ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LA CONDICIÓN CORPORAL Y EL PORCENTAJE DE PREÑEZ EN VACAS DE CRÍA

Proyecto de Trabajo Final de Grado

del alumno

FACUNDO SAN ROMÁN

Este trabajo ha sido presentado como requisito

para la obtención del título de

Ingeniero Agrónomo

Carrera

Ingeniería Agronómica

Director: **Raúl Rossi**

Nro. de Legajo: **6801/3**

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.

Pergamino,……

ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LA CONDICIÓN CORPORAL Y EL PORCENTAJE DE PREÑEZ EN VACAS DE CRÍA

Trabajo Final de Grado

del alumno

FACUNDO MARTIN SAN ROMAN

Aprobada por el Tribunal Evaluador

(Nombre y Apellido)
Evaluador

(Nombre y Apellido)
Evaluador

(Nombre y Apellido)
Evaluador

(Nombre y Apellido)
Co-Director

(Nombre y Apellido)
Director

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales,

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires

Pergamino,……

Agradecimientos

Principalmente a toda mi familia, mis padres y hermanos, quienes estuvieron apoyándome siempre, dándome el sostén y la fortaleza para no bajar los brazos cuando las cosas no iban bien, acompañándome e inculcándome el valor del esfuerzo, el sacrificio y la humildad.

A todas aquellas personas que fueron parte de mi formación educativa, desde los docentes en el Colegio Monseñor Espinosa de San José, el Colegio Agrotécnico Bragado y todos los profesores con los que compartí este largo camino de la carrera en la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Bs As, porque de todos ellos he aprendido algo.

A mis amigos que han estado siempre para apoyarme y darme una palabra de aliento.

A Raúl Rossi, por permitirme llevar adelante este trabajo, abriéndome las puertas de su casa, por su calidad de buena persona, y por hacer docencia tanto dentro como fuera del aula.

A mí co-directora Agustina Masi, por su paciencia infinita y enorme predisposición para acompañarme en este paso tan importante; quien a pesar de sus muchos compromisos personales, siempre ha estado presente para ayudarme compartiendo sus conocimientos y sus palabras de aliento, demostrando su amor por la docencia y más importante aún, su cualidad de buena gente.

Índice

Agradecimientos----------3

Índice ---------- 4

Introducción---------- 5

Importancia de la observación de la condición corporal----------6

Determinación de la Condición Corporal----------7

La Condición Corporal versus el Peso Vivo----------10

Monitoreo periódico----------11

Justificación del trabajo----------13

Hipótesis----------14

Objetivo General----------14

Objetivo Específicos----------14

Palabras Clave----------14

Materiales y métodos----------15

Lugar del trabajo----------15

Animales evaluados----------15

Manejo de los servicios----------15

Escala utilizada----------15

Pasos para la determinación de la Condición Corporal----------17

Descripción gráfica de la escala utilizada----------20

Análisis Estadístico----------23

Resultados----------25

Análisis de regresión----------30

Discusión y Conclusiones----------33

Bibliografía----------34

Anexos----------36

“Análisis de la relación entre la condición corporal y el porcentaje de preñez en vacas de cría”.

Introducción

El objetivo principal de producción en un rodeo de cría, es obtener un ternero por vaca por año, y que, a su vez, alcance el mayor peso posible al momento del destete. Para poder alcanzar dicha eficiencia reproductiva y a su vez, económica, las vacas deben seguir un programa adecuado y controlado de manejo, que les permita la parición de un ternero viable y criarlo hasta el destete utilizando, de la mejor manera posible, los recursos forrajeros disponibles. Es por ello que el **porcentaje de preñez (PP)** se vuelve un factor clave en la actividad de cría, y si bien se ve afectado por factores como edad de la vaca, época del año, constitución genética y aspectos sanitarios en momentos claves del ciclo productivo (concepción, gestación, parición), es el aspecto nutricional el componente estrechamente ligado a la fertilidad de los vientres al momento del servicio (Bavera y Peñafort, 2005).

De todas las variables que afectan a la productividad física y económica de la cría bovina, el porcentaje de vacas que desteta cada año un ternero es la de mayor significación (Pordomingo, 1994; Stahringer y otros, 2003); vacas que fallan y superan los doce meses de intervalo entre partos (IEP) incrementan el costo de obtención del kilo de carne, reduciendo la eficiencia del sistema (Frasinelli *et al*., 2004).

Para lograr un ternero por año se debe alcanzar la preñez de la vaca poco tiempo después del parto. Es decir, del total de 365 días, en promedio 283 días corresponden al periodo de gestación, de modo que para cumplir dicho objetivo la vaca debe preñarse en el lapso de 82 días. De éstos, el organismo requiere alrededor de 40 días (*anestro*) para reconstituir el útero afectado por la gestación anterior, el parto, el desprendimiento de la placenta y la expulsión de líquidos (Camps *et al*., 2001). A partir de entonces, o en forma conjunta, se retorna a los

ciclos reproductivos normales, con manifestación de celo y posibilidad de concepción.

Una compleja interrelación se plantea entre la cantidad y la calidad del alimento consumido, el nivel de reservas acumuladas en el organismo y la competencia por el destino de los nutrientes ingeridos con relación a la función fisiológica múltiple que se desarrolla en ese momento: lactancia, crecimiento y gestación. En la partición de nutrientes el organismo prioriza ciertas funciones, de las cuales la reanudación de los ciclos estrales se encuentra entre las menos favorecidas (Camps *et al*., 2001).

Importancia de la observación de la condición corporal

Para monitorear el estado nutricional en vacas de cría y anticiparse a corregir posibles deficiencias alimentarias durante el ciclo productivo, la **condición corporal (CC)** es, según trabajos de investigación como el realizado por el INTA San Luis (Casagrande *et al*., 2004), un instrumento de eficacia para incluir dentro del manejo en su conjunto y el cual hace referencia a la cantidad de tejido de reserva que un animal posee como consecuencia de un nivel de alimentación anterior. Dicha CC debe asociarse con el nivel de reservas que el animal dispone para cubrir los requerimientos de mantenimiento y producción (Melo *et al*., 2004).

La CC es una herramienta más que puede utilizarse sin perder de vista el sistema en su conjunto. Los resultados reproductivos del rodeo de cría dependen de factores del animal (sanidad, edad, genética) y de factores ambientales (clima, topografía, nutrición y manejo). La evaluación de la CC solo tiene en cuenta la nutrición, que es evaluada en forma indirecta y, por lo tanto, cuando se analizan los índices reproductivos no se debería omitir considerar otras variables (difíciles de medir y controlar) que inciden positiva o negativamente sobre los mismos (Chayer y Pasqualini, 2009).

El concepto de CC se caracteriza por la absoluta prescindencia de uso de una balanza, del tamaño del animal asociado con la raza o frame (relación numérica objetiva entre la altura a la grupa de los animales y su edad) y del estado fisiológico,

como ocurre durante la gestación, en la que se observa un aumento de peso vivo (40 – 50 kg) que no pertenece a reservas corporales sino a los tejidos fetales y sus anexos (Frasinelli, Casagrande y Veneciano, 2004). Se trata básicamente una medida para estimar la cantidad de tejido graso subcutáneo en ciertos puntos anatómicos o el grado de pérdida de masa muscular, en el caso de vacas flacas con muy poca grasa. Es decir, un indicador del estado nutricional del animal (López, 2006).

Si se tiene en cuenta que en el invierno la vaca perderá peso, se deberá prever esa pérdida agregando esos kilogramos en el verano-otoño anterior: si a su vez, la pérdida esperada se aproxime a 25 kg, por ejemplo, ello indicaría que el animal deberá ingresar a la época crítica con una CC 3 para llegar al parto en estado 2,5 y ovular con normalidad (0,5 punto = 20 – 25 kg o más, según el tamaño del animal) (Frasinelli *et al*., 2004).

Determinación de la CC

La determinación de la CC consiste en la apreciación visual y/o palpación de determinadas zonas del cuerpo del animal, otorgándole a la observación valores numéricos predeterminados. Al aumentar dicha calificación numérica, disminuyen los contenidos de agua, proteína y cenizas mientras que la grasa se incrementa, reemplazando al agua en los tejidos orgánicos. Es por ello que los registros de CC son una medida subjetiva del almacenamiento de grasa corporal (Bavera y Peñafort, 2005).

Existen sistemas de evaluación que adoptan escalas de 1 a 5 (generalmente utilizado para rodeos de cría en razas británicas) y de 1 a 9 (utilizado para rodeos de tambo y razas índicas) para la determinar la puntuación del estado corporal (Herd y Sprott, 1986).

Escala con grados 1 a 5	Escala con grados 1 a 9
1	1
1,5	2
2	3
2,5	4
3	5
3,5	6
4	7
4,5	8
5	9

TABLA N°1: comparación y correlación entre escalas

La variación de la CC de un animal en forma individual, o de la totalidad del rodeo, tiene varias implicaciones que pueden ser utilizadas para la toma de decisiones de manejo.

Conociendo que existe una relación directa entre el estado nutricional de la hembra y su capacidad de reiniciar la actividad estral después del parto, la CC sirve para determinar la cantidad y tipo de suplemento que la vaca requiere y así garantizar una buena alimentación antes de la parición y al inicio de la lactancia para asegurar que la actividad cíclica se reanude alrededor de los 60 a 70 días post parto. Esto es así, porque mientras la vaca está en lactancia almacena reservas con una eficiencia del 75%, mientras que cuando esta seca la eficiencia es del 59%. Es por ello es que la CC óptima (CC=3.5) para llegar al parto, el animal deberá alcanzarla mientras está lactando y no durante el período de seca, ya que le costará más depositar grasa y, por ende, más cantidad de alimento.

Otro dato a tener en cuenta es que el tejido adiposo se mueve hacia la síntesis de leche con una eficiencia del 84% y el alimento tiene una eficiencia para producir leche del 60-65%.

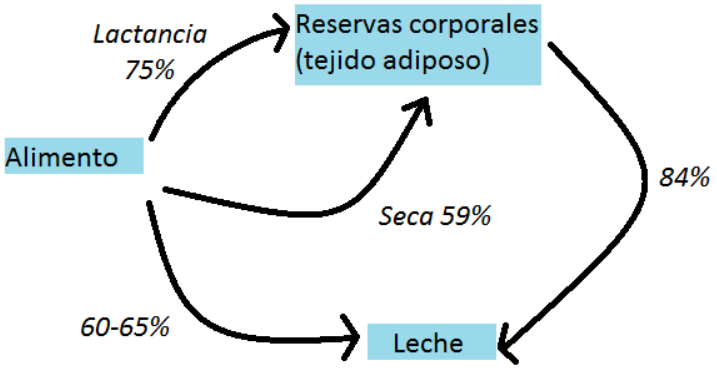


Figura 1. Eficiencias de producción de leche y de generación de las reservas corporales.

Como se puede observar en el Gráfico 1, una buena CC al parto, determinó que a los 60 días post parto más del 90% de las vacas tuvieran un celo.

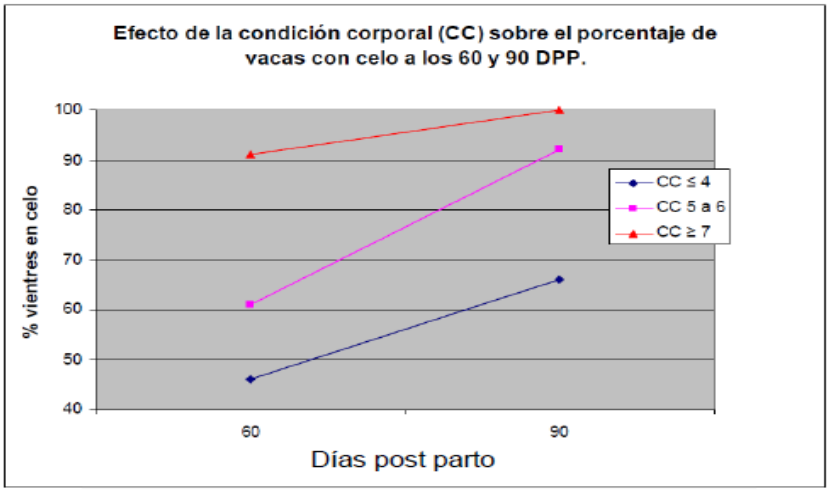


Grafico nº 1: “Bovinos de carne y leche”. Escuela Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales UNNOBA (Camarasa, 2017).

Las vacas en buen estado corporal pueden movilizar sus reservas sin que sufran problemas metabólicos, sin que se vea afectado su desempeño reproductivo y además presentan el celo en un tiempo mínimo. Por el contrario, vacas con pocas reservas corporales, requieren de una mayor suplementación para evitar pérdidas excesivas de peso, la consecuente reducción en la producción de leche y tasa de preñez, además de que tardan más tiempo en presentar el celo (Rúgeles, 2001).

La hormona Leptina, secretada por el tejido adiposo, sería el enlace entre el contenido de reservas corporales con la actividad ovárica. La secreción de ésta hormona sería una señal al SNC (Sistema Nervioso Central) que indicaría que el nivel de reservas es el adecuado para reiniciar dicha actividad (Boetto *et al*., 2004).

La Condición Corporal versus el Peso Vivo

Por otra parte, los cambios en la CC, son más confiables como indicador del estado nutricional del animal que el peso vivo, ya que este último, es afectado por el llenado del tracto digestivo o el estado de preñez. Por ejemplo, en el invierno, la CC decrece en forma más proporcional al estado nutricional que el peso, debido fundamentalmente a la menor digestibilidad de las pasturas invernales que llenan el tracto digestivo. Además, en rodeos donde existen diferentes razas o biotipos (forma típica que posee un animal o planta, y que es considerado el modelo de su especie, variedad o raza), este factor se ve afectado por el tamaño del animal (Frame), mientras que la CC es independiente de los factores mencionados (Bavera, 2002).

De los componentes del peso vivo, la grasa, es la que explica la principal proporción de pérdida de peso; los animales que no cubren los requerimientos de mantenimiento utilizan las reservas de grasa para compensar la deficiencia alimenticia.

El siguiente gráfico muestra la relación entre la pérdida de peso vivo y la disminución diferencial de sus componentes: la cantidad de grasa disminuye a razón de 43 kg por cada punto de condición que se pierde.

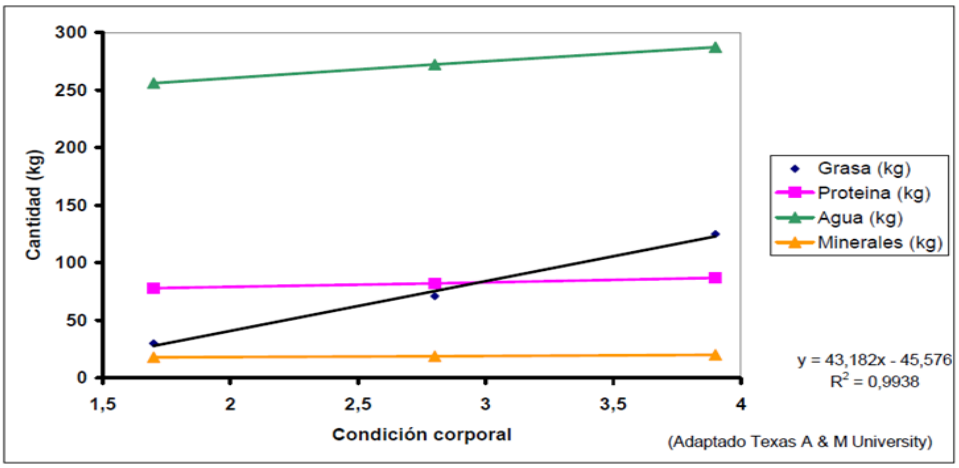


Gráfico nº 2: “Relación entre la pérdida de peso vivo y algunos componentes del peso vivo”. (Frasinelli, et al., 2004).

Monitoreo periódico

El monitoreo periódico puede aportar elementos para elegir el manejo más adecuado ante las circunstancias que se presentan en cada rodeo, en cada año o en cada etapa de producción.

Al evaluar CC al parto se piensa en el próximo servicio. Cuando comienza el servicio se evalúa que la condición sea la deseada, junto con el manejo post parto y la alimentación a establecer durante dicho período. Al final del mismo, se establece cómo fue la evolución del rodeo durante ese tiempo. Al momento del tacto, se tiene al alcance el resultado del servicio anterior (índice de preñez), que evidencia el éxito o fracaso del manejo nutricional aplicado y varios meses por delante para corregir cualquier defecto en el plano nutricional antes del servicio siguiente. Es en este momento, cuando puede resultar más fácil recuperar el estado de los vientres, ya que estos se encuentran en el período de menor requerimiento del ciclo productivo (sin ternero al pie y en estado de gestación poco avanzado). Es también el momento en que se pueden reorganizar los rodeos según sus necesidades nutricionales en función de su gestación, estado corporal y edad (Chayer y Pasqualini, 2009).

Con un relevamiento de datos de CC para cada vaca, desde el período seco (momento que se inicia con el fin de la lactancia y se extiende hasta el parto; el objetivo durante esta etapa es mantener el peso del animal, a los microorganismos

del rumen activos y proporcionarle el tiempo necesario a la glándula mamaria para regenerar los tejidos de secreción de leche, ante la demanda de la nueva lactación) y desde la lactancia, se podría generar un promedio y un sistema que identifique a un animal en forma individual a través del tiempo y con estos cambios formar un perfil promedio de CC del rodeo. Esto requiere de registros con una frecuencia establecida que permita capturar los cambios de la condición en cada vaca y en las etapas críticas permitiendo formar una base de datos organizada y con ello poder determinar los cambios de la CC en función de la eficiencia reproductiva (Rúgeles, 2001).

La utilización de los registros permite que los productores puedan observar la eficiencia nutricional y reproductiva de un rodeo. La reanudación de los ciclos estrales después del parto guarda relación con los cambios de peso al final de la gestación y el estado de CC al momento del parto.

Animales muy engrasados (CC 4.5-5) tienen mayor riesgo de presentar problemas metabólicos después del parto. Las vacas que paren estando engrasadas, a su vez, comen menos al comienzo de la lactación, movilizan más cantidad de tejidos corporales y pierden más peso después del parto que las que paren en estado de CC óptimo. El mérito genético es responsable, en parte, de los cambios de peso y CC que pueden presentarse durante la lactación, de manera que las vacas superiores producen más leche, pierden más peso y condición corporal (López, 2006).

Una CC razonable al parto debería ser aquella que provea las reservas suficientes para el parto y la lactación.

En vacas secas debe ser de 3.0 a máximo 3.75, mientras que el riesgo de problemas posparto puede ser abolido cuando las vacas tienen una condición corporal de 3.25 a 3.50. Baja CC en el período seco está asociada con incrementos en distocias (parto lento, laborioso y difícil) (López, 2006).

La infertilidad nutricional es especialmente importante en animales mantenidos en condiciones adversas o ambientes desfavorables (condiciones climáticas extremas

y de baja disponibilidad y calidad del alimento). Cuando el trastorno metabólico afecta el tracto reproductivo se manifiesta con celos irregulares, repetición de calores y un mayor número de servicios por concepción (Rúgeles, 2001).

Las raciones pobres en proteína (con bajos niveles de nitrógeno no proteico y de proteína degradable en el rumen) presentan una reducción de la digestibilidad disminuyendo el flujo de proteína microbiana lo que trae como consecuencia un retardo en el crecimiento y un reinicio tardío de la actividad ovárica postparto (McClure, 1995).

Justificación del trabajo

En el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, no se dispone de suficiente información local sobre la CC de vacas de cría en momentos puntuales del ciclo productivo, que sirvan como una herramienta más en el manejo de los rodeos.

Mediante el presente trabajo se pretende, por un lado hacer un aporte que contribuya a incrementar los datos existentes de CC para dicha zona, junto con el PP obtenido en un año puntual, y colaborar en el registro de dicha información para usuarios futuros. Por otra parte, reafirmar el uso de la CC establecida a campo como una herramienta más al momento de evaluar reservas corporales y los PP esperados en vacas de cría.

HIPOTESIS

La Condición Corporal en vacas de cría está directamente relacionada con la eficiencia reproductiva del rodeo.

OBJETIVO GENERAL

Analizar la Condición Corporal como método para evaluar indirectamente la evolución de las reservas corporales y su relación con el Porcentaje de Preñez.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

-Determinar la CC de las vacas en distintos momentos del ciclo productivo.

-Analizar la relación existente entre PP y CC determinada.

PALABRAS CLAVE

Condición corporal - Preñez - Estado nutricional - Eficiencia reproductiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar del trabajo

El trabajo se llevó a cabo en un establecimiento ganadero ubicado en el partido de Tornquist al sudoeste de la Provincia de Bs As, en el período comprendido entre julio de 2017 y abril de 2018.

Animales evaluados

Se trabajó con un rodeo de vacas de cría de raza Aberdeen Angus (AA) y cruza de Aberdeen Angus con Hereford (AAxH), compuesto por 200 animales, en los cuales se realizó el seguimiento de las siguientes variables: evaluación de su condición corporal (CC), y su respectivo porcentaje de preñez (PP).

Manejo de los servicios

El manejo de los servicios se realizó con inseminación artificial y repaso con monta natural y abarco un periodo de tiempo de tres meses, en el cual durante el mes de octubre se realizó el servicio por inseminación artificial a cargo de un médico veterinario y del encargado del establecimiento. Se utilizó semen proveniente de laboratorio[1] de toros Aberdeen Angus (Parker, Granite y Serenade) y luego se realizó un repaso con toros Aberdeen Angus pertenecientes al mismo rodeo.

Escala utilizada

El trabajo se basó en la investigación realizada por Van Niekerk y Louw (1982), que fija una escala de cinco puntos y observaciones sobre cuatro áreas del cuerpo del animal, y es considerado un sistema apropiado para hacer un diagnóstico y tomar decisiones tendientes a maximizar la expresión de la fertilidad potencial de un rodeo (Marchi, 1992).

[1] Perteneciente al Laboratorio: SEMEX.

Dicho reconocimiento y observación se llevó a cabo en la manga, visualizando y palpando las áreas anatómicas principales en las que se determina la masa muscular y la cobertura de grasa. Ellas son:

- ✓ **Región del lomo** (entre el hueso de la cadera y la última costilla)**:** incluye a las apófisis espinosas y las apófisis transversas de las vértebras lumbares.
- ✓ **Región de la inserción de la cola.**
- ✓ **Región del flanco:** cubre desde la décima a la décimo-tercera costilla. Esta medición sólo se efectúa cuando es necesario determinar con precisión medio-puntos.
- ✓ **Región de la cadera.**

La región del lomo es el área de observación más importante, ya que la cobertura grasa de esta área, explica los cambios más notables de CC. Es adecuada para animales que van de delgados a estado intermedio (1 a 3). Las puntuaciones superiores a 3,5 se basan especialmente en la deposición grasa en el área de inserción de la cola y en los flancos. La región de la cadera reviste importancia en la apreciación primaria, para una aproximación inicial.

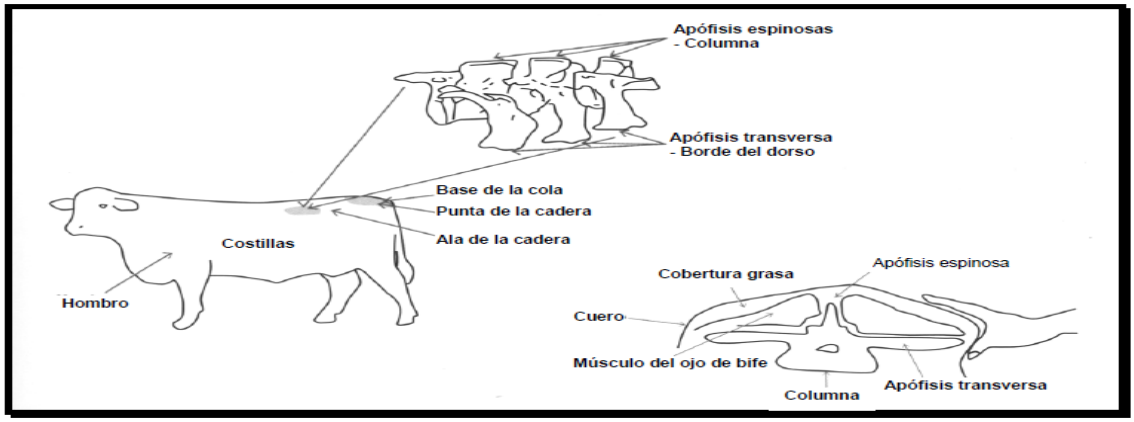


Imagen 1: Áreas anatómicas utilizadas para la evaluación de la condición corporal en vacas de carne (Frasinelli *et al*., 2004).

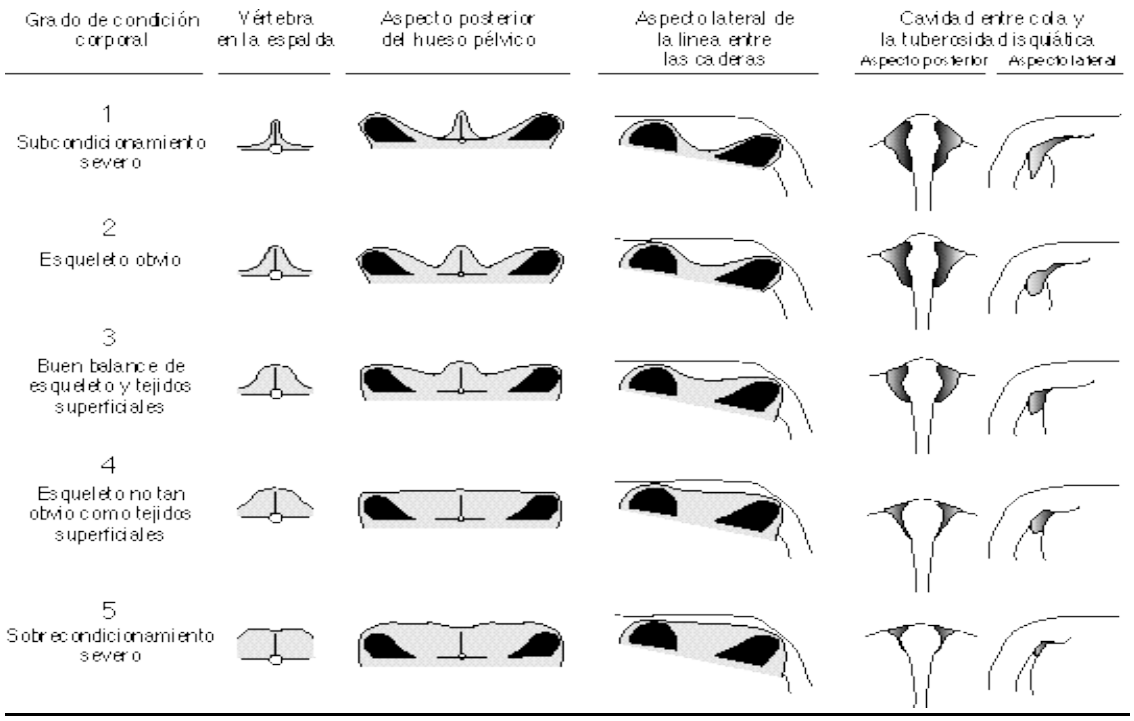


Imagen 2: Condición corporal (Edmonton *et al*., 1989).

Pasos para la determinación de la Condición Corporal

Los pasos utilizados para sistematizar la determinación de la CC (escala 1-5) fueron:

Paso 1: Observar las últimas dos costillas; si se pueden ver las costillas 12 a 13 el puntaje es menor a 3 CC.

Paso 2: Si se pueden ver las apófisis transversales la CC es de 2 o menos.

Paso 3: Si observando al animal desde atrás puede verse la forma de una v corta muy pronunciada, la CC es 1 o 1.5.

Paso 4: En una observación lateral del animal, se traza una línea imaginaria que une el hueso de la cadera al isquion. Si dicha área está descubierta de grasa subcutánea, la parte superior del fémur es visible y la línea proyectada tiene forma de V, entonces:

- Si es CC 2.5 se observa la forma de V incipiente
- Si es CC 2 se observa la forma de V profunda

Si por el contrario una mayor deposición de grasa subcutánea oculta la parte superior del fémur, la línea proyectada tiene forma de U y entonces:

- Si es CC 3.5 se aprecia la forma de U baja
- Si es CC 3 se aprecia la forma de U pronunciada

Paso 5: Como se observa en la imagen 3, el grado de engrasamiento de la base de la cola, se detecta observando desde atrás y desde arriba.

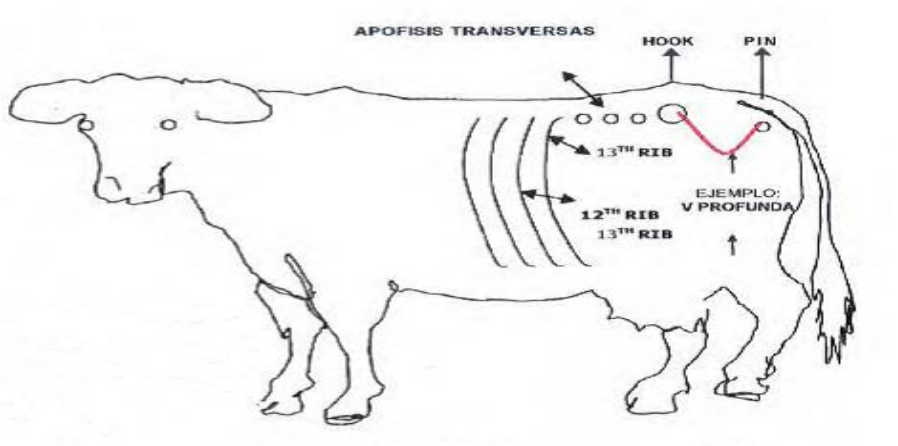


IMAGEN 3: puntos anatómicos de observación.

IMAGEN 4: Palpación apófisis espinosas zona lumbar.

IMAGEN 5: Palpación punta de anca zona de la cadera.

IMAGEN 6: Palpación del encole.
(Bavera y Peñafort, 2005).

Los registros se llevaron a cabo en momentos claves del ciclo productivo: **al parto, al servicio y al momento del tacto rectal** (aproximadamente a los 30 días luego del servicio; y posteriormente, una **ecografía final** con resultados de las preñeces).

Descripción gráfica de la escala utilizada

IMAGEN 7 - **CC 1:** “Emaciada”

Profunda cavidad alrededor del nacimiento de la cola. Huesos pelvianos y coxales fácilmente palpables. Ausencia total de tejido adiposo. Marcada depresión pelviana y lumbar. Las costillas pueden palparse una por una; se observan prominentes.

IMAGEN 8 - **CC 2:** “Flaca”

Cavidad menos pronunciada alrededor de la encoladura. Presencia de algo de tejido adiposo. Extremos de las costillas algo redondeados. Los procesos trasversos pueden detectarse por palpación aunque se encuentran recubiertos por una delgada capa de grasa.

IMAGEN 9 - **CC 3:** “Aceptable”

Desaparece la cavidad alrededor de la cola. Presencia de tejido adiposo no exagerado en esa región. Extremo de costillas cortas cubiertas, aunque palpables con leve presión. Procesos trasversos apreciables mediante fuerte presión.

IMAGEN 10 - **CC 4:** “Gorda”

Visible acumulación de tejido adiposo alrededor del nacimiento de la cola. Costillas cortas invisibles y difíciles de palpar. Los procesos trasversos ya no se detectan aún bajo fuerte presión.

IMAGEN 11 - **CC 5:** “Obesa”

Engrasamiento exagerado. La estructura ósea del animal no es detectable. Dificultad para desplazase.

La unidad experimental correspondió a cada individuo en un total de 200 animales distribuidos enteramente al azar contabilizando un total de 200 repeticiones, en los cuales se realizó el seguimiento de las siguientes variables: condición corporal (CC), y porcentaje de preñez (PP).

Además de observar y registrar los diferentes estados corporales de los animales, aprovechando la individualización de cada uno, se procedió a identificar, mediante caravanas, a aquellos que no la poseían (por perdida o porque nunca se las había colocado). También se les realizó un boqueo (inspección visual de la dentición para determinar su estado y la edad del animal), la inspección del estado sanitario general, raspaje en los toros y vacunaciones pertinentes.

Análisis Estadístico

El modelo estadístico de regresión se utiliza para estudiar qué factores o variables modifican, y en qué medida, la probabilidad de ocurrencia de un suceso. En este caso puntual, para explicar cómo y en qué medida, la condición corporal (CC) de las vacas de cría afecta la probabilidad de que queden preñadas.

Este modelo supone que existe una variable respuesta o variable explicada, que en este caso, es el porcentaje de preñez del animal (PP), el cual se definió como 1 en caso de éxito o 0 en caso de fracaso; y una variable predictora o explicativa, que es la CC de las vacas.

El modelo de regresión es expresado a través de la siguiente relación:

$$log\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = \beta_o + \beta_1 X$$

Donde, log (π⁄(1-π)), es el logit de la probabilidad de éxito, log() hace referencia a la función logaritmo, π es la probabilidad de ocurrencia, β0 es una constante correspondiente al logit cuando x=0 y β1 la tasa con que un cambio unitario en x afecta el logit de la probabilidad de éxito. Además, β0 y β1 son parámetros desconocidos del modelo. Una vez evaluados dichos parámetros, es posible hacer estimaciones de la probabilidad de éxito para un valor particular de la variable x utilizando la siguiente expresión:

$$\pi = \frac{e^{(\beta_0+\beta_1 x)}}{1+e^{(\beta_0+\beta_1 x)}}$$

Por lo tanto, dado lo anterior, a partir de la muestra de 200 observaciones tomadas en dos fechas distintas (14 de diciembre de 2017 y 18 de abril de 2018) en las que se registró CC y la Preñez, se realizó un análisis de regresión para tratar de explicar

la probabilidad de preñez de las vacas de cría, a partir de la condición corporal de las mismas, utilizando el software estadístico InfoStat[2].

Se decidió no utilizar el coeficiente de correlación de Pearson como se había planteado en un primer momento, ya que el mismo, está dirigido para variables cuantitativas continuas.

Adicionalmente, a través de la sensibilidad, se midió cuan capaz es el pronóstico de anticipar un resultado positivo. Entonces, cuanto mayor sea la sensibilidad mejor es el método de predicción. La misma se mide a través de la siguiente ecuación:

$$Sensibilidad = \frac{Positivos\ Verdaderos}{Positivos\ Verdaderos + Falso\ Negativos} x100$$

Por otro lado, a través de la medida de la especificidad nos indica cuan acertado es un pronóstico de preñez y su fórmula de cálculo está dada por la siguiente ecuación:

$$Especifidad = \frac{Negativos\ Verdaderos}{Negativos\ Verdaderos + Falso\ Positivos} x100$$

Dados estos dos conceptos y su respectiva medición, lo que se espera es que el análisis de regresión presente alta sensibilidad y alta especificidad porque si no en el caso de un pronóstico con alta especificidad, pero con baja sensibilidad encontraremos muchos falsos negativos.

[2] InfoStat es un software para análisis estadístico de aplicación general desarrollado bajo la plataforma Windows. Una de sus fortalezas es la sencillez de su interfaz combinada con capacidades profesionales para el análisis estadístico y el manejo de datos.

RESULTADOS

EVALUACIÓN DE CC AL PARTO

Este dato está íntimamente relacionado con el intervalo parto–celo, producción de leche y vigor del ternero logrado.

Número de animales con su respectiva condición corporal registrados al parto en el mes de julio de 2017

CC	Nº de Animales	Porcentajes
2	1	0,50%
2,5	24	12%
3	60	30%
3,5	99	49,50%
4	16	8%
4,5	0	0
5	0	0
Total	200	100%

TABLA N°2: Número de animales y su condición corporal al parto.

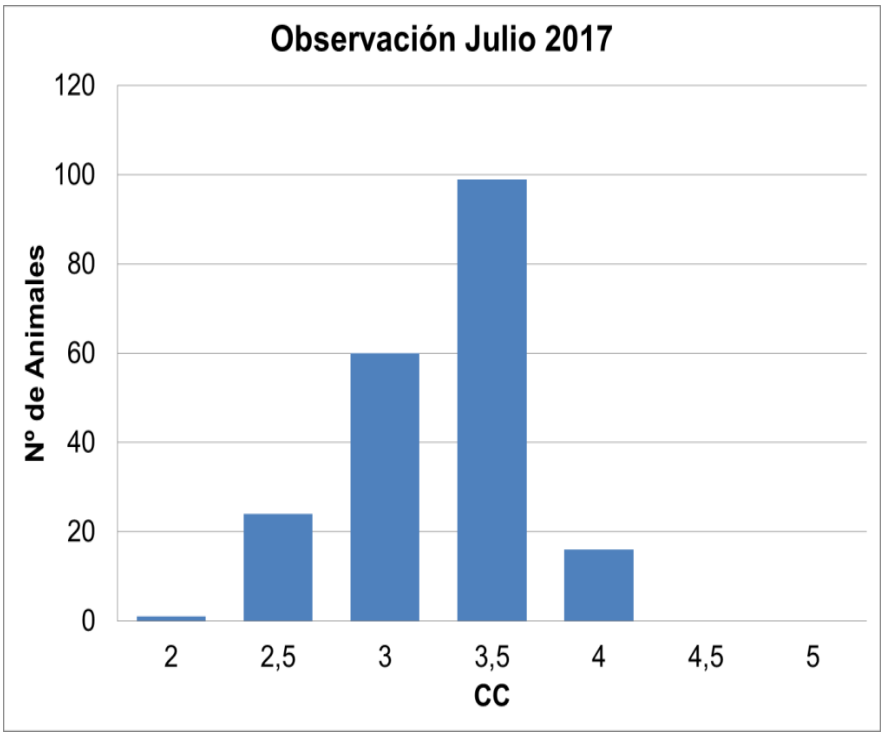


GRÁFICO N°3: Número de animales y su condición corporal al parto.

Como se puede observar en la Tabla N°2 y en el Gráfico N°3 al momento del parto 159 animales (79,5%) se encontraban dentro del rango de CC considerado óptimo (CC 3-3.5) para afrontar este momento. Mientras que el 12,5% se encontraba con baja CC (2-2.5) y sólo el 8% un poco engrasados (CC 4).

CC DURANTE EL SERVICIO

Si bien es importante que las vacas lleguen con una buena CC al momento del parto, deben mantenerla o mejorarla durante el servicio. Es clave detener la pérdida de peso en vacas recién paridas tan pronto como sea posible.

Si al iniciar el servicio, los vientres se encuentran en CC 3 o mayor en la escala de 1 a 5, y el rodeo mantiene o gana peso durante el transcurso de este período, se podrían esperar buenos porcentajes de preñez.

Por lo contrario, cuando un rodeo presenta una alta proporción de los animales que se encuentran en CC inferior a 3 al comienzo del servicio, es muy probable que el resultado sea poco satisfactorio, ya que esta situación se asocia con una gran cantidad de hembras en anestro. Si ante dicha situación fuera posible suministrar una buena alimentación durante el periodo de servicio, probablemente se logre mejorar la preñez pero con tendencia a concentrarse en “cola” de parición.

Al finalizar el servicio queda determinado el número potencial de terneros del ciclo en curso.

Número de animales con su respectiva condición corporal registrados al servicio en el mes de octubre (27/10/2017).

CC	Nº de Animales	Porcentaje
2	1	0,50%
2,5	19	9,50%
3	97	48,50%
3,5	29	14,50%
4	41	20,50%
4,5	13	6,50%
5	0	0
Total	200	100%

TABLA N°3: Número de animales y su condición corporal al servicio.

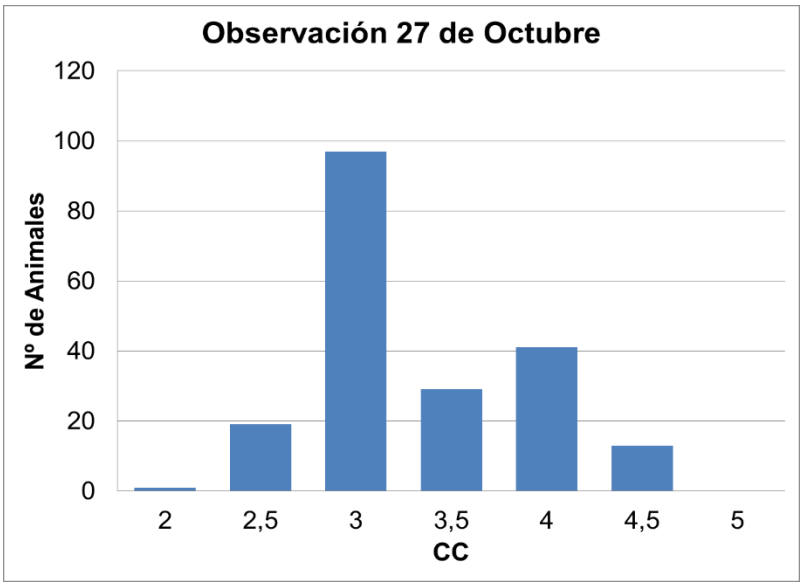


GRÁFICO N°4: Número de animales y su condición corporal al servicio.

Como se puede observar en la Tabla N°3 y en el Gráfico N°4 al momento del servicio 126 animales (63%) se encontraban dentro del rango de CC considerado óptimo (CC 3-3.5) para afrontar este período. Mientras que el 10% se encontraban con baja CC (2-2.5), el 27% un poco engrasados (CC 4) y no hay animales en condición de obesidad.

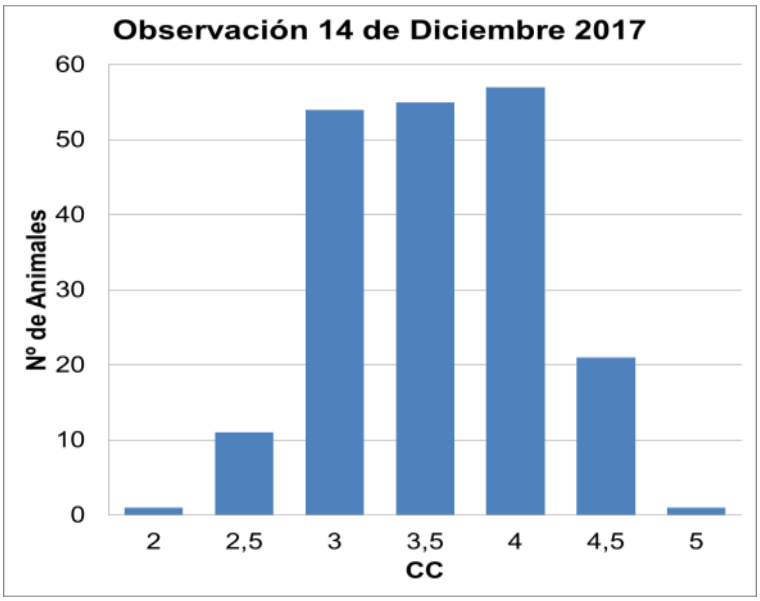
CC AL MOMENTO DE LA PALPACIÓN TRANSRECTAL

Este dato permite, por un lado, sacar conclusiones al momento de analizar los resultados del servicio, y por el otro, optimizar la asignación de los recursos forrajeros disponibles para los diferentes grupos de vientres según CC en este momento del año.

Número de animales con su respectiva condición corporal registrados al momento de la palpación transrectal durante el mes de diciembre (14/12/2017).

CC	Nº de Animales	Porcentaje Total	Preñadas	Porc. Preñadas	Vacías	Porcentaje Vacías
2	1	0,50%	0	0	1	100%
2,5	11	5,50%	0	0	11	100%
3	54	27%	17	31,48%	37	68,52%
3,5	55	27,50%	14	25,46%	41	74,54%
4	57	28,50%	27	47,37%	30	52,63%
4,5	21	10,50%	8	38,10%	13	61,90%
5	1	0,50%	0	0	1	100%
Total	200	100%	66		134	
			33%		67%	

TABLA N°4: Número de animales y su condición corporal al tacto.



GRÁFICON°5: Número de animales y su condición corporal al tacto.

Como se puede observar en la Tabla N°4 y el Gráfico N°5, al tacto 109 animales (54,5%) se encontraban dentro del rango de CC considerado óptimo (CC 3-3.5). Mientras que el 6% se encontraba con baja CC (2-2.5), el 39% un poco engrasados (CC 4) y sólo 1 animal (0,5%) en condición de obesidad.

Al analizar el porcentaje de preñez, basado en el tacto realizado por el médico veterinario y el encaragado, obtenemos que a ese momento sólo se esperaría que el 33% de las vacas esten preñadas.

CC AL MOMENTO DE LA ECOGRAFÍA FINAL

Número de animales con su respectiva condición corporal registrados y el porcentaje de preñez que representan registrados en la ecografía final durante el mes de abril (18/04/2018).

CC	Nº de Animales	Porcentaje	Preñadas	%Preñadas	Vacías	%Vacías
2	0	0%	0		0	
2,5	26	13%	22	84,62%	4	15,38%
3	88	44%	82	93,18%	6	6,82%
3,5	33	16,50%	33	100%	0	
4	14	7%	13	92,86%	1	7,14%
4,5	31	15,50%	25	80,65%	6	19,35%
5	8	4%	7	87,50%	1	12,50%
Total	200	100%	**182**		**18**	
			91%		**9%**	

TABLA N°5 Número de animales y su condición corporal en la ecografía final.

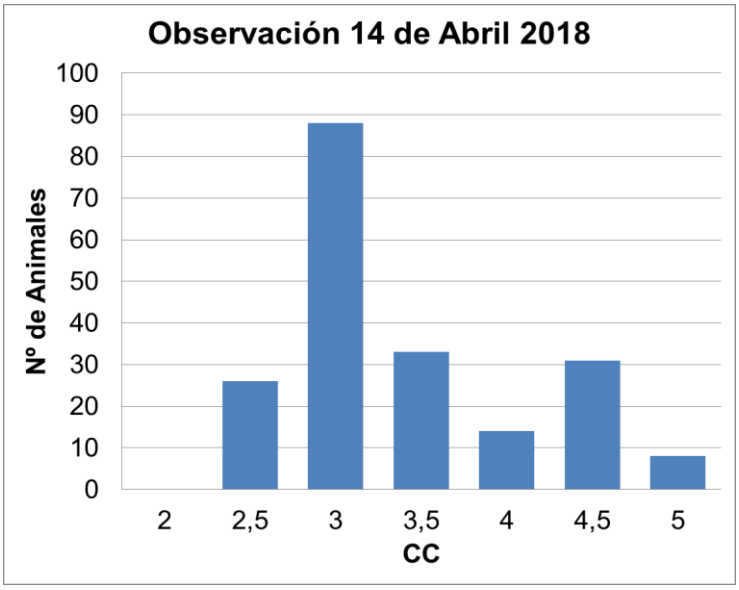


GRÁFICO N°6: Número de animales y su condición corporal en la ecografía final.

Como se observa en la Tabla N°5 y el Gráfico N°6 al momento de realizarse la ecografía final, 121 vacas (60,5%) se encontraban dentro del rango de CC considerado óptimo (CC 3-3.5) mientras que el 13% se encontraba con baja CC (2-2.5), el 22,5% un poco engrasados (CC 4-4.5) y sólo el 4% (8) en condición de obesidad.

Al analizar el porcentaje de preñez, mediante ecografía y ya en un estado avanzado de la misma, se obtuvo que el **91%** de las vacas estaban preñadas; siendo éste un porcentaje más que aceptable, ya que los establecimientos de punta obtienen PP alrededor de 89,4% (Canosa, 2004).

Índice de Preñez

Preñez (%)= (Vientres preñados/vientres inseminados)*100.

Preñez (%)= (182/200) * 100 = 91%

Análisis de regresión

A partir del análisis de regresión, se determinó a través del coeficiente y el signo asociado de la CC (0,68) como al ser este positivo, indica que la probabilidad de preñez del animal tiene una relación directa con la CC de los mismos, es decir, mientras más elevada sea la CC, existe una mayor probabilidad de obtener la preñez.

Por otro lado, al observar el p-valor asociado a la variable predictora, representada por la CC, se obtuvo un valor de 0,0142, el cual indica que la variable es estadísticamente significativa para explicar la preñez del animal a un nivel de confianza de 5%.

Adicionalmente, a través de la razón de chance o adds ratio (en inglés), se pudo obtener una medida de cuanto mayor (o menor) es la chance de que ocurra un éxito bajo una condición respecto a otra, es decir, cuantas veces es mayor la chance de que ocurra un éxito cuando la regresora se incrementa en una unidad.

En este caso, la razón de chances es de 1,98. Esto quiere decir, que, si la diferencia en la CC entre las vacas es de una unidad, la chance de obtener la preñez es casi 2 veces mayor en la vaca con una mayor CC.

Sin embargo, la razón de chances es una medida que tiene un error en su estimación, que en este caso se sitúa entre 1,15 y 3,42. Por lo que podemos decir, que la razón de chances es de al menos 1,15.

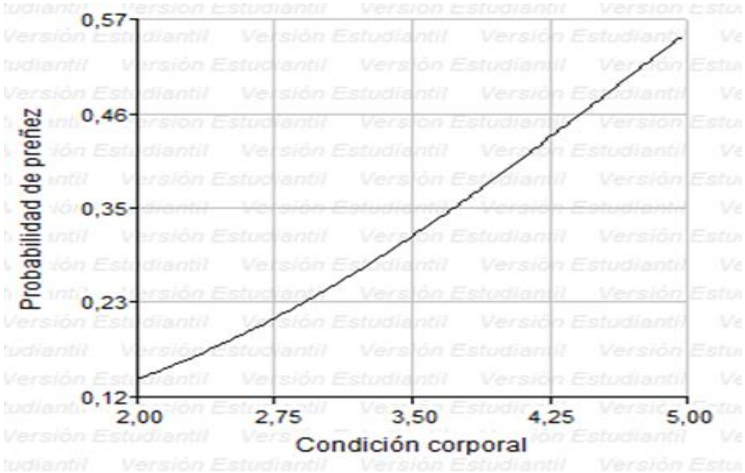
La probabilidad de que quede preñada una vaca si su CC es de 3, se obtiene a través de la ecuación expresada anteriormente, reemplazando β_0 por -3,16, β_1 por 0,68 y X por 3:

$$\pi = \frac{e^{(-3,16+0,68(3))}}{1 + e^{(-3,16+0,68(3))}} = 0,246$$

Entonces, la probabilidad de que la vaca quede preñada cuando la CC es de 3, es de aproximadamente 24,6%.

Repitiendo el cálculo para diferentes valores de la CC obtenemos la curva de probabilidades. La misma nos muestra los valores de probabilidad predichos por el modelo para valores de la condición corporal entre 2,0 y 5,0.

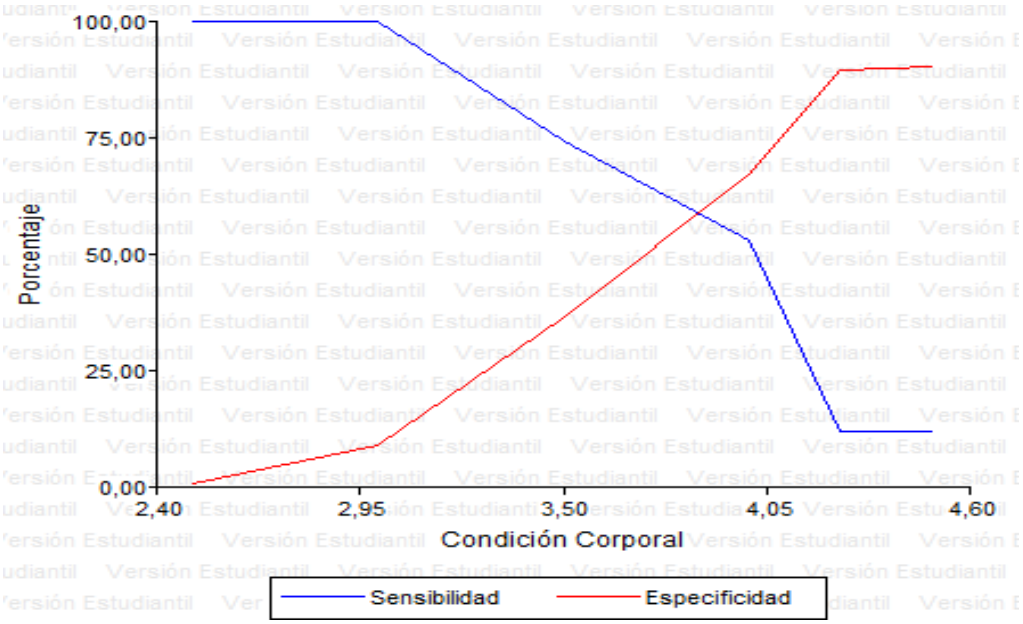
Gráfico 7. Curva de probabilidad de preñez



Fuente: Elaboración propia

A medida que la CC aumenta, la probabilidad de preñez también aumenta, así para el valor 2, la probabilidad de preñez es de aproximadamente 12% y para 5 es de aproximadamente 57%.

Curva de Sensibilidad

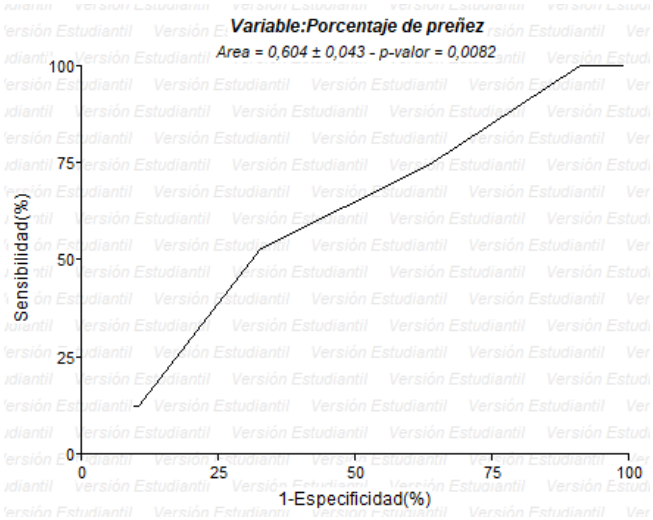


Fuente: Elaboración propia. Gráfico 8.

El gráfico 8, muestra que la sensibilidad disminuye mientras que la especificidad aumenta con la CC. El punto donde se cruzan ambas curvas es donde se obtiene la máxima sensibilidad conjuntamente con la máxima especificidad siendo este punto en aproximadamente la CC 4. Por lo tanto, si quisiéramos fijar un criterio para la transferencia de embriones en función de la CC parece ser que el umbral 4 es el apropiado.

Otro criterio que nos indica que tan bueno es nuestro pronóstico o diagnóstico, es el área bajo la curva ROC (Característica Operativa del Receptor).

Gráfico 9. Curvas de ROC para el pronóstico de preñez



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 9 se observa como el área bajo la curva ROC es de 0,604, lo que nos indica que la capacidad de pronóstico de nuestro criterio es de 60,4%.

Finalmente, se deduce que a partir de la muestra de 200 vacas de cría sobre la cual se trabajó, la hipótesis planteada es consistente, dado que, a mayor CC de los animales, mayor es el PP del animal.

El mismo análisis se realizó para la muestra tomada el 18 de abril de 2018.
A partir de análisis de regresión se observó que el p-valor asociado a la variable regresora, representada por la CC presenta un valor de 0,33 el cual nos indica que dicha variable no es estadísticamente significativa para explicar la preñez del animal, ni a un nivel de 1%, 5% ni 10%.

Por lo que, en esta muestra de datos, no podemos realizar los análisis estadísticos correspondientes para comprobar nuestra hipótesis.

Discusión

Evaluación de CC al parto

En esta etapa, se obtuvo que casi el 80% de las vacas presentaron una CC 3-3.5 dato que refleja el buen estado nutricional en el que se encontraban previamente, ya que generalmente se pierde medio punto de CC al momento de la parición (Bavera y Peñafort, 2005).

Por otro lado el 12,5% se encontraba con baja CC (2-2.5) lo que puede traducirse en intervalos parto-concepción más prolongados, pero que no ofrecen problemas en vacas, siempre y cuando en el posparto, los niveles de alimentación sean elevados.

A pesar de esto,igualmente existe la posibilidad de que algunos de los animales en este estado no queden preñados durante el período de servicio.

CC DURANTE EL SERVICIO

El servicio es el período más importante en el ciclo anual de la vaca de cría, en el cual se condiciona el resultado productivo del rodeo. En esta etapa el 63% de las vacas presentaron CC 3-3.5 y disminuyó al 10%, el número de animales que al parto poseían una CC de 2-2.5, debido a los adecuados niveles de nutrición ofrecidos durante el período transcurrido.

Si la vaca cae por debajo de CC 2,5 puede entrar en anestro nutricional. Si esto ocurre, debe mejorar su CC en 1 grado aproximadamente para volver a ciclar, por ello, es más económico alimentar una vaca para que siga ciclando, que para reiniciar el ciclo luego del anestro nutricional.

Si al iniciar el servicio, los vientres se encuentran en CC 3 o mayor, y el rodeo mantiene o gana peso durante el transcurso de esta temporada, se esperan buenos porcentajes de preñez.

CC AL MOMENTO DE LA PALPACIÓN TRANSRECTAL

En esta etapa el 54,5% de los animales presentó una CC 3-3.5 porcentaje que disminuyó con respecto a la etapa anterior, pero que se tradujo en un aumento de animales un poco engrasados con CC 4 (39%). Lo cual pudo deberse a la buena oferta forrajera y al mantenimiento del buen nivel alimenticio para el total del rodeo.

Por otro lado, el número de animales con baja CC 2-2.5 se redujo al 6%.

Aunque los requerimientos de una vaca gestaste son relativamente bajos, los del último período de lactancia son aún elevados, por ello es importante no dejar caer la condición corporal por debajo del umbral 3-3.5.

Luego de la palpación transrectal, es el momento ideal para corregir problemas nutricionales para que los vientres lleguen al parto con un estado corporal adecuado para restablecer la actividad cíclica dentro de un período deseable.

CC AL MOMENTO DE LA ECOGRAFÍA FINAL

Por último, en la ecografía final el 60,5% alcanzó este período con una CC 3-3.5 considerada óptima, elevando un poco el porcentaje con respecto a al momento del tacto. Se elevó al 13% la cantidad de vacas con baja CC 2-2.5, y bajó al 22,5% los animales un poco engrasados con CC 4-4.5 manifestando tal vez, el aumento de los requerimientos y la disminución en cantidad y calidad del forraje disponible.

Al analizar el porcentaje de preñez obtenido del **91%**, se puede afirmar que es un buen valor para la zona Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires.

Si bien la metodología llevada a cabo para obtener la calificación de CC para los animales del rodeo, esta bien establecida y aceptada, hay que tener en cuenta la subjetividad de quien lalleva a la práctica, algo que no descarta su funcionalidad, sino que hay que tener en cuenta al momento de comparar y llegar a un valor final consensuado con otros obvervadores.

La opción de contar con una planilla de CC en el corral, confeccionada con el aporte de algunos de los empleados del establecimiento para tener como referenecia puntual de ese rodeo en especifico, sería una buena alternativa a tener en cuenta.

La práctica y el entrenamiento visual son claves para obtener altos grados de coincidencia entre diferentes observadores y de esta forma ser más eficientes en las predicciones de la CC y el PP de los animales.

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos, se concluye que, la condición corporal en vacas de cría está directamente relacionada con la eficiencia reproductiva del rodeo, validando de esta forma la hipótesis planteada.

De esta manera también, se puede tomar la medición de la CC como certero indicador del manejo nutricional de un rodeo, y, por ende, como eficiente herramienta relacionada directamente con el PP que hace a la eficiencia reproductiva de los animales.

Los aspectos a considerar, reflejados en el alto porcentaje de preñez obtenido, fueron: la buena CC con la cual un mayor porcentaje de animales llegó al parto, la recuperación de reservas post-servicio y el período en el cual se realizó el repaso con toros, que suelen ser más eficientes en la detección de celos favoreciendo la preñez obtenida, en comparación con la inseminación artificial.

Implicancias Prácticas

La evaluación periódica de la CC del rodeo, puede realizarse durante las recorridas a campo y es una buena práctica a implementar, a tener en cuenta no sólo para obtener datos más certeros de la evolución de los animales (generando datos propios del establecimiento), sino que además, puede dar indicios sobre la carga animal con la que se está trabajando, dar cuenta si los recursos existentes cubren los requerimientos en los períodos claves, si se debería implantar recursos con diferente estación de producción o si fuera necesaria realizar algún tipo de suplementación.

BIBLIOGRAFIA

- Bavera, G.A., (2002). *Épocas de servicio y parición.* Curso de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. http://www.produccionanimal.com.ar

- Bavera, G. y Peñafort, C., (2005). *Condición Corporal.* Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC.www.produccionanimal.com.ar

- Boetto, C., Gómez, A. M., y Melo, O., (2004). Manejo nutricional del rodeo de cría por condición corporal objetivo. *Córdoba, Argentina: SAGPyA-INTA Manfred*, 11-19.

- Camarasa, J.N., (2017). *Bovinos de carne y leche*. Escuela Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales (UNNOBA).

- Camps, D., *et al.,* (2001). *Condición corporal: una interesante herramienta para monitorear el programa nutricional de los rodeos de cría*. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Buenos Aires.

- Casagrande, H.J., et al., (2004). *La condición corporal como herramienta de manejo en rodeos de cría bovina*. INTA San Luis. Información Técnica, 2004, vol. 168.

- Chayer, R., *et al*., (2006). *Condición Corporal como herramienta para el seguimiento del manejo nutricional de los vientres en Rodeos de Cría*. Consultores Pampeanos Asociados (CONPAS).

- Chayer, R. y Pasqualini C., (2009). *Condición corporal como herramienta para el seguimiento del manejo nutricional de los vientres en rodeos de cría*.

- Edmonton, A.J., Lean, I.J., Weaver, C.O., Farver, T. y Webster, G. (1989). Condición corporal adaptado de: A body condition scoring chart of Holstein dairy cows. J. Dairy Sci. 72:68-78.

- Frasinelli, C.A., Casagrande, H.J. y Veneciano, J.H., (2004). *La condición corporal como herramienta de manejo en rodeos de cría bovina*. INTA–Información técnica N° 168. Estación experimental agropecuaria San Luis.

- Herd, D. B. and L. R. Sprott. (1986). *Body condition, nutrition and reproduction of beef cows*. The Texas A&M University System. B-1526

- Kugler, A.N.M., (2004). *El estado o condición corporal de la vaca de cría y su relación con la preñez*. Comunicaciones. Publicación del Valle Inferior, 14(45).

- López, F.J., (2006). *Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas Holstein*. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, 4(1), 77-86.
- Lowman, B.G., *et al*., (1976). *Condition Scoring beef cattle*. The east of Scotland College of Agriculture. Bulletin Nº 6.
- McClure, T.J., (1995). *Infertilidad nutricional y metabólica de la vaca*. No. SF 203. M3318 1995. 1995.
- Marchi, A. 1992. Proyecto Ganadero en áreas de pastizal natural. Inf. Técnica 124 INTA San Luis.
- Rúgeles, C., (2001). *Interrelaciones entre nutrición y fertilidad en bovinos*. Revista “MVZ”, vol. 6, núm. 1, pp. 24-30. Universidad de Córdoba. Montería, Colombia.
- Van Niekerl, A. y B.P. Louw., (1982). CEDARA Dept. of Agriculture Natal Region, Report Nº15.

Anexo

Cuadro 1. Análisis de regresión para las observaciones tomadas el 14 de diciembre de 2017

Regresión logística

Distribución: Binomial
Función de enlace: Logit

Variable dependiente: PP_14_12_17 (1)
Número de observaciones: 200
Observaciones faltantes: 0
Iteraciones: 5 (max=20)
Tolerancia: 1E-9 (0,000000000)

Parámetros	Est.	E.E.	O.R.	Wald LI(95%)	Wald LS(95%)	Wald Chi²	p-valor
Constante	-3,16	1,02	0,04	0,01	0,31	9,58	0,0020
CC 14 12 17	0,68	0,28	1,98	1,15	3,42	6,02	0,0142

	Valor	gl
Log Likelihood	-123,70	198
Deviance	247,41	198
Escala (fijada)	1,00	

Pruebas de hipótesis secuenciales

F.V.	gl	-2[L0-L1]	p-valor
CC 14 12 17	1	6,26	0,0123

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2. Análisis de regresión logística para las observaciones tomadas el 18 de diciembre de 2018.

Regresión logística

Distribución: Binomial
Función de enlace: Logit

Variable dependiente: PP_18_04_18 (1)
Número de observaciones: 200
Observaciones faltantes: 0
Iteraciones: 7 (max=20)
Tolerancia: 1E-9 (0,000000000)

Parámetros	Est.	E.E.	O.R.	Wald LI(95%)	Wald LS(95%)	Wald Chi²	p-valor
Constante	3,45	1,20	31,37	2,96	332,53	8,18	0,0042
CC 18 04 18	-0,33	0,33	0,72	0,38	1,39	0,96	0,3272

	Valor	gl
Log Likelihood	-60,04	198
Deviance	120,08	198
Escala (fijada)	1,00	

Pruebas de hipótesis secuenciales

F.V.	gl	-2[L0-L1]	p-valor
CC 18 04 18	1	0,93	0,3346

Fuente: Elaboración propia.

BEYRNE Maria Andrea

Digitally signed by BEYRNE Maria Andrea
Date: 2022.12.07 14:08:47 -0300