

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**CONDICIÓN CORPORAL AL PARTO Y PARICIÓN POSTERIOR EN LAS
RAZAS ANGUS, HEREFORD, SUS CRUZAS Y RETROCRUZAS EN
PASTOREO DE CAMPO NATURAL**

por

Martín GAMIO MORALES

Gonzalo GARRIDO URSE

**Trabajo final de grado
presentado como uno de los
requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

MONTEVIDEO

URUGUAY

2026

Este Trabajo Final de Grado se distribuye bajo licencia
“Creative Commons Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada”.



PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director/a:

Ing. Agr. (Dra.) Ana Carolina Espasandin

Co-Director/a:

Ing. Agr. (Mag.) Andrea Larracharte Cardoso

Tribunal:

Ing. Agr. (Mag.) Andrea Larracharte Cardoso

Ing. Zoot. (Dra.) Patricia Bertoncelli

Ing. Agr. (Mag.) Agustina Rivoir

Fecha:

20 de julio de 2026

Estudiante:

Martín Gamio Morales

Gonzalo Garrido Urse

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer en primer lugar a nuestra tutora Ing. Agr. PhD. Ana C. Espasandin, a nuestra cotutora Ing. Agr. (MSc) Andrea Larracharte Cardoso, por el tiempo dedicado a este trabajo y el continuo apoyo hacia nosotros durante todo este proceso.

A nuestras familias y amigos por el constante apoyo durante toda la carrera.

A la Estacion Experimental Prof. Bernardo Rosengurt (EEBR) por facilitarnos los datos.

Finalmente, agradecemos a todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron a que este trabajo pudiera concretarse.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	3
AGRADECIMIENTOS	4
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
1 INTRODUCCIÓN	9
2 OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo general	10
2.2 Objetivos específicos.....	10
3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1 Ciclo de cría en Uruguay	11
3.2 Propuesta de manejo del rodeo de cría	11
3.3 Condición corporal	14
3.4 Eficiencia reproductiva y genotipos puras y cruzas. Heterosis en variables reproductivas.....	18
4 HIPÓTESIS	26
5 MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
5.1 Estructura General.....	27
5.2 Fuente de datos y variables	28
5.3 Análisis estadísticos.....	29
5.3.1 Modelo lineal mixto para condición corporal al parto.....	29
5.3.2 Porcentaje de parición por genotipo	30
5.3.3 Regresión logística y umbral de condición corporal	30
5.3.4 Estimación de la Heterosis	31
6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
6.1 Condición corporal al parto según genotipo materno.....	32
6.1.1 Efecto del genotipo materno.....	32
6.1.2 Efecto del año de parto y la categoría animal	32
6.2 Porcentaje de parición según genotipo materno.....	34
6.3 Relación entre condición corporal y porcentaje de parición según genotipo ..	35
7 CONCLUSIONES	38
8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1	Porcentaje de destete para razas puras y sus cruzas	20
Tabla 2	Porcentaje de parición de vacas multíparas y primíparas para razas puras y su F1	21
Tabla 3	Largo en días de intervalo interparto en las diferentes retrocruzas.	22
Tabla 4	Antecedentes internacionales y nacionales sobre factores que afectan la eficiencia reproductiva en bovinos.	24
Tabla 5	Genotipo Materno (GENOMAD)	28
Tabla 6	Variable respuesta: PARIO.....	28
Tabla 7	Condición Corporal al Parto (CCPAR)	29
Tabla 8	Categoría (CATEG).....	30
Tabla 9	Medias ajustadas (LS-means) de CCPAR según genotipo materno (modelo reducido, n=2.067).....	32
Tabla 10	Medias ajustadas (LS-means) de CCPAR según año de parto (modelo mixto reducido, n = 2.067).....	33
Tabla 11	Medias ajustadas (LS-means) de CCPAR según categoría animal (modelo mixto reducido, n = 2.067)	34
Tabla 12	Porcentaje de parición según genotipo materno.....	34
Tabla 13	Umbral de CCPAR necesario para alcanzar 80% de probabilidad de parición, según genotipo materno	35
Tabla 14	Porcentaje de heterosis estimado en base al umbral de CCPAR, según genotipo materno.	37
Figura 1	Evolución del estado corporal, según categoría teniendo en cuenta el forraje	12
Figura 2	Porcentaje de preñez en Hereford al inicio de entore con diferente estado de condición corporal	13
Figura 3	Imagen frontal de cartilla escala de condición corporal raza Aberdeen Angus.	15
Figura 4	Imagen reversa de cartilla Escala de condición corporal en raza Aberdeen Angus.	16
Figura 5	Imagen frontal de cartilla Escala de condición corporal en raza Hereford	17
Figura 6	Imagen reversa de cartilla Escala de condición corporal en raza Hereford. ..	18
Figura 7	Largo período de gestación e intervalo interparto en los diferentes grupos genéticos.....	21
Figura 8	Distribución temporal de registros en el periodo de estudio.	30

RESUMEN

La condición corporal es una herramienta subjetiva de apreciación visual utilizada para determinar el estado nutricional de las vacas de cría, la cual guarda estrecha relación con la eficiencia reproductiva posterior. En Uruguay la cría vacuna se desarrolla sobre pastoreo de campo natural, sistema con marcada estacionalidad forrajera que condiciona el estado corporal de los animales. Asimismo, se ha comprobado la superioridad de los animales cruce respecto a las razas puras, atribuida al efecto de heterosis sobre caracteres reproductivos. El objetivo de este trabajo fue estudiar la condición corporal al parto (CCPAR) en las razas Angus, Hereford, sus cruces F1 y retrocruces bajo un diseño dialélico en pastoreo de campo natural, así como su relación con la probabilidad de parición en el ciclo posterior. Se planteó como hipótesis que existe una relación positiva entre la CCPAR y la probabilidad de parición en el ciclo posterior, y que las vacas cruce requieren una menor CCPAR que las razas puras para alcanzar niveles similares de parición, por efecto favorable de la heterosis. Se utilizó la base de datos del rodeo de cría de la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt (Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Cerro Largo), con 3.433 registros de 1.345 vacas y 98 toros durante 1994-2006, en seis genotipos maternos (HH, AA, AH, HA, RTHH y RTAA). Se ajustó un modelo lineal mixto para evaluar el efecto del genotipo materno, la categoría animal y el año de parto sobre la CCPAR, con efecto aleatorio de vaca. Además, se ajustó una regresión logística con interacción CCPAR×Genotipo para estimar el umbral de CCPAR necesario para un 80% de parición por genotipo, y se calculó la heterosis como diferencia porcentual entre las cruces y el promedio de las razas parentales puras. Los resultados mostraron que HH presentó la mayor CCPAR ajustada (3,68), mientras que AA y RTAA fueron significativamente inferiores (3,55 y 3,46); las cruces AH, HA y la retrocruza RTHH no difirieron de HH. El año de parto y la categoría animal también afectaron significativamente la CCPAR. En parición, las cruces recíprocas AH y HA presentaron los valores más altos (84,1% y 83,1%), seguidas de RTHH (79,6%) y RTAA (76,8%), mientras que las puras HH y AA mostraron los valores más bajos (74,3% y 70,6%). El umbral de CCPAR para 80% de parición fue 3,22 en HA, 3,38 en RTAA, 3,64 en RTHH, 4,29 en HH y 4,48 en AA, mientras que AH superó ese porcentaje independientemente de la condición corporal. Todos los genotipos cruces presentaron heterosis negativa (favorable) para este umbral. Se concluye que existe una relación positiva entre la CCPAR y la parición posterior, confirmando la hipótesis planteada, y que las vacas cruces F1 requieren menor condición corporal que las razas puras para lograr niveles equivalentes de parición, ventaja que disminuye al reducirse los niveles de heterosis en las retrocruces. La determinación de la condición corporal se reafirma como una herramienta práctica, accesible y útil para la toma de decisiones en los rodeos de cría del país.

Palabras clave: condición corporal al parto, eficiencia reproductiva, porcentaje de parición, heterosis, Aberdeen Angus, Hereford

ABSTRACT

Body condition score is a subjective visual assessment tool used to determine the nutritional status of beef cows, which is closely related to subsequent reproductive efficiency. In Uruguay, beef cattle production is carried out under natural grassland grazing, a system with marked forage seasonality that affects the body condition of the animals. Likewise, the superiority of crossbred animals over pure breeds has been demonstrated, attributed to the effect of heterosis on reproductive traits. The objective of this study was to evaluate body condition score at calving (BCS at calving) in Angus, Hereford, their F1 crosses and backcrosses under a diallel design on natural grassland grazing, as well as its relationship with the probability of calving in the subsequent cycle. The hypothesis was that there is a positive relationship between BCS at calving and the probability of calving in the subsequent cycle, and that crossbred cows require a lower BCS at calving than purebred cows to achieve similar calving levels, due to the favorable effect of heterosis. The database of the beef cattle herd at the Bernardo Rosengurtt Experimental Station (Faculty of Agronomy, Universidad de la República, Cerro Largo) was used, comprising 3,433 records from 1,345 cows and 98 bulls during 1994–2006, in six maternal genotypes (HH, AA, AH, HA, RTHH and RTAA). A linear mixed model was fitted to evaluate the effect of maternal genotype, animal category and calving year on BCS at calving, with cow included as a random effect. In addition, a logistic regression with the BCS at calving $\times$ Genotype interaction was fitted to estimate the BCS at calving threshold required to achieve an 80% calving rate for each genotype, and heterosis was calculated as the percentage difference between the crossbreds and the average of the parental pure breeds. The results showed that HH presented the highest adjusted BCS at calving (3.68), whereas AA and RTAA were significantly lower (3.55 and 3.46); the AH, HA and RTHH crossbreds did not differ from HH. Calving year and animal category also significantly affected BCS at calving. Regarding calving, the reciprocal crosses AH and HA presented the highest values (84.1% and 83.1%), followed by RTHH (79.6%) and RTAA (76.8%), whereas the pure breeds HH and AA showed the lowest values (74.3% and 70.6%). The BCS at calving threshold for an 80% calving rate was 3.22 in HA, 3.38 in RTAA, 3.64 in RTHH, 4.29 in HH and 4.48 in AA, whereas AH exceeded that percentage regardless of body condition score. All crossbred genotypes presented negative (favorable) heterosis for this threshold. It is concluded that there is a positive relationship between BCS at calving and subsequent calving, confirming the proposed hypothesis, and that F1 crossbred cows require a lower body condition score than pure breeds to achieve equivalent calving levels, an advantage that decreases as heterosis levels are reduced in the backcrosses. The determination of body condition score is reaffirmed as a practical, accessible and useful tool for decision-making in beef cattle herds in the country.

Keywords: body condition score at calving, reproductive efficiency, calving rate, heterosis, Aberdeen Angus, Hereford

1 INTRODUCCIÓN

Uruguay cuenta con aproximadamente 16 millones de hectáreas. Del total de la superficie del país, se destina a la producción de carne vacuna el 80% aproximadamente, contando con 12,9 millones de hectáreas, siendo el sector productivo más extenso. Según datos más recientes, el stock vacuno se encuentra en 11,9 millones de cabezas, de los cuales el rodeo de cría está conformado por 4,7 millones aproximadamente (Oficina de Estadísticas Agropecuarias [DIEA], 2024). Según DIEA (2024) las categorías que se encuentran son vacas de cría (88,8%) y vaquillonas de 2 años próximas a entorar (11,2%)

La condición corporal es una herramienta subjetiva, que se registra por apreciación visual, con el objetivo de determinar el estado nutricional de las vacas, independizando la gordura con el tamaño de éstas (Evans, 1978). Esta herramienta es de suma importancia para los productores criadores, ya que se asocia con la eficiencia reproductiva en las vacas. Esta evaluación varía entre países y razas. En Uruguay la más utilizada es la escala de apreciación visual validada por Vizcarra et al. (1986) con valores dentro del rango de 1 al 8, donde el valor 1 corresponde a una vaca extremadamente flaca, y el 8 corresponde a vacas muy gordas. Este concepto es muy práctico y se ha comprobado su alta relación con el porcentaje de preñez. A pesar de haber sido muy difundida, al ser una evaluación subjetiva, según Vizcarra et al. (1986) el valor asignado a cada individuo depende del observador que califique a la vaca, obteniendo resultados variables.

El objetivo principal del criador en Uruguay es la obtención de un ternero por año por vaca (Saravia et al., 2011). No obstante, la principal limitante para su alcance está relacionada con la extensa duración del anestro post parto que está influenciada por factores nutricionales. Para alcanzar este objetivo las vacas deberían llegar al momento del parto con una condición corporal mayor a 4 según Orcasberro (1997), ya que existe una estrecha relación entre ésta y el comportamiento reproductivo posterior.

Por otro lado, la cría vacuna en nuestro país se desarrolla bajo pastoreo de campo natural, el que presenta una marcada estacionalidad en la producción (Saravia et al., 2011).

La eficiencia de producción está influenciada por el recurso genético utilizado. En este sentido, los sistemas de cruzamiento permiten aprovechar la heterosis y la complementariedad entre razas, favoreciendo mejoras en la eficiencia productiva y reproductiva (Gregory & Cundiff, 1980). En Uruguay, estudios realizados con las razas Hereford y Aberdeen Angus han documentado ventajas reproductivas asociadas al cruzamiento, entre ellas mayores porcentajes de parición y destete, así como un menor intervalo entre partos en comparación con las razas puras (Ciria Ruggiero, 2009; Espasandín et al., 2006; Pereyra et al., 2015).

En este contexto, la eficiencia del sistema de cría depende tanto de un manejo que permita acompañar la estacionalidad de la producción de forraje con los requerimientos nutricionales de las vacas como de la capacidad de estas para adaptarse a dichas variaciones. En este sentido, las vacas más eficientes son aquellas capaces de acumular reservas corporales durante los períodos de mayor disponibilidad de forraje y movilizarlas posteriormente en las épocas de escasez, contribuyendo a sostener su desempeño reproductivo (Soca & Orcasberro, 1992).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Este trabajo tiene el objetivo de estudiar la condición corporal al parto en las razas Angus, Hereford y sus cruzas bajo un diseño dialélico en pastoreo de campo natural, así como la relación entre ésta y la probabilidad de parición en el ciclo posterior.

2.2 Objetivos específicos

Determinar la condición corporal al parto en las razas Angus, Hereford, sus cruzas F1 y retrocruzas en base a registros tomados en un diseño de cruzamientos dialélico.

Estudiar la vulnerabilidad de la condición corporal de cada grupo genético según factores ambientales.

Estudiar la relación entre la condición corporal al parto y el porcentaje de parición en el ciclo posterior en los diferentes recursos genéticos evaluados.

3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Ciclo de cría en Uruguay

En Uruguay el rodeo de cría es manejado sobre los campos de inferior calidad, donde más de un 90 % de los pastizales naturales del territorio están destinados a este rubro. En este contexto, la producción de forraje no es constante y tiene una marcada estacionalidad de producción (Saravia et al., 2011).

Este sistema es el primer eslabón de la cadena cárnica, encargada de la producción de terneros. El mismo presenta históricamente ciertas limitantes que se ven reflejadas en los diferentes indicadores reproductivos, por ejemplo, con 64% de tasa de destete (Saravia et al., 2011).

Este sistema de producción debe adecuar los requerimientos nutricionales de la vaca de cría a la curva de producción del forraje, manejando las fechas de entore con el propósito de que se ubique el tercio final de gestación y comienzo de la lactancia, etapa de mayor demanda, en el periodo de mayor producción forrajera. De este modo se minimizan las pérdidas de CC lo que favorece al reinicio de la actividad ovárica, y mayor probabilidad de preñez (Saravia et al., 2011).

El momento en que se realiza el destete también es clave. Soca y Simeone (1998) indican que la mejor alternativa es en la entrada del otoño (marzo), para permitir una recuperación del animal al verse disminuida la demanda nutricional por parte de la lactancia. Esto hace que las pérdidas de condición corporal en invierno tengan un menor impacto.

En este sentido, existen variables de manejo que deben ser consideradas si lo que se pretende es maximizar la producción de pasto, y de este modo, alcanzar una buena performance reproductiva del rodeo. La variable de mayor importancia es la carga, ya que es la que afectará el estado de las pasturas, y en consecuencia tendrá un impacto sobre el estado nutricional del rodeo. La carga está representada por los kilos de peso vivo animal en un momento y superficie dada, por lo general, por hectárea. Además, se debe conocer la capacidad de carga que soporta nuestro campo, sin que se deteriore el mismo. La producción de forraje en el campo natural varía entre años debido a la variabilidad climática y la existencia de diferentes tipos de suelos (Saravia et al., 2011).

3.2 Propuesta de manejo del rodeo de cría

El proceso de la cría vacuna a nivel nacional se realiza en condiciones de pastoreo a nivel extensivo en campo natural, el mismo está condicionado por su producción total, y, sobre todo, por su baja producción invernal de forraje, momento en que las vacas se encuentran en el último periodo de gestación y principio de la etapa de lactancia como se observa en la figura 1.

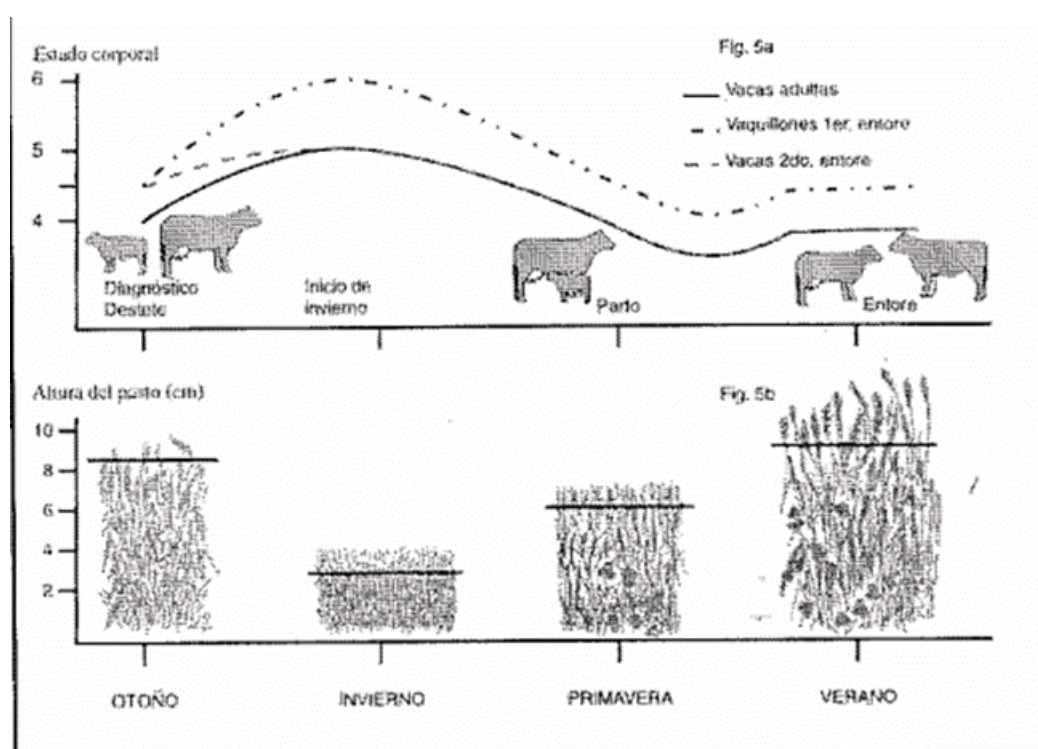
En el país más del 90% de los establecimientos criadores se desarrolla únicamente a campo natural, por esta característica, se debe conocer el comportamiento de las principales especies que componen este recurso, así como su productividad para adecuar también a este parámetro las estrategias de manejo para el rodeo de cría. A su vez, la producción de forraje varía mucho entre años y entre estaciones, debido a las precipitaciones, y así mismo, es variable en todo el país por la variabilidad en el tipo de

suelos. Estas características determinan la presencia o ausencia de diferentes especies, derivando en diferente producción forrajera, tanto en cantidad como en calidad (Saravia et al., 2011).

Los requerimientos nutricionales de los animales varían entre las estaciones, y entre los diferentes rodeos de cría, debido a que las vacas se encuentran en diferentes etapas fisiológicas a lo largo del año, así mismo, los requerimientos difieren entre rodeos debido a los diferentes manejos de cada productor. La idea de realizar una adecuada propuesta de manejo del rodeo de cría es tratar de hacer coincidir los momentos de mayor requerimiento nutricional de las vacas, último tercio de gestación y principio de lactancia, con los picos de producción de forraje primaverales del campo natural (Figura 1).

Figura 1

Evolución del estado corporal, según categoría teniendo en cuenta el forraje



Nota. Tomado de Soca y Simeone (1998).

Como se observa en la Figura 1 en otoño para los sistemas criadores tenemos dos hechos muy relevantes, como son el diagnóstico de gestación y el destete. El diagnóstico de gestación nos determinará dos lotes: las vacas que efectivamente están preñadas, y aquellas falladas, que pueden destinarse a engorde, venta inmediata u otro futuro entore, dependiendo de su edad. Al lote de vacas preñadas se deberá asignar aquel potrero con mayor cantidad de forraje, que puede haber sido diferido desde verano, con la finalidad de entrar al invierno con una condición corporal alta, de 5 para vacas adultas y 6 para vaquillonas.

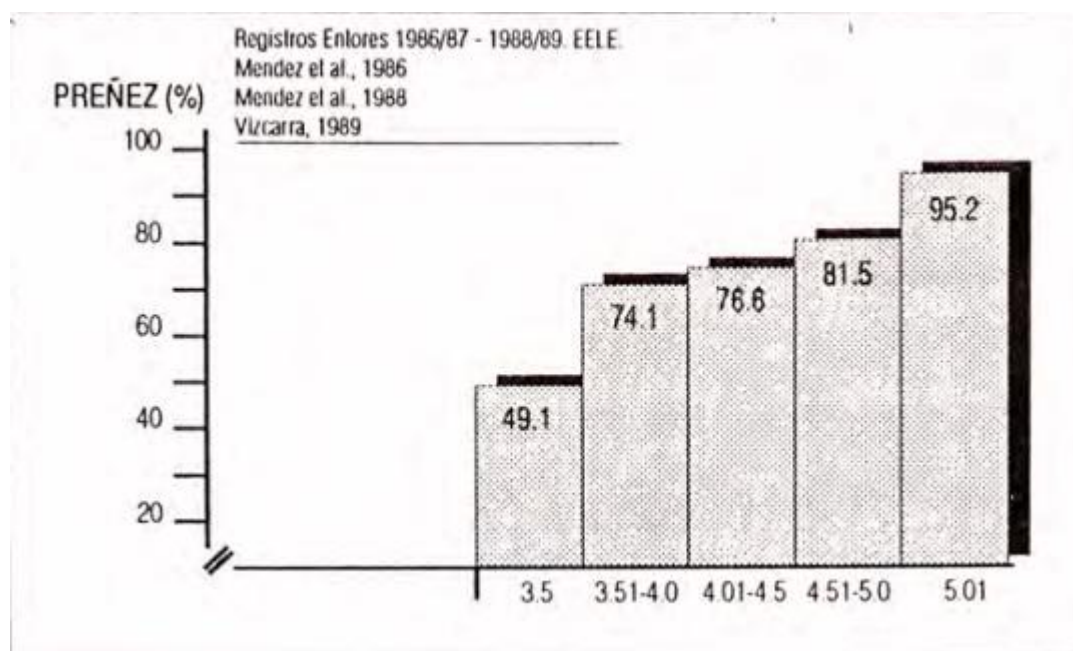
En invierno a nivel país la curva de producción de forraje de los campos naturales llega a su punto más bajo. En nuestras condiciones de clima y producción de pasto del campo natural en invierno, debemos aceptar que vacas en gestación avanzada, durante este periodo, pierdan estado (Soca & Simeone, 1998). En esta época del año las vacas

adultas pierden al menos un punto de condición corporal, mientras que las vaquillonas de primer entore pierden al menos 1,5 puntos (Figura 1).

En primavera se da el mayor requerimiento nutricional por parte de las vacas de cría, ya que se concentran los partos en esta época, por lo tanto, las mismas empiezan la etapa de lactación, que significa altos requerimientos. Sin embargo, en general, no habría problemas para cubrir estos requerimientos, ya que la curva de producción de forraje se encuentra en su pico máximo, con buena cantidad y calidad. De este modo, las vacas y vaquillonas que llegaron con condición corporal de 4 y 4,5 respectivamente al parto, es asegurada una alta probabilidad de preñez en verano. Estos resultados coinciden con lo reportado por Orcasberro (1997), quien identificó una condición corporal al parto de 4 como un valor crítico para vacas Hereford. Según este autor, valores inferiores a dicho umbral se asocian con una mayor duración del anestro posparto y, en consecuencia, con menores porcentajes de preñez (Figura 2)

Figura 2

Porcentaje de preñez en Hereford al inicio de entore con diferente estado de condición corporal



Nota. Figura extraída de Orcasberro (1997).

El valor de 4 de condición corporal al momento del parto se reafirma como crítico, debido a que, a valores menores a éste, cae abruptamente el porcentaje de preñez, y por encima del mismo los valores aumentan muy poco.

En verano se da lugar al entore, pero el problema de este momento es que las vacas están en plena lactación, proceso fisiológico altamente demandante a nivel nutritivo, compitiendo con el reinicio del nuevo ciclo reproductivo. En general, la vaca prioriza la producción de leche antes que el reinicio de su ciclicidad ovárica, y como consecuencia se mantendrá en anestro posparto (Saravia et al., 2011). Esto último es una gran causa de los bajos índices de preñez a nivel país, cuanto más prolongado sea la etapa del anestro posparto, más posibilidades de que la vaca no presente celo en el periodo previamente preestablecido para entore. Existen diferentes estrategias para el control del amamantamiento, las cuales se deben emplear dependiendo del estado corporal que

presenten las vacas al parto; en aquellas con CC mayor a 4 no es necesario aplicar ninguna técnica. Aquellas estrategias más comunes pueden ser el destete temporario con tablilla, que interrumpe la lactación y busca terminar con el bloqueo hormonal y favorecer el ciclado; otra opción es lo propuesto por Simeone y Beretta (2002) llamado destete precoz, que consiste en separar el ternero de su madre de forma previa y definitiva. Esto repercutirá en la energía utilizada por la vaca, generando un balance positivo, al suprimir la producción de leche, favoreciendo el reinicio de la actividad ovárica. La alimentación posparto tiene un rol muy importante en el reinicio de la actividad ovárica, sin importar la condición corporal que presente al momento del parto, con buena alimentación se acorta el periodo de tiempo entre el parto y el primer celo.

3.3 Condición corporal

Según Orcasberro (1997) la asignación de grados para clasificar animales por estado corporal es un método subjetivo que permite estimar la cantidad de energía que tiene almacenada como músculo y como grasa y, de esta forma, evaluar su estado nutricional.

A partir del análisis de los registros de vacas Hereford de las diferentes Estaciones experimentales de la Facultad de Agronomía, Orcasberro (1997) determinó que cada unidad de estado corporal equivale a aproximadamente 25 kg de peso en el intervalo de categorías de 2 a 6, que son las que normalmente se encuentran en los rodeos de cría.

A su vez, la CC al momento del parto de una vaca demuestra el nivel de alimentación y consumo de las vacas de cría en las etapas previas a este momento. Es importante conocer el estado corporal de una vaca en este momento debido a que está fuertemente relacionada con la duración del anestro postparto, principal causa por la que no quedan preñadas las vacas (Orcasberro, 1997).

La condición corporal al parto está directamente relacionada con la performance reproductiva de la vaca en el entore. Dicha relación está determinada principalmente por el balance energético positivo o negativo al inicio del entore (Saravia et al., 2011).

Para la raza Aberdeen Angus, la cartilla de escala de condición corporal fue actualizada por Carreño García (2024). Según las Figuras 3 y 4, la escala de condición corporal comprende valores de 2 a 6, siendo 6 el correspondiente a la mayor condición corporal.

Figura 3

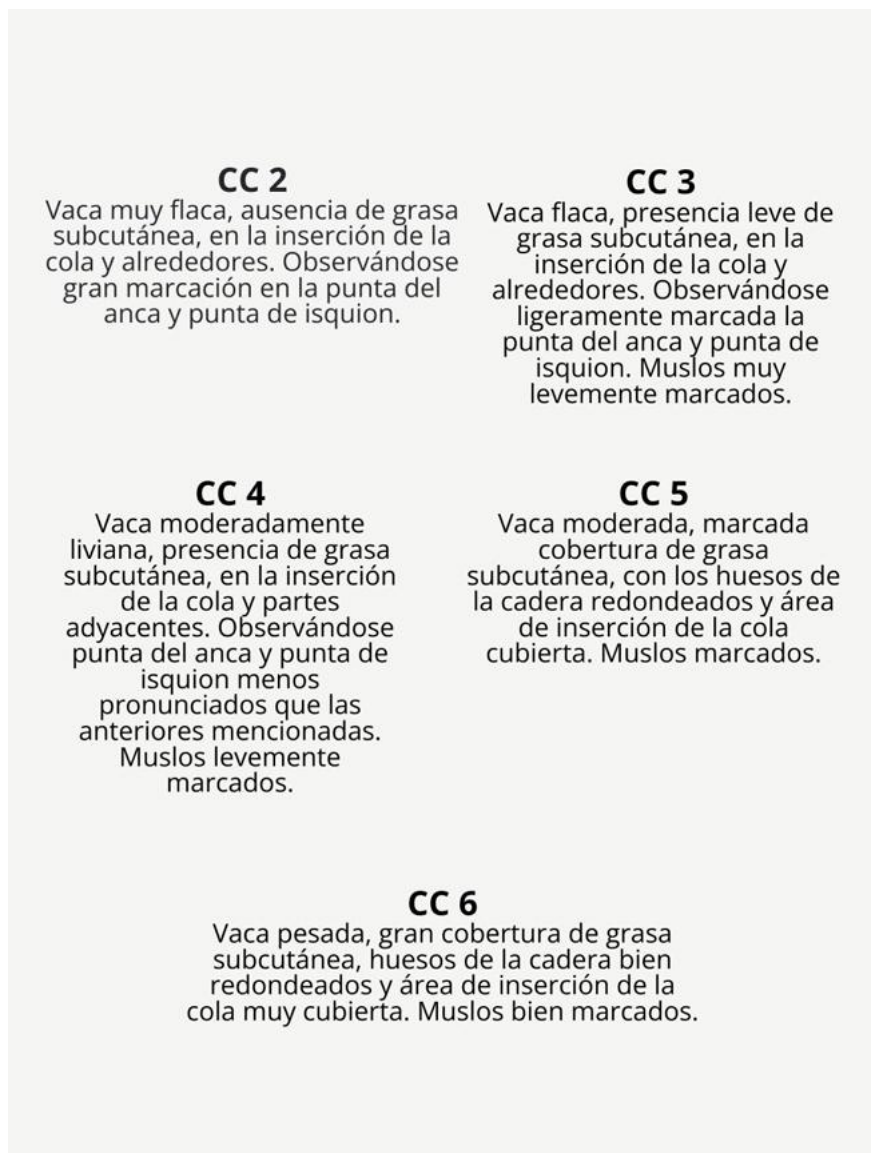
Imagen frontal de cartilla escala de condición corporal raza Aberdeen Angus



Nota. Figura extraída de Carreño García (2024).

Figura 4

Imagen reversa de cartilla Escala de condición corporal en raza Aberdeen Angus

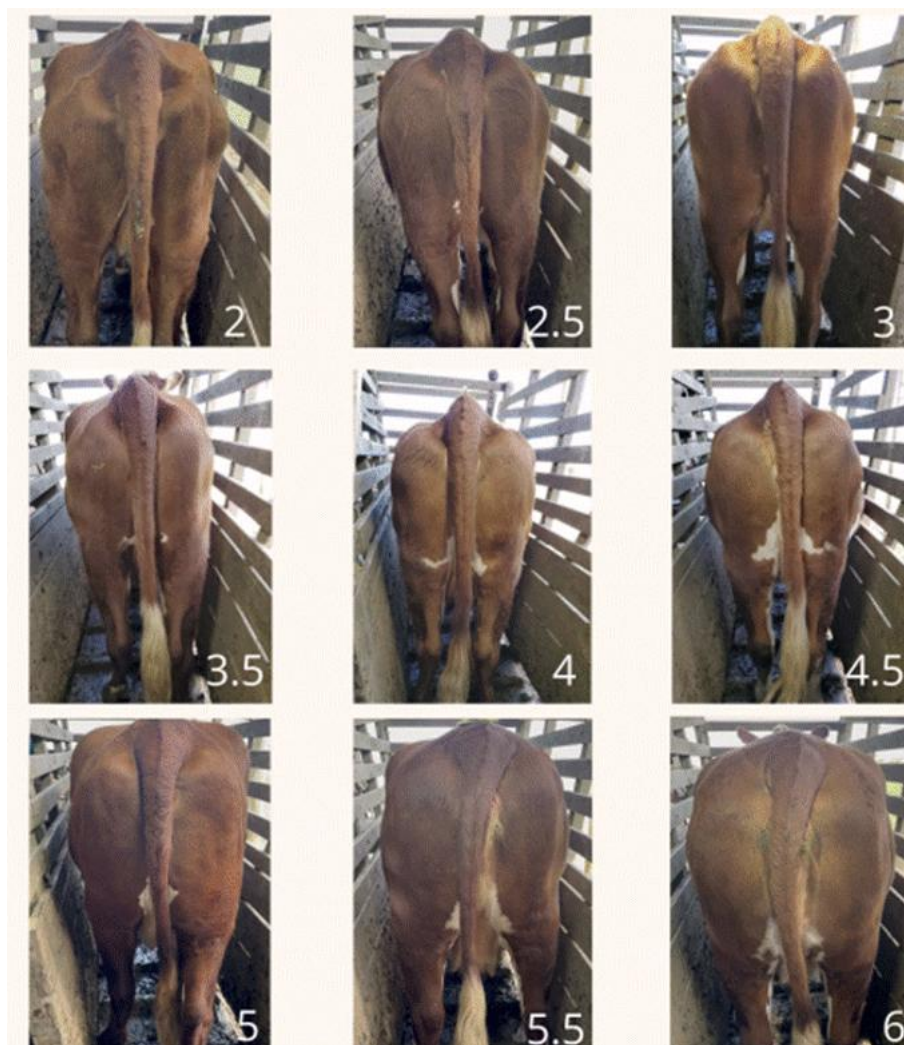


Nota. Figura extraída de Carreño García (2024).

En el caso de la raza Hereford, se utiliza diferente cartilla debido a los diferentes aspectos de carcasa y de cantidad de grasa intramuscular, siendo diferente a la raza Aberdeen Angus. La actualización de datos de condición corporal fue realizada por Andiarena Salvioli y Gardiol Revello (2024), como es visualizada en las figuras 5 y 6, donde la escala también presenta un rango de 2 a 6, siendo este último el valor numérico más alto que corresponde a mayor condición corporal.

Figura 5

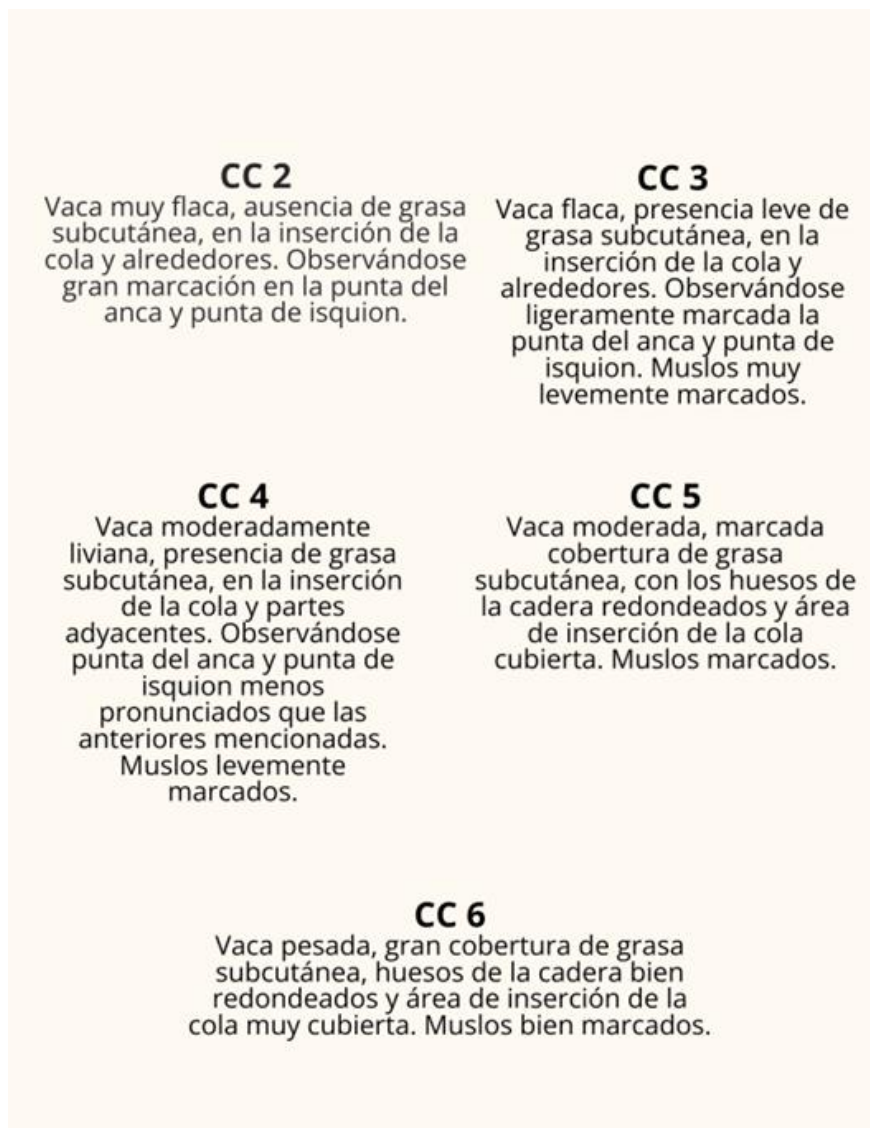
Imagen frontal de cartilla Escala de condición corporal en raza Hereford



Nota. Figura extraída de Andiarena Salvioli y Gardiol Revello (2024).

Figura 6

Imagen reversa de cartilla Escala de condición corporal en raza Hereford



Nota. Figura extraída de Andiarena Salvioli y Gardiol Revello (2024).

3.4 Eficiencia reproductiva y genotipos puras y cruzas. Heterosis en variables reproductivas

Dentro de las razas más utilizadas en el país con fines cárnicos se encuentran Hereford y Aberdeen Angus, siendo la raza Hereford la de mayor población en el territorio, con un 39% del rodeo nacional, seguido por Aberdeen Angus con un 22% (Oficina de Política y Planificación Agropecuaria [OPYPA], 2018). Sin embargo, según M. Pérez Frontini (comunicación personal, 2025), la raza Aberdeen Angus supera actualmente el 55 % del rodeo nacional.

Hereford también es una raza carnicera que ha buscado progresar en el aumento del rendimiento de carne de calidad en cada res. Frente a una alimentación adecuada, se desarrolla rápida y sostenidamente, obteniendo buenas ganancias de peso sin exceso de grasa. Descripciones realizadas por la Sociedad de Criadores Hereford del Uruguay

(SCHU, s.f.) caracterizan a la raza por presentar un biotipo carnívor de tamaño medio a grande, donde se destaca por su elevada capacidad de producción de carne, con buena conformación muscular. Los animales poseen tronco ancho y profundo, lomo amplio y cuartos desarrollados. Esta raza es de origen británico y fue introducida a nuestro país en 1864 mediante la importación de toros de pedigrí por los establecimientos “Las Averías” y “La Torre Alta” según la SCHU (s.f.).

Por otro lado, la raza Aberdeen Angus según la Sociedad de Criadores de Aberdeen Angus del Uruguay (s.f.) se inscribió en los registros genealógicos de la Asociación Rural del Uruguay en el año 1888, proveniente de una importación desde Inglaterra realizada por Don Luis Mongrell. Esta raza se define como carnívor por excelencia, de corte completo, con carnes destacadas por su ternura y sabor debido a su marmoleo. Se describen como mochos, cuyo pelaje puede ser negro o colorado manteniendo ambos las mismas características raciales. Poseen madres que se caracterizan por facilidad al parto, fertilidad y longevidad. Son animales rústicos con adaptaciones a diferentes climas, suelos y condiciones alimenticias, teniendo respuestas excelentes en condiciones adversas. Son de gran tamaño, largos, de altura media, anchos, con una profundidad moderada y una conformación redondeada y musculosa.

Mezzadra (2005) señala que el mejoramiento genético se basa en dos vías que no son mutuamente excluyentes, sino complementarias: la selección y los cruzamientos. En relación con este último, sus principales objetivos incluyen la introgresión de genes, la sustitución de razas, el aprovechamiento de la heterosis, la utilización de la complementariedad y la formación de nuevas razas o poblaciones compuestas.

En caracteres de baja heredabilidad, particularmente los reproductivos, los efectos de la heterosis o vigor híbrido se manifiestan con mayor intensidad, contribuyendo a mejorar la fertilidad y, en consecuencia, a incrementar el porcentaje de preñez del rodeo (Rogberg Muñoz, 2006; Shull, 1948).

Si bien en algunos casos se utiliza el vigor híbrido como equivalente a la heterosis, es más preciso diferenciar los términos: el vigor híbrido refiere a la superioridad que manifiestan los individuos cruzados respecto a sus progenitores, mientras que la heterosis describe el proceso genético responsable de dicha superioridad, asociado a interacciones génicas tanto intra como interlocus (Cardellino & Rovira, 1987).

Un caso típico es el cruzamiento entre las razas Aberdeen Angus y Hereford dando origen a la generación F1, también denominada primera generación filial o primer cruce, que corresponde a la descendencia resultante del apareamiento entre dos razas puras distintas, produciendo individuos con 50% de la carga genética de cada raza parental (Falconer & Mackay, 1996). Esto tiene como propósito principal aprovechar la heterosis o vigor híbrido y además de introducir características cualitativas de interés y aumentar la variabilidad genética de la población.

En la siguiente generación surgen las retrocruzas, resultado del apareamiento de un híbrido F1 con una de las razas progenitoras. Al aumentar la proporción de alelos provenientes de la raza parental elegida se reduce la heterocigosis producida en cada locus y disminuye la expresión de efectos de dominancia y epistasis responsables del vigor híbrido. Este animal retiene una fracción cercana al 50% de la heterosis individual observada en la F1, sin embargo, la pérdida de heterosis varía por carácter. Los caracteres

reproductivos, que suelen tener baja heredabilidad, muestran grandes respuestas en F1 y pérdidas apreciables en retrocruza (Falconer & Mackay, 1996; Koch et al., 1985).

Con estas cruzas lo que se busca es tener una mejor eficiencia reproductiva, que en vacunos se define como la capacidad del rodeo para producir y destetar un ternero por vaca y por año. Dentro de las razas británicas, como Aberdeen Angus y Hereford, esta eficiencia está fuertemente condicionada por factores ambientales y de manejo, ya que los componentes genéticos presentan baja heredabilidad, según un estudio realizado por Buddenberg et al. (1989) donde se evaluaron animales durante 17 años en apareamiento natural utilizando Aberdeen Angus y Hereford. Como resultado la heredabilidad del carácter fue baja (0,01-0,049), por ende, una manera de tener una mayor respuesta en dicho carácter es mediante el uso de cruzamientos aprovechando la heterosis.

Con relación a las variables reproductivas, Pereyra et al. (2015) evaluaron el comportamiento de distintos genotipos en variables reproductivas en sistemas de cría extensivos del noroeste de nuestro país. Como se puede apreciar en la Tabla 1 se presentan los valores obtenidos de porcentaje de destete en diferentes genotipos, en los grupos la letra izquierda representa el genotipo del padre, y la de la derecha indica el genotipo de la madre.

Tabla 1

Porcentaje de destete para razas puras y sus cruzas

Genotipos	% Destete
AA	62.1±3.01b
HH	58.4±3.13 b
HA	83.1±3.27 a
AH	86.8±2.71 a

Nota. AA = Aberdeen Angus por Aberdeen Angus; HH = Hereford por Hereford; HA = padre Hereford por madre Aberdeen Angus; AH = madre Aberdeen Angus por padre Hereford. Letras minúsculas indican diferencias significativas. Elaborado en base a Pereyra et al. (2015).

Para esta variable, los autores observaron una marcada diferencia entre las madres cruza frente a las madres puras con una diferencia de 24,7 puntos en promedio ($P < 0.05$). Esta comparación también había sido evaluada por Cundiff et al. (1974) donde analizaron durante el periodo de 1962 a 1967 la comparación de hembras puras Hereford, Angus y Shorthorn con hembras F1 entre dichas razas, registrando un incremento de 6,4 puntos porcentuales en el porcentaje de destete en vacas cruza respecto a vacas puras.

Por otra parte, Ciria Ruggiero (2009) describe en el experimento dialélico de la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt (EEBR) de la Facultad de Agronomía, la variable porcentaje de parición en un rodeo conformado con 20% primíparas y 80% multíparas, un resultado de 88% para el genotipo F1, 79% en AA y 84% HH. Como resultado se genera un porcentaje de heterosis del 8 % para el rodeo en general.

En la Tabla 2 se muestra la variable porcentaje de parición para los distintos genotipos para los animales primíparas y multíparas, dicha tabla fue elaborada en base a datos obtenidos de Espasandin y Ciria (2008).

Tabla 2

Porcentaje de parición de vacas múltiparas y primíparas para razas puras y su F1

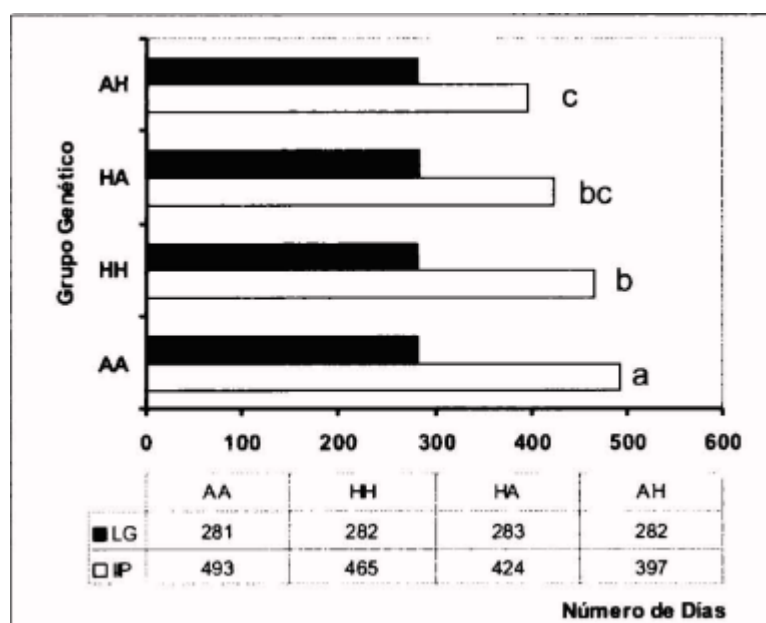
Grupo Genético	% parición Múltiparas	% parición Primíparas
AA	86,5	49
HH	90,5	58
F1	93,1	67-68

Nota. AA = Aberdeen Angus por Aberdeen Angus; HH = Hereford por Hereford; F1 = Grupo de origen Aberdeen Angus por Hereford. Elaborado en base a Espasandin y Ciria (2008).

En la Figura 7 se muestra los diferentes grupos genéticos respecto a sus variables reproductivas: largo de gestación e intervalo interparto.

Figura 7

Largo período de gestación e intervalo interparto en los diferentes grupos genéticos



Nota. AH = padre Aberdeen Angus por madre Hereford; HA = padre Hereford por Madre Aberdeen Angus; HH = Hereford por Hereford; AA = Aberdeen Angus por Aberdeen Angus; LG = Largo de gestación; IP = Intervalo interparto. Figura extraída de Espasandin et al. (2006).

De acuerdo con lo reportado por Espasandin et al. (2006) en la Figura 7, se observan diferencias significativas entre los distintos genotipos con relación al intervalo interparto. En este sentido, las vacas de raza Aberdeen Angus presentaron los valores más elevados, con un promedio de 493 ± 12 días, superando estadísticamente al resto de los grupos evaluados.

Por otro lado, Espasandin et al. (2006) afirman que el genotipo Hereford (HH) no mostró diferencias significativas respecto a las vacas cruzas F1 HA ($P < 0.05$), registrándose valores de 465 ± 10 en el caso del genotipo HH y 424 ± 24 días en F1 HA. En contraste, las vacas F1 originarias de padres Angus y madres Hereford (AH) evidenciaron los intervalos más cortos entre partos (397 ± 23 días), diferenciándose

significativamente de los demás genotipos ($P < 0.05$), con excepción de las cruzas recíprocas HA.

Para esta característica, Espasandin et al. (2006) reportaron un valor de heterosis del 14 %. Como resultado, el uso de vientres de cría cruza permite reducir el promedio en 67 días el intervalo interparto en comparación con rodeos de razas puras, cuya media es de 479 días.

Tabla 3

Largo en días de intervalo interparto en las diferentes retrocruzas

Genotipo	Intervalo interparto (días)
AaxAH	406
AaxHA	437
HhxAH	406
HHxHA	437

Nota. AAxAH = Padre Aberdeen Angus por madre F1 originaria de Padre Aberdeen Angus por madre Hereford; AAxHA = Padre Aberdeen Angus por madre F1 originaria de Padre Hereford por madre Aberdeen Angus; HHxAH = Padre Hereford por madre F1 originaria de padre Aberdeen Angus por madre Hereford; HHxHA = Padre Hereford por madre F1 originaria de padre Hereford por madre Aberdeen Angus. Tabla extraída de Espasandin et al. (2006).

En el caso de los genotipos retrocruzas, se observó un incremento del intervalo interparto en comparación con los animales F1. Cuando se utilizaron madres AH, el aumento fue de 9 días, independientemente de la raza paterna (AA o HH). Por su parte, en las retrocruzas con madres HA, el incremento del intervalo interparto fue mayor, con valores de 13 días independientemente del progenitor utilizado.

Esta tendencia al aumento del intervalo interparto en los genotipos retrocruzas podría explicarse por una reducción en la heterocigosis respecto a los animales F1, lo que implica una menor expresión del vigor híbrido asociado a los caracteres reproductivos. En este sentido, estudios realizados en Uruguay indican que la disminución de la heterosis en generaciones posteriores se traduce en un menor desempeño reproductivo en comparación con los animales cruza de primera generación (Espasandin et al., 2006).

Por otro lado, Royal et al. (2002) indican que la eficiencia reproductiva bovina se encuentra influenciada por factores genéticos, nutricionales y de manejo. Estos autores reportaron asociaciones desfavorables entre alta producción de leche y fertilidad en vacas Holstein, donde la selección por producción puede afectar el desempeño reproductivo de los animales.

En razas bovinas de carne, Fernandes et al. (2015) destacaron la importancia de la condición corporal sobre la reconcepción, observando mejores resultados reproductivos en vacas Nelore con condición corporal intermedia-alta. Asimismo, Short et al. (1990) señalaron que el anestro posparto representa una de las principales causas de infertilidad, siendo la nutrición y la lactancia factores determinantes sobre la duración del período posparto. En concordancia con estos antecedentes, Vivián Paradizo et al. (2024) observaron que las mayores pérdidas reproductivas en rodeos de cría extensivos

ocurrieron entre el inicio del servicio y el diagnóstico de gestación, donde las proporciones de pérdidas fueron de 0,21 y 0,24 para los genotipos Hereford y Aberdeen Angus, respectivamente, mientras que en los genotipos cruza AH y HA fueron de 0,15. En contraste, entre el diagnóstico de gestación y el parto las pérdidas reproductivas fueron prácticamente inexistentes. Estos resultados sugieren que las principales limitantes del éxito reproductivo se concentran en el reinicio de la actividad ovárica posparto, la concepción y el establecimiento de la gestación temprana, procesos estrechamente relacionados con el estado nutricional y la condición corporal de las vacas.

En relación con los efectos del cruzamiento, los estudios realizados en sistemas pastoriles mostraron ventaja reproductiva en animales cruza respecto a las razas puras. En un trabajo Martínez-Boggio et al. (2021) observaron un mejor desempeño reproductivo en hembras F1, mientras que Jenkins y Ferrell (1994) encontraron diferencias entre razas en respuesta productiva frente a los diferentes consumos de materia seca.

Se presenta una síntesis de antecedentes nacionales e internacionales en la Tabla 4, que analizan diversos factores que influyen sobre la eficiencia reproductiva en bovinos. Estos trabajos abordan aspectos genéticos, nutricionales, fisiológicos y manejo, donde influyen sobre el desempeño reproductivo.

Tabla 4

Antecedentes internacionales y nacionales sobre factores que afectan la eficiencia reproductiva en bovinos

Autor	Nombre de trabajo	Lugar	Metodología	Resultados
Royal et al. (2002)	Estimación de la variación genética en el intervalo desde el parto hasta la ovulación posparto en vacas lecheras.	Reino unido; 8 granjas comerciales	1212 lactancias de 1080 vacas Holstein-Friesian en 8 establecimientos, evaluando fertilidad posparto mediante registros reproductivos y concentraciones de progesterona en leche.	Heredabilidad de intervalo posparto al reinicio de la actividad lútea 0,16 correlaciones genéticas desfavorables entre producción de leche y rasgos de fertilidad
Fernandes et al. (2015)	Puntaje de condición corporal en vacas Nelore: una medida heredable para mejorar la selección de características reproductivas y maternas	Brasil	Evaluaron 9035 vacas Nelore de 10 rodeos comerciales, analizando condición corporal y características reproductivas mediante modelos de regresión logística y análisis genético bayesiano.	Las vacas con condición corporal intermedia-alta (CC 3–5) presentaron mayor probabilidad de reconcepción, CC 1-2 menos éxito reproductivo. La heredabilidad de la condición corporal fue moderada ($h^2 = 0,24$)
Martínez-Boggio et al. (2021)	Desempeño reproductivo de hembras cruza Angus, Hereford, Salers y Nelore: efectos aditivos y no aditivos	Paysandú, Uruguay	1164 hembras de 11 grupos genéticos entre 1992–2002 en sistemas pastoriles, analizando probabilidad de inseminación artificial, éxito al parto y días al parto.	Las hembras F1 presentaron mejor desempeño reproductivo que las puras. Las cruza AxH tuvieron mayores tasas de inseminación y éxito al parto, mientras que las Nelore × Hereford mostraron mejores resultados reproductivos en vacas adultas.
Jenkins y Ferrell. (1994)	Productividad al destete de nueve razas bovinas bajo diferentes disponibilidades de alimento	Clay Center, Nebraska. EEUU	9 razas bovinas durante 5 años, 4 vacas/raza/tratamiento; consumo de materia seca (58, 76, 93 y 111 g DM/kg PV ^{0,75}). Se registraron tasa de parto, supervivencia y peso al destete. Entores con toros de su misma raza durante 90 días	La respuesta al intervalo entre servicios fue curvilínea para el peso al nacer ($P < 10$). No hubo diferencia entre razas. Hubo diferencia significativa entre razas para la respuesta al intervalo entre servicios para el peso de la vaca y la CC.
Short et al. (1990)	Mecanismos fisiológicos que controlan el anestro	Montana, Estados Unidos	Revisión bibliográfica sobre factores	La infertilidad general redujo la fertilidad potencial

e infertilidad posparto en vacas de carne	nutricionales, fisiológicos y de manejo que afecta la infertilidad y anestro en bovinos de carne.	entre 20–30%. La involución uterina incompleta afectó la fertilidad durante los primeros 20 días posparto y los ciclos estrales cortos durante los primeros 40 días. El anestro fue el principal factor de infertilidad posparto.
---	---	--

Los trabajos presentados en la Tabla 4 muestran que la eficiencia reproductiva bovina depende de varios factores actuando en conjunto. La genética y el cruzamiento influyen sobre las tasas de preñez, la nutrición y la condición corporal determinan la capacidad de reconcepción, y el anestro posparto sigue siendo el principal obstáculo reproductivo. El manejo adecuado de estos factores resulta clave para mejorar los índices reproductivos del rodeo.

4 HIPÓTESIS

En base a los antecedentes que relacionan la condición corporal al parto con el porcentaje de preñez, se plantea que existe una relación positiva entre la condición corporal al parto (CCPAR) y la probabilidad de parición en el ciclo reproductivo siguiente, de modo que a mayores valores de CCPAR, mayor será la probabilidad de parición.

Las vacas cruzas requerirán una menor CCPAR para alcanzar niveles similares de parición en comparación con vacas puras, debido a un efecto favorable de la heterosis sobre la eficiencia reproductiva. Así mismo, a medida que disminuyen los niveles de heterosis se requiere un aumento de CCP para lograr un porcentaje de parición similar entre animales cruzas y puros.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente trabajo se utilizó la base de datos del rodeo de cría de la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt (EEBR) de la Facultad de Agronomía (Universidad de la República), ubicada en el departamento de Cerro Largo, km 408 de la ruta 26 Brigadier General Leandro Gómez, el cual está constituido por suelos pertenecientes a las formaciones de Fraile Muerto y Yaguarí. La formación Yaguarí está compuesta principalmente por areniscas finas y medias dispuestas en estratos cruzados, acompañadas por niveles de conglomerados, materiales calcáreos, siltitas y lutitas. Los sedimentos presentan predominantemente colores rojizos, indicativos de procesos de formación desarrollados en ambientes oxidantes. La formación Fraile Muerto constituye la unidad ubicada estratigráficamente encima de la formación Tres Islas, y constituye litologías de areniscas muy finas y siltítico arenosas de color gris, depositadas en una cuenca con subsidencia moderada y en ambiente reductor.

Según Carámbula (1988), los pastizales naturales de la región Noreste presentan una distribución estacional de la producción de forraje que varía entre las diferentes formaciones. En la formación Fraile Muerto, la producción se distribuye en un 28% durante el otoño, 18% en invierno, 41% en primavera y 13% en verano, alcanzando una producción anual de 3600 kg de materia seca por hectárea. Por su parte, la formación Yaguarí presenta una distribución de 21% en otoño, 16% en invierno, 42% en primavera y 18 % en verano, con una producción anual de 2500 kg de materia seca por hectárea.

5.1 Estructura General

La base de datos que se utilizó está compuesta por 3.433 registros, en el cual cada registro corresponde al resultado de parición (ocurrido o no ocurrido) de una vaca en un año determinado. El período evaluado abarca 13 años (1994–2006). En total, se incluyeron 1.345 vacas y 98 toros, que dieron lugar al nacimiento de 2.559 terneros/as a lo largo del período de estudio.

En la Tabla 5 se presentan los diferentes genotipos de las madres, donde se pueden apreciar los genotipos puros, cruza y retrocruza. Existiendo mayor cantidad de registros para las vacas Hereford ya que originalmente el rodeo de cría de la estación era en su mayoría de esta raza, incorporándose luego el genotipo Aberdeen Angus.

Tabla 5
Genotipo Materno (GENOMAD)

Genotipo	Nº registros	% del total
HH	1.395	40,6%
AA	1.079	31,4%
AH	397	11,6%
HA	360	10,5%
RTHH	103	3,0%
RTAA	99	2,9%
Total	3.433	100%

Nota. HH= Padre y madre Hereford; AA= Padre y madre Aberdeen Angus; AH= Padre Aberdeen Angus y madre Hereford; HA= Padre Hereford y madre Aberdeen Angus; RTHH= madre F1 cruza y padre Hereford puro; RTAA= madre F1 cruza y padre Aberdeen Angus puro.

5.2 Fuente de datos y variables

Los datos utilizados en el presente trabajo corresponden a registros productivos y reproductivos de vacas de cría, incluyendo información sobre condición corporal al parto (CCPAR), genotipo materno (GENOMAD), categoría animal (CATEG: 1: nulíparas; 2: primíparas; 3: multíparas), año de parto (ANIOPAR) y resultado reproductivo (PARIO, variable binaria: 1 = parida, 0 = no parida). La variable GENOMAD identifica el genotipo materno según la composición racial, distinguiendo entre animales puros de la raza Hereford (HH), puros Aberdeen Angus (AA), cruza Angus × Hereford (AH), cruza Hereford × Angus (HA), retrocruzas con Hereford (RTHH $\frac{3}{4}$ HH; $\frac{1}{4}$ AA) y retrocruzas con Aberdeen Angus (RTAA $\frac{3}{4}$ AA; $\frac{1}{4}$ HH)

Para el análisis de la relación entre CCPAR y parición posterior, se construyó un conjunto de datos longitudinal desplazado en un año, utilizando la CCPAR anterior como predictor del resultado reproductivo del ciclo siguiente. Esto se debió a que la CCPAR al momento del parto actual no existe para los animales que no parieron (PARIO = 0). El conjunto de datos resultante contó con 1.614 pares de observaciones.

Tabla 6
Variable respuesta: PARIO

Resultado	Nº registros	% del total
PARIO = 1	2.590	75,4%
PARIO = 0	843	24,6%
Total	3.433	100%

La similitud entre la media y la mediana observada en la Tabla 7 es esperable para datos de CCPAR en animales bajo un mismo manejo, y se puede considerar a nivel práctico que son simétricas, ya que una diferencia de 0,13 es muy baja. Este valor de media se puede considerar apropiado para un rodeo de cría, ya que se utiliza el valor 4 como crítico. El valor de desvío estándar logrado implica un coeficiente de variación del 15%, el cual es moderado para esta variable, esto indica que una gran mayoría del rodeo se ubica en una franja apropiada de condición corporal al parto.

Tabla 7

Condición Corporal al Parto (CCPAR)

Estadístico	Valor
N con dato	2.513
N sin dato (missing)	920
Media	3,63
Desvío estándar	0,54
Mediana	3,50
Mínimo	2,00
Máximo	6,00

5.3 Análisis estadísticos

5.3.1 Modelo lineal mixto para condición corporal al parto

Para analizar el efecto del genotipo materno sobre la CCPAR se ajustó un modelo mixto lineal mediante el procedimiento MIXED del programa SAS (SAS V9.2) con estimación por máxima verosimilitud restringida (REML). Se siguió una estrategia de selección de efectos en dos etapas: primero se ajustó un modelo completo ($n = 2.054$ observaciones; 1.045 vacas) que incluyó los efectos de genotipo materno (GENOMAD), categoría animal (CATEG), año de parto (ANIOPAR), genotipo paterno (GENOPAD) y sexo del ternero (SEXOTER), más el efecto aleatorio de vaca (IDVACA) como intercepto por animal. Tras verificar la significancia de cada efecto, se ajustó un modelo reducido eliminando los factores no significativos (GENOPAD; $p=0,29$ y SEXOTER; $p = 0,19$).

El modelo reducido retuvo los efectos de categoría (Tabla 8), año de parto (Figura 8) y genotipo materno, con $n = 2.067$ observaciones. El componente de varianza del efecto permanente de vaca resultó significativo ($p < 0,001$), con una repetibilidad estimada de 0,109, indicando que la variación entre vacas explica aproximadamente el 11% de la varianza total en CCPAR. Fueron también utilizados los criterios de Akaike (AIC) y Bayesiano (BIC) como indicadores de ajustes del modelo.

El modelo reducido final fue:

$$CCPAR = CATEG + ANIOPAR + GENOMAD + (1 | IDVACA)$$

donde el efecto aleatorio (1 | IDVACA) captura la variación permanente de cada vaca. Este modelo fue ajustado sobre $n = 2.067$ observaciones de 1.045 vacas. Se

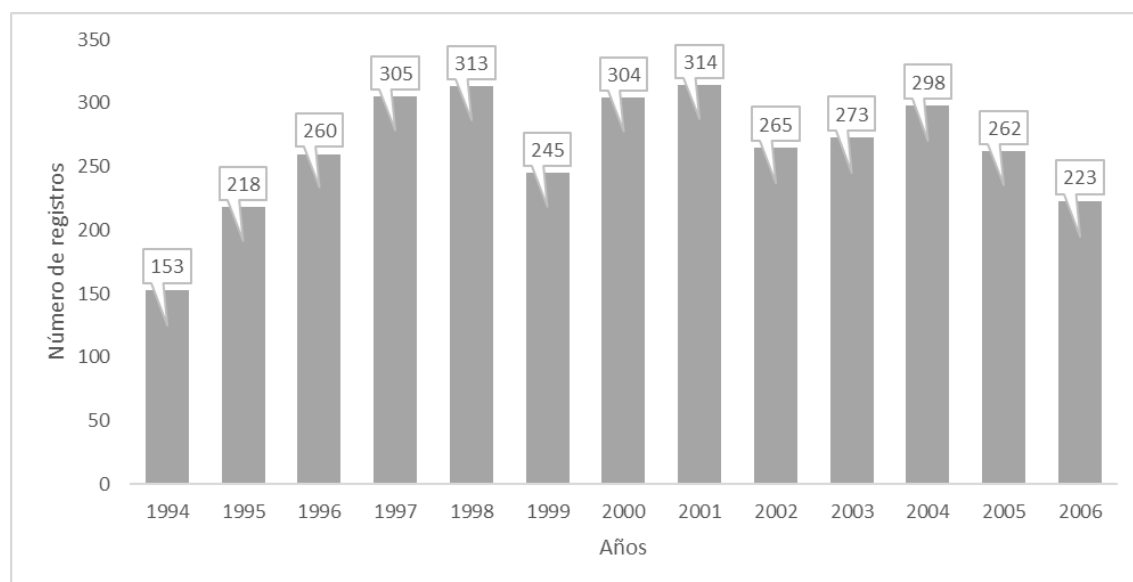
calcularon las medias marginales estimadas (o LS-means) para cada genotipo materno (GENOMAD), mediante el procedimiento LSMEANS. Las comparaciones por pares entre genotipos se realizaron mediante test de Tukey con corrección de Bonferroni.

La Tabla 8 muestra el número de registros por categoría. La categoría 1 corresponde a las vacas nulíparas, la categoría 2 son vacas primíparas y la categoría 3 son vacas múltiparas.

Tabla 8
Categoría (CATEG)

Categoría	Descripción	Nº registros
1	Vaquillona (nulíparas)	1.259
2	Vaca primípara	877
3	Vaca múltipara	1.297

Figura 8
Distribución temporal de registros en el periodo de estudio



5.3.2 Porcentaje de parición por genotipo

El éxito reproductivo por genotipo materno y por año de parto fue calculado directamente como la media de la variable binaria PARIO dentro de cada subgrupo, mediante tablas de contingencia elaboradas con agrupaciones sobre el conjunto de datos completo. No se aplicó ajuste por modelo estadístico en este análisis descriptivo.

5.3.3 Regresión logística y umbral de condición corporal

Para estimar la CCPAR necesaria para lograr una parición del 80%, se ajustó un modelo de regresión logística mediante el procedimiento logit (estimación por máxima verosimilitud). El modelo incluyó la CCPAR anterior, el genotipo materno (GENOMAD), la interacción entre ambos y la categoría animal como covariable:

$$\text{logit}(P(\text{PARIO}=1)) = \text{CCPAR_anterior} \times \text{GENOMAD} + \text{CATEG}$$

La interacción CCPAR×GENOMAD permite que la pendiente de la respuesta a la condición corporal varíe entre genotipos. El umbral de CCPAR para P (parición)=80% fue obtenido para cada genotipo mediante resolución numérica de la ecuación logística usando el método de bisección de Brent usando DATA step iterativo en SAS.

5.3.4 Estimación de la Heterosis

La heterosis individual se estimó como la diferencia porcentual entre el desempeño de los animales cruzas y el promedio de las razas parentales puras contemporáneas, mediante la siguiente expresión:

$$\text{Heterosis (\%)} = \frac{F1 - MP}{MP} \times 100$$

donde F1 corresponde al valor medio de los animales cruzas y MP al promedio de las razas parentales puras.

$$MP = \frac{P1 + P2}{2}$$

donde P1 y P2 representan las medias de las dos razas parentales puras.

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Condición corporal al parto según genotipo materno

6.1.1 Efecto del genotipo materno

Las medias ajustadas de CCPAR según genotipo materno se presentan en la Tabla 9. El genotipo AA presentó una de las menores CCPAR, siendo significativamente inferior al genotipo HH (referencia). Las cruzas AH, HA y RTHH no difirieron significativamente de HH. Sin embargo, el genotipo RTAA difirió significativamente de la referencia utilizada.

Tabla 9

Medias ajustadas (LS-means) de CCPAR según genotipo materno (modelo reducido, n=2.067)

GENOMAD	Medias ajustadas CCPAR	Significancia vs. HH
HH	3,68	(ref.)
AH	3,65	Ns
HA	3,65	Ns
AA	3,55	***
RTHH	3,52	Ns
RTAA	3,46	*

Nota. GENOMAD= genotipo materno; AH= padre Aberdeen Angus por madre Hereford; HA= padre Hereford por madre Aberdeen Angus; RTAA= madre F1 por padre Aberdeen Angus; RTHH= madre F1 por padre Hereford; HH= madre y padre Hereford; AA= madre y padre Aberdeen Angus; ns= no significativo; CCPAR= condición corporal al parto. Niveles de significancia: *** $p < 0,001$; * $p < 0,05$. Corrección de Bonferroni aplicada en comparaciones por pares.

El genotipo HH presentó la mayor CCPAR (3,68), seguido de las cruzas AH (3,65) y HA (3,65), que no difirieron significativamente de HH, estos resultados coinciden con la literatura, donde Ciria Ruggiero (2009) concluyó que las vacas F1 tendrían mayor porcentaje de parición comparada con las vacas puras, este fenómeno es mayor en vacas primíparas. A su vez, Cundiff et al. (1974) aportan datos que reafirman estos resultados, donde las vacas cruce consiguieron mayores porcentajes de destete en relación con las puras, este trabajo utilizó animales de raza Hereford, Aberdeen Angus y Shorthorn. El genotipo AA mostró la menor media entre los genotipos puros (3,55), con una diferencia de ~0,13 unidades respecto a HH, estadísticamente significativa ($p < 0,001$) aunque de magnitud moderada en la escala de 2 a 6. La retrocruza RTHH tampoco difirió significativamente de HH, posiblemente debido al menor número de observaciones disponibles para estos genotipos. Sin embargo, la RTAA sí difirió significativamente.

6.1.2 Efecto del año de parto y la categoría animal

El año de parto tuvo un marcado efecto sobre CCPAR ($p < 0,001$ en la mayoría de los años), reflejando la variabilidad climática y forrajera interanual característica de

los sistemas ganaderos extensivos del Uruguay tal como lo describe Carámbula (1988). Los años 1994 y 2005 registraron la mayor media ajustada de CCPAR (4,23 y 4,03 respectivamente), mientras que los años 1995, 1996 y 2000 presentaron los valores más bajos (~3,51). La categoría animal también fue altamente significativa ($p < 0,001$), con las categorías 2 y 3 mostrando condiciones corporales aproximadamente 0,20 puntos inferiores a la categoría 1, resultado consistente con las mayores demandas metabólicas asociadas al crecimiento en animales jóvenes. Durante el invierno resulta esperable que las vacas pierdan estado corporal, dado que se encuentran en la etapa de gestación avanzada, donde los requerimientos son mayores, y debido a la baja oferta de forraje, no se logran cubrir las demandas, tal como lo señalan Soca y Simeone (1998); esto podría explicar, en parte, las diferencias observadas en los valores de CCPAR al parto entre categorías.

Tabla 10

Medias ajustadas (LS-means) de CCPAR según año de parto (modelo mixto reducido, $n = 2.067$)

Año de parto	LS-mean CCPAR	Nº de registros	Letras
1994	4,23	126	A
1995	3,40	177	C
1996	3,56	116	C
1997	3,78	195	B
1998	3,73	249	B
1999	3,90	144	B
2000	3,58	243	C
2001	3,93	183	B
2002	3,69	224	B
2003	3,81	220	B
2004	3,80	219	B
2005	4,03	196	A
2006	3,72	216	B

Nota. LS-mean CCPAR= medias ajustadas de condición corporal al parto; ¹ Letras distintas indican diferencias significativas entre años (test de Bonferroni, $p < 0,05$). Letras iguales indican ausencia de diferencia significativa.

Tabla 11

Medias ajustadas (LS-means) de CCPAR según categoría animal (modelo mixto reducido, n = 2.067)

Categoría	LS-mean CCPAR	N	Sig. vs Cat. 1²
1	4,23	977	(ref.)
2	4,06	552	**
3	4,08	979	*
2 vs 3	—	—	Ns

Nota. LS-mean CCPAR= medias ajustadas de condición corporal al parto; ² Significancia de la comparación con Categoría 1 (referencia), corrección de Bonferroni; ns = no significativo; * p < 0,05; ** p < 0,01. Las categorías 2 y 3 no difieren entre sí (ns).

6.2 Porcentaje de parición según genotipo materno

Los porcentajes de parición por genotipo materno se presentan en la Tabla 12. Las cruza recíprocas AH y HA mostraron los mayores porcentajes de parición (84,1% y 83,1%, respectivamente), seguidos de las retrocruzas RTHH (79,6%) y RTAA (76,8%). Las razas puras HH y AA presentaron los valores más bajos (74,3% y 70,6%, respectivamente).

Tabla 12

Porcentaje de parición según genotipo materno

GENOMAD	% Parición	Nº de observaciones
AH	84,1%	397
HA	83,1%	360
RTHH	79,6%	103
RTAA	76,8%	99
HH	74,3%	1.395
AA	70,6%	1.079

Nota. GENOMAD= genotipo materno; AH= padre Aberdeen Angus por madre Hereford; HA= padre Hereford por madre Aberdeen Angus; RTAA= madre F1 por padre Aberdeen Angus; RTHH= madre F1 por padre Hereford; HH= madre y padre Hereford; AA= madre y padre Aberdeen Angus.

La superioridad de las cruza sobre las razas parentales puras demuestra la existencia del vigor híbrido (heterosis) en caracteres reproductivas. Este fenómeno es ampliamente documentado en bovinos de carne, donde los cruzamientos entre razas europeas muestran ventajas en caracteres de baja heredabilidad como la tasa de parición, tal como lo afirman Shull (1948) y Rogberg Muñoz (2006) que dichos caracteres reproductivos se manifiestan con mayor intensidad. La variación interanual fue también marcada: el año 2006 fue excepcionalmente favorable con tasas generales cercanas al 97%, mientras que 1996 registró las tasas más bajas (~48%), evidenciando el fuerte

componente ambiental en los resultados reproductivos de sistemas pastoriles extensivos. Las combinaciones RTAA y RTHH comenzaron a estar representadas en los datos recién a partir de 2000–2001, lo que limita las comparaciones históricas para estos genotipos, sin embargo, en los resultados obtenidos se refleja lo que planteaban Falconer y Mackay (1996) y Koch et al. (1985), quienes señalaron que al retrocruzar una hembra F1 con una de las razas parentales se produce una reducción de los efectos de dominancia y epistasis asociados a la heterosis. Por lo tanto, se verá reflejado en la variable porcentaje de preñez.

6.3 Relación entre condición corporal y porcentaje de parición según genotipo

El modelo de regresión logística con interacción CCPAR×GENOMAD permitió estimar curvas de respuesta específicas por genotipo. La interacción resultó significativa, indicando que la pendiente de respuesta a CCPAR difiere entre genotipos. Los umbrales de CCPAR estimados para alcanzar una probabilidad de parición el 80% se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13

Umbral de CCPAR necesario para alcanzar 80% de probabilidad de parición, según genotipo materno

GENOMAD	CCPAR umbral (P=80%)	Interpretación
AH	—	Siempre $\geq 80\%$ ($\sim 84,1\%$, independiente de la CCPAR)
HA	3,22	Umbral muy accesible
RTAA	3,38	Umbral accesible
RTHH	3,64	Requiere buena condición corporal
HH	4,29	Umbral exigente
AA	4,48	Umbral muy exigente

Nota. GENOMAD= genotipo materno; CC= condición corporal; AH= padre Aberdeen Angus por madre Hereford; HA= padre Hereford por madre Aberdeen Angus; RTAA= F1 por padre Aberdeen Angus; RTHH= F1 por padre Hereford; HH= madre y padre Hereford; AA= madre y padre Aberdeen Angus.

Los resultados muestran diferencias marcadas entre genotipos en los requerimientos de CCPAR para mantener alta fertilidad. El genotipo AH no presentó un umbral definido dado que su probabilidad de parición se mantuvo en $\sim 84,1\%$ con independencia de la condición corporal en el rango analizado (2,0–6,0). El genotipo HA requirió una CC de apenas 3,22 para alcanzar el 80% de parición mientras que las razas puras HH y AA necesitaron valores de 4,29 y 4,48, respectivamente. Al contrastar estos resultados con los reportados por Orcasberro (1997), quien describe el porcentaje de preñez esperado en función de la condición corporal al parto para vacas Hereford, se observa una tendencia similar en el comportamiento de la parición respecto a la condición corporal. Así mismo, los resultados obtenidos evidencian que las cruza y sus respectivas retrocruzas alcanzaron elevados niveles de desempeño reproductivo con menores valores de condición corporal que las razas puras.

El mayor requerimiento de condición corporal observado en las vacas Aberdeen Angus podría estar influenciado por las condiciones iniciales del experimento. Mientras que las vacas Hereford se encontraban adaptadas desde hacía varios años a las condiciones de la estación experimental, las Aberdeen Angus fueron incorporadas posteriormente y provenían de cabañas, presentando además biotipos de mayor tamaño. Estas diferencias en el grado de adaptación y en las características de los animales podrían haber afectado parcialmente los resultados obtenidos para esta raza. Sin embargo, en sus respectivas retrocruzas no sigue la lógica de las puras, donde las Hereford precisaban menor condición corporal al parto para asegurar un 80% de parición, observando un menor valor para la retrocruza con Aberdeen Angus (3,38) respecto a la retrocruza con Hereford (3,64). Esta diferencia de más de 1 punto de condición corporal entre las cruza y las puras a nivel práctico se ve reflejada en una diferencia de casi 30 kg de peso vivo, como lo determinaron Orcasberro (1997), en donde un punto de condición corporal en la escala representa aproximadamente 25 kg de peso vivo. Esto es una gran ventaja, dado que estas vacas con menor peso necesitan menos alimento para cubrir sus demandas nutricionales, ya que los requerimientos de mantenimiento disminuyen.

Según Vivían Paradizo et al. (2024), que reporta las pérdidas reproductivas entre el diagnóstico de gestación y el parto fueron prácticamente inexistentes, mientras que la mayor proporción de pérdidas ocurrió previo al diagnóstico de gestación. Estos resultados indican que la variabilidad del éxito reproductivo en rodeos manejados bajo condiciones similares se explica principalmente por la capacidad de las vacas para reiniciar la actividad ovárica posparto, concebir y sostener la gestación temprana, procesos estrechamente asociados al estado nutricional y a la condición corporal al parto.

Si bien inicialmente se planteó evaluar la preñez, el uso de la ocurrencia de parto como variable de respuesta permitió abordar el resultado reproductivo de mayor relevancia productiva, ya que integra tanto la concepción como la capacidad de mantener la gestación hasta su término. Este enfoque es consistente con lo reportado por Vivían Paradizo et al. (2024) en rodeos de cría extensivos, donde el éxito reproductivo debe entenderse como un proceso continuo que culmina con la producción de un ternero por vaca.

Estos resultados pueden ser utilizados como herramienta para la toma de decisiones por aquellos productores ganaderos del país al momento de formar su propio rodeo de cría, ya que se logra apreciar una fuerte relación entre la condición corporal al parto y la eficiencia reproductiva. Históricamente en Uruguay los estudios de condición corporal al parto se realizaban únicamente para las razas puras, principalmente para la Hereford.

En la Tabla 14 se presentan los porcentajes de heterosis estimados para el umbral de CCPAR estimado para alcanzar 80% de parición. Todos los genotipos cruza mostraron valores negativos (favorables) de heterosis, por lo tanto, presenta una ventaja de los mismos respecto a las razas puras. En términos productivos, estos resultados indicarían que vacas cruza pueden alcanzar desempeños reproductivos similares con menores niveles de condición corporal reflejando una mejor eficiencia biológica. El mayor valor de heterosis observado en genotipos F1 coincide con la máxima expresión del vigor híbrido esperado en la primera generación de cruzamiento, mientras que genotipos retrocruzas conservaron parte de dicha ventaja, aunque en menor magnitud.

Tabla 14

Porcentaje de heterosis estimado en base al umbral de CCPAR, según genotipo materno

Genotipo	% heterosis
F1	-26,56
RTHH	-16,98
RTAA	-22,91

Nota. F1; Aberdeen Angus por Hereford o viceversa; RTHH= retrocruza, F1 por padre Hereford; RTAA= retrocruza, F1 por padre Aberdeen Angus.

Desde el punto de vista práctico, el mantenimiento de un rodeo cruza presenta ciertas dificultades. La máxima expresión de heterosis se observa en los individuos F1, sin embargo, al aparear estos animales con reproductores puros o con otros animales cruzados, disminuye el porcentaje de loci heterocigotos de la descendencia, provocando una reducción de la heterosis expresada.

Estos resultados tienen implicancias prácticas relevantes para el manejo nutricional de rodeos de cría con distinta composición racial. En sistemas que combinan razas puras con cruza, la fijación de metas uniformes de condición corporal al parto puede ser ineficiente: las vacas cruza AH y HA logran buenas tasas de parición con condiciones corporales moderadas (3,2–3,4), mientras que las razas puras requieren que los animales lleguen al parto con una condición de al menos 4,3–4,5 para obtener resultados reproductivos equivalentes. Estas diferencias refuerzan el concepto de heterosis para caracteres de adaptación y eficiencia reproductiva, y sugieren que los programas de cruzamiento pueden constituir una estrategia para mejorar la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría extensivos del Uruguay, especialmente en años con disponibilidad forrajera limitada.

7 CONCLUSIONES

Se observa una relación positiva entre la condición corporal al parto y el porcentaje de parición obtenido en el siguiente servicio, esto reafirma la hipótesis planteada. A medida que la condición corporal al parto aumenta, la probabilidad de parición en el siguiente servicio aumenta también.

Las vacas cruzas F1 requieren una menor condición corporal al parto para alcanzar niveles similares de parición en comparación con las razas puras, y a medida que el animal aprovecha menos los efectos de heterosis (retrocruzas), el umbral de CCPAR necesario se incrementa progresivamente.

Los resultados evidenciaron diferencias entre genotipos maternos tanto en porcentaje de parición como en la condición corporal al parto necesaria para alcanzar una probabilidad de parición de 80%.

En aquellas vacas F1 originarias de padre Aberdeen Angus y madre Hereford, se supera el 80% de parición en todos los casos independiente de la condición corporal al parto.

La correcta determinación de la condición corporal en vacas de cría es una muy buena herramienta para mejorar la toma de decisiones prácticas, así mismo, esta es de fácil acceso para todos los productores.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andiarena Salvioli, F., & Gardiol Revello, N. (2024). *Actualización de la base de datos del programa Condición Corporal para la raza Hereford* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/47077>
- Buddenberg, B. J., Brown, C. J., Johnson, Z. B., Dunn, J. E., & Peterson, H. P. (1989). Heritability estimates of pregnancy rate in beef cows under natural mating. *Journal of Animal Science*, 67(10), 2589-2594. <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/67/10/2589/4697034?redirectedFrom=fulltext>
- Carámbula, M. (1988). Las pasturas de la zona norte del Uruguay. En J. A. Silva (Ed.), *IX Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de las Reservas Forrajeras del Área Tropical y Subtropical: Grupo Campos y Chaco* (pp. 5-14). CIAAB.
- Cardellino, R., & Rovira, J. (1987). *Mejoramiento genético animal*. Hemisferio Sur.
- Carreño García, M. (2024). *Actualización de la base de datos de condición corporal en la raza Angus de Uruguay* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Servicio de Corrección bibliográfica. <http://tesis.fagro.edu.uy/index.php/tg/catalog/book/321>
- Ciria Ruggiero, J. M. (2009). *Estudio de variables reproductivas en las razas Angus, Hereford y sus cruas F1* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/20655>
- Cundiff, L. V., Gregory, K. E., & Koch, R. M. (1974). Effects of heterosis on reproduction in Hereford, Angus and Shorthorn cattle. *Journal of Animal Science*, 38(4), 711-727. <https://doi.org/10.2527/jas1974.384711x>
- Espasandin, A. C., & Ciria, M. (2008). Recursos genéticos y ambientes de producción en la cría vacuna. En G. Quintans, J. I. Velazco, & G. Roig (Eds.), *Seminario de actualización técnica: Cría vacuna* (pp. 25-39). INIA. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7737/1/st-174-2008-p.25-39.pdf>
- Espasandin, A. C., Franco, J., Olivera, 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. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *XXXIV Jornadas Uruguayas de Buiatría* (pp. 41-51).
- Evans, D. G. (1978). The interpretation and analysis of subjective body condition scores. *Animal Production*, 26(2), 119-125.
- Falconer, D. S., & Mackay, T. F. C. (1996). *Introduction to quantitative genetics* (4th ed.). Pearson.

- Fernandes, A. F. A., Neves, H. H. R., Carneiro, R., Oliveira, J. A., & Queiroz, S. A. (2015). Body condition score of Nellore beef cows: A heritable measure to improve the selection of reproductive and maternal traits. *Animal*, 9(8), 1278-1284. <https://doi.org/10.1017/S1751731115000154>
- Gregory, K. E., & Cundiff, L. V. (1980). Crossbreeding in beef cattle: Evaluation of systems. *Journal of Animal Science*, 51(5), 1224-1242. <https://doi.org/10.2527/jas1980.5151224x>
- Jenkins, T. G., & Ferrell, C. L. (1994). Productivity through weaning of nine breeds of cattle under varying feed availabilities: I. Initial evaluation. *Journal of Animal Science*, 72(11), 2787-2797. <https://doi.org/10.2527/1994.72112787x>
- Koch, R. M., Dickerson, G. E., Cundiff, L. V., & Gregory, K. E. (1985). Heterosis retained in advanced generations of crosses among Angus and Hereford cattle. *Journal of Animal Science*, 60(5), 1117-1132. <https://doi.org/10.2527/jas1985.6051117x>
- Martínez-Boggio, G., Lema, M., Aguilar, I., Gimeno, D., & Ravagnolo, O. (2021). Reproductive performance of crossbred females of Angus, Hereford, Salers and Nellore breeds: Additive and non-additive effects. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 138(6), 688-697. <https://doi.org/10.1111/jbg.12553>
- Mezzadra, C. A. (2005). *Los cruzamientos en bovinos para carne: Una herramienta interesante*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/bovinos_de_carne/83-cruzamientos_mezadra.pdf
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2024). *Anuario estadístico agropecuario 2024*. MGAP. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/diea/anuario2024>
- Oficina de Política y Planificación Agropecuaria. (2018, 10 de diciembre). *Resultados de la Encuesta Ganadera Nacional 2016*. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/estadisticas/resultados-encuesta-ganadera-nacional-2016>
- Orcasberro, R. (1997). Estado corporal, control del amamantamiento y performance reproductiva de rodeos de cría. En M. Carámbula, S. Vaz Martins, & E. Indarte (Eds.), *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva* (2ª ed., pp. 158-163). INIA
- Pereyra, F., Urioste, J. I., Gimeno, D., Peñagaricano, F., Bentancur, D., & Espasandin, A. (2015). Parámetros genéticos en la etapa de cría para el cruzamiento entre Hereford y Angus en campo natural. *Agrociencia (Uruguay)*, 19(1), 140-149.

- Rogberg Muñoz, M. (2006). *Heterosis y desempeño en características de crecimiento en las razas Angus, Hereford y su cruce F1* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/37433>
- Royal, M. D., Flint, A. P. F., & Woolliams, J. A. (2002). Genetic and phenotypic relationships among endocrine and traditional fertility traits and production traits in Holstein-Friesian dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 85(4), 958-967. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74155-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74155-6)
- Saravia, A., César, D., Montes, E., Taranto, V., & Pereira, M. (2011). *Manejo del rodeo de cría sobre campo natural*. IPA. https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/21_manual.pdf
- Short, R. E., Bellows, R. A., Staigmiller, R. B., Berardinelli, J. G., & Custer, E. E. (1990). Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*, 68(3), 799-816. <https://doi.org/10.2527/1990.683799x>
- Shull, G. H. (1948). What is “heterosis”? *Genetics*, 33(5), 439-446. <https://doi.org/10.1093/genetics/33.5.439>
- Simeone, A., & Beretta, V. (2002). *Destete precoz en ganado de carne*. Hemisferio Sur.
- Soca, P., & Orcasberro, R. (1992). Propuesta de manejo del rodeo de cría en base a estado corporal, altura del pasto y aplicación de destete temporario. En Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (Ed.), *Jornada de Producción Animal: Evaluación física y económica de alternativas tecnológicas en predios ganaderos* (pp. 54-56). Universidad de la República.
- Soca, P., & Simeone, A. (1998). *Manejo del rodeo de cría: En base a estado corporal, altura de pasto y control de amamantamiento*. IPA. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6777/1/INIA-PLAN-1998-Cartilla-7.pdf>
- Sociedad de Criadores de Aberdeen Angus del Uruguay. (s.f.). *La raza: Breve historia de Aberdeen Angus*. <https://angusuruguay.com/la-raza/>
- Sociedad de Criadores Hereford del Uruguay. (s.f.). *Raza Hereford: Eficiente, mansa, maternal, rústica, fértil*. <https://www.hereford.org.uy/la-raza-3>
- Vivián Paradizo, R., Pérez-Clariget, R., & Espasandin, A. C. (2024). Reproductive losses in beef cattle rearing on extensive system production: Effects of genotype and parity. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 53, Artículo e20220146. <https://doi.org/10.37496/rbz5320220146>

Vizcarra, J. A., Ibáñez, W., & Orcasberro, R. (1986). Repetibilidad y reproductibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal en vacas Hereford. *Investigaciones Agronómicas*, (7), 45-47.
<https://www.inia.uy/sites/default/files/publications/2024-10/Inv.Agr.-1986-No.7.pdf>