

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CONDICIÓN CORPORAL Y GRASA SUBCUTÁNEA EN  
RAZAS HEREFORD, ANGUS Y CRUZAS**

**por**

**Verónica Raquel CABALLERO CARBONE  
Ismael GONZÁLEZ CUÑA  
Santiago GULARTE ARAÚJO**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2018**

Tesis aprobada por:

Director:

-----  
Ing. Agr. Ana Carolina Espasandín

-----  
Ing. Agr. Soledad Orcasberro

-----  
Ing. Agr. Ana Claudia Guillenea

Fecha: 15 de junio de 2018

Autores:

-----  
Verónica Raquel Caballero Carbone

-----  
Ismael González Cuña

-----  
Santiago Gularte Araújo

## AGRADECIMIENTOS

En primera instancia quisiéramos agradecer a nuestra tutora Ing. Agr. Dra. Ana Carolina Espasandín por su dedicación y buena disposición para la realización del presente trabajo.

A los funcionarios de la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt (EEBR) de la sección Ganadería que nos brindaron su apoyo y colaboración de manera desinteresada durante la etapa de campo de la tesis facilitando el suministro de animales para la realización de las mediciones.

Por último queremos agradecer a nuestras familias y amigos que nos han acompañado durante toda la carrera.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
1.1 <u>OBJETIVOS</u> .....	2
1.1.1 <u>Objetivo general</u> .....	2
1.1.2 <u>Objetivos específicos</u> .....	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1 <u>CONDICIÓN CORPORAL</u> .....	3
2.1.1 <u>Efecto de la condición corporal sobre el comportamiento reproductivo</u> .....	7
2.1.2 <u>Efecto de la alimentación sobre la condición corporal</u> .....	9
2.2 <u>MÉTODOS DE MEDICIÓN DE ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA</u> .....	12
2.2.1 <u>Características medibles</u> .....	14
2.2.1.1 <u>Espesor de la grasa subcutánea</u> .....	14
2.2.1.2 <u>Otras medidas ultrasonográficas en producción animal</u> .....	15
2.2.2 <u>Utilización de las medidas estimadas: diferencia esperada en la progenie</u> .....	16
2.3 <u>RELACIÓN ENTRE ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA Y CONDICIÓN CORPORAL</u> .....	17
2.4 <u>HIPÓTESIS</u> .....	19
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	20
3.1 <u>CONDICIONES GENERALES</u> .....	20
3.2 <u>METODOLOGÍA</u> .....	20
3.2.1 <u>Trabajo de campo</u> .....	20
3.2.2 <u>Trabajo de gabinete</u> .....	21
3.2.2 <u>Trabajo de gabinete</u> .....	21
3.2.2.1 <u>Hipótesis estadístico</u> .....	22
3.2.2.2 <u>Procesamiento de datos y análisis estadístico</u> .....	22

4. <u>RESULTADOS</u> .....	24
4.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA CARACTERÍSTICA GRASA SUBCUTÁNEA EN EL PUNTO P8 .....	23
4.2 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA CARACTERÍSTICA CONDICIÓN CORPORAL.....	26
4.3 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON: ASOCIACIÓN ENTRE ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA EN EL PUNTO P8 Y LA CONDICIÓN CORPORAL.....	29
4.4 CORRELACIÓN ENTRE ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA EN EL PUNTO P8 Y LA CONDICIÓN CORPORAL EN DIFERENTES MOMENTOS.....	29
4.5 CORRELACIÓN ENTRE ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA EN EL PUNTO P8 Y LA CONDICIÓN CORPORAL EN DIFERENTES RAZAS .....	30
5. <u>DISCUSIÓN</u> .....	31
6. <u>CONCLUSIONES</u> .....	33
7. <u>RESUMEN</u> .....	34
8. <u>SUMMARY</u> .....	35
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	36

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Grados de condición corporal según distintos autores.....	4
2. Escala para definir condición corporal.....	6
3. Relación entre la condición corporal y el porcentaje de preñez.....	8
4. Relación entre alimentación posparto y duración del anestro según la condición corporal (CC) al parto .....	11
5. Rango de los coeficientes de correlación para características de la canal .....	13
6. Análisis de varianza para la característica grasa subcutánea en el P8 .....	23
7. Medias y errores estándar de la grasa en el punto P8 en los 3 momentos de determinación.....	24
8. Medias y errores estándar de la grasa en el punto P8 en las diferentes razas evaluadas.....	25
9. Análisis de varianza para la característica condición corporal .....	26
10. Medias y errores estándar de la condición corporal en los 3 momentos de determinación.....	27
11. Medias y errores estándar de la condición corporal en las diferentes razas evaluadas.....	28
12. Coeficiente de correlación de Pearson entre grasa subcutánea en el P8 y la condición corporal en diferentes momentos.....	29
13. Coeficiente de correlación de Pearson y (significancia estadística) entre grasa subcutánea en el P8 y la condición corporal en las razas AA, HH, y las cruas F1 entre Angus-Hereford y Bonsmara- Hereford .....	30

## Figura No.

1. Regiones a observar y palpar para determinar el grado de condición corporal .....	3
2. Escala del 1 al 8 de condición corporal utilizada en Uruguay.....	5
3. Evolución de la tasa de preñez y procreo, período 1998-2011 .....	7
4. Evolución del estado corporal recomendado para vacas y vaquillonas a través del año y altura del pasto de campo natural necesario para lograrlo .....	10
5. Relación entre el estado corporal y el anestro posparto.....	12
6. Ecógrafo utilizado para determinar espesor de grasa subcutánea en la cadera punto P8 .....	20

## 1. INTRODUCCIÓN

La condición corporal (CC) es un método subjetivo que permite estimar la cantidad de energía que tiene almacenada como grasa un determinado animal, evaluando su estado nutricional por parte de un observador experto. No obstante, existe una gran variación entre observadores, en especial cuando éstos no cuentan con mucha experiencia.

La evaluación de esta variable en bovinos de carne se realiza por medio de la asignación de un índice en una escala que varía según la raza y el país. Para la raza Hereford, la mayoría de los trabajos publicados en Uruguay utilizan la escala por apreciación visual de 1 a 8, donde 1 representa una vaca muy flaca y 8 una extremadamente gorda.

El estado corporal se determina observando diversos puntos en la parte trasera del animal: inserción de la cola, espinazo, punta de los huesos de la cadera, costillas lumbares, anca y músculos gemelos (Orcasberro, 1997).

Un método menos común para evaluar las reservas en tejidos corporales es la medida del espesor de grasa subcutánea (EGS) por ultrasonografía, técnica cuantitativa que permite predecir la calidad de la canal (Schröder y Staufenbiel, 2006). La medida obtenida por esta técnica es un valor agregado al sistema de CC ya que se trata de un método objetivo y preciso.

Schroöder y Staufenbiel (2006) indican que toda la región posterior de la espina torácica a la cola (región que contiene la mayor cantidad de tejido) en vacas lecheras, y el examen en la región sacra, serían los sitios más adecuados para hacer la evaluación de la grasa subcutánea.

La condición corporal por apreciación visual es una medida subjetiva, que requiere de entrenamiento. Una medida objetiva brindaría mayor precisión en la determinación de las reservas corporales en las vacas de cría. Para esto sería importante poder contar con información de las características de condición corporal y espesor de grasa subcutánea en varias razas y cruzas presentes en Uruguay, que complementen los trabajos realizados en la raza Hereford.

En función de estos antecedentes, el objetivo de este trabajo es determinar si existe relación entre la condición corporal por apreciación visual y el espesor de grasa subcutánea de la cadera (P8) en diferentes momentos del año, en vacas de cría de las razas Hereford, Aberdeen Angus, y Cruzas F1 (Hereford-Angus y Bonsmara-Hereford).



## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo general

Estudiar la relación existente entre la condición corporal por apreciación visual y el espesor de grasa subcutánea medida por ultrasonografía en el punto P8 en vacas de cría de diferentes genotipos.

### 1.1.2. Objetivos específicos

Determinar la correlación general existente entre la condición corporal por apreciación visual y el espesor de grasa subcutánea de la cadera (P8) en vacas de cría.

Describir la relación entre ambas variables en tres momentos diferentes del ciclo de cría.

Describir la relación entre ambas variables en 4 genotipos diferentes: Hereford, Angus y cruza F1 entre Hereford-Angus y Bonsmara-Hereford.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

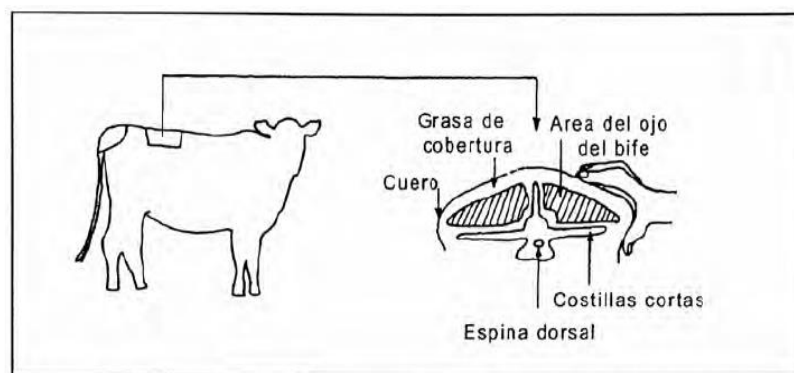
### 2.1. CONDICIÓN CORPORAL

La condición corporal (CC) de un animal puede caracterizarse como la relación existente entre los componentes grasos y no grasos del organismo. Para su estimación se usan métodos subjetivos y tiene la ventaja frente al peso vivo (PV) que nos permite estimar el estado nutricional de las vacas con independencia del tamaño del animal, el peso de la carga fetal y el llenado del tracto digestivo. Scaglia (1997) indica que el peso vivo es con frecuencia usado en forma equivocada como indicador de la condición corporal y de las reservas de grasas de un animal.

Para la asignación de la CC las áreas a observar son: inserción de la cola y sus alrededores y zona lumbar de las costillas cortas. La determinación puede ser mediante palpación o apreciación visual, requiriendo esta última de una mayor experiencia por parte del operario. La valoración de los depósitos de grasa subcutánea proporcionada por la inspección visual se basa en la observación de los contornos de las regiones seleccionadas desde diferentes ángulos y del grado de relleno de las fosas, huecos o depresiones presentes en ellas.

A continuación se ilustran las regiones a observar y palpar para determinar el grado de condición corporal.

Figura No. 1. Regiones a observar y palpar para determinar el grado de condición corporal.



Fuente: Rovira (1996).

En la figura se aprecia el método de palpación, que se realiza ejerciendo una presión en la zona lumbar de las costillas cortas 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 grasa de cobertura. Rovira (1996) señala que, el puntaje que se adjudica es en función de la fuerza de la presión necesaria para alcanzar a tocar la costilla corta. De la misma forma, a nivel de la inserción de la cola también se considera el grado en que la grasa puede ser palpable.

Diversos países han incorporado este tipo de medidas para tomar decisiones de manejos de los rodeos de cría, existiendo varias escalas que se diferencian en números de puntuaciones, pero en todas ellas el valor mínimo identifica al animal más flaco y el valor máximo el animal más gordo. Los puntajes o grados (números) son utilizados para indicar la gordura relativa o la composición corporal de la vaca en función de los distintos estados de condición corporal como forma de unificar criterios y poder estimar cuál es el nivel de requerimientos nutricionales de un animal.

En el cuadro siguiente se observan los grados que conforman las diferentes escalas según distintos autores.

Cuadro No. 1. Grados de condición corporal según distintos autores.

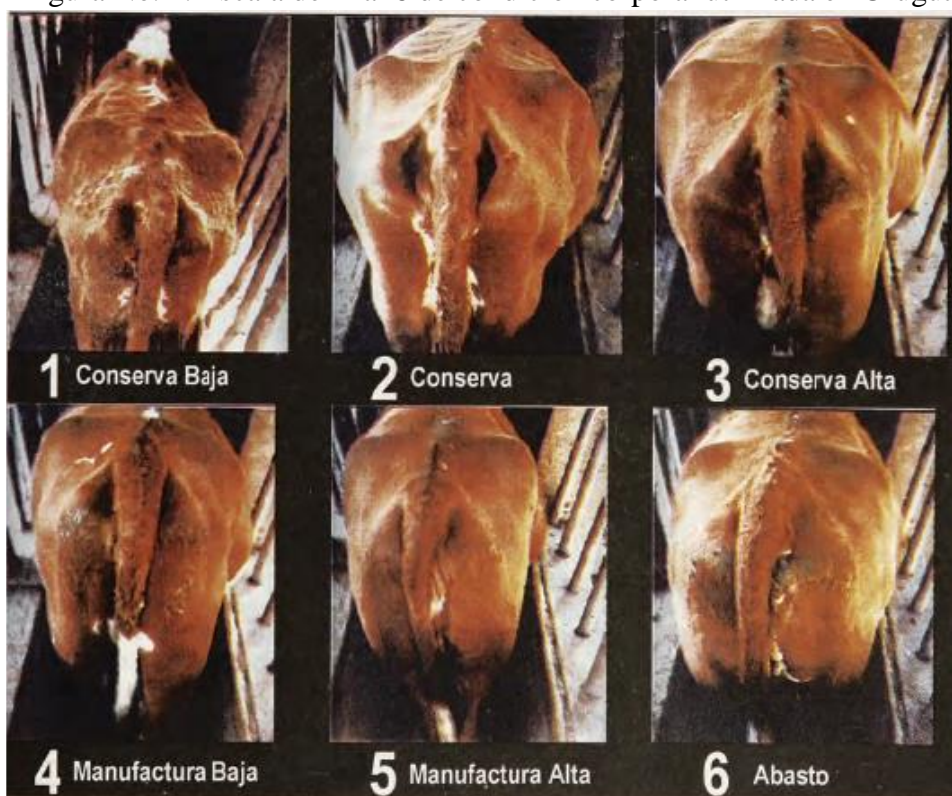
Grados	Referencias
0 – 5	Lowman et al. (1973)
1 – 5	Wildman et al. (1982), Edmonson et al. (1989)
1 – 6	Mulvaney (1977)
1 – 8	Earle (1976)
1-10	Roche et al. (2004)

Fuente: adaptado de Tiezzi et al. (2013).

Los valores bajos reflejan adelgazamiento y valores altos equivalen a la obesidad (Tiezzi et al., 2013).

La impresión fotográfica de la escala de condición corporal de 1 a 6, que se observa a continuación tiene como objetivo brindar una guía a modo de ejemplo de cómo se vería el animal en los diferentes grados de la escala, buscando de esta manera disminuir los aspectos subjetivos que presenta este modo de clasificación por apreciación visual.

Figura No. 2. Escala del 1 al 8 de condición corporal utilizada en Uruguay.



Los grados 7 y 8 no aparecen en la fotografía.

Fuente: Vizcarra et al. (1986).

Vizcarra et al. (1986) señalan que, la escala que define condición corporal, es una adaptación de una escala desarrollada en Australia para el ganado lechero.

El siguiente cuadro muestra la escala que más se utiliza en nuestro país para ganado Hereford, donde el grado 1 corresponde a una vaca extremadamente flaca

(ausencia total de grasa) y grado 8 una vaca muy gorda (acumulación extrema de grasa subcutánea en todo el cuerpo).

Cuadro No. 2. Escala para definir condición corporal.

Grado CC	Características	Definición General	Clasificación Industrial
1	Ausencia total de grasa. Las costillas cortas se palpan fácilmente. Espinazo y costillas largas muy marcados. Huesos de la cadera prominentes. Inserción de la cola bien hundida.	Extremadamente	Conserva baja
2	Mismas características que el grado anterior, pero no tan extremas. No hay grasa en las costillas cortas ni alrededor de la cola. Los huesos de la cadera aparecen levemente redondeados. Espinazo menos marcado.	Muy flaca	Conserva media
3	Aparece levemente tejido graso, que se nota al palpar las costillas cortas. También algo aparece en la región de la cola, huesos de la cadera, pero el espinazo y las costillas aún se notan.	Flaca	Conserva alta
4	Evidente deposición de grasa subcutánea. Las costillas cortas se notan ejerciendo cierta presión. Las costillas largas ya se notan. Grasa limitada alrededor de la cola.	Moderada liviana	Manufactura baja
5	Cobertura homogénea de grasa subcutánea. Huesos de la cadera redondeados y bien cubiertos. Inserción de la cola llena. Las costillas cortas sólo se palpan con presión firme.	Moderada	Manufactura
6	Lomo bien plano. Huesos de la cadera se destacan ligeramente. Cubierta el área de inserción de la cola. Las costillas cortas ya no se palpan.	Óptima	Abasto de 2ª
7	Notoria y abundante acumulación de grasa subcutánea. Lomo y anca bien redondeados. Área de inserción de la cola completamente cubierta, pero sin polizones de grasa.	Gorda	Abasto de 1ª
8	Acumulación extrema de grasa subcutánea en todo el cuerpo. Abundante grasa en torno a la inserción de la cola. Polizones.	Muy gorda	Gorda especial

Fuente: Rovira (1996).

Dada la información del cuadro anterior la vaca con grado 6, se le denomina óptima, siendo un animal con el lomo bien definido, los huesos de la cadera destacados

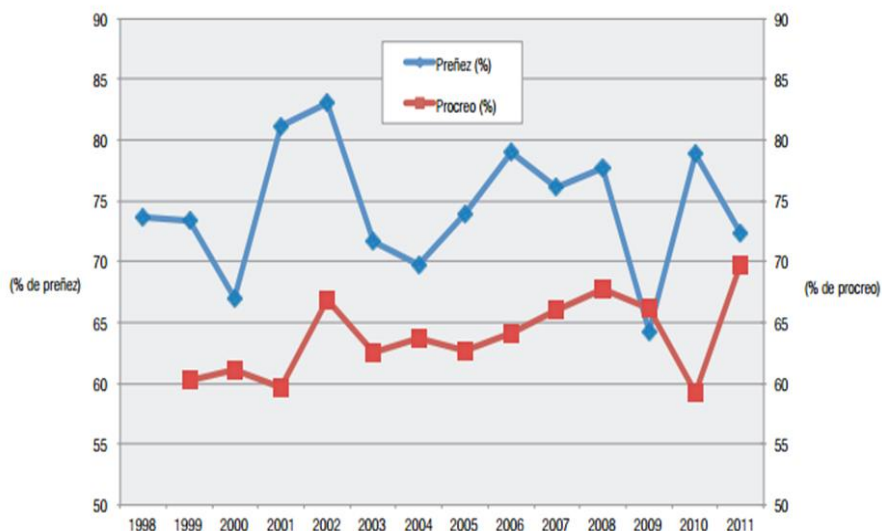
ligeramente, cubierta de grasa el área de inserción de la cola y las costillas cortas ya no se palpan. En cada uno de los grados descritos la medición de la condición corporal de un animal depende de determinados puntos anatómicos y los depósitos grasos que recubren a estos.

### 2.1.1. Efecto de la condición corporal sobre el comportamiento reproductivo

A nivel nacional, las limitantes que enfrenta el sistema criador uruguayo, se manifiestan en una tasa general de destete anual de alrededor del 64%, lo que es lo mismo decir que cada 100 vacas entoradas sólo 64 logran destetar un ternero y las 36 restantes, permanecen improductivas desde el punto de vista del criador (Saravia et al., 2011). Este es un 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, según MGAP. DICOSE (2013).

A continuación se presenta la evolución de la tasa de preñez y procreo en el período 1998-2011. Con la intención de observar como el balance energético después del parto afecta el reinicio de actividad ovárica postparto.

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



Fuente: MGAP. DICOSE (2013).

En la figura anterior se observa el comportamiento de la tasa de preñez, la cual se obtiene como resultado del porcentaje de detección de celos ((vacas servidas en 21 días/vacas ofrecidas) \* 100) por el porcentaje de concepción ((vacas preñadas/vacas

servidas)\*100) y la tasa de procreo ((terneros destetados \* 100)/ vacas en servicio). Se aprecia que en el año 2000 se da el comienzo de un aumento significativo de la tasa de preñez, viendo entonces que pasado este año se ve incrementada también la tasa de procreo, notando un pico, aproximadamente en el año 2002 para luego decaer ambas tasas. Más tarde en el 2003 y 2004 se observa crecimiento en ambas tasas y en el 2008 comienzan a decrecer. Este efecto se puede deber a la CC de los animales para el período donde a una menor CC se prevé una disminución de la tasa de preñez y por consiguiente una disminución de la tasa de procreo. Se sabe entonces que el balance energético después del parto es uno de los factores que más afectan la condición corporal y el reinicio de actividad ovárica posparto.

Como se mencionó anteriormente la mayoría de las fallas reproductivas se pueden asociar a un balance energético inadecuado y falta de estado corporal. Sin la suficiente cantidad de grasa corporal las vacas no se preñan a porcentajes aceptables.

A continuación se presentan datos de la relación entre la condición corporal y el porcentaje de preñez en vacas Hereford provenientes de INIA Estanzuela.

Cuadro No. 3. Relación entre la condición corporal y el porcentaje de preñez.

Condición Corporal	% 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: Rovira (1996).

Los datos del cuadro indican que el porcentaje de preñez aumenta a medida que se incrementa el grado de CC.

Scaglia (1997) señala que, a mayor grado de condición corporal (CC) mayores serán los porcentajes de preñez alcanzados, aunque conllevarán mayores costos. En el mismo sentido, vacas con CC 3 o menor al parto y durante el entore, tendrán una menor performance reproductiva en comparación con vacas que tengan una CC de 4 o más.

#### 2.1.2. Efecto de la alimentación sobre la condición corporal

La preñez de las vacas de cría depende del estado corporal con que llegan al parto y al inicio del entore. Por esto, es sustancial contar entonces con una herramienta práctica como lo es la clasificación por estado corporal para saber asignar cantidad y calidad de forraje acorde a los requerimientos. Al priorizar los recursos forrajeros, muchas veces escasos, de forma de atender aquellos animales con más riesgo de fallar, se mejoraría así el porcentaje general de preñez del rodeo de cría (Saravia et al., 2011).

Es importante saber que la base alimentaria de la cría nacional depende del comportamiento de la curva de producción del forraje del campo natural, interviniendo directamente en el balance energético de los animales y por consiguiente en el estado corporal. Soca y Simeone (1998) señalan que, la producción de pasto en general, presenta picos de producción en primavera y otoño, y entienden que, manejando la alimentación de las vacas, se gana estado corporal durante el otoño.

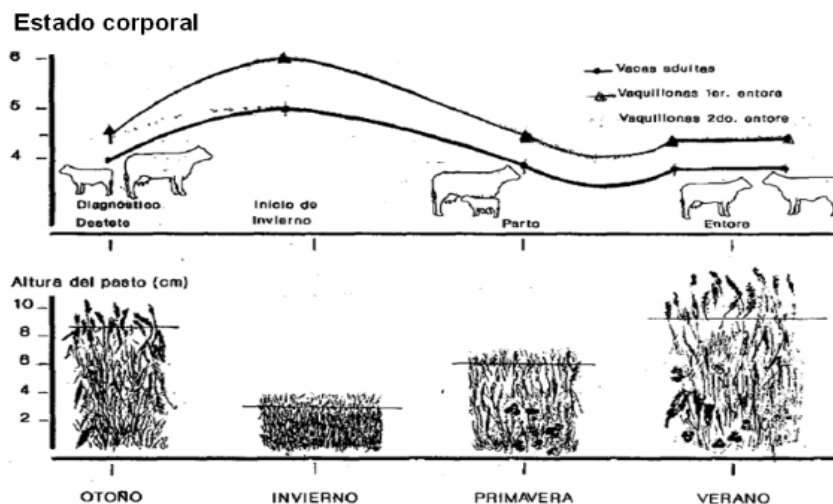
En nuestro país existe una gran variabilidad en la producción forrajera entre años. Esto se debe fundamentalmente a la variación de los niveles de lluvia caída, a lo que se le suma la gran variedad de suelos. Todo esto determina la presencia de distintas especies de pasturas, y por lo tanto, diferentes niveles de producción forrajera, tanto en cantidad como en calidad. Los requerimientos nutricionales de los animales tampoco son parejos durante todo el año, y esto resalta en el estado corporal de los rodeos de cría (Saravia et al., 2011).

Por cada centímetro de aumento en la altura del forraje en el rango de 1,6 a 4,4 cm, se obtiene un incremento de medio punto en la condición corporal al parto (Scaglia, 1997).

La siguiente figura muestra la evolución del estado corporal para diferentes categorías en relación a la altura del pasto en campo natural según las estaciones del año.



Figura No. 4. Evolución del estado corporal recomendado para vacas y vaquillonas a través del año y altura del pasto de campo natural necesario para lograrlo.



Fuente: Soca y Simeone (1998).

La altura del pasto del campo natural necesaria para llegar a una determinada CC en cada categoría según la época de año, demuestra la importancia de tener en cuenta la disponibilidad de forraje que hay durante el año especialmente en el invierno donde la oferta de forraje disminuye afectando la performance productiva. Queda por sentado que para llegar a una CC de 6 en vaquillonas de primer entore y a una CC aproximadamente de 5 en vaquillonas de segundo entore y vacas adultas en el inicio de invierno, es necesario una altura del pasto de campo natural de aproximadamente 4 cm. Saravia et al. (2011) señalan que, la categoría de vacas de primera cría es la que presenta mayores requerimientos y demanda de alimento, dado que al mantenimiento y la lactación, se le suma la energía necesaria para completar su propio desarrollo.

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 en diferentes grupos según su estado corporal 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 (Rovira, 1996).

En el cuadro siguiente se observa la relación entre la alimentación posparto y la duración del anestro según la CC al momento del parto.

Cuadro No. 4. Relación entre alimentación posparto y duración del anestro según la condición corporal (CC) al parto.

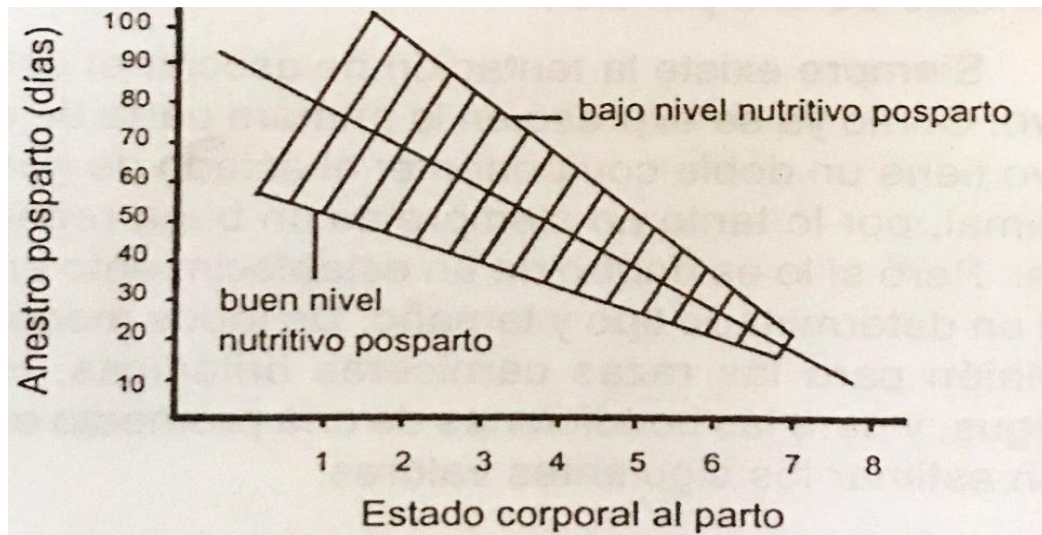
CC al parto	Mala alimentación posparto	Buena alimentación posparto
2	98 días	46 días
3	80 días	40 días
4	68 días	35 días

Fuente: adoptado de Saravia et al. (2011).

El cuadro señala que, con una adecuada alimentación posparto y una condición corporal al parto igual a 4, el primer celo se manifiesta aproximadamente a los 35 días, mientras que con niveles bajos de alimentación, el primer celo ocurre alrededor del día 68 posparto. Orcasberro (1997) indica que, en vacas con condición corporal igual a 4 al momento del parto, y sometidas a planos altos o bajos de alimentación, la duración del anestro varía entre 35 y 50 días. Con estos intervalos las vacas tienen una alta probabilidad de quedar preñadas en el siguiente entore. La situación es muy distinta si vacas con condición corporal de 3 con niveles adecuados y altos de alimentación resultarían en períodos de anestro de 80 días.

A continuación en la figura se resume lo anteriormente expuesto sobre la relación entre el estado corporal al parto y el largo del anestro post parto.

Figura No. 5. Relación entre el estado corporal y el anestro posparto.



Fuente: Rovira (1996).

La relación entre el estado corporal y el anestro posparto, indica que a mayor estado corporal el período de anestro es más corto. Cuanto antes se reinicie la actividad sexual posparto, mayores serán las probabilidades que tendrá el vientre de volver a quedar preñado y también serán mayores las probabilidades de parir temprano.

## 2.2. MÉTODOS DE MEDICIÓN DE ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA

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 (Brito et al., 2001).

La ultrasonografía es una técnica cada vez más utilizada para determinaciones de variables en producción animal. Los equipos de ultrasonido consisten en una consola que contiene la unidad electrónica, controles y una pantalla en la que se visualiza la imagen y un transductor, que emite y recibe ondas de ultrasonido de alta frecuencia. Los transductores vienen con diferente rango de frecuencia 3,5, 5,0 y 7,5 MHz. La profundidad de penetración en el tejido de las ondas de ultrasonido y la resolución de la imagen está inversamente relacionada con la frecuencia del transductor. Por lo tanto, un transductor de 3,5 MHz tiene mayor penetración tisular y menor detalle de la imagen, mientras que un transductor de 7,5 MHz tiene menor penetración de tejidos y mayores detalles de la imagen. Cuando la onda de ultrasonido viaja por los tejidos va produciendo ecos que al regresar al cristal y al deformarlo crea una corriente eléctrica. La imagen es generada por

las ondas de sonido que se reflejan en las diferentes densidades de los tejidos (Houghton y Turlington, 1992).

Los siguientes datos del cuadro presentan el rango de coeficiente de correlación entre la medida tomada con ultrasonografía y la medición de las características de la canal pos faena.

Cuadro No. 5. Rango de los coeficientes de correlación para características de la canal.

Características de la canal	Rango de coeficiente de correlación
Grasa subcutánea	0.74 a 0.94
Área de ojo de bife	0.20 a 0.95
Marmoreo	0.22 a 0.75

Fuente: Brito et al. (2001).

El cuadro indica que existe relación entre las medidas obtenidas por ultrasonografía, con las medidas tomadas en el animal. Las mismas varían según la variable a considerar, siendo mayor la relación entre las medidas más superficiales en el animal (ej. grasa subcutánea) que las observadas a mayor profundidad como el área de ojo de bife o la grasa intramuscular o de marmoreo.

## 2.2.1. Características medibles

### 2.2.1.1. Espesor de la grasa subcutánea

El EGS (Espesor de grasa subcutánea) es el componente más importante de la característica de la canal sobre el rendimiento y el mejor indicador de la condición corporal y del estado nutricional (Powell y Huffman, 1973). Es una técnica cuantitativa que permite predecir la calidad de la canal en animales vivos en forma individual en donde se evalúan las reservas de grasa en los tejidos corporales por ultrasonografía (Schröder y Staufenbiel, 2006).

El ultrasonido proporciona un método no invasivo para estimar la acumulación de grasa y músculo. Es una forma rápida y fiable con una alta tecnología y grado de repetibilidad, y proporciona un método no destructivo de la medida de los componentes de la carcasa en animales vivos (Faulkner et al., 1990). La medición del EGS es fácil de aprender y se puede realizar rápidamente en el campo obteniéndose el valor exacto de la medición en unos segundos (Schroöder y Staufenbiel, 2006).

La EGS es la profundidad del tejido graso sobre el área del ojo de bife (*longissimus dorsi*) a la 10<sup>a.</sup> o 12<sup>a.</sup> costilla. La misma consiste de una simple medición registrada a una distancia equivalente a los  $\frac{3}{4}$  de longitud de este músculo desde la espina dorsal. Este punto se corresponde con la evaluación de esta variable en la canal, tal como es considerada en determinados sistemas de tipificación (ej: USA). El desarrollo de imágenes de dos dimensiones permite una rápida estimación de esta variable (De los Campos y De Mattos, 2001).

Para las condiciones de USA, el EGS explica el 70% de la variación en rendimiento de las canales. Las tasas de crecimiento varían con los diferentes tipos biológicos y líneas genéticas, lo que determina la utilidad de esta variable para predecir el rendimiento carnívero. 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 (De los Campos y De Mattos, 2001).

Faulkner et al., Hamlin et al., Hassen et al., citados por Brito et al. (2001) han indicado que en sistemas de alimentación a corral y con una enorme variación en el tipo de animal a engorde, el EGS a nivel de la 12<sup>a.</sup> 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.

De los Campos y De Mattos (2001) indican que en Uruguay esta variable 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.

- Grasa subcutánea a nivel del cuadril (Punto, P8)

Esta medición es realizada en la intersección de los músculos *gluteus medius* (cuadril) y *biceps femoris* en la región de la cadera, paralelo a la columna vertebral. El P8 es una medida alternativa de la grasa externa, la cual ayuda a predecir puntos finales de composición corporal, tales como el porcentaje de cortes minoristas (De los Campos y De Mattos, 2001).

En trabajos realizados en nuestro país, P8 fue la segunda variable en importancia, después del peso vivo, en explicar la variación existente en la predicción de determinados cortes con destino al Reino Unido (De los Campos y De Mattos, 2001).

#### 2.2.1.2 . Otras medidas ultrasonográficas en producción animal

- Área del ojo de bife

Es el área correspondiente al músculo *longissimus dorsi* a nivel del espacio intercostal entre la 10-11<sup>a</sup>. o 12-13<sup>a</sup>. costilla, dependiendo del tipo de corte y de la evaluación realizada por los tipificadores en cada planta frigorífica. Dicha variable ha sido incluida en la mayoría de los trabajos de investigación de USA, debido a que es un componente de la ecuación de rendimiento utilizada por el USDA en la clasificación y tipificación de canales. Aunque la literatura menciona rangos de correlación desde 0,22 a 0,95, las correlaciones entre la medición con ultrasonido y el área medida en la canal del músculo *longissimus dorsi* son raramente inferiores a 0,5. La mayoría de los estudios muestran correlaciones estadísticamente significativas entre 0,6 y 0,8 (De los Campos y De Mattos, 2001).

Las variaciones mencionadas pueden estar comprendidas en: el método de determinación, la impropia ubicación del transductor, la inadecuada interpretación de las imágenes, las diferencias en el lugar de medición por ultrasonido y en la canal (12-13<sup>a</sup>. vs. 10-11<sup>a</sup>. costilla), cambios en la configuración del músculo durante su procesamiento y

desarrollo del rigor mortis, y en las diferencias de configuración entre el animal en pie y la canal colgada (De los Campos y De Mattos, 2001).

- Grasa intramuscular (marmoreo)

La importancia de esta variable radica en la posibilidad de obtener un producto final de mayor calidad, mejorando la palatabilidad, terneza y sabor de la carne satisfaciendo de esa forma la demanda de los consumidores.

Las imágenes de ultrasonido para estimar el porcentaje de grasa intramuscular son tomadas longitudinalmente a través de la 11-13<sup>a</sup>. costilla del animal. La distribución de la grasa intramuscular es más concentrada alrededor de las áreas de mayor actividad vascular en el músculo *longissimus dorsi* (bife angosto). La predicción de esta variable en el animal vivo supera a la realizada en la canal, ya que la pérdida de sangre en los capilares y la falta de oxígeno en el animal faenado reducen el efecto de dispersión de las ondas ultrasónicas (De los Campos y De Mattos, 2001).

La cantidad de grasa intramuscular depende principalmente del factor genético, aunque otras variables como la nutrición, el estrés y el número de días en engorde juegan un rol importante.

Estudios realizados por Hassen et al. (1999) sobre esta característica, demostraron que en general, no es tan repetible como el espesor de grasa subcutánea medido por ultrasonografía. Por lo que mediciones repetidas en un mismo animal podrían mejorar la precisión de la predicción.

#### 2.2.2. Utilización de las medidas estimadas: diferencia esperada en la progenie

Las medidas tomadas por ultrasonografía permiten estimar DEP (diferencias esperadas en la progenie) para características de la canal.

Las DEP para características de las canales son estimaciones de los méritos genéticos de un animal para esas características, las cuales son medidas por ultrasonografía a los 15 meses de edad. Obviamente, no existe un interés directo en conocer los datos de la canal de los padres en estudio, sino que el mismo radica en conocer la información de la canal de los novillos de la progenie. Hay una fuerte correlación entre las mediciones con ultrasonido en los padres y los datos obtenidos de las canales de sus progenies (De los Campos y De Mattos, 2001).

Antes de poder establecer mejoras en las características de las canales, se debe considerar el mérito genético del rodeo para estas características. Es necesario por lo tanto

establecer un seguimiento de los animales desde su nacimiento hasta la faena. Los animales deberán pertenecer a un mismo grupo contemporáneo, definido éste como animales provenientes de un mismo rodeo, de la misma raza, edad y sexo, recibir un alimentación y práctica de manejo semejante y ser faenados en condiciones similares y la misma edad o punto final de faena (peso o grado de terminación, De los Campos y De Mattos, 2001).

### 2.3. RELACIÓN ENTRE ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA Y CONDICIÓN CORPORAL

Algunos trabajos han estudiado relaciones entre la condición corporal medida por apreciación visual y algunas determinaciones de grasa subcutánea en diferentes zonas del animal.

La condición corporal y el espesor de grasa de cadera evaluados en dos momentos dentro del período de entore (60 días) en vacas de carne multíparas en amamantamiento (1/4 a 3/8 Brahman) en Estados Unidos dieron correlaciones significativas y altas entre el espesor de grasa subcutánea y la condición corporal (escala de 1 a 9) de  $r = 0,75$  (en el día 0) y de  $r = 0,68$  (en el día 60, Looper et al., 2010).

Existen trabajos hechos en vacas cebuinas (*Bos indicus*) en diferentes estados reproductivos (vacías, primer tercio, segundo tercio y tercer tercio de gestación) que proporcionaron correlaciones significativas entre condición corporal y espesor de grasa subcutánea para todos los estados reproductivos, presentado valores más altos en aquellos animales que no estaban gestando y menores a medida que avanzaba la preñez (Correa et al., 2013).

En Colombia en vacas cebuinas de descarte se conoció una correlación moderada ( $r = 0,50$ ) entre condición corporal (escala de 1 a 9) y el espesor de grasa a nivel del anca (Velásquez y Ríos, 2010).

Estudios realizados por Correa et al. (2013) sobre las correlación entre la condición corporal y el espesor de grasa subcutánea en razas Holstein y Nelore dieron como resultado 0.79 y 0.45, respectivamente.

La medición de la condición corporal y el espesor de grasa subcutánea en cinco momentos diferentes durante el ciclo de producción (1) el destete; 2) el parto; 3) 42 días después del parto; 4) 82 días después del parto; 5) 112 después del parto) donde se utilizó para condición corporal una escala de 1 a 5 puntos y para el espesor de grasa de cadera un transductor lineal de 3,5 MHz en 266 vacas Nelore, dio como resultado que existe una alta



correlación ( $r = 0,82-0,93$ ) entre ambas variables en los diferentes momentos del ciclo donde se realizaron las mediciones (Ayres et al., 2008).

Busquets et al. (2015) indican en 164 vacas de cría de la raza Hereford de diferentes categorías, alimentadas a campo natural durante todo el periodo de experimentación, donde se efectuaron medidas de condición corporal y espesor de grasa subcutánea (P8) en tres momentos (20/06/2014, 9/07/2014 y 7/11/2014) en los cuales fueron medidas 50 vacas en los primeros dos momentos y 64 en el último, una relación entre la condición corporal y espesor de grasa subcutánea, que resultó con un bajo coeficiente de determinación ( $r^2 = 0.14$ ) siendo una función cuadrática la que mejor describió dicha relación. Si bien se esperaba una regresión alta en la medida que aumentara la condición corporal, esto no sucedió, debido a que condiciones corporales altas presentaron valores bajos de espesor de grasa subcutánea y viceversa. También se logró determinar qué condiciones corporales mayores, entre 4 y 5 presentaron mayor variabilidad en espesor de grasa subcutánea que condiciones corporales menores como 2 y 3.

Álvarez y Balarini (2016) han evidenciado que la condición corporal, espesor de grasa subcutánea medidos en la región dorsal en el espacio intercostal entre la 12<sup>a</sup>-13<sup>a</sup>. costilla (EGD) y espesor de grasa subcutánea en la cadera (P8) en 70 vacas Hereford pertenecientes al rodeo de cría de la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” que la correlación entre la variable medida en el EGD fue mayor que la obtenida para la variable espesor de grasa subcutánea en la cadera (P8) en función de la misma CC. Para realizar los coeficientes de determinación se utilizan modelos de tendencia lineal y cuadrática, los cuales reflejan resultados de similar magnitud ( $r^2=0,44$ ) donde el espesor de grasa medido en el punto P8 aumenta por cada punto que aumenta la condición corporal, donde se indica un aumento de 5.35 mm de espesor de grasa subcutánea por cada unidad de condición corporal para la ecuación lineal y de 8.77 mm para la cuadrática.

La relación entre la condición corporal y la eficiencia reproductiva, amerita el estudio desde el punto de vista genético. Sin embargo, al ser determinada por apreciación visual genera dificultades en su determinación si no hay observadores expertos. Y cuando la grasa es medida en forma objetiva a través de un ecógrafo, es posible registrar bajo el mismo criterio todas las medidas. Para ello, es importante conocer las relaciones entre las variables involucradas.

#### 2.4. HIPÓTESIS

Es posible el uso de la ultrasonografía para estimar el espesor de grasa subcutánea en el punto P8 en vacas de cría de diferentes genotipos permitiendo determinar la condición corporal.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. CONDICIONES GENERALES

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Bernardo Rosengurt (EEBR) de la Facultad de Agronomía, ubicada en el km 408 de la Ruta 26 (Departamento de Cerro Largo, 32°35' Latitud S y 54°15' Longitud W).

Se utilizaron 174 vacas de cría multíparas de las razas Hereford, Aberdeen Angus, Cruzas y BH pertenecientes al rodeo de la EEBR. Los animales estuvieron alimentados en pastoreo sobre campo natural durante todo el periodo de experimentación.

#### 3.2. METODOLOGÍA

##### 3.2.1. Trabajo de campo

Se midió la condición corporal por apreciación visual (escala de 1 a 8). Al mismo tiempo se midió el espesor de grasa subcutánea en la cadera (P8) mediante ultrasonografía utilizando un ecógrafo portátil 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.

En la siguiente foto se observa el ecógrafo utilizado para las mediciones de espesor de grasa subcutánea.

Figura No. 6. Ecógrafo utilizado para determinar espesor de grasa subcutánea en la cadera (P8).



Estas mediciones se realizaron en tres instancias comenzando en el mes de mayo y finalizando en el mes de noviembre a intervalos de 45 días aproximadamente, con una duración de 6 horas promedio.

En las tres instancias la metodología utilizada fue la misma, las vacas fueron encerradas en los corrales del predio, para posteriormente proceder a realizar las mediciones correspondientes a cada una. A cada vaca se le realizó la medición de espesor de grasa subcutánea y condición corporal en dicho orden.

Para la medición, se procedía a colocar los animales en el tubo donde se rasuraba a cada vaca en la región que se iba a realizar la medición de ultrasonido. Posteriormente se colocaba al animal en el cepo con el fin de inmovilizarlo y lograr realizar la medición.

Para obtener una imagen más clara en el equipo, para la medición se utiliza un gel conductor que se lo coloca en la zona rasurada antes mencionada, previo a cada medición se corrobora que el animal esté parado en forma correcta de modo que la cadera se encuentre 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 en la zona previamente establecida y se mueve buscando la imagen deseada. La imagen es proyectada en un monitor en donde se indica 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.

Luego de realizada la medición de espesor de grasa subcutánea cada vaca es liberada al campo, donde al salir se registra la condición corporal. Para esta calificación se tomó en cuenta la escala de condición corporal validada en Uruguay para la raza Hereford (Vizcarra et al., 1986).

### 3.2.2. Trabajo de gabinete

#### 3.2.2.1. Hipótesis estadística

El espesor de grasa subcutánea en el punto P8 y la condición corporal revelan cierta asociación y en diferentes genotipos.

Existen efectos significativos del momento, de la raza y de la interacción momento por raza sobre la característica grasa subcutánea en el P8 y la condición corporal.

### 3.2.2.2. Procesamiento de datos y análisis estadístico

Se realizó análisis de varianza para condición corporal y grasa subcutánea en el punto (P8) con los efectos fijos de la medida (fecha de medición) la raza de los animales y la interacción entre ambas. Fueron estimadas las medias de mínimos cuadrados y los errores estándar para cada efecto significativo ( $P < 0.05$ ).

La asociación entre las variables espesor de grasa subcutánea y condición corporal fue estudiada mediante análisis de correlación de Pearson.

Los análisis estadísticos se procesaron en el paquete SAS (versión 2014).

#### 4. RESULTADOS

El promedio general de las determinaciones en los 3 momentos de medición para todas las razas evaluadas fueron; para grasa subcutánea 22.88 con un desvío de  $\pm 3.84$  y para condición corporal un promedio de 3.62 con un desvío de  $\pm 0.88$ .

##### 4.1. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA CARACTERÍSTICA GRASA SUBCUTÁNEA EN EL PUNTO P8

En el siguiente cuadro se presentan los resultados del análisis de varianza para la característica grasa subcutánea en el P8. Con este análisis se comprueba si existe un efecto significativo del momento, la raza y de la interacción de ambas sobre la característica grasa subcutánea en el P8.

Cuadro No. 6. Análisis de varianza para la característica grasa subcutánea en el P8.

Efecto	Pr > F
Momento	0.0039
Raza	0.6413
Momento* Raza	0.3120

\*(P<0,05).

Existe un efecto significativo del momento, pero no de la raza ni de la interacción momento por raza sobre la característica grasa subcutánea en el P8 (P<0.05).

A continuación se presentan las medias de mínimos cuadrados para los 3 momentos de medición y las 4 razas consideradas y los datos correspondientes a la prueba de Tukey.

Cuadro No. 7. Medias y errores estándar de la grasa en el punto P8 en los 3 momentos de determinación.

Momento	N	Media	Valor máximo	Valor mínimo	Error estándar	CV
1	60	24.0 a	35.00	18.00	0.53	2.2
2	37	22.63 ab	43.00	17.00	0.81	3.6
3	76	21.69 b	30.00	15.00	0.43	1.9

Medias seguidas de letras diferentes son estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ).

En el cuadro anterior se observa la prueba Tukey, donde se presentan diferencias entre la grasa subcutánea en el punto (P8) y las mediciones en diferentes momentos. En los momentos 1 y 2 existen diferencias significativas, frente al momento 3. Sin embargo el momento 2 presenta un error estándar más grande que se traduce en una estimación menos precisa debido a la media muestral que tiene  $n = 37$ , y un coeficiente de variación que indica mayor heterogeneidad de los valores (mm) de la característica grasa subcutánea en el P8. Así mismo, observando los datos de los valores mínimos y máximos el momento 2 de medición presenta un rango más amplio que hace que exista una mayor variabilidad o dispersión de los datos. Esto se podría explicar por lo mencionada anteriormente sobre el n de la muestra en el momento 2, que es baja, por lo que se observa menor precisión.

Posteriormente se exhiben las medias, errores estándar y coeficientes de variación de la grasa subcutánea en el punto P8 en las diferentes razas evaluadas.

Cuadro No. 8. Medias, errores estándar y coeficientes de variación de la grasa subcutánea en el punto P8 en las diferentes razas evaluadas.

Raza	N	Media (ns)	Error estándar	CV
AA	51	22.59	0.59	2.6
BH	24	22.10	1.04	4.7
Cruza	40	23.39	0.57	2.4
HH	57	23.05	0.49	2.1

(ns) Diferencias estadísticamente no significativas ( $P>0.05$ ).

Las medias y errores estándares según raza no presentaron diferencias significativas entre ellas para la variable grasa subcutánea en el punto P8. Se concluye que ninguna de las diferentes razas tiene un efecto significativo sobre la variable grasa subcutánea en el punto P8. Sin embargo, la raza BH presenta mayor error estándar y coeficiente de variación, así como un menor número de animales de la muestra.



#### 4.2. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA CARACTERÍSTICA CONDICIÓN CORPORAL

En el siguiente cuadro se presentan los resultados del análisis de varianza para la característica condición corporal.

Cuadro No. 9. Análisis de varianza para la característica condición corporal.

Efecto	Pr > F
Momento	0.0001
Raza	0.5474
Momento * Raza	0.5535

\*( $P < 0,05$ ).

Al igual que para la grasa subcutánea, en la condición corporal solamente el efecto momento de medición presento significancia estadística.

Los próximos dos cuadros presentan los resultados de las medias y los errores estándar para la condición corporal según los momentos de determinación y las razas evaluadas.

Cuadro No. 10. Medias y errores estándar de la condición corporal en los 3 momentos de determinación.

Momento	N	Media	Valor máximo	Valor mínimo	Error estándar	CV
1	60	4.06 a	5.5	3.25	0.14	3.45
2	37	4.11 a	6.5	3.25	0.16	3.89
3	76	3.12 b	6.00	2.00	0.08	2.56

Medias seguidas de letras diferentes son estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ).

En el cuadro anterior se observa la prueba Tukey, donde se presentan diferencias entre la condición corporal y las mediciones en diferentes momentos. Los momentos 1 y 2 presentan diferencias significativas, frente al momento 3. Estas diferencias se pueden deber a efectos existentes en ese momento 3 que escapan a la línea de investigación.

A continuación se muestran las medias y errores estándar de la condición corporal en las diferentes razas evaluadas.

Cuadro No. 11. Medias y errores estándar de la condición corporal en las diferentes razas evaluadas.

Raza	N	Media*	Valor máximo	Valor mínimo	Error estándar	CV
AA	51	3.91	6.00	2.00	0.12	3.06
BH	24	3.55	5.00	2.5	0.23	6.48
Cruza	40	3.80	6.5	2.00	0.13	3.42
HH	57	3.78	5.5	2.00	0.11	2.91

\* No existen diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) entre las medias.

Al igual que con la grasa subcutánea en el punto P8, no hay diferencias entre las medias y los errores estándares. Esto resulta en que la raza no influye en la determinación de la CC.

#### 4.3. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON: ASOCIACIÓN ENTRE GRASA SUBCUTÁNEA EN EL P8 Y LA CONDICIÓN CORPORAL

En los siguientes cuadros se presentan los coeficientes de correlaciones generales entre grasa subcutánea y condición corporal según los diferentes momentos y razas.

La correlación general entre grasa subcutánea en el P8 y la condición corporal fue de 0.71, siendo significativa ( $P < 0.0001$ ).

#### 4.4. CORRELACIONES ENTRE ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA EN EL P8 Y LA CONDICIÓN CORPORAL EN DIFERENTES MOMENTOS

En el siguiente cuadro se observa la asociación que existe entre la grasa subcutánea en el punto P8 y la condición corporal en diferentes momentos.

Cuadro No. 12. Coeficiente de correlación de Pearson entre grasa subcutánea en el P8 y la condición corporal en diferentes momentos.

Momento	Coeficiente de correlación de Pearson
1	0.65 (0.0001)
2	0.87 (0.0001)
3	0.67 (0.0001)

Se observa que existe una asociación alta entre la medición subjetiva, condición corporal y la medición objetiva, grasa subcutánea.

#### 4.5. CORRELACIONES ENTRE ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA EN EL P8 Y LA CONDICIÓN CORPORAL EN DIFERENTES RAZAS

El cuadro que se presenta seguido muestra la asociación que existe entre la grasa subcutánea en el punto P8 y la condición corporal en diferentes razas.

Cuadro No. 13. Coeficiente de correlación de Pearson y (significancia estadística) entre grasa subcutánea en el P8 y la condición corporal en las razas AA, HH, y las cruza F1 entre Hereford- Angus y Bonsmara- Hereford.

Raza	N	Coeficiente de correlación de Pearson (significancia estadística)
AA	51	0.71 (0.0001)
BH	24	0.34 (0.13)
Cruza	41	0.81 (0.0001)
HH	47	0.73 (0.0001)

Los resultados de los coeficientes de correlación de Person entre grasa subcutánea en el P8 y la condición corporal en diferentes razas indican que las cruza F1 recíprocas entre Angus y Hereford son las que tienen mayor asociación entre la grasa subcutánea en el P8 y la condición corporal, en tanto siendo la BH la que presenta menor asociación entre la grasa subcutánea en el P8 y la condición corporal.

## 5. DISCUSIÓN

Powell y Huffman (1973) indican que el EGS (Espesor de grasa subcutánea) es el componente más importante de la característica de la canal sobre el rendimiento y el mejor indicador de la condición corporal y del estado nutricional.

La medición del espesor de la grasa subcutánea, es entonces una técnica que permite predecir la calidad de la canal en animales vivos en forma individual y la evaluación de las reservas de grasa en los tejidos corporales por ultrasonografía (Schroöder y Staufenbiel, 2006)

Estudios realizados por Ayres et al. (2008) sobre mediciones realizadas en las variables condición corporal utilizando una escala de 1 a 5 puntos y el espesor de grasa de cadera en cinco momentos durante el ciclo de producción ((1) el destete; 2) el parto; 3) 42 días después del parto; 4) 82 días después del parto; 5) 112 después del parto) determinaron que existe una correlación alta ( $r = 0,82-0,93$ ).

En Estados Unidos se estudió la relación entre la condición corporal y el espesor de grasa de cadera en dos momentos que, determino que existía una correlación alta entre ambas variables con valores de 0.68 y 0.75 (Looper et al., 2010).

En vacas cebuinas se conoció que existe una correlación moderada de  $r=0,50$  entre condición corporal (escala de 1 a 9) y el espesor de grasa a nivel del anca (Velásquez y Ríos, 2010).

En razas Nelore y Holstein la relación entre la condición corporal y el espesor de grasa de cadera dieron como resultados correlaciones positivas de 0.45 y 0.79, respectivamente (Correa et al., 2013).

Ayres et al. (2008), Looper et al. (2010), Correa et al. (2013) presentaron correlaciones moderadas y altas entre la condición corporal y el espesor de grasa de cadera.

Sin embargo en vacas cebuinas se publicó una correlación moderada entre las variables condición corporal y el espesor de grasa a nivel del anca (Velásquez y Ríos, 2010).

Según lo exhibido en la literatura y lo que se evaluó en la investigación, la correlación entre condición corporal y grasa subcutánea de cadera (P8) en 4 genotipos (Hereford, Angus y cruzas F1 entre Hereford-Angus y Bonsmara-Hereford) fue similar a lo que se citó, dando como resultado una  $r = 0.71$ . Cabe decir que en la asociación entre

las características grasa subcutánea y la condición corporal existió un efecto significativo en el efecto momento de medición y no tan así en las razas. Salvo las cruces F1 recíprocas entre Angus y Hereford que son las que presentaron mayor asociación entre la grasa subcutánea en el P8 y la condición corporal.

Este dato de correlación que resultó alta en esta línea de investigación es lo que permitiría utilizar a la característica grasa subcutánea en el punto P8 como herramienta para definir el estado corporal de los animales, debido a que es una medida objetiva. Accediendo a esta recopilación de datos de la grasa subcutáneas en el punto P8, es que es posible la obtención de DEP como indicador numérico que permite predecir la calidad genética. Y en la medida que exista más registros en un futuro se podría evaluar genéticamente la característica grasa subcutánea como representante de la eficiencia reproductiva, solo si existiera asociación genética entre grasa subcutánea y condición corporal. Lo que alienta a seguir profundizando en la investigación.

Es por esto que esta línea de trabajo debería continuar aumentando el número de observaciones de espesor de grasa subcutánea y condición corporal. De este modo se lograría que los modelos a estudiar podrían tener mejores coeficientes de determinación, generando ecuaciones de predicción más precisas.

## 6. CONCLUSIONES

En esta línea de investigación se concluye que la asociación entre la condición corporal por apreciación visual y el espesor de grasa subcutánea en el punto P8 muestran una correlación media a alta ( $r= 0.71$ ) en vacas de cría de diferentes razas y a lo largo del ciclo de cría.

Con la obtención de datos de la característica espesor de grasa subcutánea en el punto P8 se podrían conocer los DEP de dicha característica. Siempre y cuando existiera una correlación genética favorable entre la grasa subcutánea en el punto P8 y la condición corporal estos datos serían utilizados como herramienta para el mejoramiento genético animal. A sabiendas que la condición corporal es un variable subjetiva.



## 7. RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es estudiar la relación existente entre la condición corporal por apreciación visual y el espesor de grasa subcutánea medida por ultrasonografía en el punto P8 en vacas de cría de diferentes genotipos, describir la relación entre ambas variables en tres momentos diferentes del ciclo de cría y en los 4 genotipos diferentes: Hereford, Angus y cruza F1 entre Angus-Hereford y Bonsmara-Hereford. Los registros de campo de éste trabajo se llevaron a cabo en la Estación Experimental Bernardo Rosengurt (EEBR) de la Facultad de Agronomía, ubicada en el km 408 de la Ruta 26, las mediciones se realizaron en tres instancias comenzando en el mes de mayo y finalizando en el mes de noviembre a intervalos de 45 días aproximadamente, con una duración de 6 horas promedio, donde fueron utilizadas 174 vacas de cría multíparas de las razas Hereford, Aberdeen Angus, Cruzas y Bonsmara-Hereford pertenecientes al rodeo de la EEER. Dichos animales estuvieron alimentados en pastoreo sobre campo natural durante todo el periodo de experimentación. A los datos obtenidos de condición corporal y espesor de grasa subcutánea se les realizó análisis de varianza, con los efectos fijos de la medida (fecha de medición) la raza de los animales y la interacción entre ambas. Fueron estimadas las medias de mínimos cuadrados y los errores estándar para cada efecto significativo ( $P < 0.05$ ). La asociación entre las variables espesor de grasa subcutánea y condición corporal fue estudiada mediante análisis de correlación de Pearson. De los datos recabados de condición corporal y espesor de grasa subcutánea se obtuvo una correlación de 0.71, siendo significativa ( $P < 0.0001$ ).

Palabras clave: Condición corporal; Espesor de Grasa Subcutánea; Ultrasonografía; Genotipos; Mediciones; Análisis de varianza; Errores estándar; Correlación de Pearson.

## 8. SUMMARY

The main objective of this work is to study the relationship between body condition by visual appreciation and the thickness of subcutaneous fat measured by ultrasonography at point P8 in breeding cows of different genotypes, describe the relationship between both variables at three different times of the breeding cycle and in the 4 different genotypes: Hereford, Angus and F1 crosses between Hereford-Angus and Bonsmara-Hereford. The field records of this work were carried out at the Bernardo Rosengurt Experimental Station (EEBR) of the Faculty of Agronomy, located at km 408 of Route 26, the measurements were made in three instances beginning in the month of May and finalizing in the month of November at intervals of approximately 45 days, with an average duration of 6 hours, where 174 multiparous cows of the breeds Hereford, Aberdeen Angus, Crosses and Bonsmara-Hereford belonging to the rodeo of the EEER were used. These animals were fed in grazing on a natural field during the entire experimentation period. The data obtained from body condition and subcutaneous fat thickness were analyzed by variance, with the fixed effects of the measure (date of measurement), the race of the animals and the interaction between them. The least squares averages and the standard errors for each significant effect were estimated ( $P < 0.05$ ). The association between the variables subcutaneous fat thickness and body condition was studied by Pearson correlation analysis. From the data obtained on body condition and subcutaneous fat thickness, a correlation of 0.71 was obtained, being significant ( $P < 0.0001$ ).

Keywords: Body condition; Subcutaneous fat; Measured; Ultrasonography; Genotypes; Measurements; Analyzed by variance; Standard errors; Pearson correlation.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, M.; Balarini, D. 2016. Condición corporal y espesor de grasa subcutánea en vacas de cría Hereford. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 36 p.
2. Ayres, H.; Ferreira, R. M.; Torres-Júnior, J. R. de S.; Dmetrio, C. G. B.; Lima, C. G. de; Baruselli, P. S. 2009. Validation of body condition score as a predictor of subcutaneous fat in Nelore (*Bos indicus*) cows. (en línea). *Livestock Science*. 123 (2): 175 - 179. Consultado 18 oct. 2017. Disponible en <http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/25457>
3. Brito, G.; Pringle, D. de los Campos, G.; de Mattos, D.; Pigurina, G.; Calistro, S. 2001. Ultrasonido y otras medidas fenotípicas para la predicción de composición de la carcasa. (en línea). *In: Utilización de ultrasonografía para la predicción de la composición y calidad de la canal*. Montevideo, INIA. pp. 1-4 (Actividades de Difusión no. 261). Consultado 25 oct. 2017. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/5703/1/14432230209155402.pdf>
4. Busquets, I. A.; Perdigon, L.; Pérez, I. 2015. Medición del espesor de grasa subcutánea y su correlación con la condición corporal mediante apreciación visual. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 45 p.
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). *Revista Científica. FCV-LUZ*. 23 (1): 42 – 47. Consultado 25 nov. 2017. Disponible en <http://www.produccioncientifica.luz.edu.ve/index.php/cientifica/article/view/15773/15746>.
6. Faulkner, D. B.; Parrett, D. F.; McKeith, F. K.; Berger, L. L. 1990. Prediction of fat cover and carcass composition from live and carcass measurements. *Journal of Animal Science*. 68: 604 - 610.

7. De Los Campos, G.; De Mattos, D. 2001. [Estimación del rendimiento y valor industrial de novillos en engorde en diferentes puntos de la cadena](#). (en línea). In: Utilización de ultrasonografía para la predicción de la composición y calidad de canal. Montevideo, INIA. pp. 49-88 (Actividades de Difusión no. 261). Consultado 30 nov. 2017. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/5703/1/14432230209155402.pdf>
8. Houghton, P. L.; Turlington, L. M. 1992. Application of ultrasound for feeding and finishing animals: a review. *Journal of Animal Science*. 70: 930 - 941.
9. Looper, M. L.; Reiter, S.T.; Williamson, B. C.; Sales, M A.; Hallford, D. M.; Rosenkrans, C. F. 2010. Effects of body condition on measures of intramuscular and rump fat, endocrine factors, and calving rate of beef cows grazing common bermudagrass or endophyte-infected tall fescue. (en línea). *Journal of Animal Science* 88 (12): 4133 - 4141. Consultado 31 nov. 2017. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20817854>
10. MGAP. DICOSE (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Contralor de Semovientes, UY). 2013. Anuario 2013. Montevideo, Uruguay. s.p.
11. Orcasberro, R. 1997. Estado corporal, control del amamantamiento y performance reproductiva de rodeos de cría. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. 2ª. ed. Montevideo, INIA. pp. 158 - 169 (Serie Técnica no. 13). Consultado 6 may. 2017. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807115854.pdf>
12. Powell, W. E.; Huffman, D. L. 1973. Predicting chemical composition of beef carcasses from easily obtainable carcass variables. *Journal of Animal Science*. 36: 1069 -1076.
13. Rovira, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Uruguay. Hemisferio Sur. 288.
14. Saravia, A.; César, D.; Montes, E.; Taranto, V.; Pereira, M. 2011. Manejo del rodeo de cría sobre campo natural. (en línea). Montevideo, Plan

Agropecuário. 80 p. Consultado 22 dic. 2017. Disponible en [https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/21\\_manual.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/21_manual.pdf)

15. Scaglia, G. 1997. Nutrición y reproducción de la vaca de cría: uso de la condición corporal. (en línea). Montevideo, INIA. 16 p. (Serie Técnica. no. 91). Consultado 31 oct. 2017. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2997/1/111219240807103034.pdf>
16. Schroöder, U. J.; Staufenbiel, R. 2006. Methods to determine body fat reserves in the dairy cow with special regard to ultrasonographic measurement of backfat thickness. *Journal of Dairy Science*. 89: 1-14.
17. Soca, P.; Simeone, A. 1998. Manejo del rodeo de cría en base al estado corporal, altura de pasto y control de amamantamiento. (en línea). Plan Agropecuario. Cartilla no. 7. 8 p. Consultado 25 oct. 2016. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6777/1/INIA-PLAN-1998-Cartilla-7.pdf>
18. Tiezzi, F.; Maltecca, C.; Ceccinato, A.; Penasa, M.; Bittante, G. 2013. Thin and fat cows, and the nonlinear genetic relationship between body condition score and fertility. *Journal of Dairy Science*. 96: 6730 – 6741.
19. Velásquez, J.C.; Ríos, M. 2010. Relación de medidas de composición corporal evaluadas in vivo con ultrasonido con el peso de la canal en vacas Cebú de descarte. (en línea). *Revista Colombiana Ciencias Pecuarias*. 23 (1): 99 – 105. Consultado 15 nov. 2017. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v23n1/v23n1a11.pdf>.
20. Vizcarra, J. A.; Ibáñez, W.; Orcasberro, R. 1986. Repetibilidad y reproductibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal de vacas Hereford. *Investigaciones Agronómicas*. 7(1): 45 - 47.