



Nuevas tecnologías para calificar la condición corporal en vacas de cría

Foto: EEMAC

Ana Carolina Espasandín

Ing. Agr. Dra. Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía-EEMAC. Universidad de la República - Uruguay.

Nicolás Pérez

Ing. Dr. Grupo de Ingeniería Aplicada a los Procesos Agrícolas y Biológicos. Centro Universitario de Paysandú - CENUR Litoral Norte. Universidad de la República - Uruguay.

1. INTRODUCCIÓN

La Condición Corporal (CC) en bovinos es un concepto subjetivo que intenta a través de apreciación visual, 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 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 (Vizcarra et al., 1986).

El uso de esta escala constituye una herramienta de gran aporte para la toma de decisiones de manejo nutricional en etapas claves del ciclo reproductivo de los rodeos de cría (Orcasberro, 1991).

La eficiencia total de la producción de carne en Uruguay, está directamente relacionada con la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría. Para lograr comportamientos productivos

aceptables, es necesario satisfacer los requerimientos energéticos de las vacas en etapas claves del ciclo reproductivo (Vizcarra et al, 1986).

Manejos de rodeos de cría con cargas altas, son responsables generalmente de las bajas condiciones corporales y fallas reproductivas en los sistemas de producción en pastoreo. Una condición de 4 o más al momento del parto y durante el servicio, es recomendada para obtener una buena performance reproductiva, es decir, porcentajes de preñez superiores o iguales a 80% (Scaglia, 1997).

No obstante, la correcta calificación de la condición corporal se encuentra hoy limitada por el escaso número de observadores entrenados disponibles para calificar.

La existencia de métodos objetivos en la determinación de la condición corporal independizándose de los observadores entrenados, o de metodologías que faciliten el entrenamiento de los observadores, posibilitaría su uso en forma masiva en predios ganaderos y lecheros.

Existe hoy en el mundo un campo de investigación intensa que apunta al desarrollo de métodos objetivos de determinación de la condición corporal.

Ferguson et al. (2006) determinaron que clasificadores entrenados obtienen resultados equivalentes en observaciones directas que cuando analizan imágenes fotográficas. Esto abre el campo para el estudio de sistemas automáticos basados en reconocimiento de patrones y medidas sobre imágenes fotográficas convencionales.

Trabajos recientes muestran interés en generar estándares más objetivos, basados en el uso de herramientas computacionales para la determinación de la condición corpo-

ral (Tedin, 2013b, Vasseur, 2013).

En función de estos antecedentes, se desarrolló una línea de trabajo en la determinación de la CC a partir de imágenes. Esta línea es compartida por investigadores del Departamento de Producción Animal y Pasturas de la Facultad de Agronomía e investigadores de Departamento de Ingeniería Aplicada a los Procesos Agrícolas y Biológicos (DIAPAB). En este trabajo se muestran las ideas desarrolladas hasta el momento y se muestra como ejemplo un prototipo de software desarrollado para implementar la determinación de la Condición Corporal en vacas de cría mediante la el registro de imágenes.

2.- DEFINICIÓN Y METODOLOGIA DE TRABAJO

Este proyecto se realizó en conjunto entre docentes de la Facultad de Agronomía y el DIAPAB perteneciente al CANUR Litoral Norte de la Udelar en Paysandú, con el fin de que mediante la junción de conocimientos y metodologías de diversas áreas (en este caso Ingeniería y Agronomía) fuera posible lograr herramientas tecnológicas actualmente no disponibles para el sector productivo.

El trabajo de campo se realizó en las Estaciones Experimentales de la Udelar "Dr. Mario A. Cassinoni" (EEMAC) en Paysandú y Bernardo Rosengurt (EEBR) en Cerro Largo, durante los años 2013 y 2014 en el marco de 3 trabajos de tesis de Grado de la Facultad de Agronomía.

En las etapas iniciales de este trabajo (Arotxarena e Irazábal, 2014) fue evaluada la información aportada por imágenes tomadas a diferentes alturas y distancias respecto del animal. Se evaluaron imágenes fotográficas tomadas en 3 combinaciones de alturas, distancias y ángulos. Las imágenes fueron evaluadas por observadores entrenados en calificación de condición corporal (CC) mediante su respuesta a las preguntas:

- * ¿Qué zonas del animal observa para definir la CC?
- * ¿En qué orden observa dichas zonas?
- * ¿Es capaz de definir el grado de CC observando solamente una fotografía?

En base a las respuestas obtenidas, se definió la mejor ubicación de la cámara, siendo la mejor colocación a 1,75 cm de altura y 1,25 cm de distancia hasta la vaca, con un ángulo de 54°.

En 10 momentos diferentes de ambos años fueron fotografiadas un total de 741 vacas correspondientes a los rodeos de cría Hereford de la EEMAC (Bomio et al., 2015), y Angus y Cruzas F1 entre Angus y Hereford de la EEBR (Azambuja et al., 2015).

Para la obtención de las imágenes patrón utilizadas por el programa se utilizaron cámaras fotográficas Canon® modelo EOS REBEL T3 de 12,2 megapíxeles, Sony Cybershot Exmor-R de 16,2 megapíxeles y Panasonic DMC-FZ50, usando el modo de ajuste de zoom automático.

Las imágenes se tomaron en las mangas de las Estaciones Experimentales, utilizando un cajón fijo con el fin de mantener a los animales relativamente inmóviles, colocando la cámara en una posición fija (Figura 1).

En paralelo a la toma de imágenes, cada vaca fue calificada en Condición Corporal usando la escala validada para nuestro país por Vizcarra et al. (1986), que se presenta en la Figura 2.

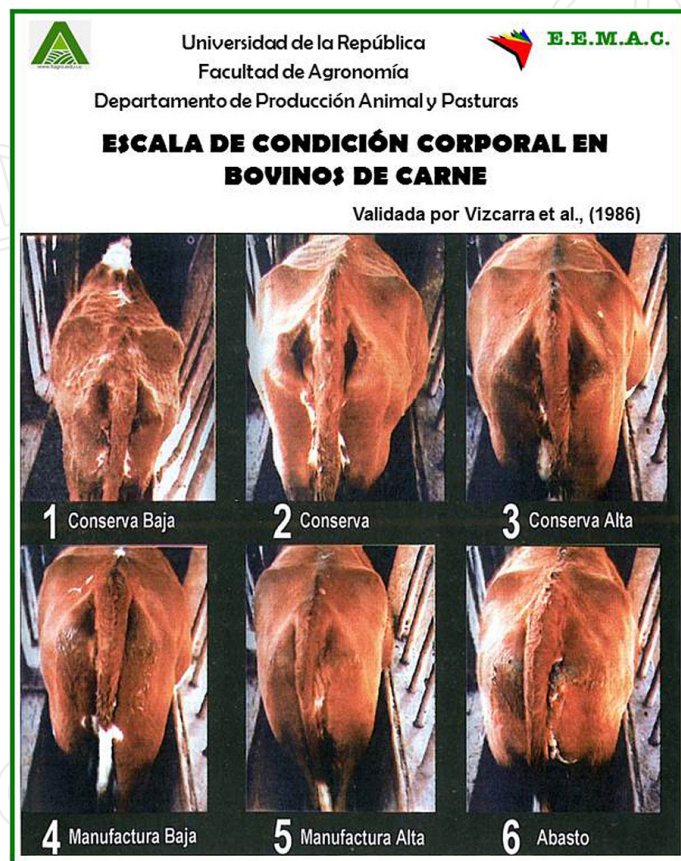


Figura 2. Escala de Condición Corporal en puntos frecuentes en nuestro país

Con las imágenes más representativas de cada punto de la escala fueron creadas las bases de imágenes de referencia para las razas Hereford, Angus y Cruzas.



Figura 1. Imágenes del soporte y cámara utilizada.



La idea general de la metodología es realizar una clasificación guiada a partir de la comparación de la foto a clasificar con respecto a un conjunto de fotos previamente calibradas. Estas forman las bases de imágenes de referencia y son calibradas por un calificador experto. A partir de esta comparación se selecciona la imagen más parecida a la deseada dentro de un rango amplio de CC. El proceso continua reduciendo el rango de CC a comparar.

3. EL SOFTWARE COND-CORP

La metodología planteada permite que un observador –desde su escritorio- pueda definir la CC de una vaca, comparándola con otras imágenes de animales con CC conocida. El procedimiento consiste en la comparación sucesiva de imágenes pre calificadas por expertos con la imagen de la vaca cuya CC se desea conocer. La lógica se basa en que en cada paso, el usuario va a elegir la fotografía más parecida a la imagen de la vaca que desea calificar. Para probar el concepto se implementó un prototipo que permite en cada etapa acotar el rango de posibles valores de CC, para al final definir el resultado.

El prototipo de programa para la calificación guiada de la CC, fue denominado cond_corp, y se desarrolló a partir de MATLAB®. Dentro de sus prestaciones se destacan la implementación de algoritmos y la creación de interfases de usuario.

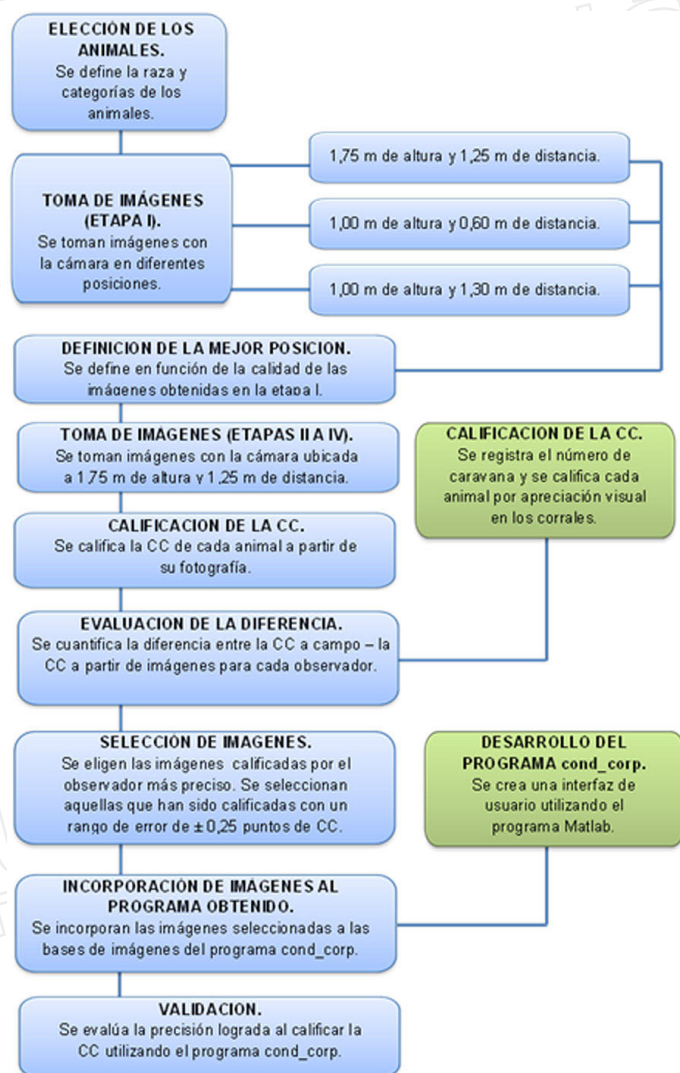


Figura 3. Diagrama de las etapas del proyecto de desarrollo del programa cond_corp.

El trabajo de programación fue realizado por el Dr. Ing. Nicolás Pérez, en tanto Arotxarena e Irazábal (2014) participaron de la especificación del programa, de la definición de funcionalidades y de los criterios de diseño del mismo. En la Figura 3 se presenta un esquema de los pasos realizados para el desarrollo del programa cond_corp.

Como se observa en el esquema, la última etapa del trabajo se refirió a la validación de las bases de datos creadas (Bomio et al, 2015; Azambuja et al., 2015).

Fueron creadas las 3 bases de datos en el programa cond_corp, para las razas Hereford, angus y Cruzas F1 conteniendo las 3 imágenes más representativas de cada punto de la escala observado (2 a 6 cada 0.25).

4. USO DEL PROGRAMA COND-CORP

En la figura 4 se esquematiza el proceso de calificación, indicándose las diferentes opciones que se le presentan al usuario en las sucesivas etapas. En primer lugar el usuario deberá elegir la base de datos correspondiente a la raza que está queriendo calificar (Angus, Hereford o Cruzas). Se asume en este ejemplo que se está trabajando con la Base de la raza Hereford y que se quiere clasificar una vaca con una CC = 5. Las celdas grises representan las opciones disponibles y las azules representan los posibles valores elegidos por el usuario en cada paso.

| | | | | | | | |
|-----------|--------|----------|------|----------|------|----------|--|
| | | Franja 1 | | Franja 2 | | Franja 3 | |
| | | 3.00 | 4.00 | 5.00 | 6.00 | | |
| ETAPA I | PASO 1 | 3.50 | | 4.50 | 5.50 | | |
| | PASO 2 | 3.75 | 4.25 | 4.75 | 5.25 | | |
| ETAPA II | PASO 3 | | | 4.75 | 5.00 | 5.25 | |
| | PASO 4 | | | 4.75 | 5.00 | 5.25 | |
| | PASO 5 | | | 4.75 | 5.00 | 5.25 | |
| RESULTADO | | | | 5.00 | | | |

Figura 4. Representación del proceso de calificación en el programa cond_corp.

Cada Base de datos se subdivide en tres franjas equidistantes, y en cada paso el programa elige 3 fotos, una de cada franja. De esta forma el observador tiene la chance de seleccionar una foto de todo el rango de CC con el que se está trabajando.

En los pasos 1 y 2 se muestran imágenes de vacas con CC contrastantes ya que el objetivo de esta etapa es orientar al usuario hacia un rango más acotado.

En el primer paso, las bases de imágenes se dividen en 3 franjas: de 2 a 3, de 3 a 4 y de 4 a 5 en el caso de vacas flacas. Para las vacas en condiciones intermedias-gordas, las franjas son de 3 a 4, de 4 a 5 y de 5 a 6. Las fotos que se le muestran al usuario corresponden al punto medio de cada una de las franjas (Figura 5).

En el paso 2, cada una de las 3 franjas tiene una amplitud de 0.5 puntos de CC siendo la amplitud del rango de posibles valores de 1,5 puntos de CC. En este paso el usuario dispone de una foto de una vaca con la misma CC que la seleccionada en el paso anterior y de 2 fotos distanciadas 0.5 puntos de ésta.

El objetivo de los pasos 3, 4 y 5 es definir el valor final de CC. En estas etapas el rango de posibles valores es de 0.5 puntos de CC, el usuario dispone de una foto de una vaca con la misma CC que la seleccionada en el paso 2 y de 2 fotos

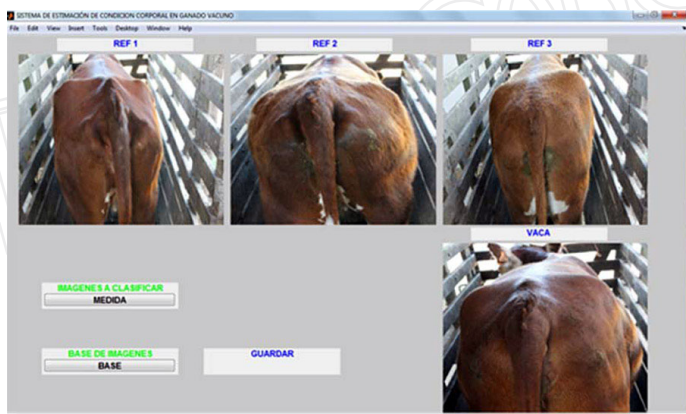


Figura 5. Imagen de la pantalla de cond Corp en el paso 1.

distanciadas 0.25 puntos de ésta. Los valores de CC de las imágenes seleccionadas en estos 3 últimos pasos se promedian y se arroja el resultado final. Solamente es posible guardar el resultado si se completan los 5 pasos del proceso.

Finalmente, los resultados asignados a cada vaca se guardan en una carpeta independiente, donde se detalla el número de caravana y la CC de cada animal. Además, el programa guarda un archivo donde, para cada vaca calificada, se detalla la foto seleccionada por el usuario en cada paso. Este archivo, si bien no está pensado para ser leído por un usuario final, es de gran utilidad ya que permite conocer la decisión tomada en cada etapa y detectar posibles errores, es decir, es útil para el entrenamiento de usuarios en el uso de esta herramienta. Esto permitió realizar la etapa de validación de la lógica propuesta para el desarrollo del programa.

La lógica de funcionamiento del programa se basa en la hipótesis de que el usuario elige en cada paso la foto que, a su juicio, más se parece a la vaca que quiere calificar. De este modo es posible reducir la amplitud del rango de posibles valores de CC en cada paso.

Las bases de datos fueron validadas, mediante el uso de diferentes imágenes (741) tomadas en varios momentos a lo largo del ciclo biológico y del año.

Las calificaciones de CC obtenidas en el programa cond Corp y sus correspondientes calificaciones por apreciación visual por expertos fueron analizadas mediante análisis de correlación, así como el estudio de los desvíos obtenidos.

El cuadro 1 resume los resultados obtenidos en la etapa de prueba del programa. Para cada vaca, se presenta la CC media y la diferencia entre la CC asignada a campo por el observador 2 y la CC media asignada por los 15 observadores no entrenados utilizando cond Corp.

Insertar Cuadro 1. Condición Corporal asignada por el programa cond Corp y por apreciación visual en 3 observadores.

(*) Los valores corresponden al grado de CC determinado utilizando el programa cond Corp.

Estos resultados muestran que en promedio, los observadores no entrenados fueron capaces de calificar la CC de las 3 vacas calificando de forma similar a la CC observada a campo.

Los resultados muestran que el método de determinación de la CC propuesto en el presente trabajo se desempeña de forma muy similar a las mejores metodologías recientemente propuestas por diversos autores

Para la base de datos Hereford, las correlaciones entre las calificaciones por apreciación visual realizadas por expertos y las del programa cond Corp de inexpertos, variaron de 0.42 a 0.72. Cabe destacar que estos valores se incrementaban en la medida que el observador generaba experiencia en el uso del programa, constituyendo el mismo no sólo una guía de calificación sino a la vez un módulo de entrenamiento en el registro de esta variable.


Por su parte, resultados similares fueron obtenidos para las bases de datos de Angus y cruza, variando los coeficientes de correlación entre 0.40 y 0.90, mostrando evoluciones similares a las observadas en Hereford.

5. CONCLUSIONES

Si bien el programa cond Corp aún se encuentra en etapas de desarrollo y validación, ha demostrado ser una metodología muy útil en el registro y calificación de la condición corporal mediante la toma de imágenes en el campo.

Esta línea de trabajo se encuentra en desarrollo, generando nuevas bases de datos, así como mejoras en el software de implementación de esta metodología.

AGRADECIMIENTOS

En el marco de este proyecto se realizaron las tesis de grado de los estudiantes Andrés Arotxarena y Paco Irazábal (defendida en 2014), Santiago Bomio, Felipe Cabrera y Juan Pablo Horta (defendida en 2015) y Nicolás Azambuja, Francisco Carriquiry, Manuel Pérez e Ignacio Sicardi (defendida en 2015). Los autores agradecen las colaboraciones de los Ings. Agr. Prof. Pablo Soca, Ricardo Rodríguez Palma, Ana Inés Trujillo, Soledad Orcasberro y Fernando Pereyra y Oscar Cáceres de la Facultad de Agronomía (EEMAC y EEBR), y de los ingenieros Juan Cardellino y Gastón Notte del Departamento de Ingeniería Aplicada a los Procesos Agrícolas y Biotécnicos, Udelar. 

BIBLIOGRAFÍA

AROTXARENA, A., IRAZABAL, P. Clasificación guiada de imágenes para la determinación de la condición corporal en ganado Hereford. Tesis Ing. Agr., 2014.

EVANS, D. G. 1978. The interpretation and analysis of subjective body condition scores. *Animal Production*. 26: 119-125.

FERGUSON, J. D.; AZZARO, G.; LICITRA, G. 2006. Body condition using digital images. *Journal of Dairy Science*. 89 (10): 3833-3841.

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).

SCAGLIA, G. 1997. Nutrición y reproducción de la vaca de cría; uso de la condición corporal. Montevideo, INIA. 14 p. (Serie Técnica no. 91).

TEDIN R., BECERRA J. AND DURO R. Building the "Automatic Body Condition Assessment System" (ABiCA), an Automatic Body Condition Scoring System using Active Shape Models and Machine Learning Recent Advances in Knowledge-based Paradigms and Applications Advances in Intelligent Systems and Computing, 234-2014:145-168, 2013b.

VASSEUR, E., J. GIBBONS, J. RUSHEN, A.M. DE PASSILLÉ, Development and implementation of a training program to ensure high repeatability of body condition scoring of dairy cows, *Journal of Dairy Science*, 96(7):4725-4737, 2013.

VIZCARRA, JA.; 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.