

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**CONDICIÓN CORPORAL Y ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA EN VACAS DE
CRÍA HEREFORD**

Por:

María Agustina ÁLVAREZ

Diego BALARINI

TESIS DE GRADO presentada como uno
de los requisitos para obtener el título de
Doctor en Ciencias Veterinarias.

Orientación: Producción Animal

MODALIDAD: Ensayo experimental

MONTEVIDEO

URUGUAY

2016

TABLA DE CONTENIDOS

PÁGINA DE APROBACIÓN	Página
AGRADECIMIENTOS	- 3 -
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS.....	- 4 -
1. RESUMEN.....	- 6 -
2. SUMMARY	- 7 -
3. INTRODUCCIÓN.....	- 8 -
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	- 9 -
4.1 PRODUCCIÓN GANADERA DEL URUGUAY E IMPORTANCIA DE LA CC....	- 9 -
4.2 DEPOSICIÓN DE TEJIDOS.....	- 11 -
4.2 GRASA SUBCUTÁNEA	- 13 -
4.3 ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA	- 13 -
4.4 CONDICIÓN CORPORAL.....	- 14 -
4.5 MÉTODOS DE MEDICIÓN DE ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA	- 18 -
5. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS	- 20 -
6. HIPÓTESIS	- 21 -
7. MATERIALES Y MÉTODOS	- 21 -
7.1 Localización.....	- 21 -
7.2 Animales	- 21 -
7.3 Determinaciones	- 24 -
7.4 Análisis estadístico.....	- 26 -
8. RESULTADOS	- 27 -
9. DISCUSIÓN.....	- 34 -
10. CONCLUSIONES.....	- 35 -
11. BIBLIOGRAFÍA.....	- 36 -

AGRADECIMIENTOS

-Departamento de Producción Animal y Pasturas de Facultad de Agronomía:

- Ing. Agr. (PhD) Ana Carolina Espasandin de Mejoramiento Animal
- Ing. Agr. Paula Batista (Mejoramiento Genético Animal)

-Facultad de Veterinaria Regional Norte:

- Dr. MSc. Juan B. Franco
- Dra. (PhD) Lourdes Adrien
- Dra. Ana Burjel

-Estación Experimental Mario Cassinoni, E.E.M.A.C:

- Funcionarios docentes y no docentes de la Estación.
- Por su colaboración y suministro de animales para la realización de las mediciones.

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tablas	Página
Tabla 1. Porcentaje de la grasa total del organismo (excluyendo el marmoleado)-	12 -
Tabla 2. Coeficientes de correlación y valores de significancia entre las variables.-	29 -
Figuras	
Figura 1. Visualización de áreas anatómicas donde realizar ecografía para obtener medida de grasa subcutánea en el punto P8 y espacio intercostal.	- 14 -
Figura 2. Escala de condición corporal, por apreciación visual.	- 15 -
Figura 3. Áreas anatómicas utilizadas en la determinación de la condición corporal por palpación.	- 17 -
Figura 4. Lote experimental de vacas de cría Hereford de la EEMAC.	- 22 -
Figura 5. Instalaciones y lote experimental de vacas de cría Hereford de la EEMAC. -	23 -
Figura 6. Registrando identificación de las vacas.....	- 24 -
Figura 7. Ecógrafo utilizado	- 25 -
Figura 8. Realizando ecografía.....	- 25 -
Figura 9. Obteniendo medida de grasa subcutánea.....	- 26 -
Figura 10. Medias y desvíos estándar de cada determinación de CC por apreciación visual y del espesor de grasa subcutánea en los puntos EGD y p8.	- 27 -
Figura 11. Espesor de grasa subcutánea en el espacio intercostal 12 ^a - 13 ^a costilla y condición corporal (primer determinación).....	- 28 -
Figura 12. Espesor de grasa subcutánea en el espacio intercostal 12 ^a - 13 ^a costilla y condición corporal (segunda determinación).	- 28 -
Figura 13. Espesor de grasa subcutánea en el espacio intercostal 12 ^a - 13 ^a costilla y condición corporal (tercer determinación).....	- 29 -
Figura 14. Relación entre condición corporal y espesor de grasa subcutánea dorsal medido (mm) en el espacio intercostal entre la 12 ^a -13 ^a costilla.	- 30 -

Figura 15. Espesor de grasa subcutánea dorsal (EGS) medido (mm) en el espacio intercostal entre la 12^a- 13^a costilla y condición corporal..... - 31 -

Figura 16. Relación de condición corporal y grasa subcutánea medido (mm) en el punto P8. - 32 -

Figura 17. Relación entre el espesor de grasa subcutánea medido (mm) en el punto p8 y la condición corporal. - 33 -

1. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estudiar la asociación existente entre el espesor de grasa subcutánea medido en la región dorsal (mm), en el espacio intercostal entre la 12ª y 13ª costilla y el punto p8 mediante ultrasonografía y la condición corporal por apreciación visual en el rodeo de cría Hereford de la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni", Facultad de Agronomía, Udelar-Uruguay. Como objetivo específico se estudió la relación existente entre la CC y el espesor de grasa subcutánea medido en el espacio intercostal entre la 12ª y 13ª costilla. En tres momentos del estudio fueron determinados en cada vaca (n=70/momento) la Condición Corporal (CC) por apreciación visual y el espesor de grasa subcutánea (EGD) en el espacio intercostal entre la 12ª-13ª costilla. Las determinaciones de grasa subcutánea fueron realizadas usando ecógrafo portátil con transductor lineal y frecuencia de 5,0 MHz. Los registros de campo de este trabajo se tomaron en los meses de Junio, Noviembre y Diciembre de 2015. 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 análisis de regresión y correlación entre las variables. Fueron realizados análisis de correlaciones (Pearson) entre las variables relevadas, así como el estudio de regresiones lineales y cuadráticas entre la Condición Corporal (CC) y el espesor de grasa subcutánea en la región dorsal (EGD) y p8. Las correlaciones entre CC y ambas medidas de espesor de grasa subcutánea fueron de magnitud media a alta, siendo mayor la relación con la grasa dorsal. Ambas medidas de grasa subcutánea estuvieron relacionadas en forma alta y significativa. Los valores de correlación fueron de 0,73 para CC y EGD, y de 0.68 para CC y p8. Basados en los datos obtenidos y la información recabada podemos concluir que bajo medición objetiva de grasa subcutánea (EGD y p8) es posible predecir tanto la CC a partir de la grasa subcutánea como estimar EGD mediante apreciación visual subjetiva de la CC. No obstante, los valores de correlación de magnitud media permiten concluir que la CC y el espesor de grasa subcutánea no son la misma variable.

2. SUMMARY

The objective of this work was to study the association between the thickness of subcutaneous fat measured in the dorsal region (mm), in the costal interspace, between the 12th and 13th rib and the point p8, by ultrasonography and the body condition score by visual appreciation in the herd of Hereford cows from "Estación Experimental Mario A Cassinoni" Facultad de Agronomía, Udelar-Uruguay. As specific objectives were studied the relationship between the body condition, and the thickness subcutaneous measures in the costal interspace between the 12th and 13th rib. During three moments of this work were determined in each cow (n=70/measure) the body condition by visual appreciation and the thickness of subcutaneous fat in the costal interspace, between the 12th and 13th rib. The determinations of subcutaneous fat were done using the portable ecograph with lineal transducer at frequency of 5,0 MHz. The field records of this work were taken in the months of June, November and December in 2015. The data estimated of thickness fat by the used ecograph, and the subjective measurement of the body condition of each cow were entered into a spreadshit with the corresponding ID number of each cow, from which were done the corresponding analysis of regression and correlation between the variables studied. Analysis of Pearson correlations were done between the variables, as well as the study of lineal and quadratic regressions between the body condition and the thickness of subcutaneous fat in the dorsal region and p8. The correlations between the body condition and both measures of subcutaneous fat were from medium to moderate-high magnitude, being higher the relation with the dorsal fat. Both measurements of subcutaneuos fat were related signifantly. The correlation values were 0,73 for the body condition and subcutaneuos dorsal fat, and 0,68 for body condition and p8. Based on the observed data and the recorded information we can conclude that under objective measurement of subcutaneous fat, it is possible to predict both the body condition from subcutaneous fat as estimate the dorsal fat by subjective visual appreciation of the body condition. However, the values of correlation of medium magnitude allow to conclude that body condition and thickness of subcutaneous fat are not the same variable.

3. 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 validadas 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.

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 las 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).

Numerosas publicaciones (Faulkner et al., Hamlin, Hassen,(1998), 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 12^a 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 nuestro país, Busquets et al. (2015) no encontraron altas relaciones entre la condición corporal y el espesor de grasa subcutánea medida en el punto p8 en vacas de cría de la raza Hereford. No obstante, esta región corporal de la vaca se encuentra más asociada con la condición corporal en vacas lecheras según los experimentos publicados.

En función de lo expuesto, este trabajo plantea el estudio de asociaciones entre la grasa subcutánea medida por ultrasonografía y la condición corporal de vacas de cría de la raza Hereford pertenecientes al rodeo de la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" de la Facultad de Agronomía.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Debido a la creciente necesidad de una mayor producción de carne para suplir las insuficiencias alimenticias de la población mundial, se requiere conocer los diferentes factores que afectan el desempeño reproductivo de los animales, lo cual permite mejorar la eficiencia productiva.

El ganado de carne obtiene sus requerimientos nutricionales principalmente a través del pastoreo, por lo cual la oferta forrajera a lo largo del año juega un papel muy importante en el estado nutricional de los animales. En las épocas de escasez de alimento, si coinciden con el pre o el postparto, las vacas pueden llegar a un balance energético negativo, razón por la cual disminuyen sus reservas energéticas. Esto tiene un impacto importante en el éxito de la preñez ya que numerosos autores como Selk et al. (1988); Houghton et al. (1990); DeRouen et al. (1994); Lalman et al. (1997); Sinclair et al. (2002).

Lents y Wettermann (2003); Wettermann et al. (2003) y Lents et al. (2008) reportaron que la condición corporal (CC) afecta el desempeño reproductivo en hembras bovinas de carne. No obstante, son escasos los estudios realizados sobre el tema en el país.

El efecto de la nutrición sobre algunos parámetros reproductivos es ampliamente reconocido, aunque ello no está exento de polémica y algunos puntos a aclarar. Las reservas de energía al momento del parto son el factor con mayor efecto sobre la tasa de preñez (Wettermann et al., 2003), ya que en ganado de carne si éstas se encuentran reducidas se hace más notable la supresión de la función ovárica en el periodo posparto temprano (Richards et al., 1991; Montiel y Ahuja, 2005), con incremento del intervalo parto-primero y bajas tasas de concepción (Wagner et al., 1988).

Dentro de los factores que afectan el desempeño reproductivo en la ganadería se puede mencionar la alta incidencia de anestro posparto que incrementa el intervalo parto –concepción y el intervalo entre partos, la pobre nutrición que reduce la fertilidad, las enfermedades infecciosas, el amamantamiento y la detección del estro, entre otros. Asimismo, existe una escasa transferencia de técnicas reproductivas como la congelación de semen, la inseminación artificial y la transferencia de embriones, que podrían ayudar a hacer más eficiente la producción. En este sentido, (FEDEGAN, 2006), fomento a la innovación por parte del productor es de primera importancia, como estrategia orientada a facilitar el proceso de transferencia del conocimiento para convertirlo en aplicaciones prácticas en el establecimiento.

Este Plan Estratégico también considera debilidades de la ganadería, como la insuficiente transferencia de tecnología, los bajos índices de productividad, la baja eficiencia reproductiva y el incipiente desarrollo de programas de mejoramiento genético. Con la identificación de los problemas, la elaboración de investigaciones sobre las variables que afectan la reproducción en el ganado de carne en condiciones tropicales y la posterior ejecución de propuestas con los productores, que permitan mejorar el desempeño reproductivo. En la gran mayoría de las producciones bovinas de carne, la CC no se emplea como una herramienta útil para medir las reservas de energía, hecho que puede implicar inconsistencias en el desempeño reproductivo de las hembras y una reducción de la respuesta a programas de sincronización del estro y de la ovulación, así como a tratamientos superovulatorios.

Por lo tanto, el conocimiento de cómo la CC afecta la dinámica folicular y endocrina, permite hacer un análisis de las condiciones nutricionales de los animales, implementar las biotecnologías adecuadas para el manejo reproductivo y, posiblemente, predecir los resultados obtenidos. El monitoreo de la CC corporal en hembras bovinas mantenidas en pastoreo, permite realizar ajustes en la cantidad y calidad de la dieta mediante el suministro de suplementos, que permitan complementar las variaciones en la producción de forraje y sus posibles deficiencias nutricionales en las diferentes épocas del año.

4.1. Producción ganadera del Uruguay

Según datos obtenidos del Censo Agropecuario 2015 al cierre del ejercicio 2013-2014 había en Uruguay 41795 predios dedicados a la ganadería y 5497 dedicados a la ganadería y agricultura. La cantidad de vacunos presentes en el país fue de casi 12 millones de cabezas de los cuales 4,3 millones son vacas de cría (entoradas). La relación lanar/vacuno para el ejercicio 2013-2014 fue de 0,63 % (DIEA, 2015).

Dentro de los predios dedicados a la ganadería, el 51% eran predios criadores y el 32% eran dedicados al ciclo completo. Los restantes se dedican a la invernada de animales (DIEA, 2015).

La carne bovina representa un porcentaje muy importante de las exportaciones del Uruguay, siendo que en el año 2014 la carne representó el 16,1% de la exportación de productos de origen agropecuario (DIEA, 2015).

4.2 Deposición de Tejidos

A medida que los animales crecen y se desarrollan o tratan de mantener su organismo, hay una prioridad bien marcada para el uso de los nutrientes, siendo el mismo:

- 1.- Órganos vitales.
- 2.- Esqueleto.
- 3.- Músculo.
- 4.- Grasa

Cuando el plano nutricional es menor que el óptimo, el animal desarrolla órganos vitales, esqueleto, músculo y prácticamente no deposita grasa.

Como sucede en los animales jóvenes que están creciendo hay una reducida deposición de grasa inclusive a altos planos nutricionales hasta que algún otro tejido corporal se haya desarrollado hasta su potencial genético.

Cuando la nutrición no es limitante, la grasa se deposita principalmente en 4 lugares: grasa intermuscular, grasa subcutánea, grasa intraabdominal (rodeando los riñones, el corazón y en la cavidad pelviana) y la grasa mesentérica, que es la que se deposita rodeando los intestinos.

La grasa total de un novillo promedio se distribuye como se puede ver en la tabla 1. Nótese que la mayor parte de la grasa total es grasa intermuscular. Por lo tanto el

recorte de la grasa subcutánea, sugerido por los mayores procesadores de carne, no eliminaría el problema del exceso de grasa.

La cantidad actual de grasa total en diferentes animales varía enormemente. Las diferencias en el engrasamiento son debidas al plano nutricional, potencial genético, edad y sexo.

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).

Tabla 1. Porcentaje de la grasa total del organismo (excluyendo el marmoleado)

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

Fuente: Long (2000)

La cantidad de grasa depositada por un vacuno depende en gran parte del alimento ingerido. Entre animales genéticamente similares, la mayor cantidad de alimento así como su mejor calidad, determinan mayores depósitos de tejido adiposo. Por su parte, también se observan grandes diferencias en el engrasamiento total y parcial bajo un 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. La categoría animal ejerce influencia, siendo las vaquillonas las que presentan mayor facilidad de engrasamiento en comparación con los novillos, y éstos a su vez con los machos enteros.

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 intraabdominal, mientras que las razas británicas poseen un mayor porcentaje del total de grasa corporal como grasa subcutánea (Long, 2000).

4.2 GRASA SUBCUTÁNEA

Grasa es el nombre genérico de varias sustancias orgánicas muy difundidas en ciertos tejidos animales. Los ácidos grasos están formados por una larga cadena hidrocarbonada lineal, generalmente de número par de átomos de carbono, en cuyo extremo hay un grupo carboxilo hidrófilo. Dentro de ellas, los dominantes son los triglicéridos, los cuales son el resultado de la esterificación del glicerol con 1, 2, o 3 ácidos grasos.

4.3 ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA

Algunas 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, (1980) citados por Araya et al. (1981), mediante disección de la 9^a, 10^a y 11^a costilla, establecieron los componentes de la canal.

Zinn et al. y 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 doorsi* 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 *L. doorsi* respecto a la columna vertebral (más alejado de la apófisis espinosa de la vértebra correspondiente) (Robaina, 2002).

Punto p8, esta medición es realizada en la intersección de los músculos *gluteus medius* (cuadril) y *bíceps femoris* en la región de la cadera, paralelo a la columna vertebral.

Espesor de grasa dorsal (EGD)

Las imágenes también pueden tomarse entre la 12a y la 13a costilla (*figura 2*). El EGD debe ser medido a las 3/4 partes del ancho del AOL, considerando que el inicio del AOB se encuentra próximo a la columna vertebral. Esta característica, expresada en milímetros, se refiere al espesor de la grasa dorsal medido entre la 12a y la 13a costilla sobre el músculo *L. doorsi*. Esta medida es de mediana heredabilidad (0,37) y tiene una baja correlación genética (0,20) con el % GI y una alta correlación genética negativa (-0,44) con el % CC.

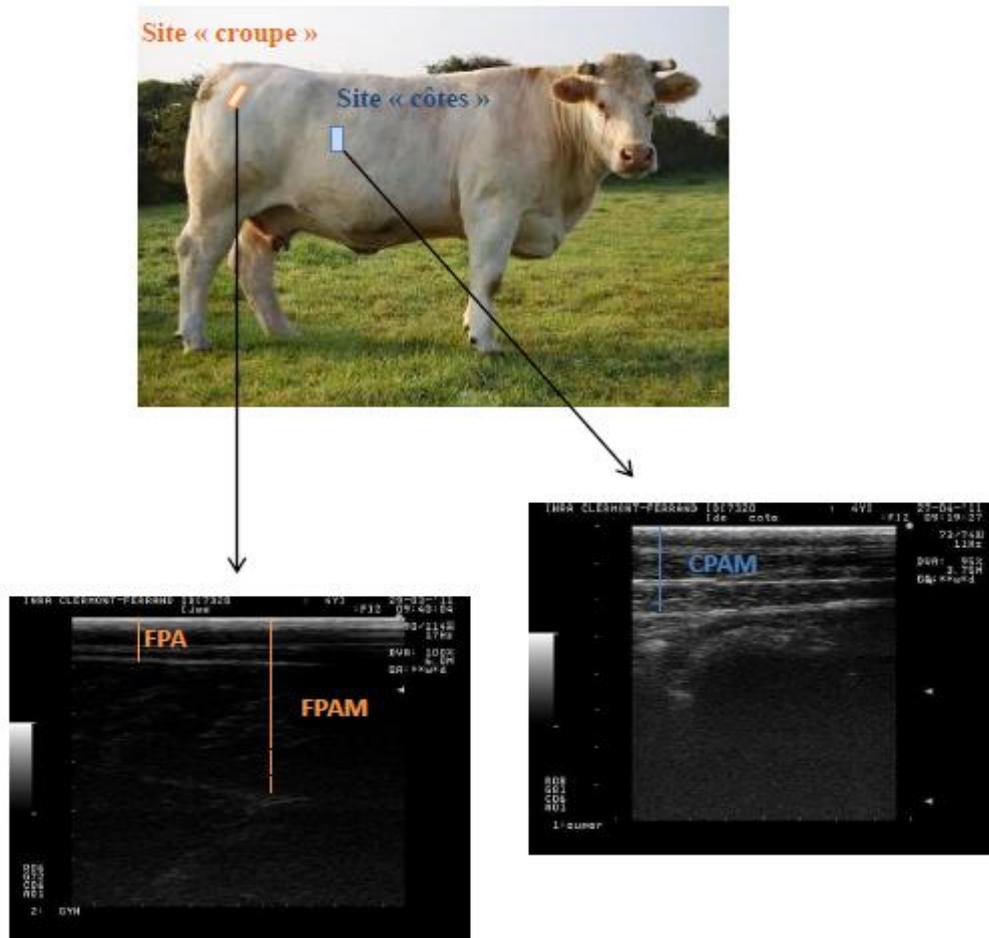


Figura 1. Visualización de áreas anatómicas donde realizar ecografía para obtener medida de grasa subcutánea en el punto P8 y espacio intercostal. Fuente: Pozo Claudio, tesis de maestría (2011), Estimación de reservas corporales en vivo.

4.4 CONDICIÓN CORPORAL

La condición corporal es una estimación del grado de gordura o del estado nutricional y se determina por observación visual con una escala que va de 1 (uno) en vacas muy flacas hasta 8 (ocho) en vacas extremadamente gordas.

Dado que la estimación de la condición corporal es un método subjetivo de apreciación visual o palpación de las diferentes zonas anatómicas del animal, las puntuaciones registradas pueden variar dependiendo del entrenamiento y capacitación del observador. Todas las escalas que se han confeccionado para la adjudicación según estado del animal están basadas en el mismo principio: el de estimar la mayor o menor cantidad de tejido graso (Rovira 1973).

En la figura Nro.2. Se presenta y describe la escala de condición corporal validada por Vizcarra et al. (1986) para los rodeos de cría Hereford de nuestro país.



Fuente: adaptado de Vizcarra et al. (1986)

Figura 2. Escala de condición corporal por apreciación visual.

San Pedro et al. (2003) describen cada punto de la escala de condición corporal, como:

1- Es una vaca extremadamente flaca. Las costillas están muy marcadas, y visibles los espacios intercostales. Las vértebras lumbares son muy prominentes, afiladas y visibles. No hay evidencia de grasa y tiene muy poca musculatura. La columna vertebral es muy notoria, con escasa musculatura sin tejido graso. El área de inserción de la cola parece hueca, muy hundida. El nacimiento de la cola parece que sale de arriba de ésta zona, los huesos del anca y cadera son muy afilados, visibles sin musculatura y no hay evidencia de depósitos grasos. En los cuartos traseros hubo pérdida de tejido muscular. Son cóncavos (curvatura hacia adentro). La piel parece apoyarse sobre la estructura ósea.

2- También es una vaca muy flaca, pero se observa algo de musculatura en el cuarto trasero. Las costillas, las vértebras lumbares de la columna, huesos de anca y caderas aún son visibles y prominentes. El punto de inserción de la cola aún está hueco, no se observa tejido graso. Esta zona se presenta como si fuera un “techo de dos aguas” con mucha pendiente.

3- Las costillas anteriores empiezan a cubrirse con tejido muscular y grasa y gradualmente se hacen más visibles las posteriores. Las vértebras lumbares son menos visibles, pero al tacto se las distinguen y se detectan los espacios que las separan. Hay más musculatura y algo de tejido graso que suavizan su estructura, haciéndola más redonda, menos filosa. Los huesos de la columna vertebral se ven menos filosos, un poco más redondeados porque hay algo de musculatura y existe un poco de grasa. Los huesos del anca se notan más redondeados, pero aún son prominentes. La base de la cola está menos hundida porque se comienza a observar musculatura y algo de tejido adiposo. El cuarto trasero tiene más musculatura, pero su aspecto de perfil es aun cóncavo.

4- Solo se observan las dos últimas costillas (12-13) las restantes no se ven por la deposición de grasa superficial. Las vértebras lumbares no se pueden identificar visualmente, sólo al tacto con una suave presión. La columna vertebral se ve bastante redondeada y algo llena. Los huesos del anca tienen poca prominencia y están suavizados por músculo y grasa. La base de la cola comienza a llenarse por acumulación de grasa. El cuarto trasero tiene buena musculatura y su perfil es recto. En ésta condición el animal ha recuperado su musculatura.

5- Las dos últimas costillas no se ven a menos que el animal tenga un arco costal grande o esté desbastado. Los huesos lumbares de la columna vertebral y del anca están redondeados por musculatura y tejido graso. La base de la cola está casi llena. El perfil del cuarto trasero es convexo lleno de musculatura y evidencia de depósitos de grasa.

6- Las costillas están totalmente cubiertas y no se ven. Las vértebras lumbares y dorsales no se observan, la columna comienza a tomar una forma de tabla. Los huesos del anca están bien redondeados por tejido musculoso y graso. La base de la cola está bastante llena y el nacimiento de la cola parece estar insertado en la zona. Los cuartos traseros están llenos y convexos. En éste grado de condición los tejidos comienzan a verse algo esponjoso a la vista, por la acumulación de grasa.

Hasta aquí llegan las condiciones corporales que tienen valor estratégico. Las condiciones corporales restantes raramente se ven en el campo, y no tienen ningún valor para el ordenamiento del rodeo pero se incluyen a mero título informativo.

7- En ambos lados de la base de la cola se observa mucha grasa acumulada, el nacimiento de la cola comienza a enterrarse en la grasa. En el cuarto trasero comienza a aparecer polizones de grasa que se mueven al caminar el animal.

8- La forma del animal es compacta, redondeada, hay abundante cobertura de grasa subcutánea formando polizones. El cuarto trasero muy redondeado con abundante tejido adiposo. Es un animal extremadamente gordo, su movilidad se dificulta por el exceso de grasa.

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.

También existen otras escalas en las que el animal es palpado. En la figura 3 se muestran las diferentes regiones a observar y palpar para la determinación de la condición corporal.

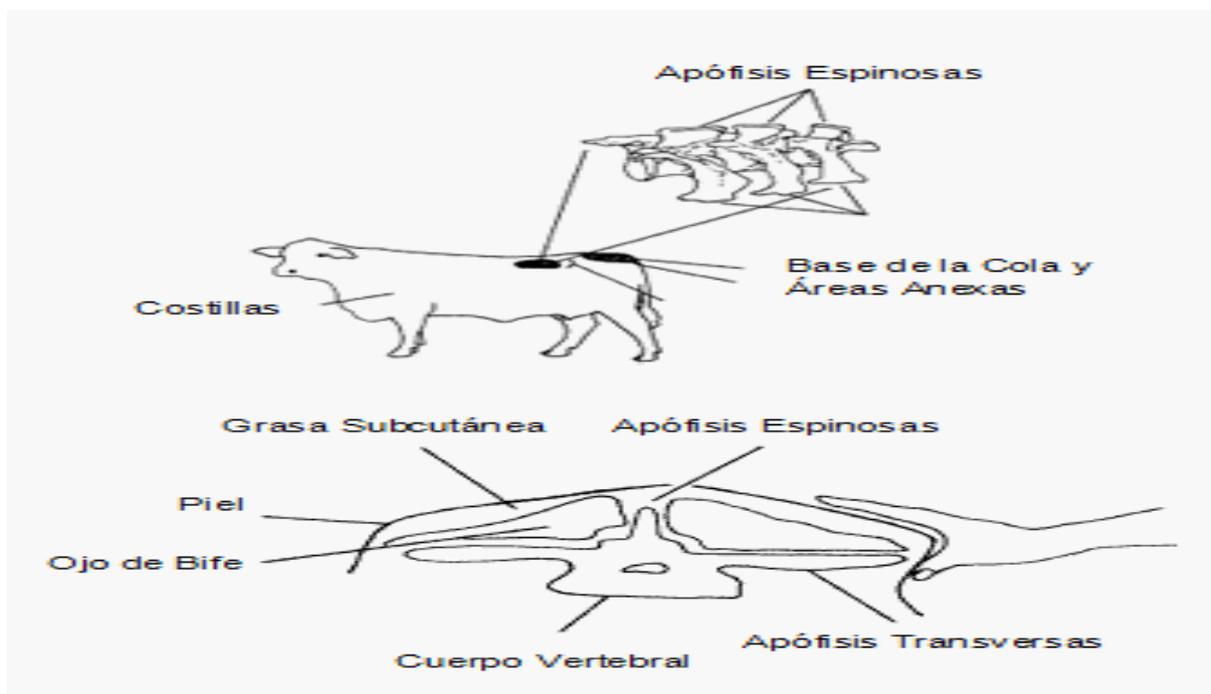


Figura 3. Áreas anatómicas utilizadas en la determinación de la condición corporal por palpación. Fuente: Rovira (1973).

En la zona lumbar de las costillas cortas como se aprecia en la foto, la presión se efectúa con el dedo pulgar pudiéndose palpar el espesor de grasa subcutánea debido a que no hay ningún músculo entre la costilla y la piel, siendo ocupado este espacio únicamente por 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).

Schröder y Staufenbiel (2006) destacaron en trabajos experimentales realizados que el punto p8 es la mejor zona para realizar la medida de espesor de grasa subcutánea a través de ultrasonido.

En el mundo 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., 1976),
- 2) en la palpación y la apreciación visual del animal (Orcasberro, 1997)
- 3) solamente por apreciación visual del animal (Houghton et al., 1990).

Las escalas difieren además, en el número de categorías que consideran Gresham et al. (1986) consideran 17 categorías mientras que Lowman et al. (1976), 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., 1986; Houghton et al., 1990).

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. (1986), 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 no varíen más de un punto entre evaluadores entrenados si se utiliza la escala de 1 a 8.

La escala de condición corporal ha presentado algunas críticas por ser una medida dependiente de la experiencia del observador, sin embargo, han sido también reportados los altos valores de repetitividad dentro y entre observadores para la técnica (Ayala et al., 1995).

4.5 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 (Palacios 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 (Montossi, 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,,(1995),citados por López (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 (Palacios 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). 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 (D-dorsal y L-lumbar) y el peso vivo (PV) en vientres de cría. El trabajo consistió en evaluar vientres Aberdeen Angus (A), Hereford (H), Criollos (C), cruce Aberdeen Angus - Hereford y Hereford - Aberdeen Angus en servicio con toros A, H, C y Limousin, para producir terneros puros y cruces. Los resultados mostraron que el peso vivo mostro 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 correlaciono con las tres variables, la relación más estrecha fue con el EDAS, con valores de 0,30 a 0,59.

5. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

En función de lo expuesto anteriormente se plantea como objetivo general estudiar la relación entre la condición corporal por apreciación visual y el espesor de grasa subcutánea medido en el espacio intercostal entre la 12^a y 13^a costilla y el punto p8, en vacas de cría de la raza Hereford del rodeo de cría de la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" de la Udelar.

Como objetivos específicos se plantea:

- a. Determinar modelos de regresión entre la Condición Corporal por apreciación visual y el espesor de grasa subcutánea medidos en el punto p8 y en el espacio intercostal medido entre la 12^a y 13^a costilla.
- b. Estudiar el grado de asociación existente entre condición corporal y la grasa subcutánea medida por ultrasonografía en el espacio intercostal entre la 12^a y 13^a costilla y el punto p8 en vacas de cría de la raza Hereford.
- c. Analizar las correlaciones entre las grasas subcutáneas (EGD y p8).

6. HIPÓTESIS

Este trabajo se plantea bajo la hipótesis de que existe relación entre la Condición Corporal por apreciación visual y el espesor de grasa subcutánea medido en el espacio intercostal entre la 12^a y 13^a costilla. Por otro lado, esta relación es superior a la observada entre la Condición Corporal y el punto p8 en vacas de cría.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Localización

El trabajo se desarrolló en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” de la Facultad de Agronomía, ubicada en el Km 363 de la Ruta 3 (Gral. José Artigas) en el Departamento de Paysandú.

Las determinaciones fueron tres en los meses de Junio, Noviembre y Diciembre del año 2015.

7.2 Animales

Para este ensayo se utilizaron 70 vacas Hereford multíparas pertenecientes al rodeo de cría Hereford (Figuras 4 y 5) de la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía (EEMAC).



Figura 4. Lote experimental de vacas de cría Hereford de la EEMAC.

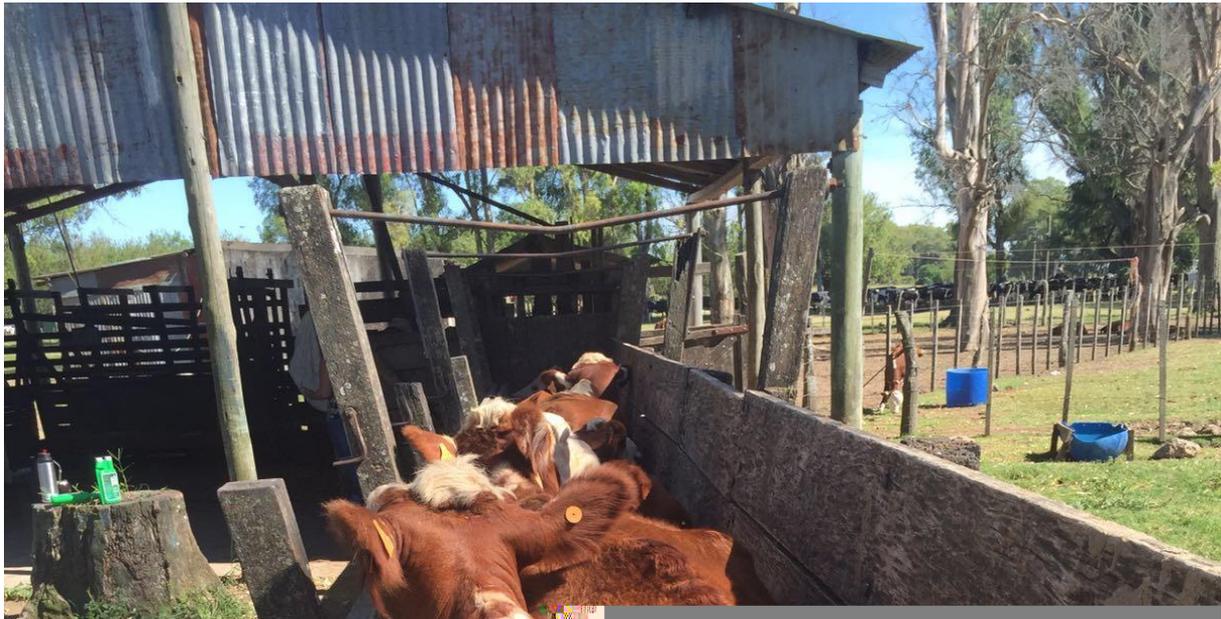


Figura 5. Instalaciones y lote experimental de vacas de cría Hereford de la EEMAC

7.3 Determinaciones

En tres momentos del ciclo fueron determinados en cada vaca (n=70 en cada determinación) la Condición Corporal (CC) por apreciación visual usando la escala validada por Vizcarra et al., (1986) y el espesor de grasa subcutánea medidos en la región dorsal en el espacio intercostal entre la 12^a-13^a costilla (EGD) y en el punto p8 (p8). Las determinaciones de grasa subcutánea fueron realizadas mediante ultrasonografía. El ecógrafo portátil utilizado era de la marca Ambivision (Digital Notebook B mode. Manufacturer AMBSISEA Tecnology Corp.Ltd, China, Modelo AV-3018V), con un transductor lineal y una frecuencia de 5,0 MHz (Figuras 6 a 9).

Las zonas del animal en donde se realizaron las medidas de ultrasonido fueron previamente rasuradas, y las lecturas auxiliadas con gel conductor.



Figura 6. Registrando identificación de las vacas



Figura 7. Equipo de ultrasonografía utilizado de la marca Ambivision (Digital Notebook B mode. Manufacturer AMBSISEA Tecnology Corp.Ltd, China, Modelo AV-3018V)



Figura 8. Realizando ecografía en la región (EGD)



Figura 9. Midiendo el espesor de la grasa en la imagen congelada obtenida con el ecógrafo.

7.4 Análisis estadístico

Los registros fueron resumidos en términos de medias y desvíos estándar (DE).

Fueron realizados análisis de correlaciones (Pearson) entre las variables relevadas, así como el estudio de regresiones lineales y cuadráticas entre la Condición Corporal (CC) y el espesor de grasa subcutánea en la región dorsal (EGD) y p8.

Para la realización de los análisis estadísticos se utilizó el programa Infostat (Infostat, 2014).

8. RESULTADOS

En la Figura Nro.10 se presentan las medias y desvíos estándar de cada determinación de CC por apreciación visual y del espesor de grasa subcutánea en los puntos EGD y p8.

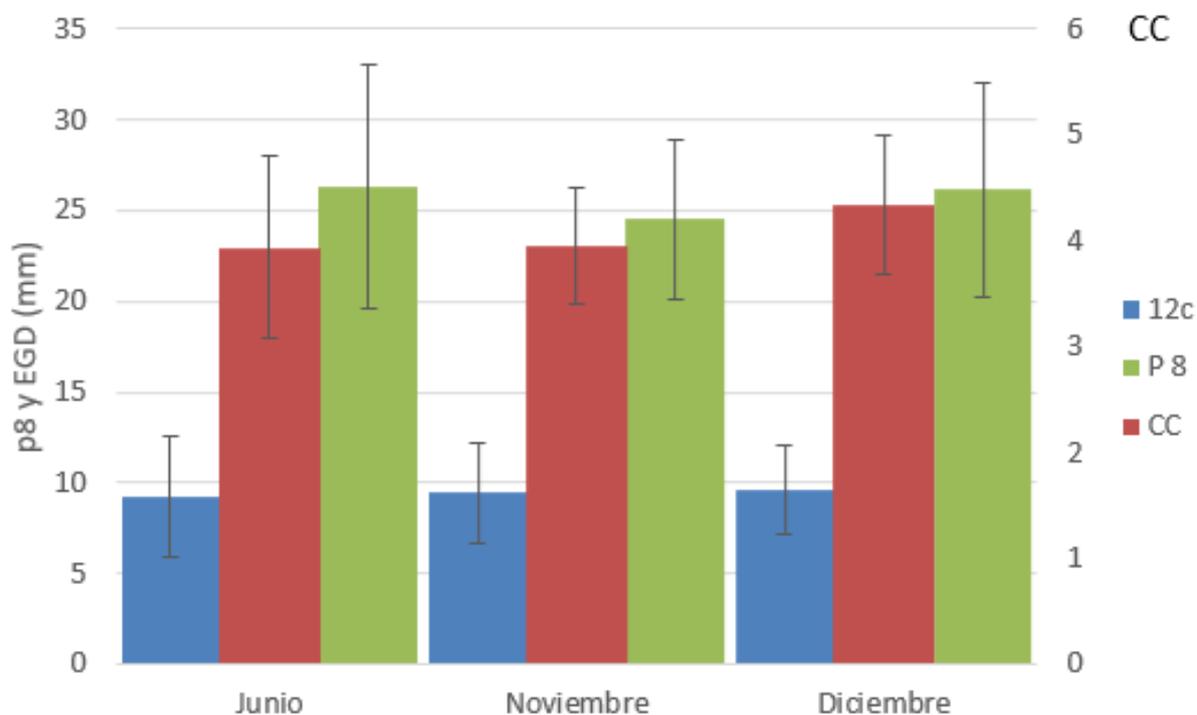


Figura 10. Medias y desvíos estándar de cada determinación de CC por apreciación visual y del espesor de grasa subcutánea en los puntos EGD y p8.

Se puede observar en la figura Nro.10 que la media correspondiente al mes de Junio es de 9,3 mm y su desvío es de $\pm 3,3$ mm para la variable espesor de grasa subcutánea dorsal (EGD). Para la medida en el punto p8 la media fue de 26,3 mm y su desvío $\pm 6,7$ mm. Para condición corporal (CC) la media es de 3,9 y su desvío es de $\pm 1,1$.

Por su parte, en el mes de Noviembre la media para EGD fue de 9,6 mm y su desvío $\pm 3,3$ mm, en tanto en el punto p8 el promedio fue de 24,5 mm su desvío 4,4 mm. En este mismo período, la CC resultó en media de 3,9 y su desvío de $\pm 0,6$.

En el mes de Diciembre la media obtenida para EGD fue de 9,6 mm, siendo su desvío de $\pm 3,4$ mm. En el punto p8 se observaron 26,2 mm de media y $\pm 5,9$ mm de desvío estándar. En este caso, la CC y su desvío fueron de $4,3 \pm 0,66$, respectivamente.

En las figuras Nro. 11, 12 y 13 se presentan las gráficas con los valores registrados para las medidas de EGD y CC de cada animal y en cada uno de los 3 momentos estudiados (Junio, Noviembre y Diciembre).

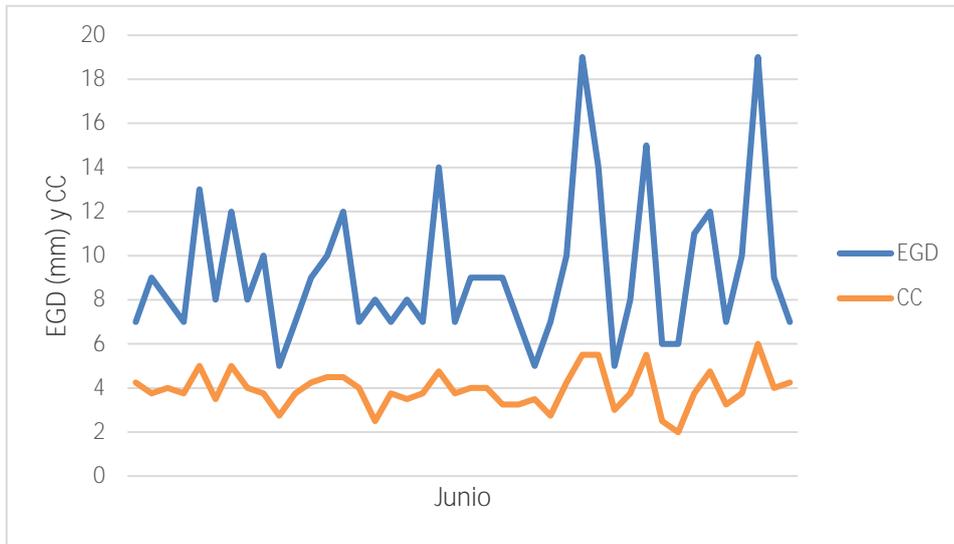


Figura 11. Espesor de grasa subcutánea en el espacio intercostal 12^a- 13^a costilla y condición corporal (primer determinación).

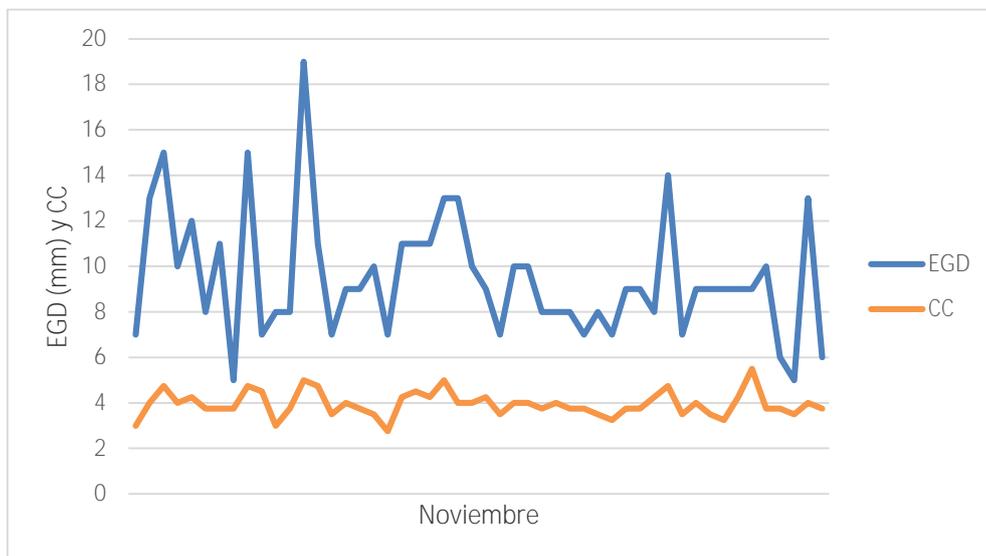


Figura 12. Espesor de grasa subcutánea en el espacio intercostal 12^a- 13^a costilla y condición corporal (segunda determinación).

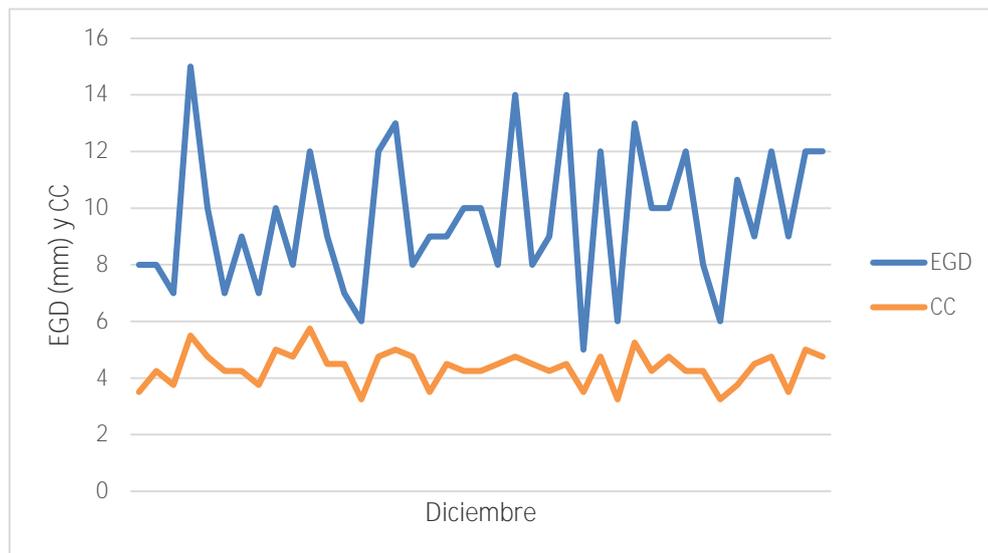


Figura 13. Espesor de grasa subcutánea en el espacio intercostal 12^a- 13^a costilla y condición corporal (tercer determinación).

Los datos graficados en las figuras Nro. 11,12 y 13 reflejan las determinaciones de espesor de grasa subcutánea y condición corporal efectuada en las tres instancias del ensayo experimental.

En los tres gráficos es posible observar que ambas variables presentan comportamientos semejantes. Al aumentar o disminuir el espesor de grasa subcutánea, medido en el espacio intercostal entre la décimo segunda y décimo tercer costilla la otra variable estudiada se comporta de la misma manera.

Los términos de esta relación son presentados en la Tabla 2 a través de los coeficientes de correlación entre EGD, P8 y CC.

Tabla 2. Coeficientes de correlación y valores de significancia entre las variables.

	CC	EGD	p8
CC (P<F)	-	00,73 <0,0001	0,68 <0,0001
EGD (P<F)	0,73 <0,0001	-	0,81 <0,0001
P8 (P<F)	0,68 <0,0001	0,81 <0,0001	-

En la tabla Nro. 2 se presentan las correlaciones entre las diferentes variables, la correlación entre la variable medida en el EGD fue mayor que la obtenida para la variable p8 en función de la misma CC.

Por su parte, los modelos de regresión lineal y cuadrática para la Condición Corporal por apreciación visual en función de la grasa subcutánea dorsal son presentados en la Figura 14.

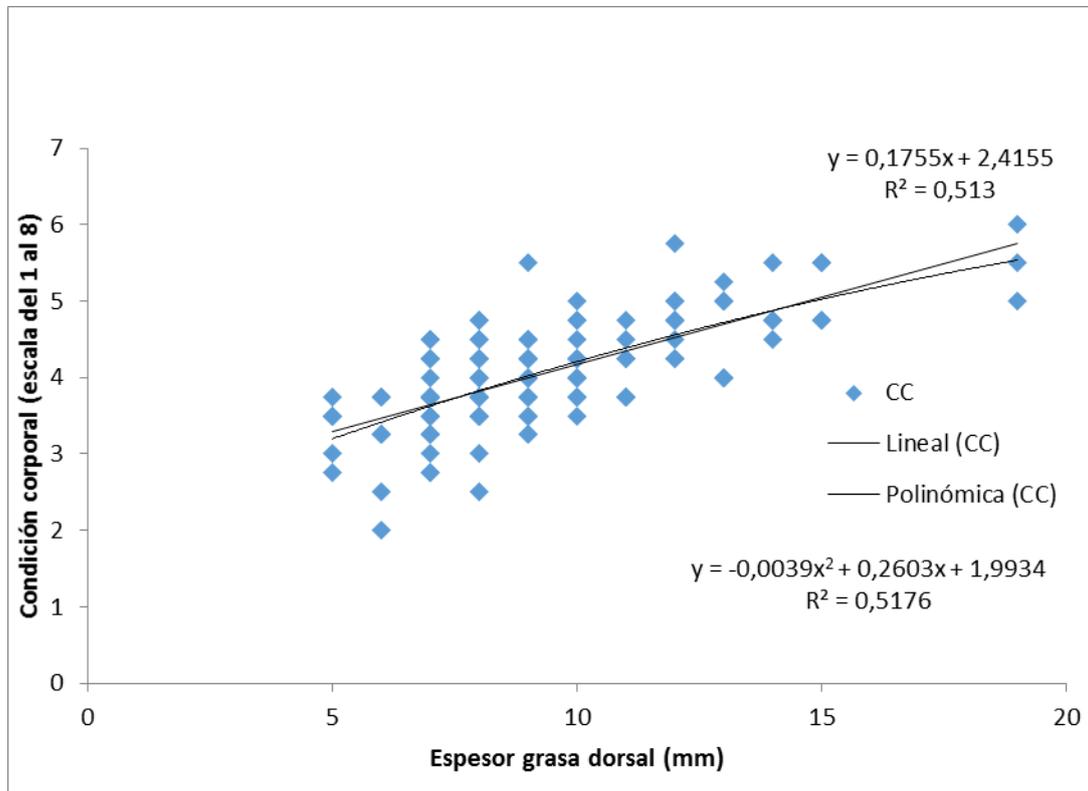


Figura 14. Relación entre condición corporal y espesor de grasa subcutánea dorsal medido (mm) en el espacio intercostal entre la 12^a-13^a costilla.

En la figura Nro.14 se ve representada mediante un gráfico de dispersión la relación entre las variables estudiadas (condición corporal en función del espesor de grasa subcutánea). Se observa que a medida que aumenta la condición corporal hay un aumento del espesor de grasa subcutánea.

Ambos modelos (lineal y cuadrático) presentaron similares coeficientes de determinación ($r^2=0,52$), por lo que el modelo cuadrático no mejoró el ajuste de los datos. Asimismo, el modelo de regresión lineal indica que por el aumento de cada unidad de grasa dorsal (mm) se logrará un aumento de 0,18 unidades de condición corporal.

Estas relaciones permiten predecir la condición corporal mediante una medida objetiva, en este caso el espesor de grasa subcutánea medido en el espacio intercostal entre la 12^a-13^a costilla.

Inversamente podríamos predecir la relación opuesta, siendo el EGD la variable de respuesta en función de la condición corporal.

En la figura Nro.15 se presenta los modelos de regresión lineal y cuadrática (polinómica) para el EGD estimado a partir de la CC.

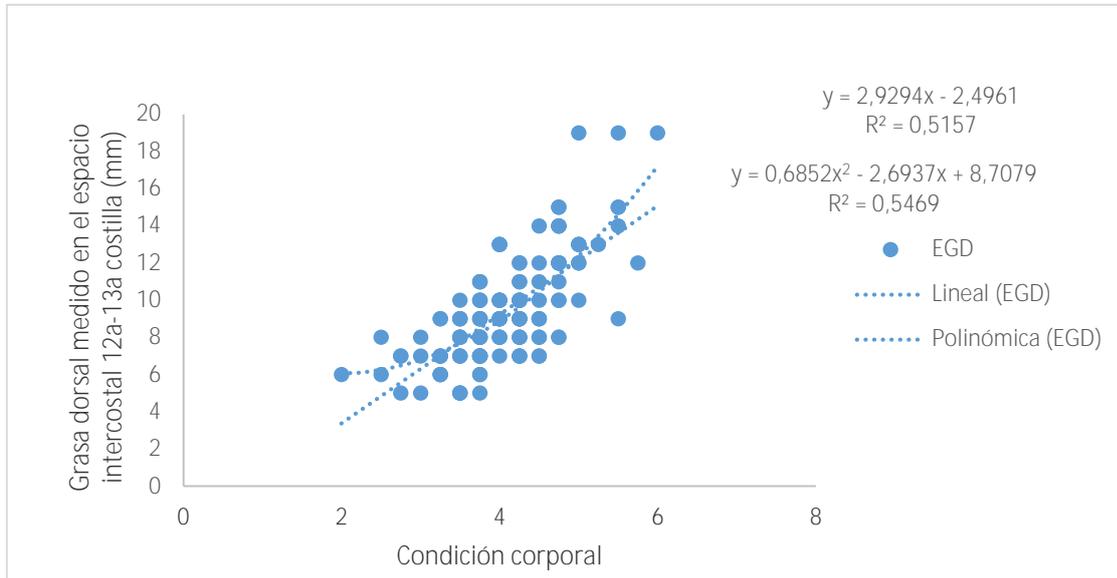


Figura 15. Espesor de grasa subcutánea dorsal (EGS) medido (mm) en el espacio intercostal entre la 12^a- 13^a costilla y condición corporal (Escala del 1 al 8).

En la figura Nro.15 se observa la relación inversa entre las variables mencionadas anteriormente, en la cual se demuestra por los mismos modelos (lineal y cuadrática) que al aumentar el espesor de grasa subcutánea dorsal también aumenta en 2,93 puntos la condición corporal. Por el modelo cuadrático se obtuvo un leve ajuste ($r^2=0,55$) donde el coeficiente de determinación por tendencia lineal en cambio fue de ($r^2=0,52$).

Por otro lado también se estudiaron las relaciones entre las variables condición corporal y espesor de grasa subcutánea medido en el punto p8 (mm), que se presenta en la figura 16.

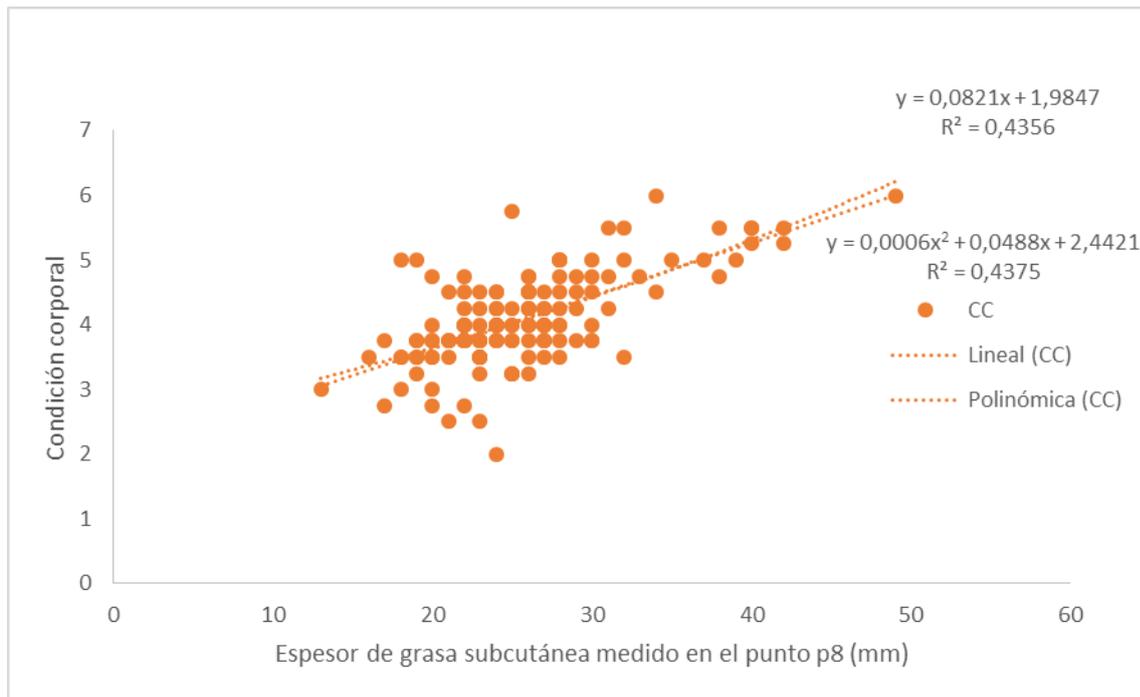


Figura 16. Relación de condición corporal (escala del 1 al 8) y grasa subcutánea medido (mm) en el punto P8.

En la figura Nro.16 se observa la relación de condición corporal y espesor de grasa subcutánea medido en el punto p8 (mm). Para realizar los coeficientes de determinaciones se estudió de igual manera que para las variables anteriores, usando los modelos de tendencia lineal y cuadrática (polinómica), dando resultados de similar magnitud ($r^2=0,44$) ajustados por el modelo cuadrático, respondiendo de la misma manera que para las variables estudiadas anteriormente, el espesor de grasa medido en el punto p8 aumenta por cada punto que aumenta la condición corporal.

Por otro lado también se realizó el estudio de las variables a la inversa, espesor de grasa subcutánea en función de la condición corporal, que se presenta en la Figura 17.

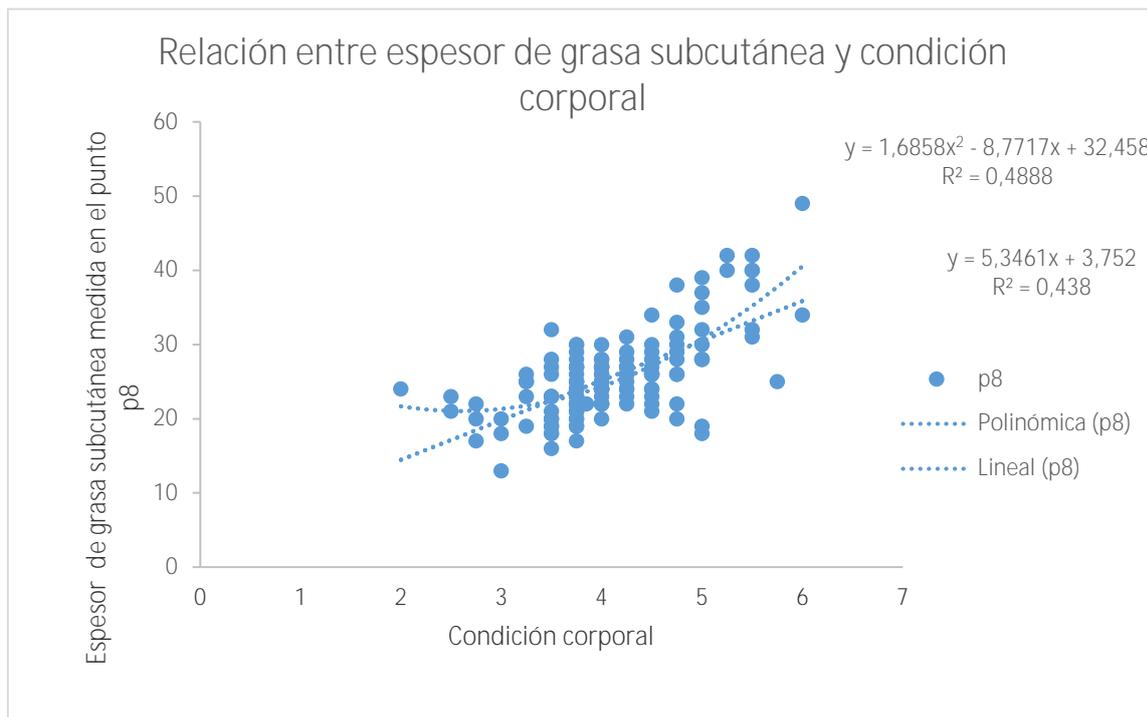


Figura 17. Relación entre el espesor de grasa subcutánea medido (mm) en el punto p8 y la condición corporal (Escala del 1 al 8).

Como se observa, en la ecuación lineal por cada unidad de aumento en la CC, el espesor de grasa en el punto p8 aumenta en 5,35 mm, en tanto en el modelo cuadrático este aumento es de 8.77 mm (en su término lineal).

9. DISCUSIÓN

La condición corporal en vacas de cría se encuentra altamente asociada con la eficiencia reproductiva del rodeo (Orcasberro et al, 1992). Su estimación es subjetiva y hasta el momento no se ha desarrollado métodos para objetivar que permita su determinación a nivel masivo en el país (Oborsky y Pachón, 2016, s/p).

En la búsqueda de medidas objetivas de la condición corporal, Araya et al. (1981) citan varios trabajos en los que recomiendan medir la grasa subcutánea como estimadora en forma confiable y simple de la composición de la canal. No obstante, algunos métodos recomendados por estos autores (disecciones) no son aptos para determinaciones en el animal en pie.

Existen varios puntos en los que puede ser medido el espesor de grasa subcutánea en un animal (Palacios y Lozano, 1997; Robaina, 2002, Stahringer et al., 2003; Pozo, 2012). Las diferentes regiones anatómicas varían en su capacidad de predicción de la condición corporal.

Trabajos extranjeros publicados señalan relaciones entre la CC y la grasa subcutánea medida en el punto p8. Schröder y Staufenbiel (2006) trabajando en vacas lecheras de la raza Holando, observaron coeficientes de correlación de 0.91 a 0.95 en diferentes momentos del ciclo de lactancia.

En nuestro país, Busquets et al. (2015) observan bajas asociaciones entre estas dos características para un rodeo experimental de la raza Hereford, con valores promedio de apenas 0.14.

En este trabajo, estos valores si bien fueron de mayor magnitud (0.68) a los observados en experimentos previos (Busquets et al, 2015; Correa y Frache, s/p), fueron ciertamente de menor magnitud que los observados para CC y EGD.

El espesor de grasa dorsal a nivel de la 9-12 costilla ha sido un indicador en general del grado de terminación de la canal. Sin embargo, no se encuentran reportes de su relación con la condición corporal ni en ganado de carne ni en ganado de leche.

En este trabajo se encontró un coeficiente de correlación entre el EGD y la CC de 0,73. La relación entre ambas variables fue de tipo lineal, no aumentando el coeficiente de determinación ($r^2=0,52$) cuando se estudió la relación cuadrática. En el modelo lineal, por el aumento en cada punto de la condición corporal, el espesor de grasa dorsal es incrementado en 2,4 mm.

No obstante, en los trabajos que relacionan a la condición corporal con la medida de ultrasonido en el punto p8, provienen de experimentos realizados con vacas Holando. En ganado de carne, las determinaciones de grasa subcutánea son realizadas en el área dorsal (De Abajo Olea, 2011).

A pesar de que se observan asociaciones lineales y de magnitudes altas entre CC y EGD, esta asociación no es lo suficientemente satisfactoria como para sustituir la determinación de la CC por apreciación visual. Cabe aclarar que son necesarios más datos para establecer modelos de predicción confiables.

El contar con determinaciones objetivas de la cc permitiría entre otras cosas, predecir a esta variable y generar un banco de datos que posibilite en un futuro estimar valores genéticos para CC en la vaca de cría.

La importancia de registrar la CC permite realizar manejos diferenciales, como así la posibilidad de lotear grupos de animales con diferentes CC.

Si fuera para predecir carcasa tal vez alcanzaría usar una variable y no otra. Pero en este caso sería mejor usar al revés la cc para predecir la grasa en carcasa.

Para medidas en donde lo que se quiere es estimar el valor genético se precisa el valor individual. Como dijeron Busquets et al. (2015), se observan grandes variabilidades.

Todos los trabajos nacionales e internacionales realizados fueron estudiados sus CC en ganado de la raza Hereford, no así realizados en diferentes razas carniceras.

De acuerdo al trabajo realizado y presentado up supra muestra que por métodos objetivos como es la medición de la EGS y EGD por ultrasonografía se puede estimar con una precisión media la CC ($r^2=0,51$ y $r^2=0,48$) respectivamente, teniendo la EGD mayor asociación que p8 con la CC.

Esta línea de trabajo debería continuar, aumentando el número de observaciones de EGD y CC. De este modo, los modelos a estudiar podrían tener mejores coeficientes de determinación, generando ecuaciones de predicción más precisas.

10. CONCLUSIONES

El espesor de grasa subcutánea se encuentra relacionado con la condición corporal medida por apreciación visual en vacas de la raza Hereford.

La grasa subcutánea medida en el área dorsal presenta coeficientes de correlación de mayor magnitud con la condición corporal, respecto a la medida en el punto p8.

Las relaciones observadas entre la condición corporal y la grasa subcutánea son de tipo lineal.

11. BIBLIOGRAFÍA

- 1) Correa-Orozco, A., Uribe-Velásquez, L.F. 2010. La condición corporal como herramienta para pronosticar el potencial reproductivo en hembras bovinas de carne. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co>, vol. 63. Num. 2.
 - 2) Brito, G; Chalking, D; La Manna, A. 2001. Evaluación del impacto de diferentes estrategias de alimentación y manejo de la recría y la terminación sobre las características de la canal y de la carne en animales de la raza Aberdeen Angus. Jornada técnica INIA, disponible en www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/112761251011125213
 - 3) D.I.E.A (Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias). 2015. Anuario Estadístico Agropecuario 2015. Montevideo. Consultado Diciembre 2015. www.mgap.gub.uy
 - 4) Houghton, P.L., Lemenager, R.P, Horstman, L.A., Hendrix, K.S; Moss G.E. 1990. Effects of body composition, pre- and postpartum energy level and early weaning on reproductive performance of beef cows and preweaning calf gain. Disponible en www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2365654
 - 5) Gresham, J.D., Holloway, J.W. Jr Butts, W.T. Mc Curley, J.R.. 1986. Prediction of mature cow carcass composition from live animal measurements. Journal of Animal Science. 63(4): 1041-1048.
 - 6) Herrera, I., Aké López, J. R., Ayala Burgos, A., González-Bulnes, A. 2010. Efecto de la condición corporal y la época del año sobre el ciclo estral, estro, desarrollo folicular y tasa ovulatoria en ovejas Pelibuey mantenidas en condiciones de trópico. Veterinaria México, 41(3): 167-175.
 - 7) Houghton, P. L., Lemenager, R. P., Moss, G. E., Hendrix, K. S. 1990. Prediction of postpartum beef cow body composition using weight to height ratio and visual body condition score. Journal of Animal Science, 68(5): 1428-1437.
 - 8) InfoStat, 2014. InfoStat Software Estadístico. Versión Estudiantil. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>
- Fecha de consulta: Marzo 2016
- 9) López Gómez, R. S. 2011. Ultrasonografía aplicada a la reproducción bovina. Tesis Facultad de Veterinaria Cuenca Ecuador. Disponible en dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3067/1/mv184
 - 10) Long, R. A. 2000. Extracto de la importancia de la composición corporal en la en la producción de carne. (En línea). Boletín del Centro de Consignatarios Directos de Hacienda. 13:14-16. Disponible en: <http://atenas.utn.ac.cr/images/revista/revista%20utn%20informa%2073.pdf>

11) Lowman, B. G., N. Scott, S. Somerville. 1976. Condition Scoring of Cattle. Bull. East of Scotland College of Agriculture, No. 6.

12) Montossi, F. (Ed.). 2002. INVESTIGACION APLICADA A LA CADENA AGROINDUSTRIAL CARNICA: Avances. *Técnica*, (126).143 paginas.

13) Orcasberro, R. 1997. Estado corporal, control de amamantamiento y performance reproductiva de rodeos de cría. En: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; E., eds. Pasturas. Montevideo (Uruguay): INIA, 1997. Páginas: p. 158- Edición: 2a. ed. Fecha de publicación: 1997.

14) Palacios, M. G. L., Lozano, M. S. R. 1998. Tecnologías para la evaluación objetiva de las canales de animales de abasto. *Veterinaria. México*, 29(3), 279.

15) Pozo, C. 2012. Estimation des réserves corporelles in vivo de la vache Charolaise: Comparaison de méthodes et analyse de données. Disponible en www.unf.edu.ar/ingeniero-zootecnista-presentara-en-la-unaf-su-tesis-de-maestria/

16) Indarte, E. J. 1990. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA Serie Técnica No.13, p 158-162. Disponible en www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807115854.pdf Consultado 10 mar. 2015.

17) Rovira, J. 1973. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Facultad de Agronomía. Disponible en https://www.fcaude.edu.uy/biblioteca/opac_css/index.php?lvl=author see&id..

18) Rubio, I., Wettemann, R. P. 1988. Efecto de la Nutrición en la reproducción. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia, U.N.A.M. 2

Departamento de Ciencia Animal, Universidad Estatal de Oklahoma, E.U.A.
Disponible en:

www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtRgz00g028

19) San Pedro, D., Galli, I., Vogel, O. 2003. Condición Corporal, una herramienta para planificar el manejo del rodeo de cría. Serie Técnica Nro. 30, INTA p. 1-21.

20) Saravia, I. y Wijma, R. 2011. Efecto del destete precoz en el desempeño productivo y reproductivo en vacas primíparas lactando en invierno y sus terneros. Tesis de grado de la Facultad de Veterinaria, UDELAR, en prensa.

21) Scaglia, G. 1997. Nutrición y reproducción de la vaca de cría: uso de la condición corporal. *INIA Serie Técnica*.

22) Schröder, U.J.; Staufenbiel, 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. Fecha de consulta 21 agosto 2015.

23) Stahringer, R.C. 2003. Condición Corporal en el Manejo del Rodeo de Cría. – Mediante una apreciación visual se estiman las *reservas corporales*

24) Vizcarra, J.A.; Ibañez, W; Orcasberro, R. 1986. Repetibilidad y reproductibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal de vacas Hereford. Investigaciones Agronómicas. no.7: 45-47.

25) Zinn, R.A. 1981. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for feedlot steers: metabolism.

26) Wagner, J.J., K.S. Lusby, J.W. Oltjen, J. Rakestraw, R.P. Wettemann and L.E. Walters. 1988. Carcass composition in mature Hereford cows: estimation and effect on daily metabolizable energy requirement during winter.

27) Wettemann, R.P. and I. Bossis. 2000. Energy intake regulates ovarian function in beef cattle. Journal of Animal Science 77: 1-10.