

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL PROGRAMA COND_CORP
PARA LA CALIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL EN VACAS DE
DIFERENTES GENOTIPOS EN SITUACIONES REALES DE PRODUCCIÓN**

por

**Matías Javier OBORSKY CANCELA
Fernando Rodrigo PACHÓN GONZÁLEZ**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2016**

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. PhD Ana C. Espasandín

Dr. Ing. Nicolás Pérez Álvarez

Ing. Agr. Paula Batista

Fecha: 23 de febrero de 2016.

Autores: -----

Matías J. Oborsky Cancela

Fernando R. Pachón González

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a nuestra tutora Ing. Agr. Ana C. Espasandín por su apoyo y dedicación en post de poder realizar este trabajo de la mejor manera posible. También agradecer al Dr. Ing. Nicolás Pérez por el tiempo y logística brindado para llevar adelante la tesis.

Luego y muy importante a nuestras familias y amigos por el apoyo en este largo proceso, el cual culmina con este trabajo.

También agradecer a los propietarios del establecimiento “La Paloma”, por brindarnos los animales, el tiempo y conocimientos. A la Facultad de Agronomía por los conocimientos y herramientas brindados a lo largo de toda la carrera y para llevar a cabo la presente tesis.

En definitiva a todos aquellos que de una forma u otra nos apoyaron en esta etapa de la vida.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	V
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.2 <u>OBJETIVOS</u>	2
1.2.1 <u>Objetivos generales</u>	2
1.2.2 <u>Objetivos específicos</u>	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 <u>CONSIDERACIONES GENERALES</u>	3
2.2 <u>CONDICIÓN CORPORAL Y PESO VIVO</u>	5
2.3 <u>CONDICIÓN CORPORAL Y MANEJO</u>	8
2.3.1 <u>Herramientas para manejo de la condición corporal</u>	8
2.4 <u>CRUZAMIENTOS EN LA CRÍA EN EL URUGUAY</u>	11
2.5 <u>CONDICIÓN CORPORAL Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA</u>	13
2.5.1 <u>Intervalos inter-partos y condición corporal</u>	13
2.5.2 <u>Condición corporal al parto</u>	14
2.5.3 <u>Condición corporal al entore</u>	14
2.6 <u>ANÁLISIS DE IMÁGENES</u>	15
2.7 <u>HIPÓTESIS</u>	17
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	18
3.1 <u>UBICACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL</u>	18
3.2 <u>ANIMALES</u>	18
3.3 <u>CAPTURA DE IMÁGENES Y DETERMINACIÓN DE CC</u>	18
3.4 <u>ETAPA DE ESCRITORIO</u>	18
4. <u>RESULTADOS</u>	20
5. <u>DISCUSIÓN</u>	27
6. <u>CONCLUSIONES</u>	31
7. <u>RESUMEN</u>	32
8. <u>SUMMARY</u>	33
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	34
10. <u>ANEXO</u>	38

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Breve descripción de cada grado de CC.....	4
2. Relación entre grado de condición corporal y la composición corporal en bovinos.....	8
3. Efecto de la condición corporal al inicio de entore en el % de preñez.....	15
4. Coeficientes de correlación (r) y nivel de significancia (p<F) entre la calificación dada a campo vs las calificaciones a escritorio (Cond_Corp) de dos observadores.....	25
 Figura No.	
1. Tendencia genética de peso adulto para la raza Aberdeen Angus.....	6
2. Tendencia genética de peso adulto para la raza Hereford.....	6
3. Cartilla de Condición Corporal.....	9
4. Propuesta de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría.....	10
5. Relación entre condición corporal de la vaca al entore e intervalo interpartos.....	14
6. Medias y desvíos de la CC a campo de las tres medidas.....	20
7. Media y desvío de la CC del observador 1 y observador 2 de la primera medida a campo.....	21
8. Medias y desvíos de la CC el observador 1 y observador 2 de la segunda medida.....	22
9. Medias y desvíos de la CC el observador 1 y observador 2 de la tercera medida.....	23
10. Media y desvío de la CC a campo y la CC de escritorio de los dos observadores.....	24
11. Porcentaje de coincidencia entre CC a campo y escritorio.....	26

1. INTRODUCCIÓN

La producción pecuaria históricamente ha representado uno de los principales componentes del PBI de Uruguay, contribuyendo un 41% del PBI total agropecuario (MGAP. DIEA, 2014). Del 41% la ganadería bovina explica el 57.5% el cual ocupa una superficie de 13 millones de hectáreas.

El 52% es utilizado para la cría vacuna y el 23% se orienta hacia el ciclo completo, en 11.215.000 hectáreas (MGAP. DIEA, 2014). A nivel nacional, las limitantes que enfrenta el sistema criador uruguayo, se manifiestan en una tasa general de destete de alrededor del 64% (MGAP. DIEA, 2014). Para manejar el rodeo de cría se debe conocer cuáles son sus requerimientos nutricionales y de esta forma, poder priorizar aquellas categorías con mayores necesidades, brindándoles una alimentación diferenciada. Para ello ha sido propuesta como herramienta, el uso la escala de condición corporal (Orcasberro et al., 1992).

La condición corporal (CC) es un concepto subjetivo que intenta evaluar el estado nutricional de las vacas en base al grado de gordura que presenta el animal en relación a su tamaño (Evans, 1978).

La evaluación de la CC 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 nacionales publicados utilizan la escala por apreciación visual de 1 a 8, donde 1 representa una vaca muy flaca y 8 una extremadamente gorda (Orcasberro, 1991).

La clasificación de animales mediante la asignación de grados de estado o condición corporal, es un método subjetivo (Orcasberro, 1994). De existir un método objetivo para la determinación de la CC, es decir, una medida que sea independiente del observador, sería posible utilizarla masivamente en los predios ganaderos (Arotxarena e Irazabal, 2014).

Recientemente se han desarrollado varias líneas de investigación intentando abordar el problema desde múltiples enfoques (Krukowski 2009, Bercovich et al. 2012, Halachmi et al. 2013). Sin embargo, la automatización de la determinación de la CC aún no se ha resuelto completamente. Al momento no se han reportado sistemas totalmente automatizados que funcionen en establecimientos comerciales. A nivel nacional se han desarrollado métodos capaces de determinar automáticamente diferentes variables como el área de ojo de bife, espesor de grasa subcutánea y contenido de grasa intramuscular mediante la interpretación de imágenes de ultrasonido y RGB (Cancela et al. 2003, Arias et al. 2005, Bianculli et al. 2007).

Se ha generado un software en el cual mediante fotografías (desde la parte posterior de los animales), nos brinda de forma objetiva la CC. Los autores fueron Arotxarena e Irazabal.

Actualmente se están realizando diversos ensayos para estudiar la precisión del software Cond_Corp.¹ Asimismo, otros trabajos han incorporado mejoras en el programa incorporando nuevas bases de datos, ampliándolas para la raza Angus y las cruzas Hereford-Angus.²

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivos generales

Validar la metodología empleada por el programa Cond_Corp en fotografías de vacas de las razas Hereford, Angus y sus cruzas tomadas en sistemas de producción.

1.2.2. Objetivos específicos

Enriquecer las bases de datos actuales del programa Cond_Corp para vacas de las razas Hereford, Angus y sus cruzas.

¹ Bomio, S.; Cabrera, F.; Horta, J. P. 2015. Validación del programa cond_corp en el rodeo Hereford de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. s.p. (sin publicar).

² Azambuja, N.; Carriquiry, F.; Pérez, M.; Sicardi, I. 2015. Clasificación guiada de imágenes para la determinación de la condición corporal en ganado Aberdeen Angus y cruce Angus-Hereford. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. s.p. (sin publicar).

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CONSIDERACIONES GENERALES

En Uruguay, y según los datos de DIEA, la producción ganadera de carne se realiza en aproximadamente 48.078 explotaciones ganaderas y agrícola-ganaderas, ocupando prácticamente 14.907.000 ha. De esta superficie, el 52% es utilizado para la cría vacuna y el 23% se orienta hacia el ciclo completo. En consecuencia, las restantes 11.215.000 ha, el 65% del territorio es utilizado para la producción de terneros (MGAP. DIEA, 2014).

La región comparte una pobre eficiencia reproductiva, manifestada por la baja producción de terneros destetados, y los principales problemas identificados como responsables de esa situación: la avanzada edad a primer parto y el prolongado anestro post-parto de nuestros rodeos de cría. Uruguay no es la excepción; registros históricos indican que el promedio nacional del porcentaje de destete se ha mantenido en los últimos 20 años en el entorno del 63% (MGAP. DICOSE, 2007) con las vacas de primera cría presentando los menores porcentajes de preñez y destete (Pérez-Clariget et al., 2007).

La clasificación de animales mediante la asignación de grados de estado o condición corporal, es un método subjetivo que permite estimar la cantidad de energía que se encuentra retenida como músculo y grasa, es por lo tanto, una forma de evaluar el estado nutricional (energético) de un rodeo (Orcasberro, 1994).

El primer sistema de evaluación de la CC fue desarrollado en el Reino Unido por Lowman et al. (1976) para ganado de carne, adaptando la técnica australiana ideada por Jefferies (1961) para ovinos. Lowman et al. (1976) establecieron una escala de puntuación de la CC de 0 a 5, según la apreciación resultante a la palpación de las vértebras lumbares, aunque para las tres notas más altas también se tiene en cuenta la grasa subcutánea detectada al tacto en torno a la base de la cola (Álvarez, 1999).

Méndez et al. (1988) luego de 3 años de investigación, validaron en INIA La Estanzuela, una escala de clasificación de ganado Hereford por apreciación visual que consta de 8 categorías. La mayoría de los trabajos nacionales utilizan dicha escala, que surge como una adaptación de la escala para ganado lechero propuesta por Earle en 1976 donde 1 representa una vaca muy flaca y 8 una extremadamente gorda (Orcasberro, 1991). En el cuadro No. 1 se describe la apariencia de los animales para cada punto de CC.

Cuadro No. 1. Breve descripción de cada grado de CC.

CC	Estado del animal	Descripción
1	Conserva baja	Extremadamente flaca, sin grasa subcutánea. Débil con el lomo arqueado y patas juntas.
2	Conserva	Muy flaca. Anca y área de inserción de la cola hundidos.
3	Conserva alta	Flaca. Muy poca grasa subcutánea. Anca y área de inserción de la cola hundidos.
4	Manufactura baja	Moderada liviana. Anca ligeramente marcada, área de inserción de la cola ligeramente hundida.
5	Manufactura alta	Moderada. Anca plana, área de inserción de la cola llena.
6	Abasto	Moderada pesada. Buena cobertura de grasa subcutánea. Anca ligeramente redondeada, área de inserción de la cola cubierta.
7	Gorda	Gorda. Abundante grasa subcutánea. Lomo y anca redondeados. Área de inserción de la cola cubierta.
8	Especial	Muy gorda. Acumulación extrema de grasa subcutánea en todo el cuerpo.

Fuente: Rovira (1996).

Estudios realizados a nivel local por Vizcarra et al. (1986) en los que se compararon diferentes escalas de clasificación, concluyen que la escala de clasificación por apreciación visual propuesta por Earle (1976) se adapta mejor a nuestras condiciones ya que presenta mejores índices de repetibilidad y reproductibilidad (0.80 y 0.69 respectivamente). La repetibilidad resultó significativamente inferior a la reproductibilidad lo cual indica que cuando se implemente un sistema de calificación se deberá hacer un periódico y cuidadoso entrenamiento de los observadores a fin de estandarizar la escala. La varianza de la estimación es otro elemento importante ya que indica la precisión con que cada animal es calificado. El valor de dicho parámetro fue de 0.082, esto indica que podríamos cometer un error de +/- 0.5 puntos de CC con la probabilidad < 0.05 (Vizcarra et al., 1986). Se ha reportado que la variabilidad entre

vacas tiene un impacto mucho mayor en la varianza de la estimación que la variabilidad entre observadores (Edmonson et al., 1989).

La evaluación de la CC constituye una herramienta fundamental para la toma de decisiones de manejo nutricional en etapas clave del ciclo reproductivo de los rodeos de cría. Sin embargo, la correcta utilización de la herramienta está condicionada por el número de observadores entrenados. Es importante, al implementar un sistema de clasificación por CC, realizar un periódico y cuidadoso entrenamiento del observador a fin de estandarizar la escala (Vizcarra et al., 1986).

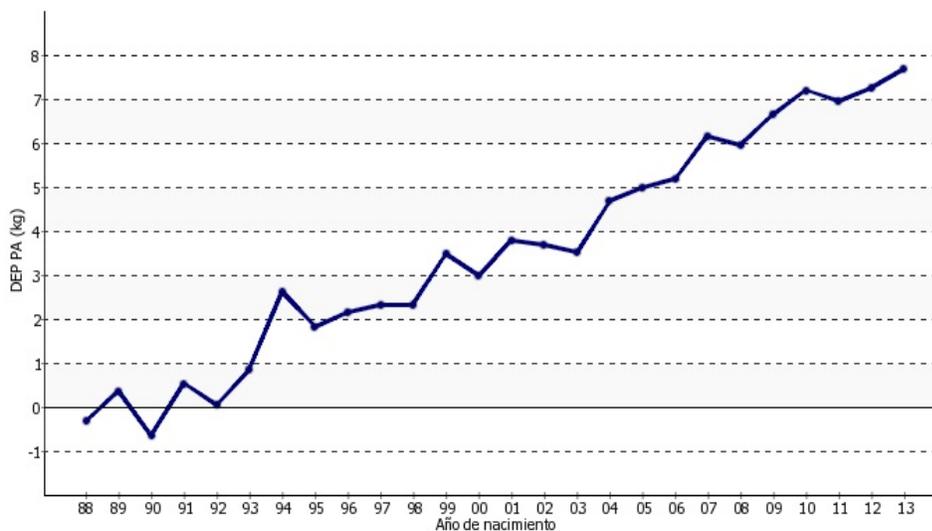
De existir un método objetivo para la determinación de la CC, es decir, una medida que sea independiente del observador, sería posible utilizarla masivamente en los predios ganaderos pudiéndose calcular las DEP para esta característica. De esta forma la CC podría ser evaluada en el futuro desde el punto de vista genético, pudiéndose transformar en un nuevo criterio de selección en los programas de mejoramiento genético de los rodeos de cría.

2.2. CONDICIÓN CORPORAL Y PESO VIVO

Los rodeos, de las diferentes razas bovinas que se crían en el país, han sufrido procesos de selección. En algunos casos, estos procesos están dirigidos hacia la obtención de vacas más grandes, que producen terneros más pesados al destete. Si las condiciones climáticas del año son favorables, la vaca podrá quedar preñada nuevamente. Por el contrario, frente a condiciones adversas, las vacas de mayores tamaños tendrán más dificultades para volver a concebir respecto a las de menor tamaño (o menor frame).

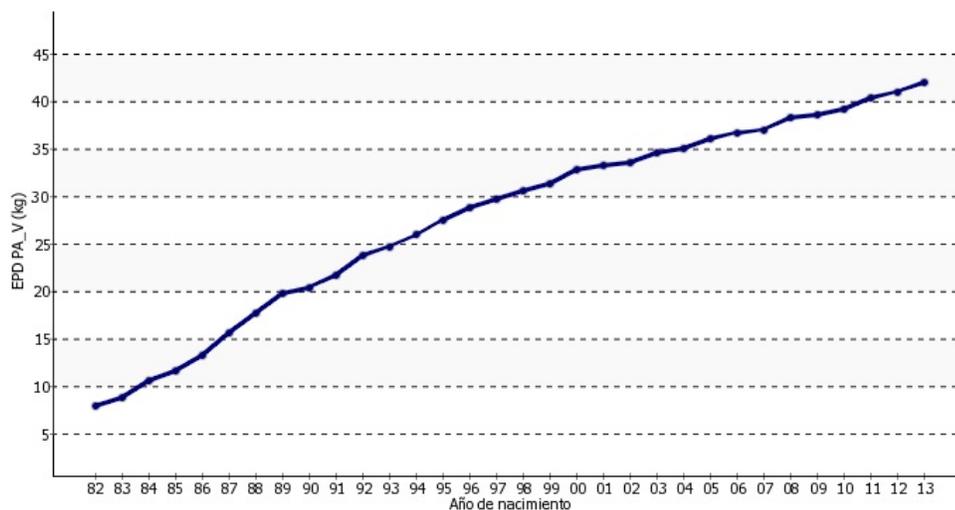
En Uruguay, dos tendencias genéticas que se pueden comparar son las pertenecientes a las sociedades de criadores de Hereford y Aberdeen Angus (figuras No. 1 y 2).

Figura No. 1. Tendencia genética de peso adulto para la raza Aberdeen Angus



Fuente: INIA (2013a).

Figura No. 2. Tendencia genética de peso adulto para la raza Hereford



Fuente: INIA (2013b).

La tendencia de la raza Aberdeen Angus ha generado desde 1990 hasta ahora, un aumento de 7 kg en el peso de la vaca adulta.

No obstante, para la raza Hereford el mismo indicador, se incrementó en 23 kg en el mismo período, mientras que desde 1982 a la fecha este aumento fue de aproximadamente 35 kg.

Como consecuencia, vacas con pesos similares presentan un grado de condición corporal muy diferentes entre éstas. Por ejemplo una vaca adulta de 380 kg puede tener una CC baja, y otra vaca de frame menor, con 380 kg puede estar en buen estado y presentar una CC mayor. Gibb et al. (1992), Andrew et al. (1994) encontraron que la energía acumulada puede variar hasta un 40% en vacas de similar peso, demostrando la falta de precisión de clasificar animales solamente por esta variable. En este sentido, es muy importante conocer bien el ganado con que se está trabajando para no sobreestimar, ni subestimar el estado de condición corporal.

En trabajos conducidos por Orcasberro (1991) analizando registros de vacas Hereford de las Estaciones Experimentales de la Facultad de Agronomía, se determinó que cada unidad de estado corporal equivale a 25 kg de peso vivo aproximadamente. Ésta equivalencia se verifica en el rango de 2 a 6, que son las puntuaciones más frecuentes de observar en los rodeos de cría de nuestro país. Como los requerimientos nutricionales están referidos al peso del animal, la equivalencia $25 \text{ kg} = 1$ unidad de CC resulta de gran utilidad ya que permite estimar la cantidad de alimento que debería consumir un animal a fin de lograr un determinado cambio de estado corporal, tomando en cuenta también factores como estado fisiológico del animal, sexo, edad, raza, tipo de alimento, entre otros. Esta medida es aproximada y puede variar algunos kg dependiendo del tamaño y categoría de la vaca.

En estudios realizados en INIA Treinta y Tres por Scaglia (1997) con alimentación invernal en donde se tomaron medidas de peso y condición, la CC generalmente decrece proporcionalmente más que el peso vivo, lo que implica una mayor pérdida de energía en relación al peso (Bartle et al. 1984, Ferrel y Jenkins 1984).

En el cuadro No. 2 se presentan los diferentes pesos vivos con sus respectivas condiciones corporales y composición corporal.

Cuadro No. 2. Relación entre grado de condición corporal y la composición corporal en bovinos.

Grado de Condición Corporal						
	2		4		6	
Peso vivo (Kg)	320		380		440	
Composición del peso vivo:		%		%		%
Peso total (Kg) *	285		339		391	
Grasa (Kg)	22	8	54	16	94	24
Proteína (Kg)	58	20	62	18	67	17
Agua (Kg)	191	67	206	61	215	55
Minerales (Kg)	14	5	17	5	15	4
Mcal/Kg	1,5		2,9		3,2	

*Peso vivo menos contenido del tracto digestivo.

Fuente: Scaglia (1997).

A medida que aumenta la condición corporal se observa un incremento en el porcentaje de grasa en el cuerpo, y disminuyen las proporciones de agua y de proteína.

La ganancia o pérdida de CC involucran cambios en proteína, agua y grasa, siendo la grasa la de mayor cambio. La raza, CC inicial, tasa de cambio de la CC y estación del año afectan la composición y el valor energético de las ganancias o pérdidas de peso. El grado de CC proporciona una medida más útil y confiable de las reservas nutricionales de un animal que el peso vivo (Scaglia, 1996).

2.3. CONDICIÓN CORPORAL Y MANEJO

2.3.1. Herramientas para manejo de la condición corporal

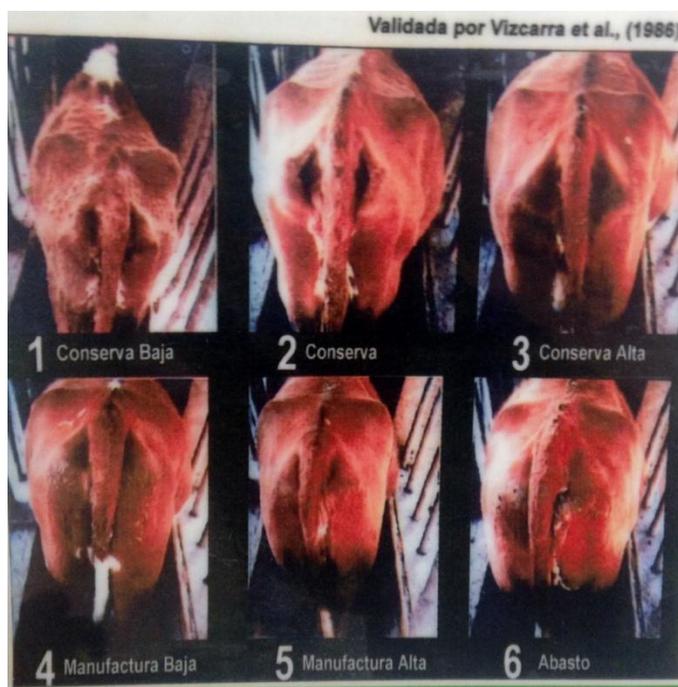
Existen algunas herramientas propuestas para el uso de la condición corporal en los establecimientos comerciales.

Una de éstas disponible es el uso de la cartilla de condición corporal, desarrollada y publicada por Orcasberro et al. (1992) para la raza Hereford.

La cartilla consta de imágenes con la puntuación de condición corporal de cada vaca y representando cada punto en la escala de CC de 1 a 8. Las imágenes muestran a la vaca en la posición que el observador debería calificar a cada animal (parte trasera y de aproximadamente 1,80 metros de altura) en donde es posible observar el ángulo que mejor representa el estado corporal, como se muestra en la figura No. 3. El uso de la cartilla es útil para comparar la vista a campo con las imágenes de la misma.

En la figura No. 3 se presenta la cartilla de condición corporal.

Figura No. 3. Cartilla de Condición Corporal

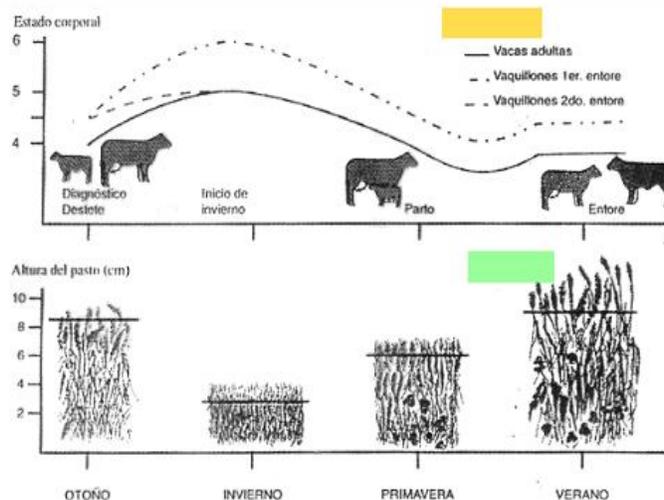


Fuente: Facultad de Agronomía, validada por Vizcarra et al. (1986).

El contar con registros permite, entre otras medidas, formar lotes de animales según CC, y así realizar un manejo más ordenado en el establecimiento ofreciendo más o menos forraje a estos según sus requerimientos energéticos en ese momento dado, logrando a fin del ejercicio mejores indicadores reproductivos.

En la figura No. 4 se presenta un esquema de una propuesta de manejo publicada por Soca et al. (1994) basada en la combinación del uso de la condición corporal y la altura de la pastura, a lo largo de un ciclo de cría.

Figura No. 4. Propuesta de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría



Fuente: Soca et al. (1994).

Esta figura presentada por Soca et al. (1994), ilustra qué alturas de forraje son las mínimas necesarias para mantener una CC determinada en cada estación del año para poder lograr buenos resultados de preñez. Siempre hay que intentar que la vaquillona de primera cría tenga una condición corporal superior en 1 punto de la escala, respecto a una vaca adulta antes del primer invierno. Cabe recordar que una vaquillona no solamente debe criar el ternero que engendra, sino que aún continúa desarrollándose. Si no recibe adecuada alimentación puede perder muchos puntos de estado corporal durante la gestación, los que no podrá recuperar luego del parto, dificultando así su posterior preñez.

Dada la importancia de la CC en vacas y vaquillonas, se han desarrollado nuevas herramientas como lo es la estudiada en el trabajo de Arotxarena e Irazabal (2014). En el mismo, crearon un programa denominado Cond_Corp capaz de guiar en la clasificación de vacas por condición corporal mediante la interpretación de imágenes de las mismas.

Con el programa Cond_Corp se buscan tres objetivos principales. Primero, reducir la subjetividad en la determinación de la condición corporal; esto se logra mediante una clasificación guiada a partir de un conjunto de imágenes preclasificadas. Segundo, hacer que el proceso de clasificación sea reproducible; al realizar una clasificación guiada con opciones predefinidas, puede reconstruirse toda la lógica de decisiones. Tercero, generar una base de imágenes que permita evaluar la evolución de

la clasificación a lo largo del tiempo. Al tratarse de un sistema basado en fotografías de las vacas, éstas pueden almacenarse sistemáticamente para posteriores estudios. El clasificador debe poseer cierta experiencia en diagnosticar condiciones corporales de animales a partir de imágenes para poder realizar una correcta calificación de su rodeo. Básicamente el procedimiento consiste en, la introducción de las fotos al programa, para luego por similitud, ir eligiendo fotos, para estimar la CC de cada vaca. La lógica detallada del Cond_Corp se describe en Anexo No.1. De esta manera, el productor podrá asignar mejor forraje a aquellos animales que así lo necesiten como el ejemplo ya mencionado de las vaquillonas de primer entore, o vacas en mal estado corporal, y menos forraje o de menor calidad a vacas de bajos requerimientos, o que estén en buen estado corporal, sin importar si pierden medio punto en el correr del invierno.

2.4 CRUZAMIENTOS EN LA CRÍA EN EL URUGUAY

La mayoría de los vientres utilizados en la cría del Uruguay pertenecen a la raza Hereford utilizada en forma pura. Las variables reproductivas, de baja heredabilidad son visiblemente mejoradas cuando se potencian los efectos genéticos no aditivos. La expresión fenotípica de estos efectos es conocida como heterosis y complementariedad, observadas cuando se practican cruzamientos entre razas diferentes (Morris et al., 1987).

En Uruguay son escasos los trabajos que han estimado parámetros genéticos de cruzamiento en características reproductivas y de crecimiento en las dos razas para producción de carne más difundidas en el país: Hereford y Aberdeen Angus (Espasandín et al. 2006, Pereyra et al. 2015).

En relación a los sistemas de cruzamiento usados en nuestro país, en base al relevamiento realizado por Aguilar y Brizolara (1995) a productores ganaderos CREA, se detectó que el 41% realizaba cruzamiento en sus predios; el más frecuente no posee una secuencia específica ni planificada de apareamientos, por lo que puede considerarse como “indefinido”. También se utilizan los esquemas de triple cruza y rotacional, siendo importante un estrato de productores que usan la técnica para evitar problemas de ataque de vaquillonas.

Según datos relevados del SNIG (Sistema Nacional de Información Ganadera), tomando como cruza la categoría otras, se desprende que aproximadamente un 15% de los terneros trazados en 2014 son cruza.

Jenkins y Ferrel (1994) demuestran que dentro de una misma raza (dependiendo del ambiente ofrecido a los animales) también puede variar la eficiencia de su producción, destinando mayor o menor proporción de la energía consumida a funciones de mantenimiento o de producción.

Varios estudios nacionales y extranjeros demuestran el aumento en la producción animal producto de la heterosis derivada de los cruzamientos, la que es proporcional a la distancia evolutiva entre las razas cruzantes (Gram y Pirchner, 1984).

El uso de vacas cruce puede mejorar la producción física en hasta 30% en su vida útil, sin incrementar los costos de producción (Morris et al., citados por Espasandín et al., 2013).

A nivel internacional están demostradas las ventajas de la vaca cruce en cuanto al mejor desempeño dado por su heterosis, permitiendo entre otras ventajas mayores ganancias de peso en menor tiempo aún con la misma dieta. También es mayor la cantidad de leche que producen las madres cruce lo cual se ve reflejado en el mayor peso de los terneros al destete (Espasandín et al., 2013).

La utilización de cruzamientos genera incrementos productivos producto de la heterosis o vigor híbrido, definido como las diferencias para las características que se estén considerando, entre la población de individuos cruce F1 y el promedio de individuos contemporáneos hijos de las razas parentales utilizadas (Willham y Dickerson, citados por Pereyra, 2012). La expresión de la heterosis depende del ambiente en donde sea medida. Barlow, en una revisión de experimentos, observó que en ambientes más deficientes los niveles de heterosis fueron mayores (Pereyra, 2012). *“La heterosis individual (hi), es la que presenta una población de individuos F1 y se define como la diferencia entre el desempeño de la F1 y el promedio de ambas razas paternas; la heterosis maternal (hm), se refiere a la heterosis en la población, que es atribuible al uso de madres cruce en lugar de madres del promedio de las razas parentales. Este tipo de heterosis se manifiesta en los hijos de madres cruce a través de un aumento en la producción de leche, un mejor ambiente prenatal, mayor habilidad materna, etc. (Cardellino y Rovira, 1987).”* (Pereyra, 2012).

En nuestro país, también se han realizado estudios en la Estación Experimental Bernardo Rosengurt (Cerro Largo) en donde se demostró que con altas ofertas de campo natural, vacas puras y cruces produjeron similar cantidad de leche, pero cuando el ambiente se hizo restrictivo la producción de leche fue superior en vacas cruce sobre las puras (Espasandín et al., 2013). Como consecuencia, los terneros hijos de madres cruce son más pesados tanto en alta oferta como en baja oferta (Do Carmo et al., 2013).

En ese mismo rodeo, previamente en un estudio realizado durante el período 1993 hasta 2003 demostró que el porcentaje de preñez, siempre fue superior en las vacas cruces respecto a las puras, siendo en este caso manejados en condiciones extensivas (Espasandín et al., 2006).

2.5 CONDICIÓN CORPORAL Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA

El porcentaje de grasa corporal en vacas, en períodos específicos de su ciclo productivo, es una determinante importante de su performance reproductiva y productividad total (Scaglia, 1996).

La eficiencia total de la producción de carne en Uruguay tiene una relación directa con la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría (Méndez et al., 1988).

Algunas de las razones para que las vacas fallen en un esquema de 12 meses incluyen enfermedades, condiciones climáticas y baja fertilidad de los toros. Sin embargo, la mayoría de las fallas reproductivas en las vacas se pueden atribuir a una inadecuada nutrición y por lo tanto baja condición corporal (CC). Las vacas no producirán a un nivel aceptable sin una adecuada CC (Scaglia, 1996).

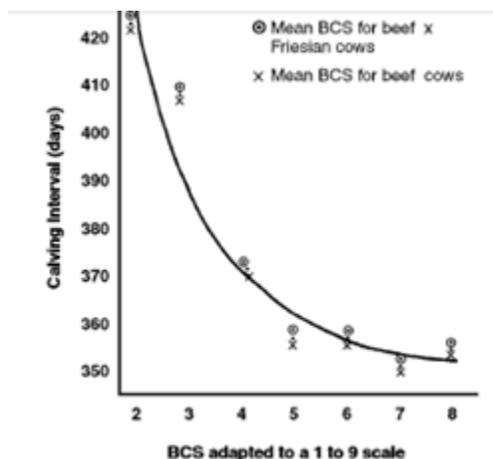
Calegare et al. (2009) sostienen que en la medida que aumenta la heterosis en las vacas de cría, se observan disminuciones en los requerimientos de mantenimiento y por consecuencia aumenta su eficiencia de producción.

2.5.1 Intervalos inter-partos y Condición Corporal

El intervalo inter-partos es definido como el período entre el nacimiento de un ternero y el próximo. Para tener un período interpartos ideal de 12 meses una vaca debe quedar preñada en los 83 días siguientes al parto (Rovira, 1996). Las vacas que lo logran, tienen un costo de producción por kg de ternero destetado más bajo que las vacas que necesitan de períodos mayores a 80 días para quedar preñadas (Scaglia, 1996).

En la figura No. 5 se observa la relación entre la condición corporal y el intervalo interpartos. Una mayor condición de la vaca, permite disminuir el intervalo entre partos, contribuyendo al objetivo general trazado para la vaca de cría: obtener un ternero por vaca por año.

Figura No. 5. Relación entre condición corporal de la vaca al entore e intervalo interpartos



Fuente: adaptado de Kilkenny por Spratt (1985).

2.5.2 Condición corporal al parto

Diversos estudios nacionales y extranjeros, han comprobado la relación entre la condición corporal (CC) al momento del parto y la tasa de preñez esperable en el entore siguiente. Si las vacas paren con una CC de 4, es esperable alrededor de 75% de preñez, mientras que las vaquillonas de primer parto deben tener una CC de 5 para lograr indicadores similares (Saravia et al., 2011).

Estos deberían ser los grados objetivos de CC al parto para todas las vacas adultas del rodeo. A mayor grado de CC mayores serán los porcentajes de preñez alcanzados pero a mayor costo, aunque vale decir que vacas demasiado gordas al parto pueden tener problemas de distocia y necesitar de un mayor período para recuperarse. Valores de CC al parto menores a 4 pueden afectar la reproducción y se obtendrán bajos porcentajes de preñez (Scaglia, 1996).

2.5.3 Condición corporal al entore

Para el logro de resultados satisfactorios en la cría bovina, las vacas deben estar en buena CC al parto y deben mantener esa condición durante el período de entore. Resultados nacionales del efecto de la CC al inicio del entore sobre el porcentaje de preñez se observan en el cuadro No. 3 (Scaglia, 1996).

Cuadro No. 3. Efecto de la condición corporal al inicio de entore en el % de preñez.

CC	U.E. La Magnolia	U.E. Palo a Pique
2	11 (18) (*)	10 (20)
3	32 (326)	35 (87)
4	70 (478)	74 (135)
5	94 (202)	93 (181)
6	96 (23)	98 (21)

(*) número entre paréntesis indica cantidad de vacas.

Fuente: Scaglia (1996).

La CC es dinámica, ya que se obtienen mejores resultados de preñez cuando las vacas de cría, a igual CC a inicio de entore, llegan ganando estado desde el parto, en comparación con aquellas que pierden estado en el mismo período (parto - inicio de entore) (Scaglia, 1997).

Osoro y Wright (1992) determinaron que al comienzo del entore, el 68% de la variación en la CC se debía a la CC de la vaca al parto, como una comprobación más de la gran incidencia que tiene el estado del vientre cuando da cría sobre el comportamiento reproductivo posterior.

2.6 ANÁLISIS DE IMÁGENES

Debido a que la determinación de la condición corporal carece de objetividad, siendo este su principal problema, la investigación buscó superar esta barrera mediante la determinación de la misma con un sistema de automatización de imágenes. Con esto se lograría poder establecer de forma objetiva la condición corporal que presenta un animal.

Ferguson et al. (2006) desarrollaron un proyecto con el objetivo de establecer si era posible determinar el grado de CC de vacas lecheras a partir de imágenes digitales y video. Cuatro observadores asignaron de manera independiente el grado de CC a 57 vacas Holstein por apreciación visual y luego a partir de imágenes. Los coeficientes de correlación entre la CC observada y la CC determinada a partir de imágenes fueron: 0.84, 0.82, 0.82 y 0.90 para los observadores 1 al 4 respectivamente.

Posteriormente, 3 de los 4 observadores evaluaron la CC de 187 vacas solamente a partir de imágenes, mientras que el observador restante, evaluó la CC por apreciación visual. Los coeficientes de correlación entre la CC observada y la CC

determinada a partir de imágenes fueron: 0.78, 0.79 y 0.79 para los observadores 2 al 4 respectivamente. Los autores concluyen que es posible asignar el grado de CC a partir de imágenes digitales de la vista posterior de una vaca, tomadas con una inclinación de 0 a 20° en relación al punto de inserción de la cola. Un 80 % de las calificaciones realizadas a partir de imágenes coincidió con la CC observada a campo con un nivel de precisión de ± 0.25 puntos.

Guerrero et al. (2012) trabajando con ganado lechero en México, concluyen en su estudio que la fotografía digital estándar no funciona correctamente en un sistema automatizado ya que hay problemas que están relacionadas con la iluminación y la eliminación del fondo de la imagen. Por otro lado, afirman que se deben buscar nuevas tecnologías que superen estos problemas, como el uso de imágenes térmicas.

A nivel nacional, el equipo que más ha trabajado en aspectos relacionados con la determinación automática de variables de interés a partir de imágenes es el Grupo de Tratamiento de Imágenes (GTI). Este equipo pertenece a la Facultad de Ingeniería - UdelaR y está liderado por el Profesor Gregory Randall. El GTI tiene experiencia de varios años en el análisis de imágenes, en particular han desarrollado una línea de investigación que ha obtenido resultados en cuanto a la determinación automática del área de ojo de bife (AOB), espesor de grasa subcutánea (EGS) y contenido de grasa intramuscular (marmoreo) a partir del análisis de imágenes de ultrasonido y RGB.

A partir de una base de 600 imágenes ecográficas, Arias et al. (2005) implementaron un sistema capaz de determinar el AOB de forma automática. El sistema arroja resultados razonables, casi el 80% de las determinaciones presenta un error en el área menor del 10% respecto al AOB determinada por expertos de INIA.

Por otra parte, Bianculli et al. (2007) basados en el trabajo de Cancela et al. (2003), desarrollaron un software y un equipo de toma de imágenes capaz de capturar una imagen de una costilla y realizar automáticamente las mediciones del AOB, porcentaje de marmoreo, EGS y medidas de colorimetría. El software, presenta una interfaz de usuario sencilla, pensada para ser usada por un operario de un frigorífico, además el equipo brinda los resultados en tiempos breves respecto al funcionamiento normal de producción. Proyectos muy similares han sido desarrollados a nivel internacional. El Beefcam es un equipo comercial desarrollado por la Universidad de Colorado que cumple las mismas funciones que tiene este sistema.

2.7 HIPÓTESIS

El programa Cond_Corp con las actuales bases de datos, es posible de ser utilizado en sistemas de producción multirraciales, auxiliando en forma precisa en la calificación de la condición corporal de vacas de cría.

Es posible seguir mejorando la base de datos del programa Cond_Corp agregando nuevas fotografías obtenidas en cada muestreo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El experimento fue realizado en predio comercial “La Paloma” en la localidad de Chapicuy, departamento de Paysandú, ubicado 7 km al este por camino vecinal desde el km 453 de ruta nacional número 3 (General José Gervasio Artigas).

El estudio se llevó a cabo en el periodo comprendido desde el 23/12/2014 al 15/05/2015, siendo tomadas fotografías en 3 momentos del ciclo de cría del rodeo.

3.2 ANIMALES

El rodeo de cría está compuesto por 78 vacas Hereford, Angus y sus cruza. Del total de animales el rodeo se reparte 2/3 razas puras y 1/3 sus cruza.

3.3 CAPTURA DE IMÁGENES Y DETERMINACIÓN DE CC

La captura de las imágenes se llevó a cabo en las instalaciones del predio, utilizándose el cepo de la manguera para mantener los animales en quietud, a una distancia constante (1 metro) respecto de la cámara. Luego de que el animal fuera fotografiado, se soltaba para que los diferentes observadores (expertos e inexpertos) evaluaran la condición corporal, previamente habiendo identificado el número de caravana y raza.

Para la obtención de las imágenes, utilizadas en el programa, se utilizó la cámara de un celular con alta definición.

La calificación de la CC en el campo se realizó siguiendo la escala por apreciación visual de 8 puntos definida por Méndez et al. (1988). Se registró en una planilla el número de fotografía y su CC a campo mediante apreciación visual por parte de observadores entrenados.

3.4 ETAPA DE ESCRITORIO

En la etapa de escritorio, cada foto tomada en el campo fue calificada nuevamente a través del programa Cond_Corp. Para ellos fueron utilizadas las bases de datos del programa, creadas en trabajos anteriores.

Cada observador (2 en total) calificó mediante el programa cada una de las fotos tomadas en el campo. De esta manera, la planilla de datos creada contenía las variables: identificación de la vaca, raza (Angus, Hereford o Cruza), CC por apreciación

visual (o a campo), CC por el programa Cond_Corp (o a escritorio) del observador 1 y CC por el programa Cond_Corp (o a escritorio) del observador 2.

Mediante las diferencias entre las calificaciones a escritorio y campo de cada uno de los observadores fueron creadas las variables coincidencias del observador 1 (coin 1) y del observador 2 (coin 2). Cuando estas diferencias eran menores a ± 0.25 puntos la coincidencia era considerada igual a 1, en tanto si esta diferencia era mayor la coincidencia era igual a 0.

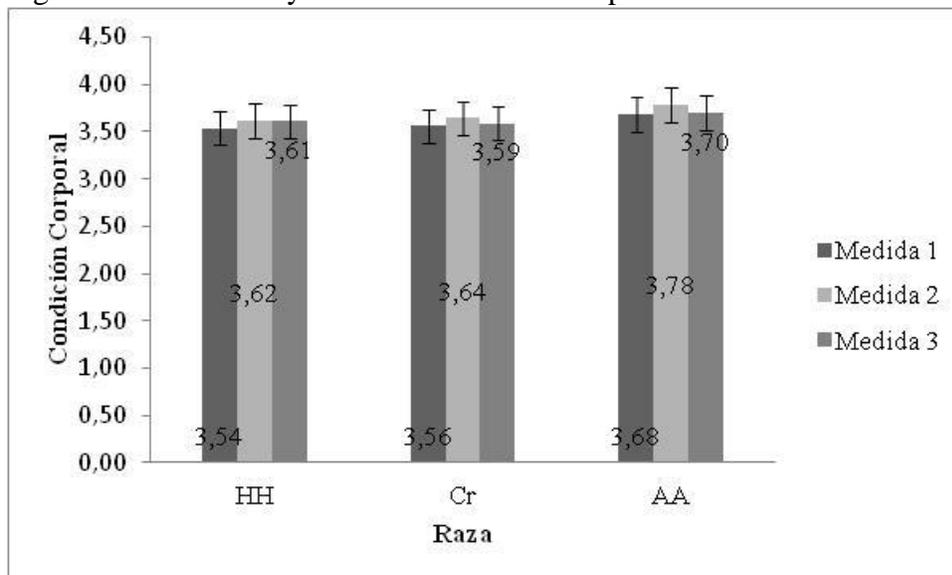
La frecuencia de coincidencias entre los observadores fue analizada mediante el test de CHI cuadrado, asumiendo como mínimo valor de significancia $p < 0.05$.

Los datos fueron analizados mediante análisis de correlación simple (Spearman) entre las condiciones corporales tomadas a campo y a escritorio por cada observador. Las variables CC (Campo y escritorio) fueron resumidas en términos de medias, desvíos y errores estándar. Los análisis se realizaron usando el programa SAS (SAS, 2008).

4. RESULTADOS

En la figura No. 6 se presenta la CC calificada a campo para cada raza, así como su desvío estándar para las tres mediciones.

Figura No. 6. Medias y desvíos de la CC a campo de las tres medidas.



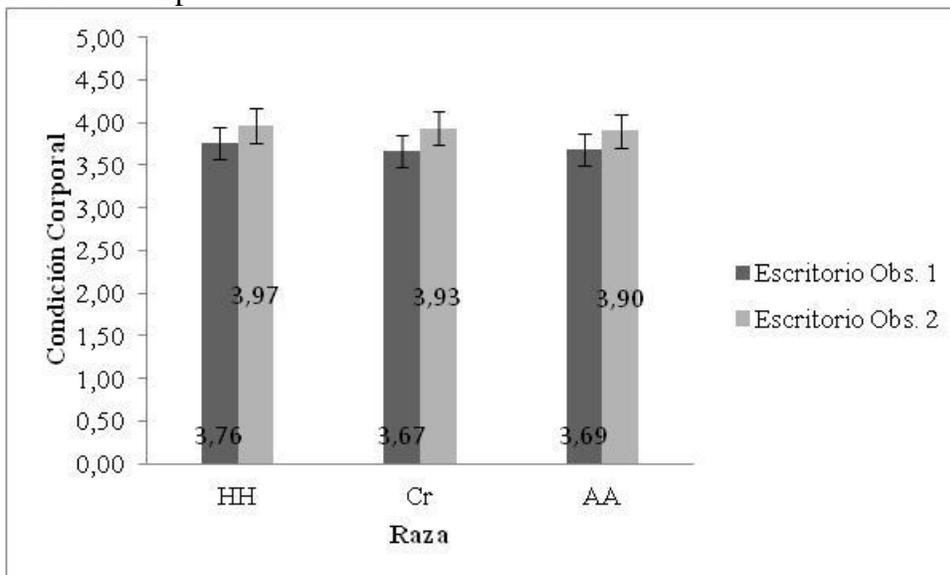
En la figura No. 6 se observa la CC para HH es 3,54, Cr es 3,56 y para AA es 3,68, siendo los desvíos de 0,31, 0,31 y 0,33 para HH, AA y Cruzas respectivamente en la primera medida.

En la medida 2 se observa una media similar a la medida uno (HH es 3,62, Cr es 3,64 y para AA es 3,78). El desvío es menor para HH y Cr (0,28 y 0,26 respectivamente) y para AA es 0,31.

Para la medida tres se observa que en las razas puras y sus cruzas la media es similar a las mediciones anteriores (HH es 3,61, Cr es 3,59 y AA es 3,70). El desvío para HH y AA (0,27 y 0,26 respectivamente) y para Cr es 0,16.

En la figura No. 7 se presenta la CC en escritorio del observador 1 y observador 2 por raza y sus desvíos para la primera medición.

Figura No. 7. Media y desvío de la CC del observador 1 y observador 2 de la primera medida a campo.

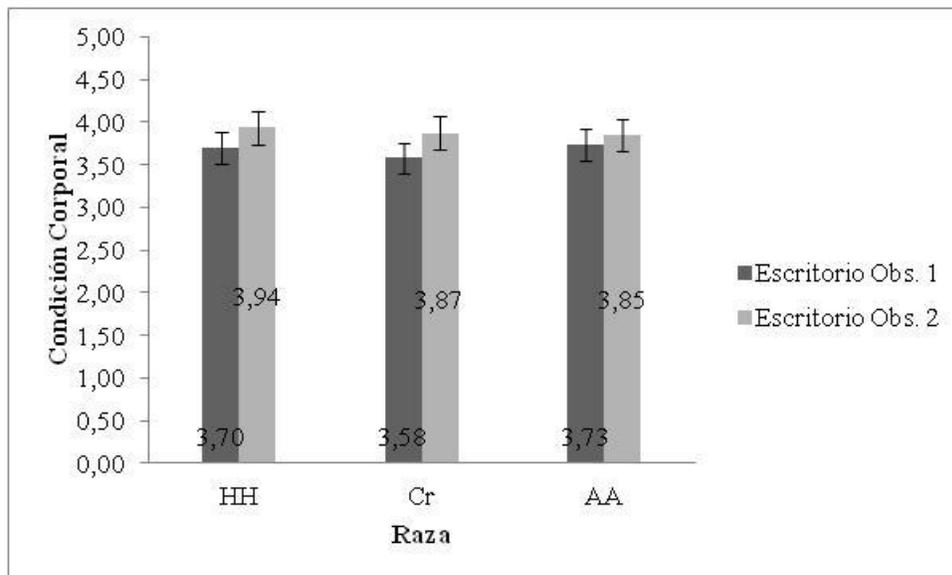


En la figura No. 7 se desprende una CC para HH de 3,76, para Cr es 3,67 y AA es 3,69. Los desvíos son 0,38, 0,2 y 0,28 respectivamente para el observador 1.

Para el observador 2 se desprende una CC para HH de 3,97, para Cr de 3,93 y AA es 3,90. Los desvíos son 0,48, 0,34 y 0,34 respectivamente.

En la figura No. 8 se presenta la CC en escritorio del observador 1 y observador 2 por raza y sus desvíos para la segunda medición.

Figura No. 8. Medias y desvíos de la CC del observador 1 y observador 2 de la segunda medida.

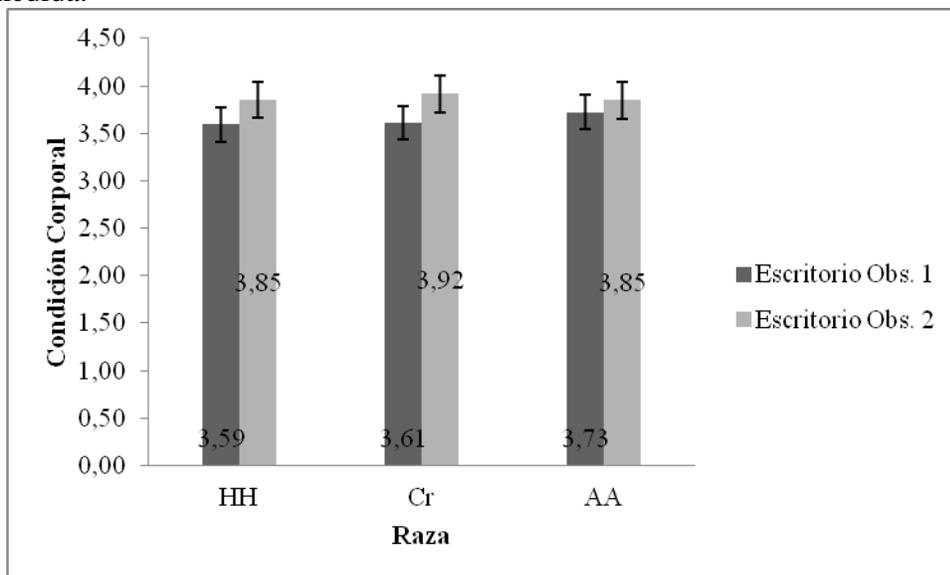


En la figura No. 8 se desprende una CC para HH de 3,70, para Cr de 3,58 y AA es 3,73. Los desvíos son 0,34, 0,18 y 0,27 respectivamente para el observador 1.

Para el observador 2 se desprende una CC para HH de 3,94, para Cr de 3,87 y AA es 3,85. Los desvíos son 0,55, 0,25 y 0,27 respectivamente.

En la figura No. 9 se presenta la CC en escritorio del observador 1 y observador 2 por raza y sus desvíos para la tercera medición.

Figura No. 9. Medias y desvíos de la CC del observador 1 y observador 2 de la tercera medida.

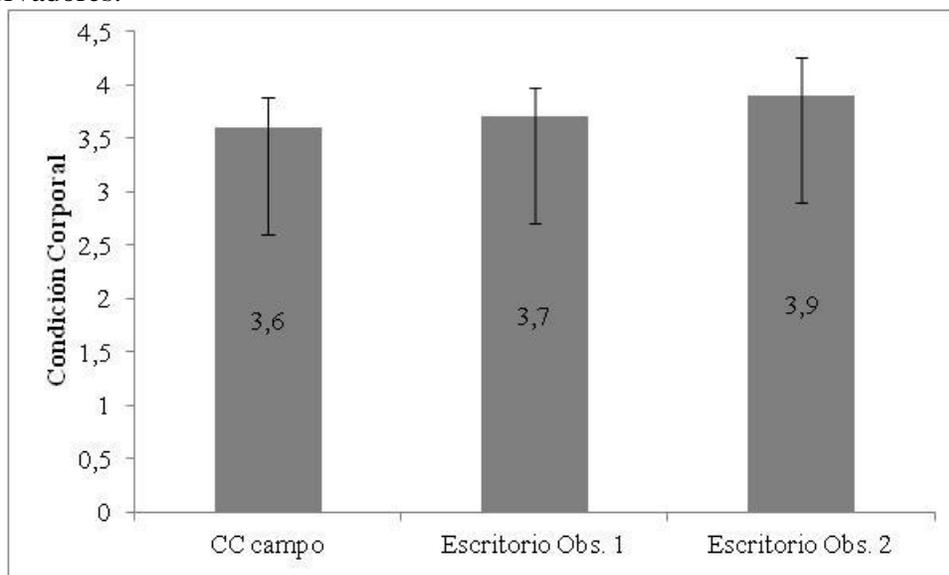


En la figura No. 9 se desprende una CC para HH de 3,59, para Cr de 3,61 y AA es 3,73. Los desvíos son 0,27, 0,2 y 0,19 respectivamente para el observador 1.

Para el observador 2 se desprende una CC para HH de 3,85, para Cr de 3,92 y AA es 3,85. Los desvíos son 0,43, 0,23 y 0,3 respectivamente.

En la figura No. 10 se presenta la CC media general de las tres mediciones con sus desvíos.

Figura No. 10. Media y desvío de la CC a campo y la CC de escritorio de los dos observadores.



En términos generales, se observa que la CC a campo tiene un desvío de 0,28 y presenta un rango de variación de 3,0 a 4,5 en el rodeo y período estudiados. Para las evaluaciones a escritorio hay diferencias entre calificadores. Para el caso de la CC a Escritorio del Observador 1, el desvío observado fue muy similar al obtenido por apreciación visual, siendo de 0,27. En forma similar, el rango observado por este calificador en el escritorio también coincide, variando entre 3,2-4,5. Por su parte, el observador 2 presenta mayores desvíos entre sus calificaciones a escritorio, con un valor de 0,36, así como un mayor rango de variación comprendido entre 3,25 y 4,9.

Los análisis de correlación entre las observaciones de Condición Corporal por apreciación visual y la calificación obtenida en el escritorio denotan cierta asociación, aunque de magnitud media a baja.

En el cuadro No. 4 se presenta las correlaciones de cada medida contra los calificadores de escritorio.

Cuadro No. 4. Coeficientes de correlación (r) y nivel de significancia ($p < F$) entre la calificación dada a campo vs las calificaciones a escritorio (Cond_Corp) de dos observadores.

	Escritorio Obs. 1	p	Escritorio Obs. 2	p
CC Campo 1	0,6	<.0001	0,55	<.0001
CC Campo 2	0,39	.002	0,09	0,5
CC Campo 3	0,36	.0015	0,42	.0002

Analizando el total de observaciones relevadas (N=215) se desprende que la CC a campo contra CC a escritorio observador 1 presenta una correlación de 0,46, en tanto el coeficiente obtenido para el Observador 2 fue menor, con un valor de de 0,38.

Por su parte, ambos observadores presentaron moderada asociación, alcanzando un valor de 0,50 el coeficiente de correlación entre las medidas de calificación de escritorio de ambos. Es importante destacar que todas las correlaciones obtenidas presentaron alta significancia estadística ($p < 0,0001$).

Cuando los datos son analizados separando a los diferentes grupos raciales, se observan algunas diferencias en cuanto a las calificaciones.

Para las vacas de la raza Angus (AA, N=70) la CC a campo frente a CC a escritorio observador 1 la correlación es 0,4 ($p < 0,0007$) y CC a escritorio observador 2 es 0,51 ($p < 0,0001$), entre calificadores es 0,47 ($p < 0,0001$). En todos los casos las correlaciones son significativas.

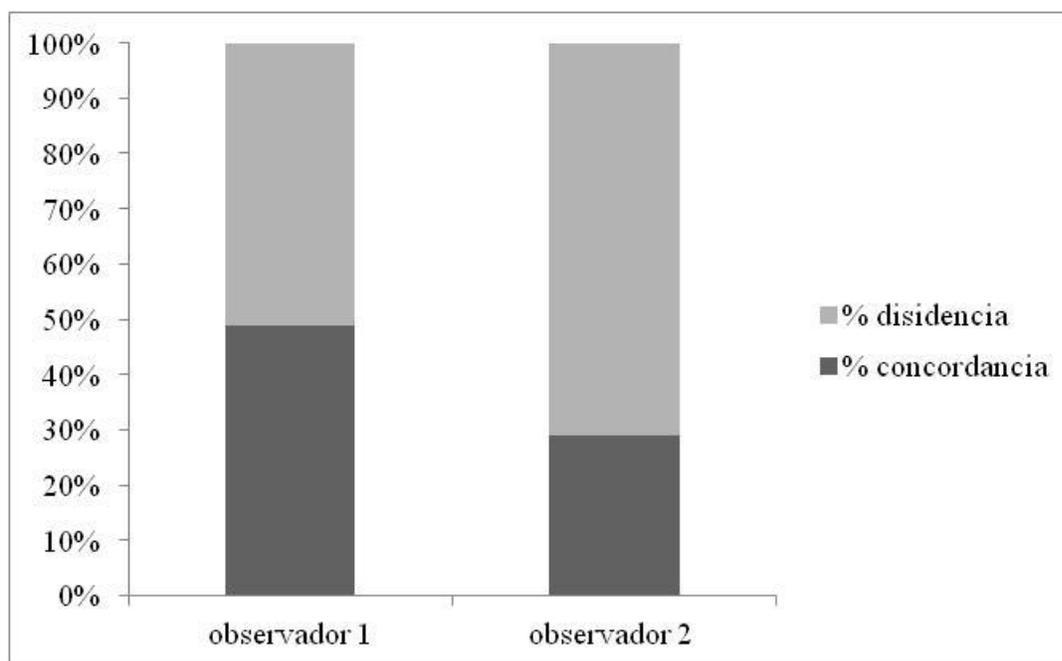
En el caso de HH (N=74) la CC a campo frente a CC a escritorio observador 1 la correlación es 0,52 ($p < 0,0001$) y CC a escritorio observador 2 es 0,36 ($p < 0,003$), entre calificadores es 0,51 ($p < 0,0001$). Todos los casos con correlaciones significativas.

Para las Cr (N=71) la CC a campo frente a CC a escritorio observador 1 la correlación es 0,44 ($p < 0,0002$) y CC a escritorio observador 2 es 0,37 ($p < 0,002$), entre calificadores es 0,59 ($p < 0,0001$). Para todos los casos las correlaciones son significativas.

Como se observa en el cuadro No. 4 las correlaciones entre CC a campo y CC a escritorio para ambos observadores fueron de magnitud baja a media. Para la mayoría de las comparaciones la correlación fue significativa, con excepción de la CC a campo 2 con CC a escritorio del observador 2 ($p = 0,5$).

Estas tendencias se mantienen si analizamos las frecuencias de coincidencias entre las calificaciones a campo y escritorio en ambos observadores (figura No. 11).

Figura No.11. Porcentaje de coincidencias entre CC a campo y escritorio.



Las coincidencias no fueron similares en ambos observadores, con 49% y 29% para los observadores 1 y 2 respectivamente. El análisis estadístico (chi-cuadrado) revela diferencias significativas ($p < 0.0001$).

5. DISCUSIÓN

En este trabajo se estudió la aplicabilidad del software Cond_Corp en las condiciones de un predio comercial. En primer lugar, debe aclararse que las fotografías fueron tomadas por la cámara de un celular, con su consecuente calidad, pudiendo afectar su calificación en escritorio.

Lo importante es contar con fotos al menos con una calidad aceptable tanto de la base de datos del programa Cond_Corp, como las fotos a calificar tomadas en el campo. En lo que respecta al programa se debería realizar una revisión respecto a lo mencionado ya que las fotos de la base de datos se visualizan perfectamente. Sin embargo, la forma en que se visualizan las fotos de las bases de datos es modificada según la resolución de la pantalla, pudiendo ser deformada. Consecuentemente ocasionando errores en la calificación.

En la etapa de escritorio, es importante seleccionar las imágenes obtenidas de cada vaca (en caso de contar con más de una foto de cada una), que mejor muestren los puntos anatómicos considerados para realizar la clasificación. Así, se descartarían aquellas imágenes que debido a las condiciones prácticas resultan de mala calidad (fuera de foco, mala iluminación, etc.), generando una buena base de datos para disminuir el grado de error.²

En cuanto a los resultados obtenidos para validar el programa en situaciones reales a campo, los coeficientes de correlación observados entre las CC a campo y escritorio presentaron magnitudes bajas a medias, variando de 0,09 a 0,6. Según Arotxarena e Irazabal (2014), basándose en trabajos previamente publicados para esta variable, una correlación alta puede considerarse a partir de valores de 0,80, en tanto medias y bajas se encontrarían en torno a 0,50 y 0,15, respectivamente. El valor promedio observado en este trabajo (0,50) puede calificarse como de magnitud media. Probablemente esta magnitud (menor a la deseada) puede deberse a las bases de datos existentes actualmente en el software Cond_Corp, las que no necesariamente sean representativas de los puntos de CC reales. Esto coincide con lo publicado por Bomio et al.¹ quienes observaron bajas correlaciones entre las condiciones corporales tomadas a campo por calificadores entrenados en una Estación Experimental respecto a las asignadas en escritorio. Según los autores deberían ser revisadas las bases de datos del programa Cond_Corp.

Por otro lado del trabajo de Azambuja et al.¹ se desprende que probablemente los coeficientes de correlación no sean los parámetros más adecuados para validar este programa. En este trabajo se analizaron los porcentajes de coincidencia en las calificaciones a campo y escritorio de 4 observadores diferentes. En 3 de ellos

porcentaje de coincidencia promedio el 80% mientras que la correlación en promedio fue de 0,5. Por su parte, el cuarto observador fue consistente en demostrar por ambos métodos la baja relación entre sus calificaciones a campo y escritorio, con coeficientes de correlación de 0,10 y porcentajes de coincidencias de 22%. Esto permite inferir que el éxito en la calificación mediante el uso del programa se encuentra sujeto a la experiencia previa de cada observador. En este trabajo las coincidencias tampoco fueron similares en ambos observadores (49 y 29%).

Las correlaciones obtenidas en cada medida fueron presentando una evolución negativa, los valores de la primera y la última medida fueron: 0,575 y 0,39 en promedio de ambos observadores. En trabajos anteriores de esta línea de investigación los coeficientes de correlación fueron aumentando. Esta tendencia se respalda en el entrenamiento que va adquiriendo el usuario del programa con cada calificación.

Estos resultados de correlaciones y coincidencias hasta el momento obtenidos dificultan establecer la validez de la metodología del programa, sino que puede deberse a que la base de datos utilizada no esté bien calibrada y no sea lo suficientemente amplia. Indicios de esto son que en todas las ocasiones la media del Cond_Corp fue superior a la media de la medición a campo por el observador experimentado, lo que indicaría que la calibración de la base de datos estaría sesgada hacia medidas de CC superiores.²

Sin embargo si solamente miramos las medias de CC a campo con escritorio observamos semejanzas con lo cual esto indicaría que si bien aun no se estaría en condiciones de validar el software a campo existe una brecha que permitiría seguir trabajando en post de disminuir los efectos que traen aparejados errores y así poder obtener altas correlaciones las cuales permitan definir como valido al programa. O tal vez la forma de validar el software no sea mediante correlaciones y se debería utilizar otro parámetro estadístico. Por ejemplo, trabajos anteriores encontraron mejores correlaciones analizando los datos por estratos, o como anteriormente mencionado buscando el porcentaje de coincidencias entre observadores.

El programa en su metodología lo que realiza es un promedio al final de todas las fotos seleccionadas para determinar la calificación final a la que se llega cuando se guarda la foto, la idea en realidad que se pretende es que a partir de cada foto seleccionada se vaya modificando la CC hasta llegar a una foto que se considera la final y se guarda la foto con la respectiva CC sin realizar ningún promedio.

Cabe la posibilidad que con respecto a esto sea necesario que el observador inexperto al momento de utilizar el programa no supiera su funcionamiento en profundidad debido a que el observador al mirar la foto a calificar se puede prefiar o condicionar una condición corporal en su subconsciente e ir haciendo orientar el

programa hacia esa condición corporal, para esto en cada calificación la elección de la foto por parte de la base de datos debe ser aleatoria entorno a la elegida anteriormente y sin promediar que el resultado final resulte de ir achicando los rangos entorno a cada foto elegida y la foto que se elija al final sea la que determine la CC de la vaca a calificar.

Otra alternativa a utilizar es lo opuesto, que es el conocimiento por completo del programa y un entrenamiento del observador inexperto que fuere a utilizar el Cond_Corp, así de esta manera haya una evolución positiva entre las correlaciones de un calificador inexperto con otro observador calificado.

En algunos trabajos reportados en la literatura (Battiato et al., 2010) las calificaciones a nivel de escritorio son realizadas por observadores previamente entrenados, asegurando así altos grados de coincidencia. De esta forma, es posible posteriormente establecer modelos de predicción de la condición corporal en escritorio en base a fotografías tomadas en el campo.

En nuestro país, Vizcarra et al. (1986) observaron altos coeficientes de repetibilidad entre las observaciones de diferentes calificadores para el mismo rodeo. No obstante, se trataba de calificadores con experiencia previa. En este trabajo, no se realizaron entrenamientos previos, siendo la experiencia de conocimiento de las vacas de cría la que marcó las precisiones observadas.

En referencia a las correlaciones entre los resultados de los observadores inexpertos otorgados por el Cond_Corp y los valores del observador experimentado a campo se pudo apreciar también una evolución positiva, lo que estaría reflejando un entrenamiento de los observadores en el uso del programa, aunque dichas correlaciones no llegaron a tener los valores mínimos necesarios para la validación (Ferguson, Bewley, Negretti et al., Alapati et al., citados por Bomio et al.²).

En cuanto a la base de datos se vio necesario un mayor número de fotos de cada CC y que estas estén clasificadas por época del año, estado fisiológico, etc. además esta base de datos debería ser realizada por calificadores expertos (Facultad de Agronomía, Facultad de Veterinaria, INIA, productores). La base de datos se debe perfeccionar de una manera que esta garantice seguridad y sea robusta a la hora de que un observador inexperto realice la calificación a través de fotos, ya que este debe ir eligiendo fotos arbitrariamente según la similitud de las fotos.

Esto a su vez permitiría llegar a los objetivos y finalidades del programa, como objetividad de la medición que serian sumamente importantes a la hora de contar con una herramienta eficaz y robusta la cual pueda ser utilizada en mejorar indicadores reproductivos. Y también en un futuro poder llegar a tener DEPs para CC, con su debida utilización en la selección de animales.

En síntesis en primer lugar sería necesario un tutorial que oriente al usuario en el uso del programa, un perfeccionamiento de la base de datos y metodología empleados actualmente, si bien el programa tiene como principal objetivo guiar en la calificación de la condición corporal también resulta útil como entrenador en la visualización en la escala de condición corporal.

6. CONCLUSIONES

Según los resultados es posible determinar la CC a través del programa Cond_Corp en condiciones de campo.

Sin embargo, las correlaciones obtenidas no son suficientes para validar el programa. Aun así con mejoras en el software (metodología y base de datos) se podría mejorar estas correlaciones, para lograr los objetivos planteados de validar el programa.

Es necesario continuar con esta línea de investigación, tomando los aportes de esta investigación, principalmente bajo el fundamento de que en su mayoría las correlaciones fueron de término medio, con lo cual posiblemente ajustando las fuentes de error se podría lograr correlaciones mayores.

7. RESUMEN

El trabajo se realizó en un predio comercial “La Paloma”, ubicado en la localidad de Chapicuy, Paysandú. En el periodo comprendido del 23/12/2014 al 15/05/2015. El objetivo principal del trabajo fue validar la metodología empleada por el programa Cond_Corp en fotografías de vacas de las razas hereford, angus y sus cruza tomadas en sistemas de producción. La captura de imágenes se llevó a cabo en las instalaciones del predio, siendo en un rodeo de cría compuesto por 78 vacas hereford, angus y sus cruza. En el periodo se tomaron fotografías en tres momentos del ciclo de cría del rodeo. La calificación de la CC a campo se realizó siguiendo la escala por apreciación visual de 8 puntos. Posteriormente fue realizada la etapa de escritorio, se corrió el programa Cond_Corp a la totalidad de las fotos según raza, utilizándose la base de datos existentes de trabajos anteriores. De los resultados obtenidos se desprende que es posible obtener la CC mediante el programa. Las correlaciones obtenidas fueron 0,6 para la CC a campo 1 contra la CC a escritorio del observador 1 y de 0,55 para la CC a campo 1 contra la CC a escritorio del observador 2. Para la CC a campo 2 frente a CC a escritorio del observador 1 es 0,39 y contra la CC escritorio del observador 2 es 0,09 (no significativa). Y para la CC a campo 3 frente a CC a escritorio del observador 1 es 0,36 y contra la CC escritorio del observador 2 es 0,42. Por último, debemos decir que no se pudo validar el programa en condiciones comerciales, las correlaciones obtenidas fueron de término medio (debido a fuentes de error en el programa y en el proceso de calificación) siendo en su mayoría significativas.

Palabras clave: Condición corporal; Programa Cond_Corp; Hereford; Angus; Vacas cruza.

8. SUMMARY

The study was conducted in a commercial place called "La Paloma", located in the town of Chapicuy, Paysandu. In the period ranging from 23/12/2014 to 15/05/2015. The main objective was to validate the methodology used by the program Cond_Corp Hereford and Angus cows` photographs, and their crosses made in production systems. The images were taken at the property`s premises, being in a breeding herd consisting of 78 Hereford and Angus cows and their crosses. In that period photographs were taken three times during the breeding herd. The rating of CC-field was held following the visual assessment scale 8 points. Subsequently performed step desktop, the program Cond_Corp ran all photos by race, using the existing database of previous works. From the results it follows that it is possible to obtain the CC by using the program. Correlations obtained were 0.6 for CC-field 1 to CC-desk observer 1 and 0.55 for CC-field 1 to CC-desk observer 2. For CC-field 2 vs. DC-desk observer 1 is 0.39 and against the CC-desk observer 2 is 0.09 (not significant). And for CC-field 3 versus CC-desk observer 1 is 0.36 and against the CC-desk observer 2 is 0.42. Finally, we must say that we were unable to validate the program on a commercial basis, the correlations obtained were average (due to sources of error in the program and the qualification process) being most of them gnificant.

Keywords: Body condition; Cond_Corp program; Hereford; Angus; Cows crosses.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar, I.; Brizolara, J. A. 1995 Relevamiento de la utilización de los cruzamientos en ganado de carne en establecimientos integrados a los grupos CREA del sector ganadero. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 112 p.
2. Álvarez Nogal, P. J. 1999. La evaluación de la condición corporal como metodología preferente para la estimación del estado de engrasamiento en vacas lecheras. Investigación Agraria. Producción y Sanidad Animales. 14: 51-69.
3. Andrew, S. M.; Waldo, D. R.; Erdman, R. A. 1994. Direct analysis of body composition of dairy cows at three physiological stages. Journal of Dairy Science. 77. 3022-3033.
4. Arias, P.; Pini, A.; Sanguinetti, G.; Sprechmann, P. 2005. Segmentación con información a priori de forma aplicada a sistema de valoración cárnica. Tesis Ing. Eléctrico. Montevideo, Uruguay. Facultad de Ingeniería. 150 p.
5. Arotxarena, A.; Irazabal, P. 2014. Clasificación guiada de imágenes para la determinación de la condición corporal en ganado Hereford. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 43 p.
6. Bercovich, A.; Edan, Y.; Alcahantis, V.; Moallem, U.; Parmet, Y.; Honig, H.; Maltz, E.; Antler, A.; Halachmi, I. 2012. Automatic cow's body condition scoring. (en línea). Beer Sheva, s.e. s.p. Consultado 10 dic. 2013. Disponible en http://www2.atb-potsdam.de/cigr-imageanalysis/images/images12/tabla_137_C0565.pdf
7. Bianculli, M.; Duffour, A.; Lezama, J. 2007. Proyecto ojo de bife, extracción automática de información de imágenes color del musculo Longissimus dorsi. Tesis Ing. Eléctrico. Montevideo, Uruguay. Facultad de Ingeniería. 145 p.
8. Cancela, P.; Reyes, F.; Rodríguez, P.; Randall, G.; Fernández, A. 2003. Automatic object detection using shape information in ultrasound images. ICIP. no. 3: 417-420.
9. Earle, D. 1976. A guide to scoring dairy cow condition. Journal of Agriculture for the Farmers of Victoria. 74(7): 228-231.

10. Edmonson, A. J.; Lean, I. J.; Weaver, L. D.; Farver, T.; Webster, G. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 72. 68-78.
11. Espasandín, A. C.; Franco, J.; Oliveira, G.; Bentancur, O.; Gimeno, D.; Pereyra, F.; Rogberg, M. 2006. Impacto productivo y económico del uso del cruzamiento entre las razas Hereford y Angus en el Uruguay. *In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (34as., 2006, Paysandú). Memórias. Paysandú, CMVP. pp. 41-51.*
12. _____.; Carrquiry, M.; Soca, P. 2013. Modificaciones en la oferta de forraje de campo natural y del grupo genético de vacas en busca de eficiencia en la cría vacuna. Montevideo, INIA. pp. 55-64 (FPTA no. 48).
13. Evans, D. G. 1978. The interpretation and analysis of subjective body condition scores. *Animal Production*. 26: 119-125
14. Gibb, M. J.; Ivings, W. E.; Dhanoa, M. S.; Sutton, J. D. 1992. Changes in body components of autumn-calving Holstein-Friesian cows over the first 29 weeks of lactation. *Animal Production*. 55. 339-360.
15. Halachmi, I.; Klopčic, M.; Polak, P.; Roberts, D. J.; Bewley, J. M. 2013. Automatic assessment of dairy cattle body condition score using thermal imaging. *Computers and Electronics in Agriculture*. 99: 35-40.
16. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2013a. Angus; evaluaciones genéticas bovinas. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado el 7 ene. 2015. Disponible en http://www.geneticabovina.com.uy/eval_raza.php?r=2&te
17. _____. 2013b. Hereford; evaluaciones genéticas bovinas. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 7 ene. 2015. Disponible en http://www.geneticabovina.com.uy/eval_raza.php?r=1&te
18. Krukowski, M. 2009. Automatic determination of body condition score of dairy cows from 3D images. Thesis M.Sc. Stockholm, Sweden. KTH Computer Science and Communication. 89 p.
19. Lowman, B. G.; Scott, N.; Somerville, S. 1976. Condition score of cattle; revised edition. East of Scotland College of Agriculture. Bulletin no. 6. 8 p.

20. Méndez, J.; Vizcarra, J.; Orcasberro, R. 1988. Condición por apreciación visual en vacas Hereford. *Revista del Plan Agropecuario*. no. 44: 33-34.
21. MGAP. DGSG. DICOSE (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General de Servicios Ganaderos. Dirección de Control de Semovientes, UY). 2007. Declaración jurada 2006. *Anuario OPYPA 2007*: 381 - 383
22. _____. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2014. *Anuario estadístico*. Montevideo. 243 p.
23. Morris, C. A.; Baker, R. L.; Johnson, D. L.; Carter, A. A. H. and Hunter, J. C. 1987. Reciprocal crossbreeding of Angus and Hereford cattle; 3. Cow weight, reproduction, maternal performance and lifetime production. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 30: 453-467.
24. Orcasberro, R. 1991. Propuesta de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría. *In*: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. *Pasturas y producción en áreas de ganadería extensiva*. Montevideo, INIA. pp. 158-169 (Serie Técnica no. 13).
25. _____.; Soca, P.; Beretta, V.; Trujillo, A.I.; Franco, J.; Apezteguía, E.; Bentancour, O. 1992. Características de la pastura y estado corporal del rodeo de cría en pastoreo de campo natural. *In*: *Evaluación física y económica de alternativas tecnológicas en predios ganaderos*. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 36-44.
26. _____. 1994. Propuesta de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría; parte 1. *El Mercado Agropecuario (Seragro)*. no. 206: 12-16.
27. Pereyra, F.; Urioste, J.; Gimeno, D.; Peñagaricano, F.; Bentancur, D.; Espasandín, A. 2015. Parámetros genéticos en la etapa de cría para el cruzamiento entre Hereford y Angus en campo natural. *Agrociencia (Montevideo)*. 19 (1): 140-149.
28. Pérez-Clariget, R.; Carriquiry, M.; Soca, P. 2007. Estrategias de manejo nutricional para mejorar la reproducción en ganado bovino. *In*: *Reunión APPA (2007, Cusco, Perú)*. Trabajos presentados. *Archivo Latinoamericano de Producción Animal*. 15 (1): 114-119.
29. Rovira, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, *Hemisferio Sur*. 333 p.

30. SAS Institute. 2008. SAS/STAT ®; 9.2 user's guide. Cary, NC. 252 p.
31. Scaglia, G. 1997. Nutrición y reproducción de la vaca de cría; uso de la condición corporal. Montevideo, INIA. 14 p. (Serie Técnica no. 91).
32. SNIG (Sistema Nacional de Información Ganadera, UY). 2015. Animales registrados por razas; evolución de los terneros registrados por año y por raza. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 15 oct. 2015. Disponible en <https://www.snig.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?2,1,152,O,S,0,MNU;E;28;1;16;4;MNU>
33. Soca, P.; Trujillo, A. I.; Burgueño, J.; Orcasberro, R. 1994. Propuesta de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de los rodeo de cría (Parte II). El Mercado Agropecuario. no. 207: 29-33.
34. Sprott, L. R. 1985. Body condition, nutrition and reproduction of beef cows. (en línea). Texas, Agrilife Communications and Marketing. 11 p. Consultado 12 ene. 2015. Disponible en <http://animalscience.tamu.edu/wp-content/uploads/sites/14/2012/04/nutrition-body-condition-nutrition.pdf>
35. Vizcarra, J. A.; Ibañez, W.; Orcasberro, R. 1986. Repetibilidad y reproductibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal en vacas Hereford. Investigaciones Agronómicas. no. 7: 45-47.

ANEXO

Anexo No. 1. Diagrama de la etapa del proyecto y utilización del programa Cond_Corp.

