual y ultrasonido) en cada uno de los tres momentos de medición, así como en el total de datos.

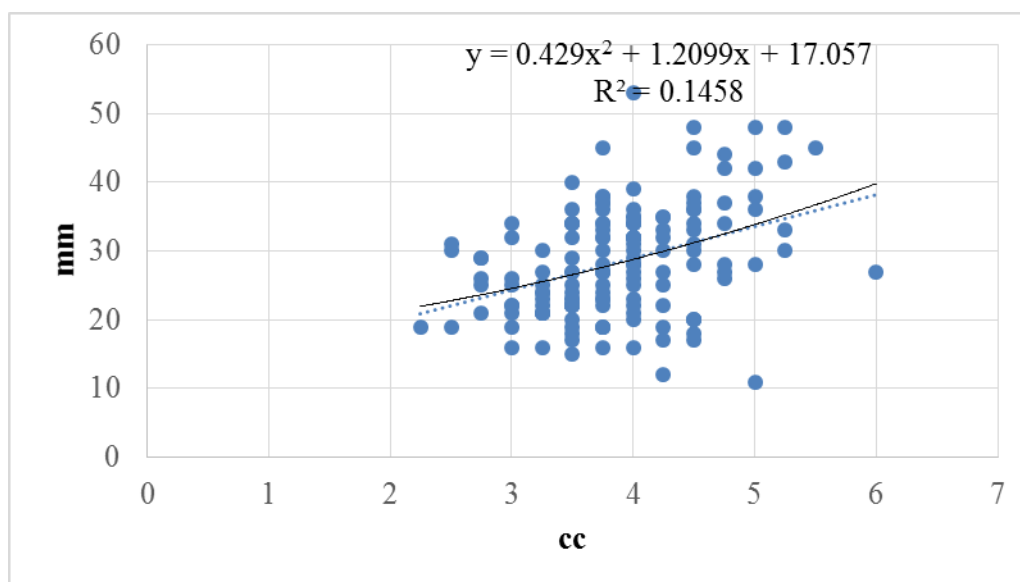
Por otro lado, el total de datos fue estratificado por condición corporal, siendo los estratos: de 2-3, de 3-4, de 4-5 y de 5-6 y las regresiones de 0.0014, 0.1368, 0.0904, 0.4443 respectivamente.

Los análisis de regresión y correlación se realizaron en el programa SAS (SAS, 2009) mediante los procedimientos REG y CORR, respectivamente.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos del análisis de la regresión, donde se estudió la relación entre la condición corporal (eje X) y el espesor de grasa subcutánea en milímetros (eje Y).

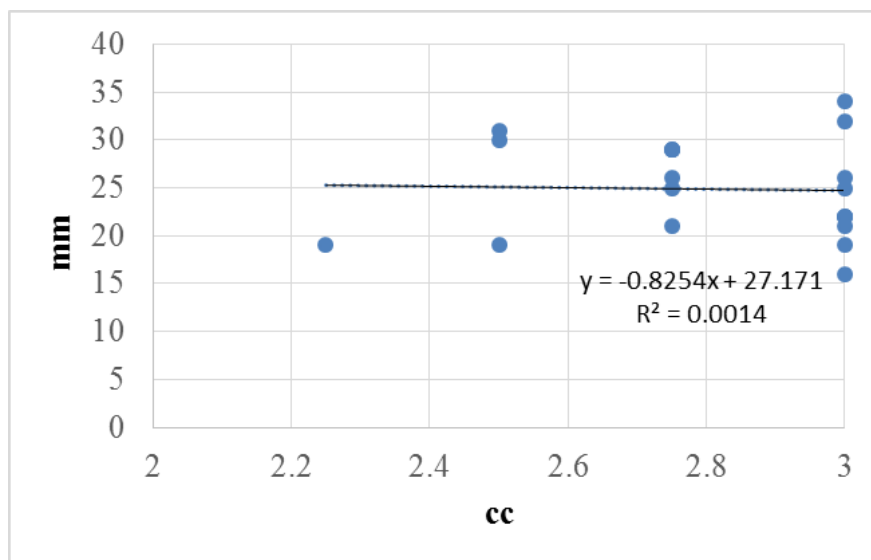
Figura No. 6. Regresión entre condición corporal por apreciación visual y espesor de grasa subcutánea medida en la zona de la cadera (p8)



Como se puede observar en el gráfico los resultados expresan en primera instancia que a pesar de que existe cierta relación entre la condición corporal y espesor de grasa subcutánea, la misma resultó con un bajo coeficiente de determinación ($r^2 = 0.14$), siendo una función cuadrática la que mejor describió la relación entre las dos variables. Si bien se esperaba una regresión alta en la medida que aumentara la condición corporal, se observa que esto no ocurrió, ya que por ejemplo condiciones corporales altas presentan valores bajos de espesor de grasa subcutánea y viceversa. A su vez, condiciones corporales mayores, entre 4 y 5 presentaron mayor variabilidad en espesor de grasa subcutánea que condiciones corporales inferiores como 2 y 3.

A modo de ilustrar más detalladamente, se muestra a continuación un gráfico similar al anterior (figura No. 6), pero en este caso dividido por rangos de condición corporal.

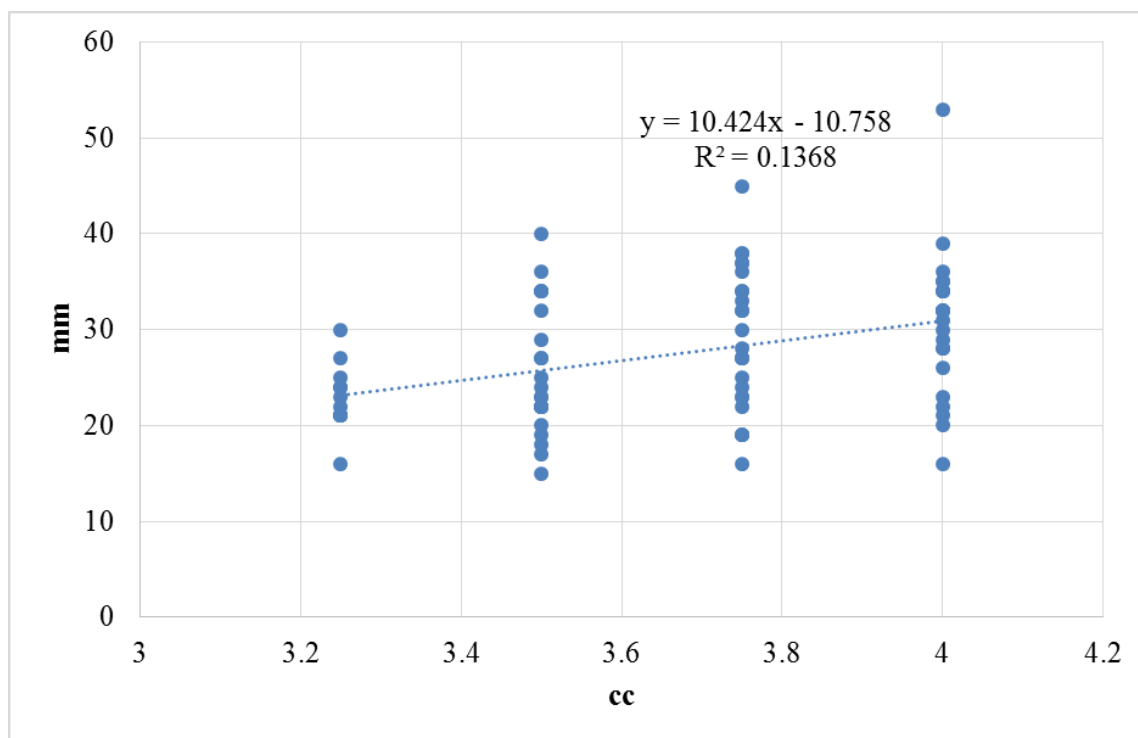
Figura No. 7. Regresión en el rango de condición corporal de 2 a 3 por apreciación visual y espesor de grasa subcutánea medida en la zona p8



En esta figura se puede observar que dentro del rango de condición corporal analizado, en las variables estudiadas no se aprecia relación alguna, presentando además un valor de regresión bajo (0.0014).

En la figura No. 8 se presenta la relación entre el espesor de grasa subcutánea y la condición corporal medida por apreciación visual, dentro del rango de condición de 3 a 4.

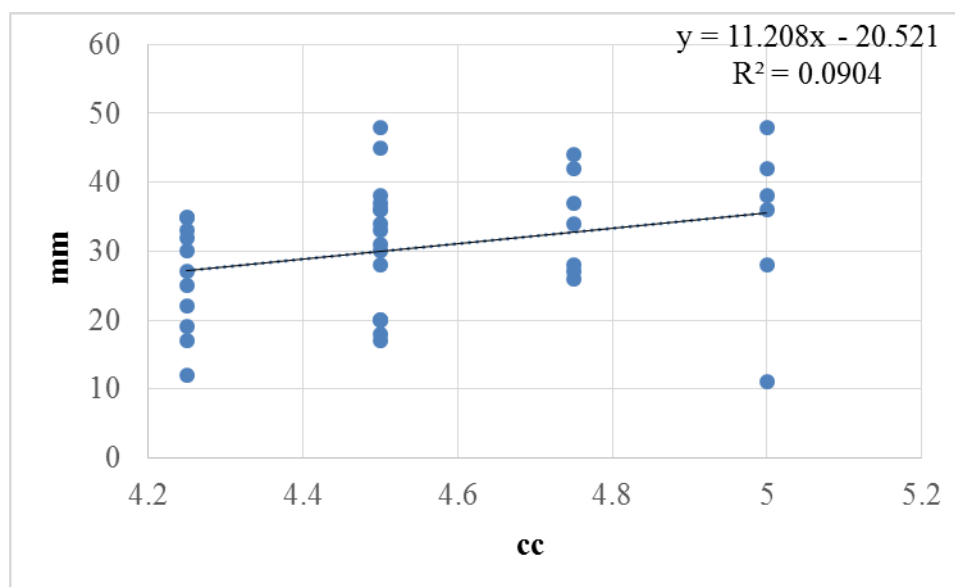
Figura No. 8. Regresión en el rango de condición corporal de 3 a 4 por apreciación visual y espesor de grasa subcutánea medida en la zona p8



A diferencia del gráfico anterior (No. 7), en éste se puede observar que existe una relación positiva entre ambas variables, obteniéndose un valor de regresión mayor (0.13).

En la figura No. 9 se presenta la relación entre el espesor de grasa subcutánea y la condición corporal medida por apreciación visual, dentro del rango de condición de 4 a 5.

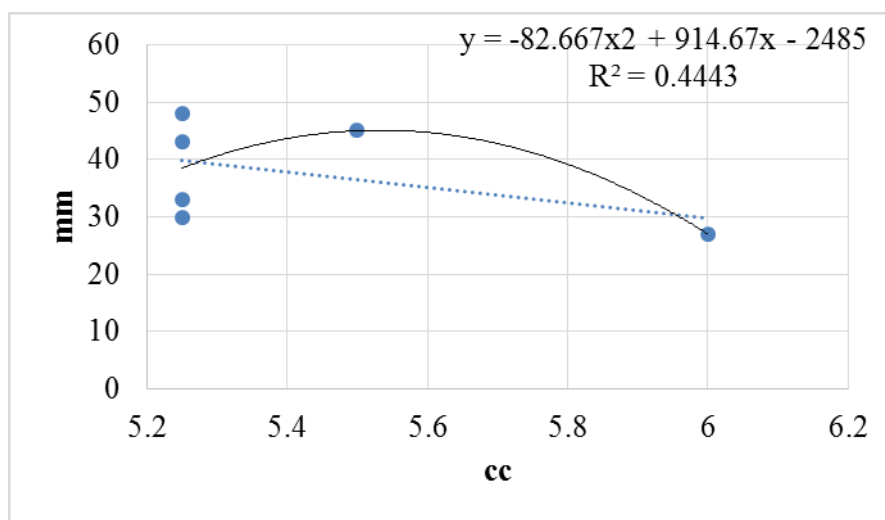
Figura No. 9. Regresión en el rango de condición corporal de 4 a 5 por apreciación visual y espesor de grasa subcutánea medida en la zona p8



Al igual que la figura anterior (No. 8.), dentro del rango de condición corporal de 4 a 5, se observa una relación positiva entre las variables estudiadas, aunque con un valor de regresión inferior (0.0904).

En la figura No. 10 se presenta la relación entre el espesor de grasa subcutánea y la condición corporal medida por apreciación visual, dentro del rango de condición de 5 a 6.

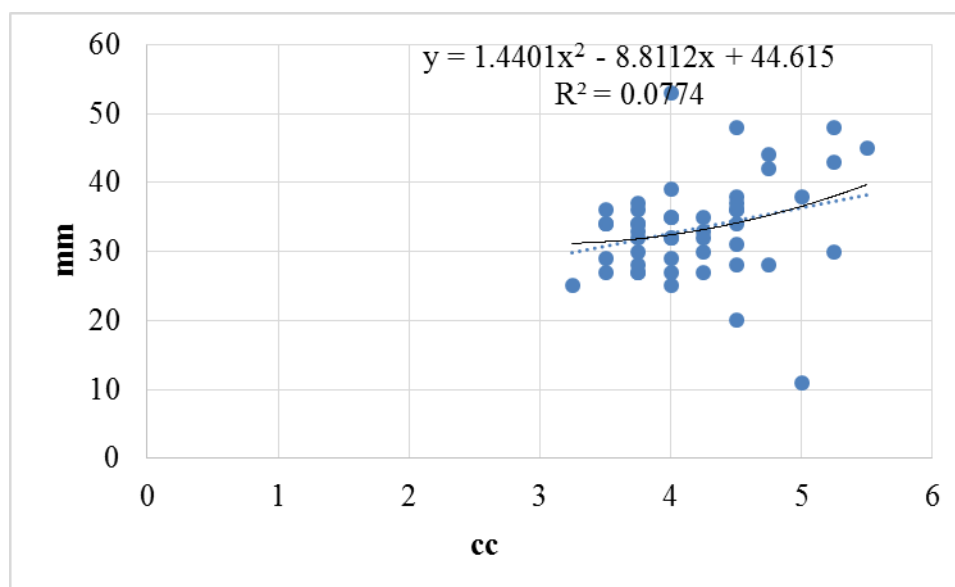
Figura No. 10. Regresión en el rango de condición corporal de 5 a 6 por apreciación visual y espesor de grasa subcutánea medida en la zona p8



En este último gráfico si bien se observa una tendencia negativa, no es representativo ya que la cantidad de animales dentro de ese rango es baja respecto al total de animales analizados (3,65%).

En la figura No. 11 se intenta demostrar lo mencionado anteriormente desde otra perspectiva, ya que en este caso se analizó la regresión según fecha de medición en lugar de por rango de condición corporal.

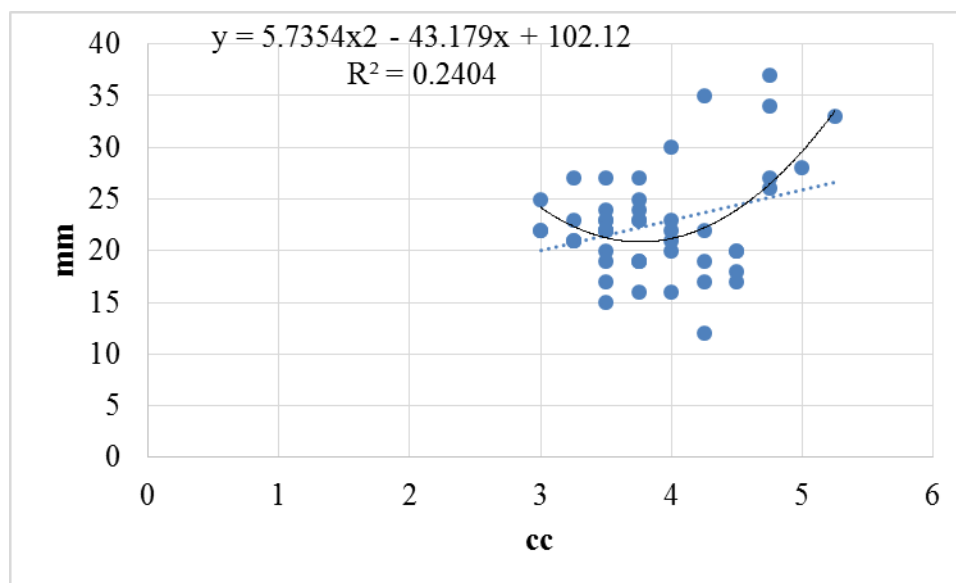
Figura No. 11. Regresión entre condición corporal por apreciación visual y espesor de grasa subcutánea de la primer medida realizada el 20/6/2014



Se puede observar en este gráfico, que existe cierta relación entre ambas variables, aunque el valor de regresión obtenido resulta bajo (0.077).

En la figura No. 12, se presenta la relación entre el espesor de grasa subcutánea y la condición corporal por apreciación visual de los animales analizados el día 9/7/2014.

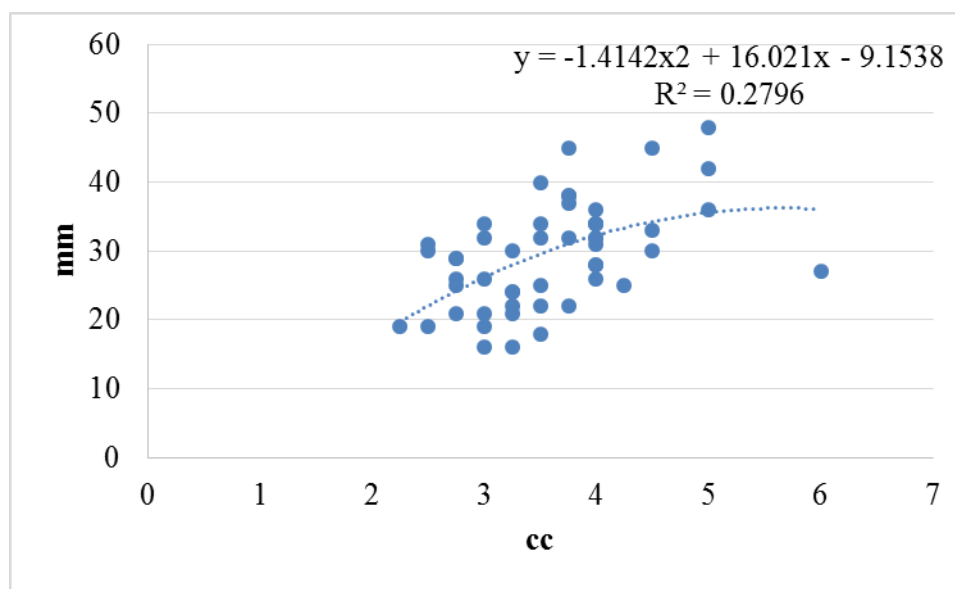
Figura No. 12. Regresión entre condición corporal por apreciación visual y espesor de grasa subcutánea de la segunda medida realizada el 9/7/2014



A diferencia de la figura anterior (No. 11), en este gráfico se observa además de una relación positiva entre las variables analizadas, un valor mayor de regresión (0.24).

En la figura No. 13, se presenta la relación entre el espesor de grasa subcutánea y la condición corporal por apreciación visual de los animales analizados el día 7/11/2014.

Figura No. 13. Regresión entre condición corporal por apreciación visual y espesor de grasa subcutánea de la tercer medida realizada el 7/11/2014



En la última medición realizada, también se observa una relación positiva entre ambas variables, con un valor de regresión superior a las otras dos medidas (0,2796).

Al igual que en el análisis de los gráficos divididos por rango de condición corporal, la función que mejor explicó la relación entre estas dos variables es de tipo cuadrático.

Estos tres gráficos vistos desde otra perspectiva, no hacen más que confirmar lo anteriormente analizado de que no existe una alta asociación entre la condición corporal y el espesor de grasa subcutánea al mismo tiempo que se mantiene una alta variabilidad dentro de cada condición corporal.

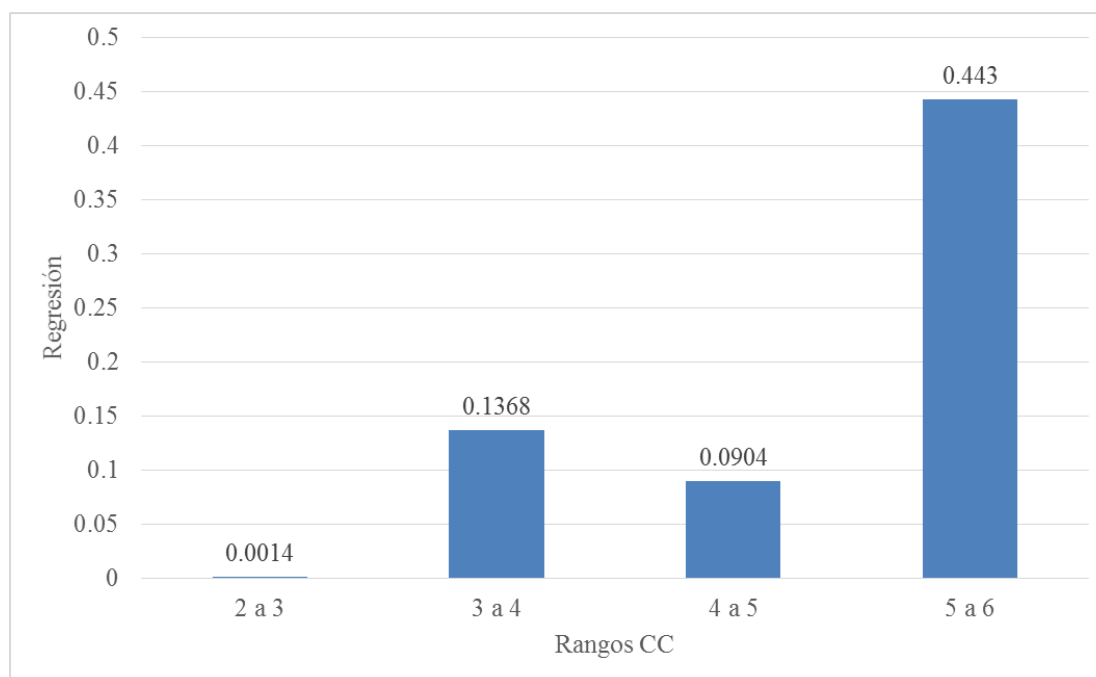
En las tres mediciones realizadas, las relaciones entre la condición corporal por apreciación visual y el espesor de grasa subcutánea fueron bajas ($r^2 = 0.077$, 0.2414 y 0.2796 respectivamente), mostrando que, la primera difiere de las siguientes. Esto podría haber ocurrido si en la segunda y tercer medida se hubieran repetido animales (ya que los valores de regresión son similares), sin embargo esto no fue así ya que mediante la verificación de los datos se observó que no existió repetición de animales entre la segunda y tercer medida. A su vez en la primer medida los animales seleccionados del

lote pueden haber sido de características muy diferentes a los seleccionados en las otras dos (por ejemplo mayor proporción de vaquillonas que de vacas), ya que estos fueron seleccionados al azar.

En los diferentes rangos de condición corporal se puede observar que las regresiones obtenidas fueron bajas (con coeficientes de determinación $r^2 = 0.0014$, 0.13 y 0.09 , respectivamente), a excepción de la obtenida en el rango de condición corporal de 5-6, la cual si bien muestra una tendencia negativa, no es representativa debido a la baja cantidad de animales analizados dentro de este rango (3,6% con respecto al total de animales). En el primer caso de vacas con condición corporal entre 2-3 no se puede observar ninguna tendencia ya que los resultados obtenidos son muy variables indicando que en este rango no existe correlación. Sin embargo en los siguientes rangos evaluados se muestra una tendencia más marcada en donde se aprecia que en la medida que aumenta la condición corporal el espesor de grasa subcutánea también aumenta aunque no en forma proporcional, para el caso de los rangos entre 3-4 y 4-5. Además se puede apreciar la gran variabilidad en el espesor de grasa subcutánea dentro de cada punto de condición corporal, ya que condiciones corporales bajas (por ejemplo CC=3) muestran valores de espesor de grasa subcutánea altos y bajos (por ejemplo: 35mm y 15mm), al igual de lo que ocurre en condiciones corporales altas como por ejemplo en el caso de animales con condición corporal 5 (figura No. 9). Esta gran variabilidad repercute en los valores de regresión obtenidos.

La figura No. 14, representa los valores de regresión que se obtuvieron para cada rango de condición corporal.

Figura No. 14. Evolución de la regresión según diferentes rangos de condición corporal.



En la figura No. 14 se puede observar la evolución de las correlaciones en los distintos rangos de condición corporal. Se evidencia que si bien hay un descenso de la correlación del rango de 3-4 a 4-5, este descenso no influye en la tendencia positiva que se marca desde el rango de 2-3.

Más allá de las diferencias encontradas en las tres mediciones, el valor promedio de correlación entre la condición corporal por apreciación visual y el espesor de grasa subcutánea es de 0,38. Este valor resulta demasiado bajo, no coincidiendo con lo publicado por Reimonte et al. (2002), quienes trabajando en un experimento realizado en el INTA (Balcarce), de un año de duración (entre 2000-2001), con vacas de diferentes razas (Hereford, Aberdeen Angus, sus cruas y Criollos) y diferentes estados reproductivos (destete 1, pre-parto 1, pre-parto 2, pre-servicio, servicio y destete 2) observaron una relación entre estas variables con valores de 0,30 a 0,59. Los autores concluyen que la CC cuantifica en mejor medida que el PV el nivel de grasa subcutánea en los vientres. Sin embargo su empleo debe ser tomado con precaución dado los bajos valores de correlación con las determinaciones ecográficas.

Otro experimento similar fue realizado por Correa-Orozco et al. (2013), entre los meses de setiembre-noviembre 2011, en la localidad de Quindío (Colombia); con 92 vacas de razas Cebuinas (con un promedio 7,9 años de edad), en diferentes estados reproductivos (vacías, 1er tercio de gestación, 2do tercio de gestación y 3er tercio de gestación). También se determinó entre otras variables, la relación entre la condición corporal por apreciación visual (CC) y el espesor de grasa subcutánea medido por ecografía evaluada cada 30 días en 3 oportunidades. Los resultados obtenidos en este experimento estuvieron comprendidos entre 0,45 y 0,77 según el estado reproductivo, siendo mayor en vacas vacías y disminuyendo conforme avanza la gestación. Resultados similares a los obtenidos por Reimonte et al. (2002).

Esta similitud en los valores obtenidos por ambos autores, a pesar de que no se utilizaron las mismas razas, puede deberse principalmente a que la medida se realizó en ambos casos en el intervalo comprendido entre la 12da-13era vértebra dorsal. En forma diferente, en este trabajo, se tomó como referencia para medir el espesor de grasa subcutánea al punto P8 ya que según Schröder y Staufenbiel (2006) es la mejor zona para realizar la medida de espesor de grasa subcutánea a través de ultrasonido, lo que puede haber provocado esta diferencia en la relación entre ambas variables. Otra causa de las diferencias encontradas puede estar dada por el estado reproductivo en que se encuentran las vacas al realizar la medición, en este trabajo fueron solo vacas vacías, sin embargo en los otros dos experimentos mencionados, se utilizaron vacas en diferentes estados reproductivos como se describió anteriormente. Si bien ésta podría ser una causa, no es del todo clara, ya que en el trabajo realizado por Correa-Orozco et al. (2013), se presentan valores de correlación de 0,77 en vacas vacías a diferencia de lo que ocurre en este trabajo, en el cual se obtienen valores en vacas en ese estado reproductivo de 0,38.

La velocidad de crecimiento de un animal depende fundamentalmente, de la edad, del peso adulto y del sexo. Por lo tanto otro de los factores que puede estar influenciando los resultados obtenidos es la edad promedio del lote de animales estudiados, la cual es alta ya que se trata del refugio del rodeo. A medida que el animal crece se transforma, y sus proporciones se modifican, así como su conformación interior y exterior. Hammond, citado por Bavera et al. (2005b), estableció que los diferentes órganos y tejidos del animal no tienen todos la misma velocidad de crecimiento en un momento dado, cada uno va adquiriendo una velocidad de crecimiento característica según la edad, en un orden definido. El orden en que los distintos tejidos alcanzan su máxima velocidad es: nervioso, óseo, muscular y graso. Durante este crecimiento siempre existe alguna acumulación de grasa que va siendo cada vez mayor según se

aproxima la madurez, y a partir de este punto a medida que el animal envejece, disminuye la proporción de hueso y de músculo y hay un incremento en la proporción de grasa. Bavera et al. (2005b). Por lo tanto en este trabajo al utilizar vacas viejas que ya han llegado a la madurez, las cuales han perdido peso durante cada invierno a lo largo de su vida, estas pérdidas además de grasa incluyen músculo, el cual el animal no es capaz de reponer a partir de que alcanzó la madurez por tanto cuando la vaca vuelve a ganar peso lo hace a través de la deposición de tejido adiposo. Esto significa que en realidad el espesor de grasa subcutánea no necesariamente refleja la condición corporal en vacas viejas, lo que por otro lado se contradice con lo obtenido por Correa-Orozco et al. (2013) en vacas adultas, vacías, en razas Cebuinas, donde los resultados de correlación fueron altos ($r^2=0,77$).

En base a los resultados obtenidos en este trabajo y a los diferentes experimentos de la bibliografía consultada, para seguir estudiando la existencia de la correlación entre la condición corporal por apreciación visual (CC) y el espesor de grasa subcutánea (mm) de un modo más preciso, se podría hacer énfasis en diversos factores. Las alternativas que se pueden plantear con este objetivo serían:

- Realizar el mismo experimento en un rodeo en el cual el número de animales dentro de cada rango sea suficiente para que sea más representativo (no como lo ocurrido en el rango de condición corporal de 5-6 en este trabajo), aumentando el número de repeticiones.
- Utilizar un lote de animales con menor edad promedio y en diferentes estados fisiológicos.
- Analizar el impacto que puede tener el efecto racial sobre estas variables.
- Agregar la zona de medición del espesor de grasa subcutánea al intervalo comprendido entre la 12da-13era vértebra dorsal.

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de la presente investigación se puede concluir que, a pesar de que existe cierta relación entre la condición corporal por apreciación visual y espesor de grasa subcutánea mostrado en diversos trabajos, en este estudio los resultados obtenidos tanto desde el punto de vista de las medidas realizadas en diferentes fechas, como en base a los diferentes rangos de condición corporal demuestran una correlación media-baja ($r^2=0,38$), al mismo tiempo que se presenta una gran variabilidad en el espesor de grasa subcutánea dentro de cada punto de condición corporal analizado.

Los resultados obtenidos no deben tomarse como determinantes ya que se encontraron muy pocos experimentos que correlacionen estas variables y a su vez los encontrados difieren en diversos aspectos, entre ellos la zona de medición del espesor de grasa subcutánea por lo cual esto podría ser una limitante a la hora de compararlos.

Si bien los resultados no son alentadores sería necesario continuar por esta línea de investigación con el objetivo de generar más datos experimentales (ya que como se mencionó anteriormente son escasos los trabajos encontrados en este tema) que permitan concluir con mayor exactitud la existencia o no de la correlación entre estas dos variables.

6. RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es estudiar la asociación existente entre el espesor de grasa subcutánea y la condición corporal por apreciación visual durante un ciclo de cría de un rodeo Hereford. A su vez de forma secundaria se intenta describir la variabilidad existente en un rodeo Hereford con respecto a ambas variables. Los registros de campo de éste trabajo se llevaron a cabo en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía, Paysandú, en el período comprendido entre el 20 de junio y el 7 de noviembre del 2014, donde se trabajó con 164 vacas de cría de la raza Hereford. Los datos de espesor de grasa subcutánea estimados por el ecógrafo utilizado, y la medición subjetiva de la condición corporal de cada vaca fueron ingresados en una planilla con el correspondiente número de caravana de cada vaca, a partir de los cuales se realizaron los correspondientes gráficos de regresión con el fin de determinar la existencia de una posible relación entre las variables mencionadas. Analizando los gráficos realizados, los resultados obtenidos expresan que a pesar de que existe cierta correlación entre la condición corporal y espesor de grasa subcutánea, la misma resultó ser media-baja ($r^2= 0.38$), además se observó que cada condición corporal registrada presentó una gran variabilidad de datos de espesor de grasa subcutánea.

Palabras clave: Condición corporal; Espesor de grasa subcutánea; Ecografía; Hereford; Vacas refugio.

7. SUMMARY

The aim of this work is to study the connection between subcutaneous fat thickness and body condition carried out by visual assessment during a Hereford herd breeding cycle. At the same time, as a secondary aim, the study tries to describe the existing variability in a Hereford herd with respect to both variables. The field records were performed in "Dr. Mario A. Cassinoni" Experiment Station within the School of Agriculture (Paysandú) between June 20 and November 7, 2014, where work was carried out on 164 breeding Hereford cows. Both the subcutaneous fat thickness data collected by the ultrasound scanner and the subjective assessment of body condition of each cow were registered in a form with the respective cattle ear tag. Considering this information, the corresponding regression graphics were produced in order to establish the existence of a possible relationship between the variables previously mentioned. Based on the graphics made, the results show that although there is a correlation between the body condition and the subcutaneous fat thickness, this correlation proved to be low ($r^2= 0.14$); moreover, it was observed that each registered body condition presented considerable variability in subcutaneous fat thickness. This value obtained differs significantly from others reported in some studies, such as that of Reimonte et al., where it was observed a relationship between these variables with values ranging from 0.30 to 0.59, similar to those obtained by Correa-Orozco et al., 2013, that range from 0.45 to 0.77.

Keywords: Body condition carried; Subcutaneous fat thickness; Ultrasound scanner; Hereford; Reject cows.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Araya, O.; del Campo, C.; Herve, M. 1981. Estimación de la composición porcentual del tejido adiposo, muscular y óseo de canales bovinas. (en línea). Archivos de Medicina Veterinaria. 13: 26-29. Consultado 21 mar. 2015. Disponible en <https://books.google.com.uy/books?id=C9LMRa3pao0C&pg=PA27&lpg=PA27&dq=espesor+de+grasa+subcutanea&source=bl&ots=f7uosKuDcZ&sig=gnZ4Cr-G9QEHLXltYn-vFGjxEws&hl=es&sa=X&ei=Hov4VPaCDsK1sATaloK4Aw&ved=0CFkQ6AEwDA#v=onepage&q=espesor%20de%20grasa%20subcutanea&f=false>.
2. Bavera, G. A.; Peñafort, C. 2005a. Condición corporal. (en línea). s.l., AR, UNRC. FAV. pp. 1-13. Consultado 12 abr. 2015. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/52-condicion_corporal_cc.pdf
3. _____.; Bocco, O.; Beguet, H.; Petryna, A. 2005b. Crecimiento, desarrollo y precocidad. (en línea). s.l., AR. UNRC. FAV. pp. 5-8. Consultado 12 ago. 2015. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/exterio/05-crecimiento_desarrollo_y_precocidad.pdf
4. Brito, G.; Pringle, D. de los Campos, G.; de Mattos, D.; Pigurina, G.; Calistro, S. 2001. Utilización de ultrasonografía para la predicción de la composición y calidad de la canal. (en línea). Montevideo, INIA. pp. 1-4 (Actividades de Difusión no. 261). Consultado 25 mar. 2015. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Paginas/publicacion-581.aspx>
5. Correa Orozco, A.; Pulgarín Velásquez, E. F.; Mesa, H.; Uribe Velásquez, L. F. 2013. Relación entre condición corporal y espesor de grasa de cadera en vacas cebú en diferentes estados reproductivos. (en línea). Maracaibo, Universidad de Zulia. pp.45-46. Consultado 25 mar. 2015. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/959/95925465001.pdf>

6. Costa Gómez, E.; de Dios Mocciai, P. s.f. Condición Corporal y su aplicación en rodeos de cría. (en línea). s.l. s.n.t. 1 p. Consultado 21 mar. 2015. Disponible en <http://www.inia.org.uy/prado/2004/condicion%20corporal.htm>

7. Da Silva Riveiro Neto, G. 2007. Aspectos productivos e reproductivos de vacas holandesas no periodo pos-parto, suplementadas com aminofert. (en línea). Tesis Vet. Minas Gerais, Brasil. Universidad Federal de Lavras. pp. 7-8. Consultado 10 abr. 2015. Disponible en http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2219/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Aspectos%20produtivos%20e%20reprodutivos%20de%20vacas%20holandesas%20no%20per%C3%ADodo%20p%C3%B3s%20parto,%20suplementado%20com%20Aminofort%C2%AE..pdf

8. Frasinelli, C. A.; Casagrande, H. J.; Veneciano, J. H. 2004. La condición corporal como herramienta de manejo en rodeos de cría bovina. (en línea). San Luis, INTA E.E.A. 16 p. (Información Técnica no. 168). Consultado 22 mar. 2015. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/04-Inf_Tecn_168.pdf

9. Long, R. A. 2000. Extracto de la importancia de la composición corporal en la en la producción de carne. (en línea). s.l. Boletín del Centro de Consignatarios Directos de Hacienda. 13: 14-16. Consultado 20 mar. 2015. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>

10. López, M. G.; Lozano, S. R. 1997. Tecnologías para la evaluación objetiva de las canales de animales de abasto. (en línea). México, D.F., UNAM. pp. 281-287. Consultado 22 mar. 2015. Disponible en <http://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-1998/vm983k.pdf>

11. MGAP. DICOSE (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Contralor de Semovientes, UY). Anuario 2013. (en línea). Montevideo. 45 p. Consultado 21 mar. 2015. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/diea>

12. Orcasberro, R. 1997. Estado corporal, control de amamantamiento y performance reproductiva de rodeos de cría. (en línea). In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. J. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería

- extensiva. Montevideo, INIA. pp. 158-162 (Serie Técnica no. 13). Consultado 10 mar. 2015. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807115854.pdf>
13. RAE (Real Academia Española, ES).2010. Diccionario de la lengua española. (en línea). Madrid. s.p. Consultado 15 set. 2015. Disponible en <http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val=grasa>
14. Reimonte, G.; Melucci, L. M.; Mezzadra, C.; Villarreal, E.; Monterubbianesi, G. 2002. Condición corporal, peso vivo y espesor de grasa subcutánea en vacas de cría. (en línea). Mar del Plata, INTA EEA. s.p. Consultado 20 mar. 2015. Disponible en <http://www.infogranjas.com.ar/mayor-bovinos-leche/condicion-corporal-peso-vivo-y-espesor-de-grasa-subcutanea-en-vacas-de-cria>
15. Robaina, R. 2002. Algunas definiciones prácticas. (en línea). Montevideo, INAC. s.p. Consultado 20 mar. 2015. Disponible en http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/6351/1/algunas_definiciones_practicas.pdf
16. Rovira, J. 1973. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 83-85.
17. Saravia, A.; César, D.; Montes, E.; Taranto, V.; Pereira, M. 2011. Manejo del rodeo de cría sobre campo natural. (en línea). Montevideo, Plan Agropecuario. pp. 17-20. Consultado 15 jul. 2015. Disponible en http://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/21_manual.pdf
18. Scaglia, G. 1996. Alternativas para la alimentación de la vaca de cría durante el período invernal. (en línea). In: Jornada Anual de Producción Animal (1996, Treinta y Tres). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 55-62 (Actividades de Difusión no.110). Consultado 23 mar. 2015. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4041/1/aD-110-P.56-62.pdf>
19. _____. 1997. Nutrición y reproducción de la vaca de cría; uso de la condición corporal. (en línea). Montevideo, INIA. 7 p. (Información Técnica no. 91).

Consultado 23 mar. 2015. Disponible en

<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2997/1/111219240807103034.pdf>

20. Schröder, U. J.; Staufienbiel, R. 2006. Invited review; methods to determine body fat reserves in the dairy cow with special regard to ultrasonographic measurement of backfat thickness. (en línea). Berlin, FUB. pp. 1-11. Consultado 21 ago. Disponible en [file:///C:/Users/HP/Downloads/1-s2.0-S0022030206720641-main%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/1-s2.0-S0022030206720641-main%20(1).pdf)

21. Simeone, A.; Bereta, V. 2002. Destete precoz en ganado de carne. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp.19-30.

22. Stahringer, R. C.; Chifflet, S.; Díaz, C. 2003. Cartilla descriptiva del grado de condición corporal en vacas de cría. Braford. (en línea). 18 (49): 1-8. Consultado 21 mar. 2015. Disponible en http://inta.gob.ar/documentos/cartilla-descriptiva-del-grado-de-condicion-corporal-en-vacas-de-cria/at_multi_download/file/INTA%20-%20Cartilla%20descriptiva%20del%20grado%20de%20condici%C3%B3n%20corporal%20en%20vacas%20de%20cr%C3%ADa.pdf

23. _____. 2008. Condición corporal en el manejo del rodeo de cría. (en línea). Chaco, INTA EEA. pp. 1-10. Consultado 16 jul. 2015. Disponible en http://inta.gob.ar/documentos/condicion-corporal-en-el-manejo-del-rodeo-de-cria/at_multi_download/file/INTA-Condici%C3%B3n%20Corporal%20Cria.pdf

24. Verdini, R. 2015. Bioquímica aceite y grasas. (en línea). Rosario, FCBF. pp. 1-9. Consultado 15 set. 2015. Disponible en http://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/117653/mod_resource/content/1/2015-B-ACEITES%20Y%20GRASAS-EXTENSA.pdf