

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DEL GRUPO GENÉTICO Y LA OFERTA DE
FORRAJE SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE VACAS DE CRÍA
EN CAMPO NATURAL**

por

Laura MÉNDEZ OLIVERA

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY**

2023

PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director:

Ing. Agr. (PhD) Pablo Soca

Codirector:

Ing. Agr. (MSc) Martín Claramunt

Tribunal:

Ing. Agr. (MSc) Martín Do Carmo

Dra. (MSc) Fernanda Dupuy

Ing. Agr. (MSc) Ignacio Paparamborda

Fecha:

5 de diciembre de 2023

Estudiante:

Laura Méndez Olivera

AGRADECIMIENTOS

Agradecer al cotutor de esta tesis, Martin Claramunt, por su compromiso y dedicación con este trabajo y al tutor Pablo Soca por presentarme el proyecto y colaborar en esta última instancia de formación.

A su vez, al personal de la EEBR y al grupo de Ecología del pastoreo de Facultad de Agronomía por facilitar la obtención de datos y su disposición a ayudar. Al personal de biblioteca y en especial al de la EEMAC por su amabilidad y su colaboración.

A la Universidad de la República y la Facultad de Agronomía por permitir mi formación profesional y por acercarme a excelentes docentes y compañeros, en particular Belén, Federica y Virginia.

A mis amigos que fueron compañía y soporte invaluable en esta etapa. Y por último y en especial a mi familia quienes inspiraron mi vocación y fueron un pilar imprescindible en mis estudios, y con sumo cariño a mi abuela Nair.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
TABLA DE CONTENIDO.....	4
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1 OBJETIVOS	10
<u>1.1.1 Objetivo general</u>	<u>10</u>
<u>1.1.2 Objetivos específicos.....</u>	<u>11</u>
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 BALANCE ENERGÉTICO DE LA VACA DE CRIA EN CAMPO NATURAL	12
2.2 OFERTA DE FORRAJE.....	14
<u>2.2.1 Efecto de la OF sobre el crecimiento y la estructura del forraje</u>	<u>15</u>
<u>2.2.2 Efecto de la OF y la estructura del forraje sobre el consumo de la vaca de cría</u>	<u>16</u>
<u>2.2.3 Efecto de la OF sobre condición corporal y peso vivo de la vaca de cría</u>	<u>16</u>
<u>2.2.4 Efecto de la OF sobre variables reproductivas del rodeo de cría ...</u>	<u>19</u>
<u>2.2.5 Efecto de la OF sobre la respuesta reproductiva en vacas con DT y Fl</u>	<u>20</u>
<u>2.2.6 Efecto de la OF sobre peso del ternero.....</u>	<u>21</u>
2.3 GRUPO GENÉTICO	22
<u>2.3.1 Efecto del GG y su interacción con la OF sobre las variables productivas y reproductivas del rodeo de cría.</u>	<u>22</u>
<u>2.3.2 Efecto del GG y su interacción con la OF sobre peso del ternero..</u>	<u>23</u>

2.4 HIPÓTESIS.....	24
3. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1 LOCALIZACIÓN, CARACTERIZACION METEOROLÓGICA Y PERÍODO DEL EXPERIMENTO.....	25
3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS	26
3.3 ANIMALES Y MANEJO	28
3.4 DETERMINACIONES.....	30
<u>3.4.1 Cantidad de forraje y carga animal.....</u>	<u>30</u>
<u>3.4.2 Animales.....</u>	<u>30</u>
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	31
4. RESULTADOS.....	32
4.1 CANTIDAD DE FORRAJE	32
4.2 CARGA ANIMAL.....	33
4.3 CONDICIÓN CORPORAL, PESO VIVO DE LA VACA Y DEL TERNERO	33
4.4 TAMAÑO FOLICULAR, PORCENTAJE DE VACAS CON PRESENCIA DE CUERPO LUTEO Y PREÑDAS.	37
5. DISCUSIÓN	39
6. CONCLUSIONES	44
7. BIBLIOGRAFÍA	45

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla nro.	Página
Tabla 1- Superficie en hectáreas de cada parcela por bloque	27
Tabla 2- Variación estacional de la oferta de forraje real (kg MS/kgPV)	28
Tabla 3- CC, PV de la vaca y del ternero en función de la OF y GG	34
Tabla 4- Tamaño folicular, presencia de Cl y preñez final	38

Figura nro.	Página
Figura 1- Partición de nutrientes en vacas de cría con ingesta de nutrientes variables en cantidad y calidad.	12
Figura 2- Acumulación de forraje expresado en kg MS/ha/d y requerimientos por vaca en kg MS/d.....	14
Figura 3- Evolución del PV y CC de vacas pastoreando A y B OF.	18
Figura 4- Probabilidad de ciclicidad en vacas puras y cruzas pastoreando A y B OF.....	19
Figura 5- Evolución de las precipitaciones mensuales durante el experimento y el promedio histórico del período 1961-1990	25
Figura 6- Temperaturas promedio del aire mensual y promedio de temperaturas del aire históricas del periodo 1961-1990	26
Figura 7- Ubicación temporal del manejo de los animales y determinaciones en el período experimental.....	29
Figura 8- Evolución de la cantidad de forraje (kg Ms/ha) para A y B OF.....	32
Figura 9- Evolución de la carga animal (kg PV/ha) para A y B OF	33
Figura 10- Evolución de la CC	35
Figura 11- Evolución del PV de las vacas	36
Figura 12- Evolución del PV de los terneros	37

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la interacción entre dos niveles de oferta de forraje (OF; 9 y 6 kg MS/ kg PV promedio anual para alta (A) y baja (B) OF respectivamente que varían estacionalmente) en vacas puras y cruza (razas puras Hereford y Angus (P) y la F1 de su cruzamiento recíproco (C)) sobre la cantidad de forraje, carga animal (CA), condición corporal (CC) y peso vivo (PV) de la vaca, PV del ternero, actividad ovárica (tamaño folicular, presencia de cuerpo lúteo) y preñez total de un ciclo de producción. Se emplearon 35 vacas multíparas preñadas entre el inicio de otoño/segundo trimestre de gestación al final del verano/destete definitivo en un diseño de bloques al azar con arreglo factorial de tratamientos. Se aplicó destete temporario (DT) y flushing (Fl) al inicio del entore (52 días relativos al postparto (drp)). Mensualmente se determinó la cantidad de forraje, CC y PV y se ajustó la OF utilizando el método put and take. La actividad ovárica se registró antes del DT y Fl, durante Fl y post Fl. La preñez total se evaluó mediante ecografía a los 147 drp. La A tuvo mayor cantidad de forraje que B (2064 y 1368 ± 234 kg MS/ha; $p < 0,05$). Los bajos niveles de precipitación habrían restringido el crecimiento de forraje y resultó en niveles más bajos de cantidad de forraje y carga animal que los esperados principalmente en B. A mejoró la CC durante el otoño (4.3 y $4.0 \pm 0,12$ kg MS/ha; $p < 0,05$) y el tamaño folicular (11.8 y $8.16 \pm 0,79$ mm; $p < 0,01$) en relación a B. Las vacas C presentaron mayor CC entre los -131 y -94 drp ($p < 0,05$) y desde -24 a 140 drp ($p < 0,05$), mayor tamaño de folículos ($10,77$ vs $8.55 \pm 0,77$ mm; $p = 0,06$) y tendió a tener mayor preñez final que las vacas P (85 vs $48 \pm 12\%$, $p = 0,1$). Los terneros de vacas P en B fueron más livianos al destete que los otros tratamientos (163 vs $173 \pm 6,8$ kg, $p < 0,05$). La A oferta de forraje evaluada afectó positivamente la CC, el tamaño de los folículos y el peso de los terneros al destete de vacas P mientras que las vacas C tuvieron mayor CC, tamaño de los folículos y mayor preñez y peso de los terneros al destete en B oferta de forraje comparado con P.

Palabras Clave: cría, asignación de forraje, cruzamientos, Hereford y Aberdeen Angus, condición corporal, peso vivo, actividad ovárica

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the interaction between forage allowance (FA) (9 and 6 kg DM/ kg LW annual average for high (H) and low (L) FA respectively that vary seasonally) and crossbreeding (Hereford and Angus purebreds (P) and F1 crosses (C)) on forage mass, stocking rate, body condition score (BCS) and live weight (LW) of the cow, LW of the calf, ovarian activity (follicle size, presence of corpus luteum), and total pregnancy in a production cycle (start in autumn/second trimester of gestation at the end of summer/final weaning at 147 days postpartum (dpp)). Thirty-five pregnant multiparous cows were used in a randomized block design with a factorial arrangement of two FA treatments and the crossbreed. Suckling restriction (SR) and flushing (Fl) were applied at the beginning of calving (52 dpp). Forage mass, BCS and LW were determined monthly and FA was adjusted using the put and take method (Mott and Lucas, 1952). Ovarian activity was recorded before suckling restriction and flushing (Fl), during Fl and post Fl. Total pregnancy was evaluated by ultrasound at 147 dpp. H had higher mass forage than L (2064 and 1368 $\pm$ 234 kg DM/ha; $p < 0.05$). Low precipitation levels would have restricted forage growth and resulted in lower levels of forage mass and stocking rate than expected mainly in L. H improved BCS during the fall (4.3 and 4.0 $\pm$ 0.12 kg DM/ha; $p < 0.05$) and follicle size (11.8 and 8.16 $\pm$ 0.79 mm; $p < 0.01$) relative to L. C cows had higher BCS from -131 to -94 dpp ($p < 0.05$) and from -24 to 140 dpp ($p < 0.05$), larger follicle size (10.77 vs 8.55 $\pm$ 0.77 mm; $p = 0.06$) and tended to have higher final pregnancy than P cows (85 vs 48 $\pm$ 12%, $p = 0.1$). Calves from P cows on L had less weight than the other treatments at weaning (163 vs. 173 $\pm$ 6.8 kg, $p < 0.05$). H forage allowance positively affected BCS, follicle size and calf weight at weaning of P cows while C cows had higher BCS, follicle size, higher pregnancy and calf weight at weaning on L compared to P.

Keywords: breeding, herbage allowance, crossbreeding, Hereford and Aberdeen Angus, body condition, live weight, ovarian activity

1. INTRODUCCIÓN

La cría vacuna en Uruguay es un eslabón de suma relevancia en la producción ganadera ya que abastece a la recría e invernada y ocupa más del 50 % del área agropecuaria (más de 11 millones de hectáreas del país (Gorga & Mila, 2022)). Esta actividad se lleva a cabo casi en su totalidad sobre campo natural lo que representa una ventaja por ser un alimento de bajo costo, sin embargo, está condicionado por su alta variabilidad en producción de forraje dentro y entre años. Tal cual muestran Pereira y Soca (1999), la cría se ha visto rezagada en la mejora de la eficiencia física en las últimas décadas, manteniéndose invariable el porcentaje de destete a nivel nacional, con un promedio de 63%. A su vez, en este trabajo también se señala el peso al destete también es bajo en comparación con los potenciales biológicos alcanzables para las razas utilizadas. Ha sido identificado que el problema es el consumo deficiente de energía de la vaca de cría y su principal causa es la baja OF y las prácticas de manejo que agravan la situación, como lo son el doble entore o entore continuo, el destete definitivo tardío, entre otros. Lo anterior se traduce en un pobre estado nutricional del rodeo que no permite concebir un ternero por año, y en terneros livianos al momento del destete. Esto ocasiona a nivel nacional bajos indicadores productivos con una media de producción de carne vacuna de 80 kg/ha y un ingreso neto que condicionan la competitividad del sector (Dogliotti et al., 2020).

Este problema ha sido abordado por el grupo de Ecología del pastoreo de Facultad de Agronomía que se focaliza en generar y difundir tecnologías de producción de bajo costo, sustentables y que aumenten la productividad física y económica. La primera etapa de estudios se resume en una propuesta de manejo que se basa en la curva de producción de forraje del campo natural y el manejo de la alimentación de las vacas para que alcancen un estado corporal que optimice los porcentajes de preñez, lo cual es posible cuando se integran: la parición concentrada en primavera temprana, el destete definitivo en marzo, el diagnóstico de gestación con ecografía al fin del entore, una altura del forraje que tome en cuenta el estado corporal de la vaca y el manejo diferencial de vacas multíparas de las primíparas (Soca & Orcasberro, 1992).

Una segunda etapa estudió el ajuste de la CA según la cantidad de forraje para poder mejorar la producción y utilización de éste, su eficiencia de conversión,

y el efecto del grupo genético (GG), utilizando razas Hereford y Angus (puras) vs la F1 de estas (cruzas). Se estudiaron dos niveles de oferta, 4 y 2,5 kg MS/kg PV para A y B OF respectivamente, en suelos profundos del noreste y sobre Basalto (Claramunt, 2015; Do Carmo, 2013). De esta etapa se infirió que el aumento de la OF incrementa la cantidad y altura del forraje, y se traduce en mejoras en el consumo, incrementos en la CC, PV de la vaca, mejoras en la respuesta reproductiva y peso de los terneros al destete. El genotipo de la vaca de cría afectó la eficiencia de uso del alimento (expresado como kg de ternero por kg de MS consumida) ya que bajo la misma OF las vacas C fueron más eficientes en el uso de la energía que las vacas P. Si bien para el caso del Basalto se requirió una disminución en la CA y para el noreste del país no, en todos los casos se mejoró la producción por vaca y la producción por ha. Por estos resultados, Dogliotti et al. (2020) estudiaron OF más altas 4 y 7 kg MS/kg PV) que incrementaron la cantidad y altura de forraje, sin embargo, no se registró efecto de la OF sobre la CC y PV de las vacas, peso del ternero al destete y tampoco sobre la CA promedio. Estos resultados sugieren que los nuevos incrementos de OF evaluados no reflejan diferencias en el consumo de forraje por la estructura generada en el tratamiento de B, asociado a OF altas en primavera (12 kg MS/PV) y bajas en invierno (3 kg MS/PV). No obstante, no se ha estudiado el efecto del cruzamiento en estos niveles de OF más altos. Se plantea que niveles de OF, 9 y 6 kg MS/kg PV en promedio anual para A y B (10 kg MS/kg PV para primavera, verano y otoño, y 6 kg MS/kg PV en invierno en A y 6 kg MS/kg PV en todas las estaciones para B) y 2 GG de vacas, P (Hereford y Aberdeen Angus) y C (F1 de dichas razas) mejorarían el balance de energía de la vaca y los niveles de producción.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de 2 niveles de OF en campo natural, 9 y 6 kg MS/kg PV (promedio anual para A y B respectivamente) y del GG, P (Hereford y Aberdeen Angus) y C (F1) en respuestas productivas y reproductivas.

1.1.2 Objetivos específicos

- Estudiar la evolución de la cantidad de forraje, CA, CC, PV de vacas y el PV de terneros.
- Estudiar el tamaño de los folículos y la presencia de cuerpos lúteos a inicio del entore y cuando se aplicó el destete temporario (DT) y el flushing (Fl), y la preñez al final del entore.

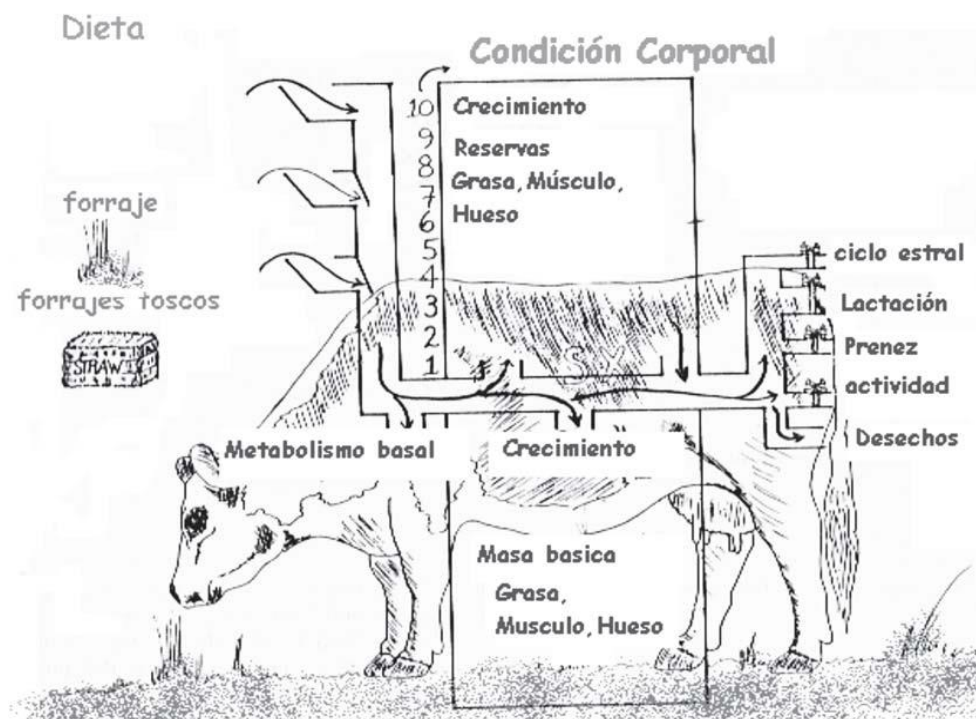
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 BALANCE ENERGÉTICO DE LA VACA DE CRIA EN CAMPO NATURAL

El balance energético está definido como la diferencia entre la energía consumida y los requerimientos energéticos (Brosh et al., 2002). A lo largo del ciclo reproductivo de la vaca, se da la superposición de procesos fisiológicos, por lo cual, la demanda energética se jerarquiza en base al siguiente orden: metabolismo basal, actividad, crecimiento, reservas energéticas básicas, gestación, lactación, reservas energéticas adicionales, ciclo estral e iniciación de la preñez, y por último reservas en exceso (Short et al., 1990, Figura 1). Es por esto, que a lo largo del año las demandas energéticas de las vacas varían dependiendo de los procesos fisiológicos y suplirlas depende de la oferta energética. En el orden del uso de la energía, las vacas priorizan la producción de leche sobre el reinicio de la ciclicidad postparto (Short et al., 1990).

Figura 1

Partición de nutrientes en vacas de cría con ingesta de nutrientes variables en cantidad y calidad



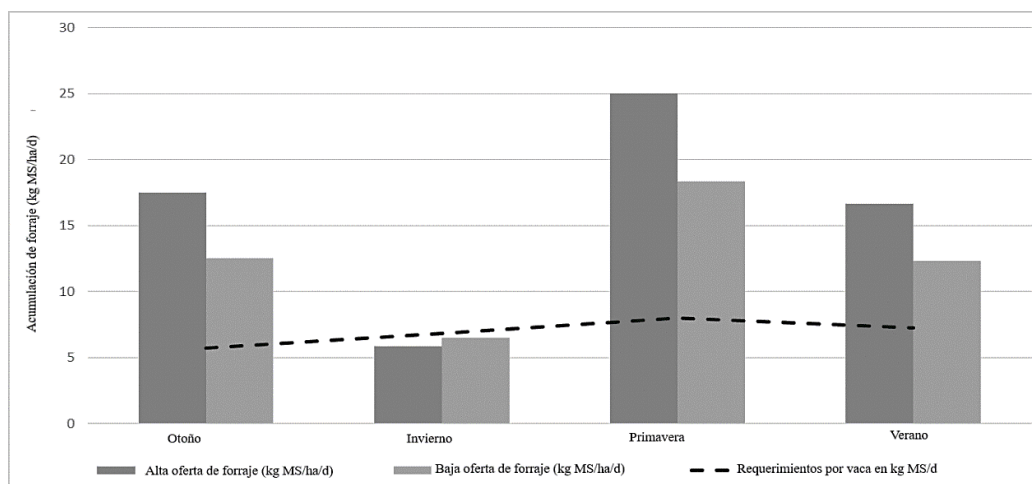
Nota. Tomado de Short et al. (1990).

En Uruguay la cría se desarrolla principalmente sobre campo natural; su curva de producción de forraje presenta alta producción durante la primavera y otoño mientras que se registran los mínimos en invierno y veranos secos. Además, la variabilidad climática dentro y entre años, afecta marcadamente los niveles de producción y composición química del forraje (Soca et al., 2007). El consumo de forraje a altas intensidades de pastoreo está condicionado por la masa y altura de forraje mientras que a bajas intensidades es afectado por la proporción de maciegas (Da Trindade et al., 2016; Do Carmo et al., 2021). Los experimentos que estudian la evolución temporal de la altura y cantidad de forraje, encontraron que los mínimos se registran a fines de invierno-principio de primavera y que posterior se da un incremento en la masa de forraje hasta verano u otoño explicado por el mayor crecimiento del forraje (Figura 2) (Claramunt et al., 2018; Do Carmo et al., 2018; Soca et al., 2020).

Las vacas de cría con partos en primavera incrementan sus requerimientos de gestación en el invierno durante el tercer trimestre y luego del parto se incrementan los requerimientos de energía para lactación, siendo el pico entre los 60-90 días postparto (Figura 2). Esto resulta en un balance de energía negativo por un aumento en los requerimientos energéticos y restricciones en la ingesta de energía de las vacas en especial en invierno y principios de primavera. El balance de energía es aún más negativo con el manejo de B OF y el destete definitivo tardío que reducen el nivel de reservas corporales previo al invierno (Soca, Espasandín et al., 2013).

Figura 2

Acumulación de forraje expresado en kg MS/ha/d y requerimientos por vaca en kg MS/d



Nota. Adaptado de Claramunt (2015) y Do Carmo et al. (2018).

El balance energético negativo contribuye a explicar las causas de la baja respuesta productiva y reproductiva, dado que los vientres llegan al parto e inicio de entore con un bajo PV y CC, lo que se traduce en un mayor largo de anestro posparto, baja probabilidad de preñez, bajo peso de los terneros al destete y de la vaca de refugio, perjudicando la productividad de la cría vacuna (Orcasberro, 1997; Soca, Espasandín et al., 2013).

2.2 OFERTA DE FORRAJE

En los sistemas de producción pastoriles la principal fuente de energía es la luz solar, la cual es captada por la pastura para luego transformarse en producto animal. La CA definida como kg de peso vivo animal por hectárea, es una medida vinculada al manejo del pastoreo a través de la cual se regula el flujo de energía en ecosistemas pastoriles (Heitschmidt & Taylor, 1991). Esto ha orientado la conducción de experimentos con diferentes niveles de CA, sin embargo, tiene limitaciones, ya que es medida indirecta de la performance animal porque no considera la calidad o la cantidad del forraje, por lo que CA similares pueden resultar en producciones totalmente distintas dependiendo de la cantidad de forraje o las especies que lo compongan, entre otras características (Burns et al., 1989). Dicha limitante se intenta levantar al usar como parámetro de manejo la OF, definida como los kg de materia seca (MS) por cada kg PV (Sollenberger et al.,

2005). Este parámetro constituye una de las principales herramientas para manejar la intensidad de pastoreo ya que relaciona la cantidad de forraje y la CA (Soca, Espasandín et al., 2013). Debido a las fluctuaciones en la producción del campo natural a lo largo del año y de los requerimientos nutricionales de los animales (dependientes de su estado fisiológico) es necesario regular la CA periódicamente para mantener una OF acorde al objetivo productivo. Además, cambios estacionales de la OF mejoran la utilización del forraje y producción de carne por unidad de superficie (Soares et al., 2005).

2.2.1 Efecto de la OF sobre el crecimiento y la estructura del forraje

La OF explica la cantidad de forraje asignada por unidad de peso del animal, pero no informa sobre características de la estructura del forraje ofrecido como su distribución en el espacio, la arquitectura o la composición química del mismo (Hodgson, 1990). Moojen y Maraschin (2002) realizaron un experimento sobre campo natural, donde encontraron que un aumento de la OF de 4 a 12 % PV (1,12 a 3,36 kg MS/kg PV) se asoció a un incremento lineal en la cantidad de forraje de 900 a 1800 kg MS/ha y a un incremento en la producción de forraje de 1000 kg/ha/año. Do Carmo (2013) documentaron que cambios en la OF de 2,5 a 4 kg MS/kg PV por un período de tres años aumentó la cantidad de forraje (1860 vs 1140 $\pm$ 114 kg/ha) y la producción de forraje total (14,7 vs 12,1 $\pm$ 1,7 kg MS/ha/d) y se asoció a la atenuación de períodos de déficit hídrico (Modernel et al., 2019). Dogliotti et al. (2020) estudiaron OF más altas de 4 y 7 kg MS/kg PV, y la cantidad de forraje fue mayor, 2910 y 1790 $\pm$ 163 kg MS/ha para A y B respectivamente. En este experimento se planteó acelerar el incremento de la cantidad de forraje en primavera para mejorar la estructura del campo natural capaz de producir forraje y utilizar el forraje acumulado durante otoño e invierno.

Da Trindade et al. (2016) llevaron a cabo un estudio donde comprobó que características de la estructura de la pastura como la cantidad de forraje, la altura y el porcentaje de maciegas eran afectados por la OF. Cuando ésta aumentaba de 4 a 16 kg MS/100 kg PV (1,12 a 4,48 kg MS/kg PV), la cantidad de forraje varió de 685 a 2300 kg MS/ha, la altura de forraje de 4,8 a 13,2 cm y el porcentaje de

maciegas aumentó de 0,8 a 36% por lo que hay un cambio estructural en la pastura cuando aumenta la OF.

2.2.2 Efecto de la OF y la estructura del forraje sobre el consumo de la vaca de cría

La tasa de consumo está determinada principalmente por el peso del bocado y éste por la estructura de la pastura. Gonçalves (2007) estudió en su trabajo la relación entre la altura del pasto y el comportamiento ingestivo, encontrando que entre 4 y 12 cm de altura se incrementa la tasa de consumo de forraje por un mayor peso de bocado, disminuyendo así el tiempo de pastoreo. Cuando los animales son sometidos a una estructura que limita la cantidad de bocados, estos compensan la tasa de consumo con mayor número de bocados y/o mayor tiempo de pastoreo, y en situaciones extremas el consumo diario disminuye. Sin embargo, en el experimento de Mezzalana et al. (2014), donde se probaron dos praderas de estructuras y especies contrastantes, cuando la altura de forraje aumentó, el peso de bocado acompañó este incremento hasta cierto punto (40 cm para la avena, y 30 cm para la gramilla) y luego decayó. Esto se asoció a la elección propia del animal y no a una restricción de la pastura, evidenciándose cambios en la selectividad. Alturas por encima del óptimo significaba una pérdida de valor nutritivo y un aumento de requerimientos de masticación por bocado. Según hallaron Neves et al. (2009), el aumento de la OF les da la oportunidad a los animales de seleccionar el forraje, por lo cual aumenta el porcentaje de los sitios no preferidos o menos utilizados, y posteriormente se van a formar estructuras en forma de maciegas que implica una reducción en el área efectivamente pastoreada, disminuyendo de 76 a 63% en OF de 8 y 16 % (2,24 y 4,48 kg MS/kg PV) respectivamente.

2.2.3 Efecto de la OF sobre condición corporal y peso vivo de la vaca de cría

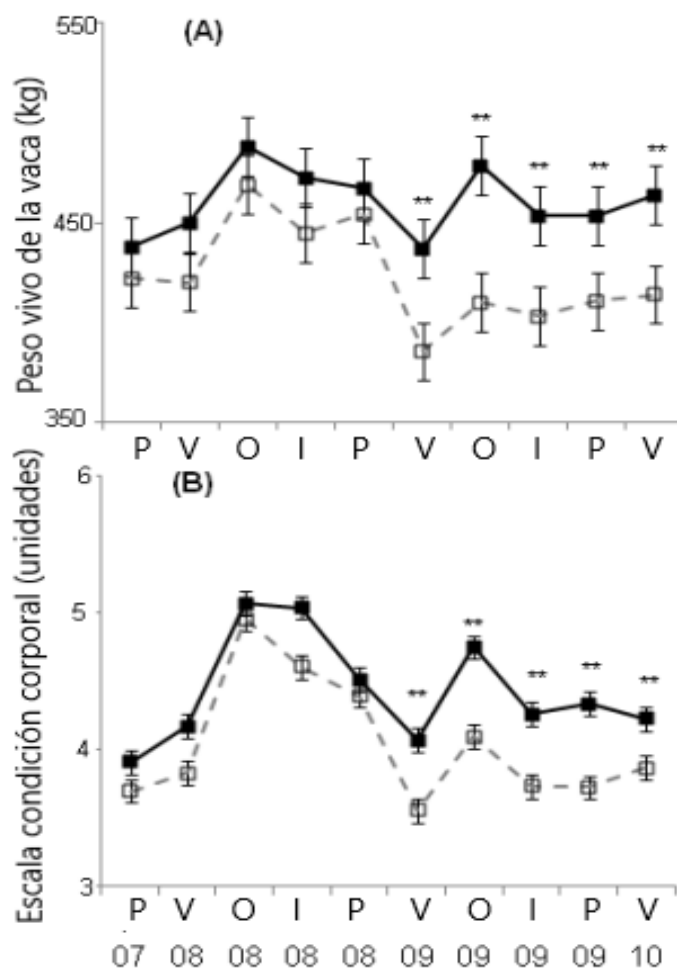
Las mejoras en cantidad y producción de forraje obtenidos por Do Carmo et al. (2018) con cambios en la OF de 2,5 a 4 kg MS/kg PV se tradujeron en aumentos en la CC y PV (Figura 3), sobre todo durante el otoño cuando la diferencias en cantidad de forraje entre la A y B fueron mayores, y se asoció a un mayor consumo de forraje. En vacas primíparas estudiadas en las mismas OF sobre

suelos de Basalto por Claramunt et al. (2018), se obtuvo que las vacas de A tuvieron mayor CC que las de B entre los -90 y los -30 días con respecto al parto. Las vacas de B tuvieron menor peso vivo a los -90, -30 y 16 días posparto que las de A ($p<0,05$). La mayor cantidad de forraje, el aumento en la CC en otoño y la mejora en el balance energético invernada preparto resultó en una mejora en las señales metabólicas preparto (Claramunt et al., 2018; Soca, Espasandín et al., 2013).

Claramunt et al. (2018) no reportaron diferencias de CC en el posparto y explicaron que se debió a los altos requerimientos de lactación y a la falta de diferencias en cantidad de forraje entre OF en dicho periodo, por lo que el consumo no difirió. Sin embargo, Do Carmo et al. (2018) si encontró diferencias en el posparto, las vacas de A presentaron mayor CC desde los 60 hasta los 120 drp en el primer año de estudio, y a los 30 drp en el segundo, debido a la mayor ingesta de energía de las vacas de A en base a la mayor cantidad de forraje que presentó este experimento.

Figura 3

Evolución del PV y CC de vacas pastoreando A y B OF



Nota. Alta oferta de forraje (■) (4 kg MS/kg PV) y Baja oferta de forraje (□) (2,5 kg MS/kg PV). P= Primavera. V=Verano. O= Otoño. I= Invierno. Adaptado de Do Carmo et al. (2018).

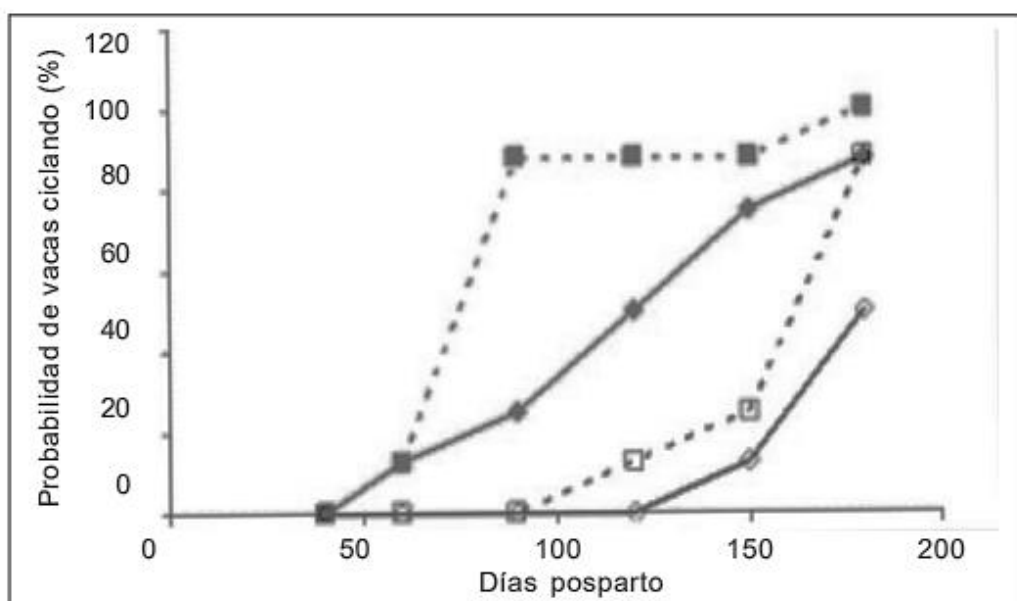
Sin embargo, Dogliotti et al. (2020) documentaron que niveles de OF mayores a los presentados anteriormente (4 y 7 kg MS/kg PV de OF promedio anual para B y A) no afectó la CC de las vacas. Los valores obtenidos fueron de $4,1 \pm 0,05$ y $4,1 \pm 0,05$ para A y B respectivamente. Estos resultados no reflejan la mayor OF y masa de forraje en el tratamiento de AO, lo que puede ser explicado por ausencia de limitantes al consumo de forraje por la estructura del forraje generada en B, en particular en períodos como otoño donde la prioridad es la acumulación de reservas corporales o “señales metabólicas” para atenuar el período de balance de energía negativo de invierno y primavera temprana (Soca et al., 2020).

2.2.4 Efecto de la OF sobre variables reproductivas del rodeo de cría

El largo de anestro postparto de la vaca está definido principalmente por el estado nutricional durante el último tercio de gestación, al parto e inicio de entore, el amamantamiento y la presencia del ternero (Do Carmo et al., 2016; Hess et al., 2005). En particular, Carriquiry et al. (2013) se refirieron al plano nutricional de la vaca de cría como principal responsable de modificar la función ovárica y la fertilidad. Según los resultados del experimento llevado a cabo por dichos autores (Carriquiry et al., 2013) donde se probaron ofertas de 2,5 y 4 kg MS/ kg PV, la probabilidad de ciclicidad a los 60, 90 y 120 días posparto fue mayor en vacas pastoreando A, y en vacas C que P (Figura 4).

Figura 4

Probabilidad de ciclicidad en vacas puras y cruzas pastoreando A y B OF



Nota. Vacas puras (Hereford y Aberdeen Angus) (◇) y vacas cruzas (◆) pastoreando alta (línea punteada, 4 kg MS/kg PV) y baja oferta de forraje (línea entera, 2,5 kg MS/ kg PV) en campo natural. Tomado de Carriquiry et al. (2013).

El largo del anestro postparto fue de 125 y 172 ± 13 días y el tamaño folicular pre ovulatorio fue de $12,0$ y $8,9 \pm 1,1$ mm en vacas pastoreando A y B respectivamente (Carriquiry et al., 2013). Se puede concluir que un mayor plano nutricional en el otoño mejora las señales metabólicas, traduciéndose en mayor

tamaño de folículos y mejora la tasa de preñez (Carriquiry et al., 2013). Guzmán (2018) realizó un estudio en vacas Nelore con ternero al pie sometidas a un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo donde se evaluó el efecto del diámetro del folículo preovulatorio sobre la tasa de preñez, encontrándose que a medida que aumentaba el tamaño folicular ($>11,1$ mm) mayor era la tasa de preñez (72%). Esto acompaña lo reportado por autores anteriores, quienes afirman que los folículos de bovinos alcanzan la capacidad ovulatoria a un diámetro de 10 mm (Martínez et al., 1999) y tienen mayor fertilidad debido a la formación de CL de mayor tamaño que secretaran mayores concentraciones de progesterona.

2.2.5 Efecto de la OF sobre la respuesta reproductiva en vacas con DT y Fl

El control sobre la lactancia estimula el re inicio de la ciclicidad y acorta el anestro posparto (Quintans et al., 2009; Williams, 1990). El DT produce cambios en las señales metabólicas, basadas en la reducción en la producción de leche, así como un aumento en la insulina e IGF-I (Claramunt et al., 2019; Quintans et al., 2010). Asociado a estos cambios metabólicos se ha registrado que el DT afecta positivamente la capacidad ovulatoria, sin embargo, su efecto estaría sujeto a aspectos tales como el estado nutricional de la vaca, el momento del posparto cuando se aplica y la duración del mismo (Quintans et al., 2009; Soca, Carriquiry et al., 2013). Cuando se aplica al inicio del entore, por 11-13 días no tiene efecto perjudicial sobre el peso del ternero y aumenta el porcentaje de preñez en un 20% en vacas con CC entre 3.5 y 4, pero no se encuentran mejoras en la respuesta reproductivas en vacas con una CC menor a 3.5 (Orcasberro et al., 1997).

Estudios posteriores evaluaron la inclusión de una suplementación de corta duración (20 días; flushing) en vacas primíparas con CC sub optima con DT y evaluaron su respuesta reproductiva. El consumo de energía del Fl no se tradujo en mayor CC al final del tratamiento, pero si en un importante aumento de la preñez temprana, registrando un 30 y 70% para vacas sin y con FL respectivamente Soca, Carriquiry et al. (2013). El consumo del suplemento ocasiona cambios en las hormonas metabólicas (insulina e IGF-I) y eventos fisiológicos asociados a la reproducción sin modificar la dinámica folicular ni el estado energético de las

vacas. El FL afecta eventos específicos a nivel del ovario y ovocito que explican el impacto en la preñez temprana (Viñoles et al., 2010). Esta práctica sumada al DT significaría un uso más eficiente de la energía proveniente del suplemento evitando la partición de nutrientes hacia la lactancia (Soca, Carriquiry et al., 2013).

La respuesta de vacas primíparas con CC al parto sub óptima que reciben DT y FL es modulado por la OF en el ciclo de gestación y lactancia (Claramunt et al., 2018). La OF afectó la evolución de la proporción de vacas que conciben durante el entore siendo mayor en vacas de A que en las de B (Claramunt et al., 2018), no alcanzó estadísticamente a una mayor preñez temprana ($0,68$ vs $0,54 \pm 0,09$) pero aumentó la preñez al final del entore ($0,88$ vs $0,59 \pm 0,07$). Esta respuesta estuvo asociada a un mayor consumo de forraje durante el otoño que mejora la CC preparto y se asoció a mayores concentraciones de IGF-I durante el invierno y luego de la aplicación de DT y FL. Las mayores concentraciones de IGF-I pre y postparto afectarían el crecimiento y desarrollo folicular en diferentes etapas de su desarrollo reduciendo el anestro y la probabilidad de preñez (Claramunt et al., en prensa).

2.2.6 Efecto de la OF sobre peso del ternero

En el experimento de Gutiérrez et al. (2013) peso de los terneros al nacimiento no presentó efecto de la OF. Luego del nacimiento, el crecimiento del ternero y por ende su peso, está determinado principalmente por la producción y composición de la leche los primeros 90 días de vida. Se ha registrado una correlación positiva entre producción de leche, ganancia diaria de peso y peso vivo de los terneros (Gutiérrez et al., 2013). En el trabajo de Espasandín et al. (2013) el peso al destete fue afectado por la OF ($p < 0,05$). Los terneros hijos de vacas pastoreando A lograron pesos de 123 kg a los 112 drp, mientras que los hijos de vacas pastoreando B pesaron 113 kg. Por ende, la mejor nutrición de las vacas de cría, asociado a las mayores OF se traducen, en terneros más pesados explicados por la mayor producción y mejor composición de la leche y el mayor consumo de forraje (Gutiérrez et al., 2013). Claramunt et al. (2018) también documentaron diferencias en el peso del ternero al destete. Los terneros hijos de vacas pastoreando A lograron pesos ajustados a los 205 drp de 203 ± 16 kg mientras que los hijos de vacas pastoreando B lograron pesos de 183 ± 16 kg. Sin embargo, con niveles

mayores de OF reportados por Dogliotti et al. (2020), el peso al destete no se vio afectado por la oferta y ambos tratamientos lograron un peso de 172 kg a los 168 drp.

2.3 GRUPO GENÉTICO

Es un hecho conocido que las razas C logran mayores producciones explicado por la heterosis, logrando mejoras en la producción física de hasta el 30% sin incrementar los costos de producción (Morris et al., 1987). En la cría vacuna se ha cuantificado una importante interacción genotipo y ambiente cuando se evalúan simultáneamente diferentes GG en ofertas de alimento variable. Jenkins y Ferrel (1994) revelaron diferencias a nivel de consumo, producción de leche, CC y resultados productivos de diversos materiales genéticos frente a cambios en la cantidad de alimento ofrecido. En ambientes restrictivos se evidenció un aumento en la heterosis mientras que mejoras en el ambiente acortaban las diferencias entre animales C y P. Además, dentro de una misma raza, dependiendo del ambiente ofrecido a los animales, también puede variar la eficiencia de su producción, destinando mayor o menor proporción de la energía consumida a funciones de mantenimiento o de producción. Casal et al. (2014) hallaron que cambios en la OF afectaban la eficiencia de del uso de energía de forma diferencial entre vacas P y C. Estas últimas presentaban mayor plasticidad para adaptar la masa visceral, celularidad y/o expresión génica en ambientes más restrictivos en comparación con las vacas P. A nivel nacional, se ha logrado un aumento productivo en los sistemas de cría pastoriles al emplear el cruzamiento, modificando el consumo y la partición de energía a favor de la producción y reproducción (Soca, Espasandín et al., 2013; Do Carmo et al., 2016).

2.3.1 Efecto del GG y su interacción con la OF sobre las variables productivas y reproductivas del rodeo de cría.

Do Carmo et al. (2018) en su trabajo utilizó vacas Hereford y Aberdeen Angus como vacas P y vacas C a la f1 de estas razas; y documentó que el GG y la interacción GG y drp tuvieron efecto sobre la CC. Las vacas C lograron una CC de

4,2 $\pm$ 0,05, mientras que las vacas P una CC de 4 $\pm$ 0,05 promedio anual. Todas las vacas perdieron CC desde los -120 a los 120 drp pero las vacas C mantuvieron mayor CC desde los -60 a 30 drp. La mayor CC lograda por vacas C se explicó por la reducción en los requerimientos energéticos de mantenimiento ya que estos animales pierden más musculo que tejido graso (Casal et al., 2016). Se registró diferencias significativas en el PV de las vacas entre GG, las C obtuvieron mayores PV que las P (458 vs 427 $\pm$ 13 kg) en todo el periodo de estudio (Do Carmo et al., 2018). Espasandín et al. (2013) se plantearon estimar las diferencias productivas entre vacas P (Herenford y Aberdeen Angus) y C (F1) sometidas a dos OF (A= 4 kg MS/kg PV y B= 2,5 kg MS/kg PV). Si bien las diferencias de preñez y destete, entre vacas P y C en ambas OF no fueron estadísticamente diferentes ($p > 0,05$) debido al bajo n del experimento, las diferencias biológicas fueron importantes, registrándose valores de 90, 95,85 y 88 % de preñez, y de 81,87, 76 y 81% de destete para los tratamientos de P A, C A, P B Y C B respectivamente. Las vacas de ambos genotipos reaccionaron en forma semejante, pero con diferentes niveles productivos y reproductivos. Los porcentajes de preñez y de destete fueron mayores en las C a la misma oferta evidenciando la mayor plasticidad ante las variaciones ambientales, por lo tanto, las restricciones en forraje afectan en mayor grado la respuesta reproductiva a los genotipos P (Espasandín et al., 2013).

2.3.2 Efecto del GG y su interacción con la OF sobre peso del ternero

Do Carmo et al. (2018) documentaron el efecto del GG sobre el peso del ternero al destete y la ganancia diaria de peso, terneros hijos de vacas C lograron mayores pesos al destete que hijos de vacas P (119,8 vs 101,5 $\pm$ 4,2 kg) y mayores ganancias diarias (0,83 vs 0,63 $\pm$ 0,04 kg/d). Dichas diferencias se atribuyeron a la mayor producción de leche por las vacas C en comparación con las P (Gutiérrez et al., 2013). Los terneros hijos de vacas C pastoreando A fueron los más pesados en todas las edades mientras que el peso de los terneros hijos de vacas P pastoreando B fue significativamente menor a los demás, asociado a las mayores ganancias diarias en los terneros en A que B e hijos de C que P (Do Carmo et al., 2018).

2.4 HIPÓTESIS

- a) La Alta OF (6 kg vs 9 MS/kg de PV) tendrá mayor cantidad de forraje, sin embargo, no se esperan diferencias de CC de vacas ni de PV.
- b) Las vacas C presentaran mayor CC y sus terneros mayor peso vivo en comparación con P.
- c) Los tratamientos de A y C tendrán mayor tamaño folicular, proporción de vacas con presencia de cuerpo lúteo y porcentaje de preñez.
- d) Los terneros de BP tendrán menor peso vivo en comparación con los otros grupos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

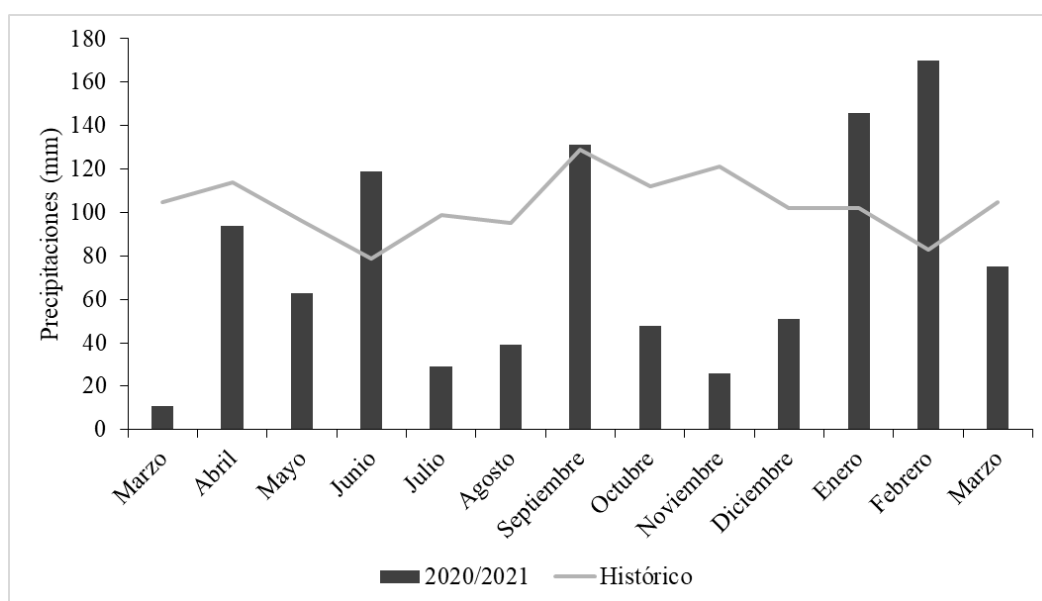
3.1 LOCALIZACIÓN, CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA Y PERÍODO DEL EXPERIMENTO

El trabajo experimental se llevó a cabo en la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt (EEBR) de la Facultad de Agronomía, en el departamento de Cerro Largo, Uruguay. Este estudio se realizó durante marzo 2020 a febrero 2021 dentro de un experimento de largo plazo en un área de 110 hectáreas (ver cuadro 2) que evalúa dos niveles de OF de campo natural y dos GG de vacas de cría desde el año 2007 (Do Carmo et al., 2016).

Se analizaron datos de precipitaciones y lluvias extraídos de la página web del Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET, s.f.), los cuales están disponibles en el apartado Clima- Estadísticas climatológicas- Tablas estadísticas. Se concluyó que, en la ciudad de Melo, las precipitaciones durante las estaciones de otoño, invierno y primavera de 2020 estuvieron por debajo de los registros históricos en la mayoría de los meses (Figura 5) mientras que en los meses de enero y febrero de 2021 las precipitaciones fueron considerablemente mayores al promedio histórico.

Figura 5

Evolución de las precipitaciones mensuales durante el experimento y el promedio histórico del período 1961-1990

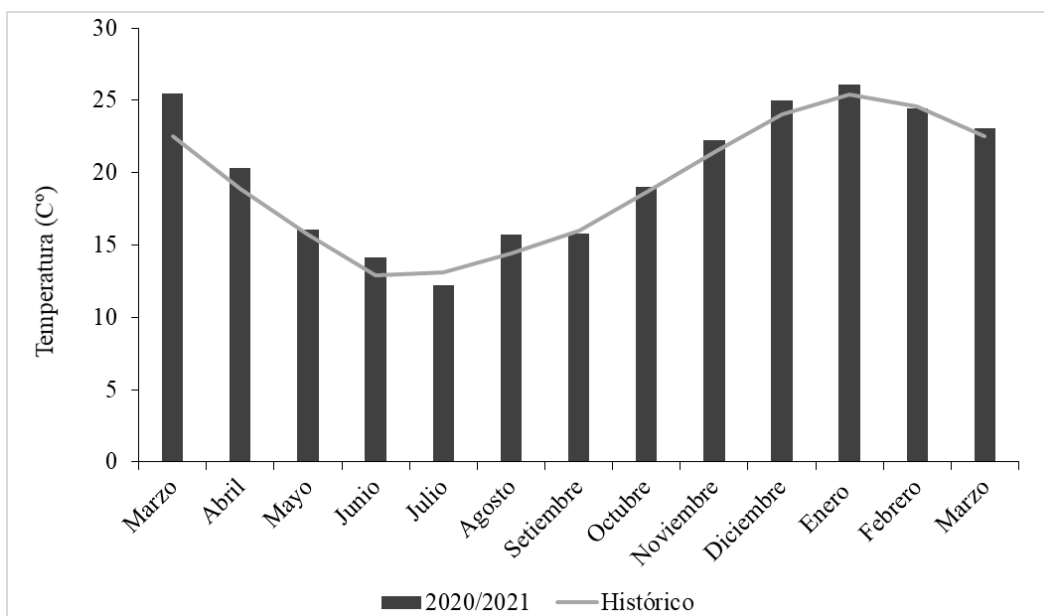


Nota. Adaptado de INUMET (s.f.).

La temperatura media del aire registrada durante el experimento fue levemente superior al promedio histórico en la mayoría de los meses (Figura 6).

Figura 6

Temperaturas promedio del aire mensual y promedio de temperaturas del aire históricas del periodo 1961-1990



Nota. Datos obtenidos por la estación meteorológica de Melo, a 24 km del sitio experimental. Adaptado de INUMET (s.f.).

3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

El diseño experimental fue un diseño de bloques completos al azar con dos bloques, que se diferencian por el tipo de suelo; el bloque I se encuentra sobre suelos arenosos de la unidad Zapallar y el bloque II en suelos pesados de la unidad Fraile Muerto (Durán, 1976). Cada bloque constaba de cuatro parcelas correspondiente a los tratamientos resultantes de la combinación factorial de 2 niveles de OF (A y B), y 2 genotipos de vacas, P (Hereford y Aberdeen Angus) y C (F1 de las razas P). De esta forma quedan conformados los 4 tratamientos: vacas P en alta oferta (AP), vacas P en baja oferta (BP), vacas C en alta oferta (AC) y vacas C en baja oferta (BC).

Tabla 1*Superficie en hectáreas de cada parcela por bloque*

Parcela	Bloque I	Bloque II
Alta pura	19,7	13,8
Alta cruza	19,2	14,7
Baja pura	9,6	10,3
Baja cruza	11,7	10,1
Total	60,2	48,9

La OF se expresó como los kg de materia seca (MS) de forraje ofrecidos por kg de peso vivo (PV), y varió entre estaciones de la siguiente manera: 10 y 6 kg MS/kg PV para A y B respectivamente en los meses de primavera verano y otoño y de 6 kg MS/ kg PV para invierno tanto en A como en B. Se ajustó la OF utilizando el método “put and take” (Mott & Lucas, 1952) con animales "volantes" de igual estado fisiológico y raza que ingresaban o salían de las parcelas.

Restricciones sanitarias causadas por el Covid no permitieron determinar la cantidad de forraje en el período Abril - Julio 2020 y por lo tanto no se ajustó la OF en ese período. Estimaciones de la OF real (relación entre la cantidad de forraje y la CA registrada) del período sin ajuste muestran que los niveles de OF fueron inferiores a los objetivos mientras que las diferencias entre OF fueron menores a las propuestas para otoño y mayores para invierno (Tabla 2). Para primavera y verano los niveles de oferta real de AOF fueron inferiores a los objetivos (Tabla 2).

Tabla 2*Variación estacional de la oferta de forraje real (kg MS/kgPV)*

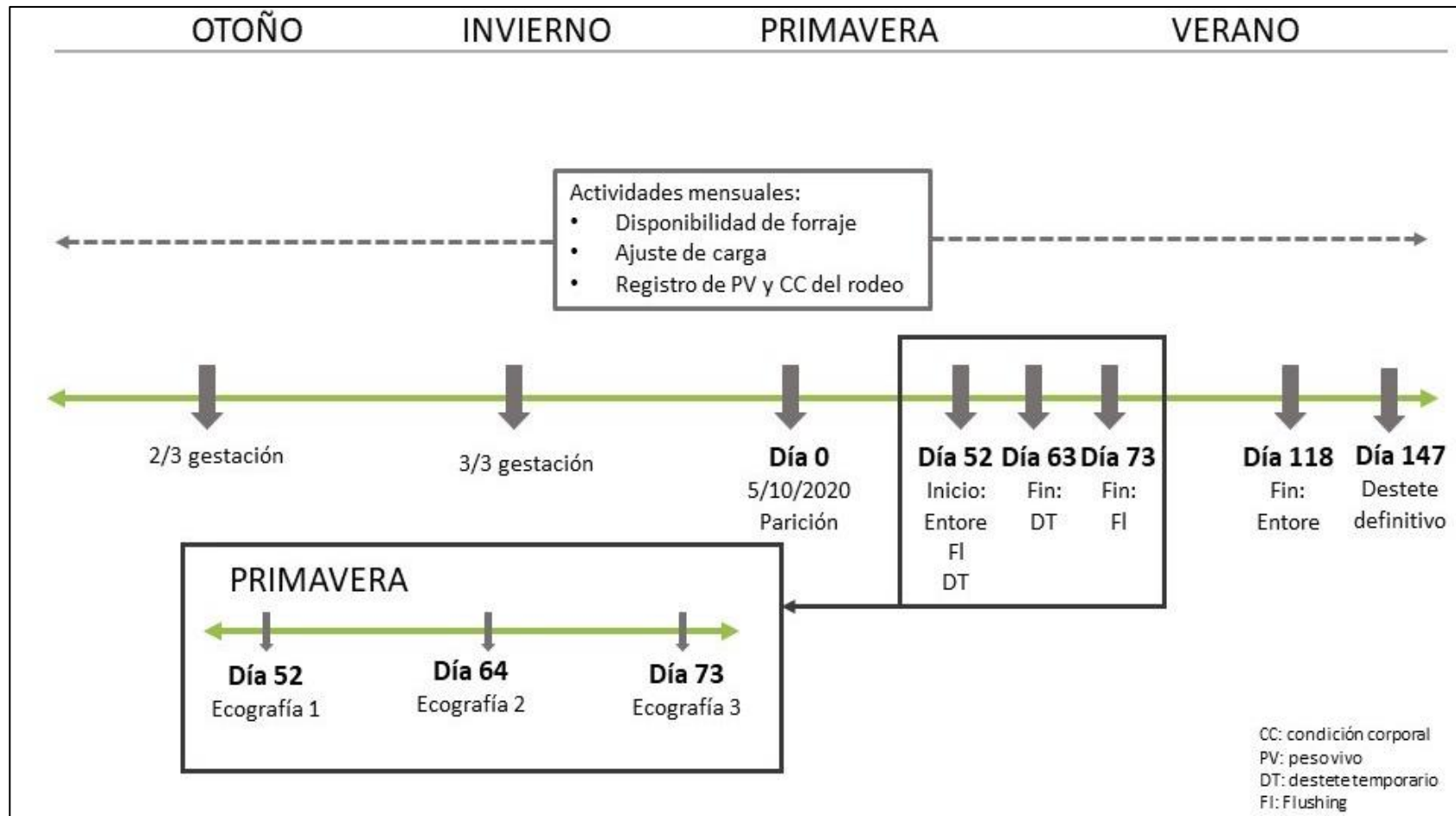
	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Alta	7,0	6,0	7,5	8,7
Baja	3,8	4,4	5,3	5,3

3.3 ANIMALES Y MANEJO

El experimento inició el 25 de marzo de 2020 y se emplearon 35 vacas multíparas (AP= 12; AC= 7; BP= 9 y BC= 7) debidamente identificadas, pertenecientes al rodeo experimental de la EEBR. Las mismas cumplieron con las condiciones de haber parido sin dificultad y destetar un ternero sano a marzo de 2021 (Figura 7). La fecha promedio de partos de las vacas fue el 5/10/20 $\pm$ 24 días (día 0) y se identificaron los terneros, registrándose la madre y el peso de nacimiento. A los 52 días respecto al parto (drp) se comenzó el servicio con una duración de 66 días por monta natural, con toros evaluados previamente en cuanto a su aptitud de monta, examen andrológico y sanitario. Se empleó un toro por parcela durante todo el entore. Al inicio del servicio se aplicó DT y Fl (Figura 7). El DT se realizó durante 11 días utilizando tablillas nasales de plástico con perforación de tabique nasal mientras que para el Fl se utilizó afrechillo de arroz entero a razón de 2 kg en base fresca por vaca por día durante 21 días (Soca, Carriquiry et al., 2013). Se mantuvo una rutina de alimentación, suministrando el afrechillo todas las mañanas a primera hora. El afrechillo se suministró directo al suelo siempre en una zona limpia lindera con el alambrado. El destete definitivo se realizó para todos los tratamientos a los 147 drp (Figura 7).

Figura 7

Ubicación temporal del manejo de los animales y determinaciones en el período experimental



3.4 DETERMINACIONES

3.4.1 Cantidad de forraje y carga animal

La cantidad de forraje se determinó al inicio del experimento y luego de las restricciones por el covid mensualmente mediante la técnica de doble muestreo desarrollada por Haydock y Shaw (1975). En cada parcela, se seleccionaron 5 lugares con niveles de cantidad de forraje ascendentes y que fueran representativos de los niveles de cantidad de forraje del potrero. Se recorrió todo el potrero deteniéndose cada 25 – 30 pasos, donde se colocó un cuadro de 0,5 m² y se registró que valor de la escala anteriormente definida se observó. Luego, el forraje de las escalas inicialmente marcadas es cortado al ras del suelo utilizando el mismo cuadrante con el fin de secar y pesar dicho material, y poder establecer una relación lineal entre la cantidad de forraje y los valores de escala. Con los registros visuales de escala obtenidos en la recorrida del potrero y la relación lineal cantidad - escala se obtiene la cantidad de forraje de cada potrero.

La CA (kg PV/ha) se calculó como una media de valores mensuales consecutivos del total de PV de vacas que están en la parcela.

3.4.2 Animales

Se realizaron registros mensuales de PV y CC de las vacas en el periodo marzo 2020 hasta febrero 2021 y de PV de terneros desde el nacimiento hasta el destete definitivo. Vacas y terneros se pesaron en la mañana sin ayuno previo y se utilizó una balanza electrónica Terko TK3505. La CC fue evaluada mediante la escala visual 1 a 8 validada para ganado Hereford (Vizcarra et al., 1986).

Se registró la actividad ovárica antes del DT (52 drp), finalizado el DT (64 drp) y al fin del Fl (73 drp) mediante el registro del tamaño del folículo más grande y la presencia o no de cuerpo lúteo, con un ecógrafo PROSOUND 2 Mod. 934N-3-5 provisto de una sonda de 7,5 MHz.

A los 147 drp se realizó diagnóstico de gestación mediante ecografía, con el fin de identificar preñeces totales.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos se analizaron estadísticamente usando el programa SAS On demand for academics. El PV de vacas y terneros, CC, CA y cantidad de forraje fueron analizados considerando la parcela como unidad experimental, mientras que para las variables reproductivas (preñez, tamaño de folículos, presencia de cuerpo lúteo) la unidad experimental fue la vaca. Se utilizó un modelo general para todas las variables que incluyó la OF, el GG de la vaca y su interacción como efectos fijos, y el bloque como efecto aleatorio. La proporción de vacas con cuerpo lúteo y preñez se analizaron mediante modelos lineales generalizados (Procedimiento GLIMMIX) mientras que las otras variables se analizaron mediante el procedimiento MIXED usando un modelo mixto con medidas repetidas en el tiempo. La comparación de las medias estimadas por los modelos se realizó mediante la prueba de Tukey y se consideró valores diferentes si α fue menor o igual 0,05 y un α entre 0,05 y 0,1 indicó tendencia. Los resultados se presentaron como medias de mínimos cuadrados $\pm$ error estándar.

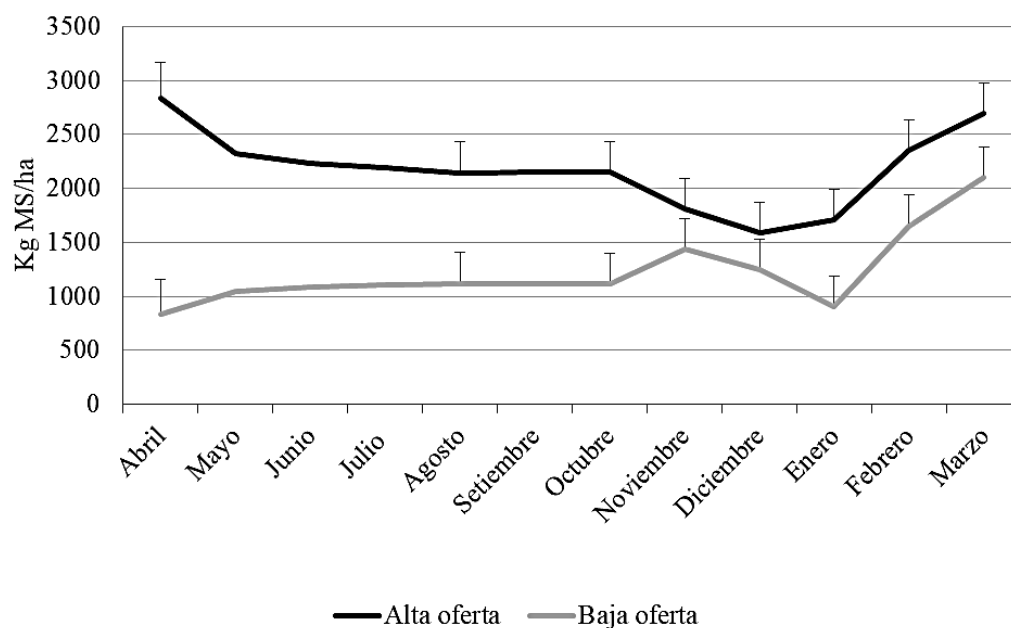
4. RESULTADOS

4.1 CANTIDAD DE FORRAJE

La cantidad de forraje se vio afectada por la OF ($p < 0,01$), el Mes ($p < 0,01$), pero no por la interacción de la OF con el Mes ($p = 0,28$; Figura 8).

Figura 8

Evolución de la cantidad de forraje (kg MS/ha) para A y B OF



Nota. Se presenta media de mínimos cuadrados y error estándar.

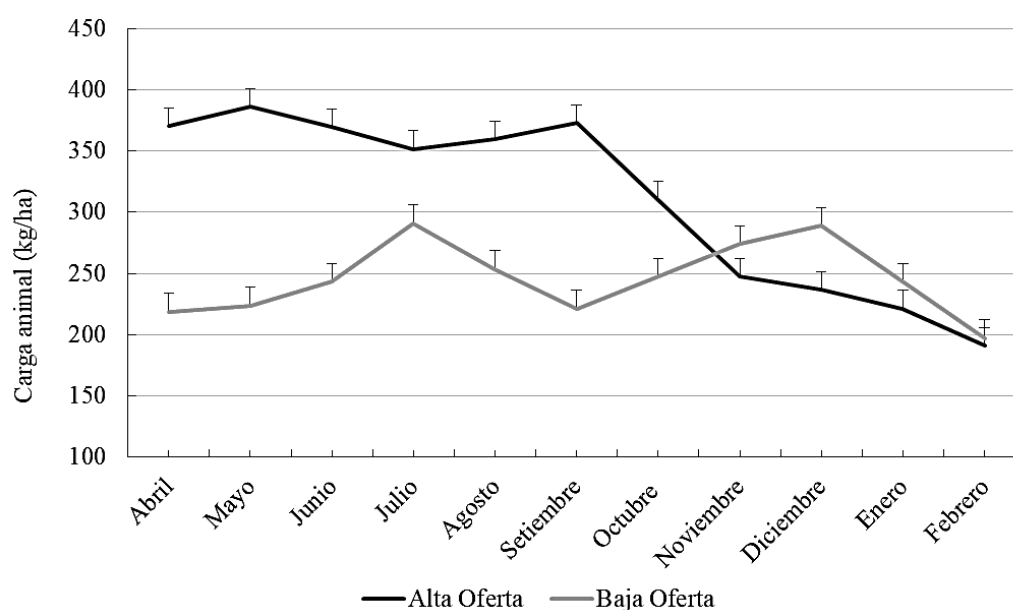
La cantidad de forraje en A fue mayor ($p < 0,05$) que en B para el periodo experimental, con valores de 2064 y 1368 ± 234 kg MS/ha para A y B respectivamente. En cuanto al efecto Mes, A inició con máxima cantidad de forraje en otoño con 2975 kg MS/ha, luego descendió hacia el verano hasta los 1767 kg MS/ha y recuperó hacia marzo de 2021. La cantidad de forraje de B se mantuvo en torno a los 1000 kg MS/ha desde que se inició el experimento hasta la primavera verano donde oscilaron intervalos de aumento y disminución.

4.2 CARGA ANIMAL

La CA fue afectada por el Mes ($p<0,05$) y por la interacción OF con el Mes ($p<0,05$; Figura 9).

Figura 9

Evolución de la carga animal (kg PV/ha) para A y B OF



Nota. Se presenta media de mínimos cuadrados y error estándar.

Durante los meses de marzo a setiembre A tuvo mayor CA que B ($p<0,05$), con una diferencia de 100 kg en promedio. En diciembre B tuvo mayor CA que A ($p<0,05$), con una diferencia de 46 kg en promedio.

4.3 CONDICIÓN CORPORAL, PESO VIVO DE LA VACA Y DEL TERNERO

La CC fue afectada por el GG ($p<0,05$), drp ($p<0,05$), la interacción GG con los drp ($p<0,05$), y tuvo una tendencia a ser afectada por la interacción OF con los drp ($p=0,05$) (Tabla 3).

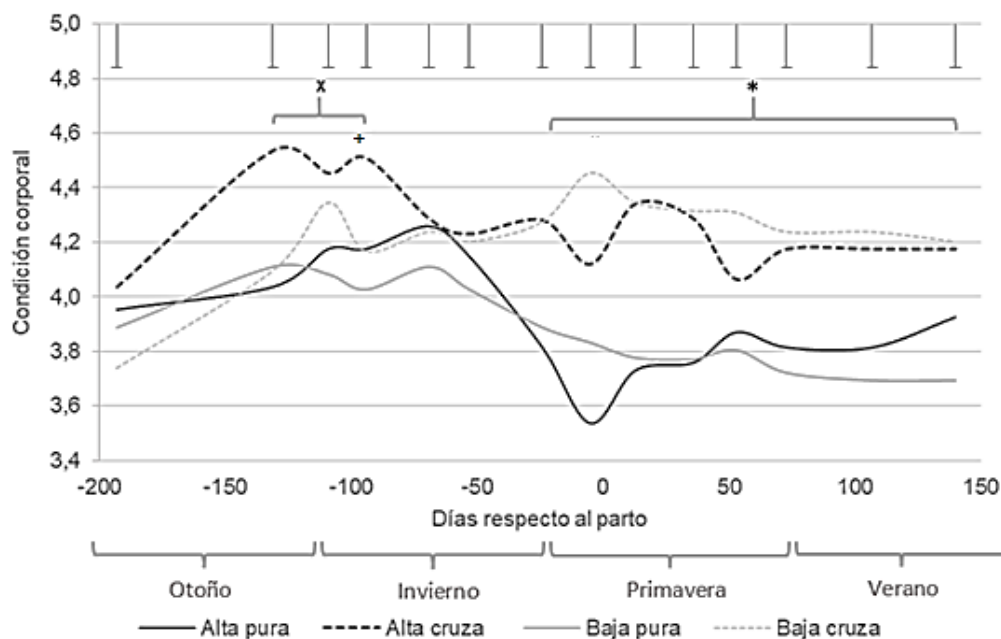
Tabla 3

CC, PV de la vaca y del ternero en función de la OF y GG

Variable de respuesta	OF Baja		OF Alta		P-valor							
	P	C	P	C	EE	OF	GG	OFxGG	drp	OFxdrp	GGxdrp	OFxGGxdrp
CC	3,88	4,22	3,92	4,26	0,112	0,67	<0,05	0,96	<0,05	0,05	<0,05	0,32
Pv vaca	448	447	450	459	8,9	0,24	0,52	0,30	<0,05	0,15	0,54	0,99
Pv ternero	119	122	123	123	5,11	0,64	0,79	0,77	<0,05	0,56	0,27	0,09

Nota. OF= Oferta de forraje; GG= Genotipo de la vaca; drp= días respecto al parto; EE= Error experimental; CC= Condición corporal; Pv= peso vivo. Se presenta media de mínimos cuadrados, error estándar y P-valor.

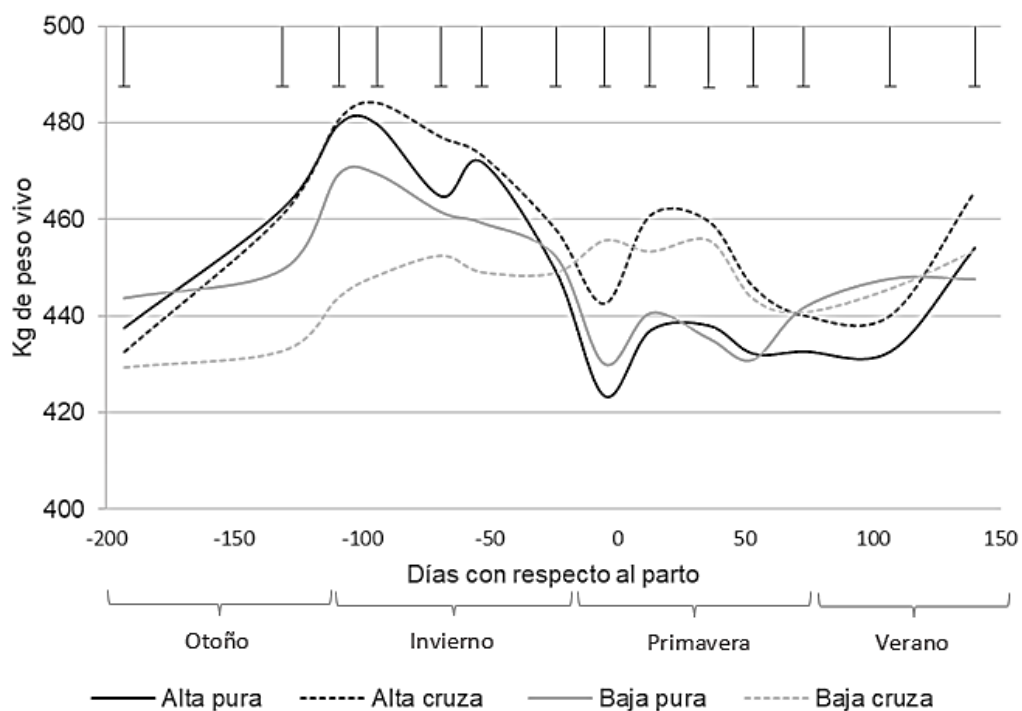
La CC no difirió entre A y B desde los -193 drp hasta los -109 drp (Figura 10).

Figura 10*Evolución de la CC*

Nota. * indican diferencias significativas entre P y C, X indica diferencias significativas entre A y B, + indica tendencia al efecto de la OF. Se presenta media de mínimos cuadrados y el error estándar.

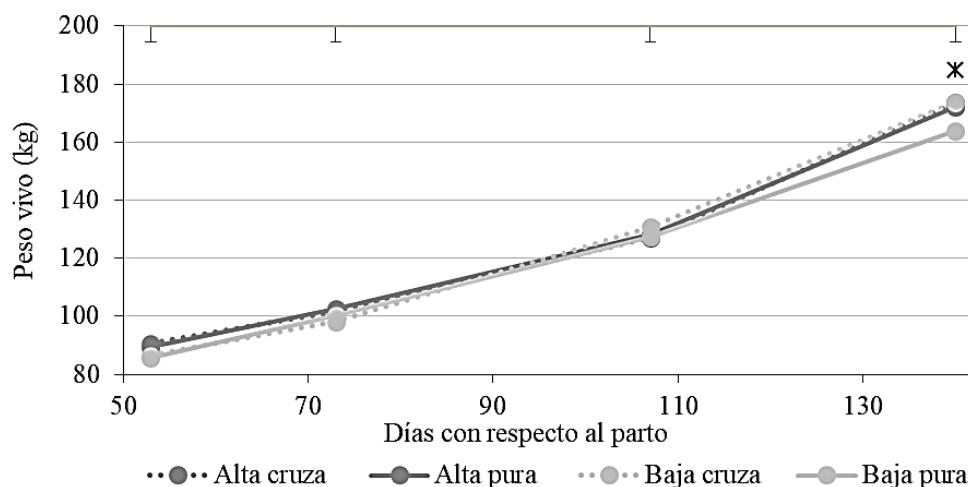
A los -94 drp las vacas de A tienden a tener una mayor CC que las de B ($P < 0,1$). La CC al parto (-5 drp) fue mayor en vacas de B que en vacas de A mientras que en el postparto no hubo diferencias entre ofertas. La CC de las vacas C tiende a ser mayor que las vacas P en el período -131 a -94 drp ($p < 0,1$) y en el periodo -24 a 140 drp las vacas C presentan mayor CC que las vacas P ($p < 0,05$).

El PV de la vaca no fue afectado por la OF, el GG, ni por ninguna de sus interacciones, pero si por los drp (Tabla 3). El PV de las vacas aumentó desde los -193 a los -94 drp de 436 a 470 kg (promedio de los 4 tratamientos) mientras que entre los -69 drp a los -5 drp el PV se redujo a 437 kg (Figura 11). Durante el fin de primavera y verano el PV se mantuvo con algunas oscilaciones, y comenzó a incrementarse desde los 100 drp hasta el fin del ciclo.

Figura 11*Evolución del PV de las vacas*

Nota. Se presenta media de mínimos cuadrados y el error estándar.

El PV de los terneros fue afectado por los drp (Tabla 3) registrándose mayores ganancias de peso vivo en el periodo entre los 107 y 140 drp. Los terneros de BP tienden a ser más livianos a los 140 drp en relación con los otros tratamientos (163 y $173 \pm 6,8$ kg para BP y los otros 3 tratamientos respectivamente; $p < 0,1$ Figura 12).

Figura 12*Evolución del PV de los terneros*

Nota. Se presenta media de mínimos cuadrados y el error estándar. * Indica tendencia ($p < 0,1$) al efecto de la OF y GG.

4.4 TAMAÑO FOLICULAR, PORCENTAJE DE VACAS CON PRESENCIA DE CUERPO LÚTEO Y PREÑDAS.

El tamaño folicular pre destete temporario y flushing (DT+Fl) fue afectado por la OF, tuvo una tendencia a ser afectado por el GG, mientras que no fue afectado por la interacción (Tabla 4). Las vacas de A lograron folículos de mayor tamaño que las de B ($11,16$ vs $8,16 \pm 0,79$ mm; $p < 0,05$), y las vacas C mayores que las vacas P ($10,77$ vs $8,55 \pm 0,77$ mm; $p < 0,1$). El tamaño folicular durante y post DT+F no tuvo efecto de la OF, el GG ni la interacción de OF con el GG (Tabla 4). La proporción de vacas que presentaron cuerpo lúteo no fue afectada ni por OF, ni GG ni su interacción, en ninguno de los tres momentos estudiados (Tabla 4). La preñez tuvo una tendencia a ser afectado por el GG (85 vs $48 \% \pm 12\%$, $p < 0,1$), pero no presentó efecto de la OF ni de la interacción OF con el GG (Tabla 4)

Tabla 4*Tamaño folicular, presencia de Cl y preñez final*

Momento	Variable de respuesta	Baja OF		Alta OF		EE	OF	GG	OFxGG
		Pura	Cruza	Pura	Cruza				
Pre Fl	Tamaño folicular (mm)	6,9	9,3	10,1	12,2	1,12	0,01	0,06	0,92
	Presencia CL (%)	0	0	9	15	4,5	0,96	0,99	0,99
Durante Fl	Tamaño folicular (mm)	6,5	9,2	9,1	8,0	1,23	0,58	0,51	0,15
	Presencia CL (%)	11	0	15	16	8,7	0,96	0,97	0,97
Post	Tamaño folicular (mm)	6,8	8,1	8,1	7,3	1,23	0,85	0,87	0,51
DT+Fl	Presencia CL (%)	22	37	62	46	19,1	0,24	0,95	0,44
	Preñez final (%)	22	89	75	80	15,7	0,44	0,10	0,18

Nota. OF= Oferta de forraje; GG= Genotipo de la vaca; CL= Cuerpo lúteo; EE= Error estándar. DT+F= Destete temporario y flushing. Se presenta media de mínimos cuadrados, error estándar y P-valor.

5. DISCUSIÓN

El presente trabajo forma parte de una línea de investigación que estudia el efecto de la OF y cruzamientos en vacas de cría sobre la producción y utilización del forraje de campo natural y su incidencia en las variables productivas. Dado los resultados obtenidos, la hipótesis A se cumplió con algunas variantes: el aumento de OF significó un incremento en la cantidad de forraje, aunque con valores menores a los esperados por las bajas precipitaciones durante el verano previo al experimento, otoño, primavera y principio de verano, que habría limitado el crecimiento de forraje. Esto ocasiono diferencias de CC al inicio del invierno entre OF que no eran esperadas. La hipótesis B se cumplió parcialmente ya que las vacas C presentaron mayor CC en comparación con las P pero no se registró diferencias en PV entre vacas ni terneros. Con respecto a la hipótesis C, el tratamiento de A y C presentaron mayor tamaño folicular pre DT y Fl pero no se evidenció efecto en la proporción de vacas con cuerpo lúteo. La preñez fue mayor en vacas de A y C pero el número de vacas es bajo para estudiar apropiadamente la preñez. La hipótesis D se cumplió y se registró una tendencia a mayor PV de los terneros al destete en AC, AP, y BC en comparación con BP.

A resultó en mayor cantidad de forraje comparado con B en acuerdo con Dogliotti et al. (2020), que evaluaron similares niveles de OF (7 y 4 kg MS/kg PV). No obstante, los valores de cantidad de forraje se aproximaron a los reportados por Do Carmo (2013) que evaluó niveles de OF inferiores (4 y 2,5 kg MS/kg PV) y registró niveles de 1860 y 1140 $\pm$ 114 kg MS/ha para A y B respectivamente, mientras que estuvieron por debajo de los antecedentes que evaluaron similares niveles de OF que alcanzaron valores de 2910 y 1790 $\pm$ 163 kg MS/ha para A y B respectivamente (Soca et al., 2020). Por otro lado, la CA fue inferior a la obtenida por Do Carmo (2013) y Dogliotti et al. (2020) que registraron 382 y 398 $\pm$ 7 kg PV/ha y 417 y 413 $\pm$ 19 kg de PV/ha para A y B respectivamente. Los bajos registros de cantidad de forraje y CA registrados en el presente estudio posiblemente estén explicados por un menor crecimiento de forraje en otoño y primavera asociado los bajos niveles de precipitaciones registrados durante dichas estaciones. Las precipitaciones habrían limitado el crecimiento de forraje desde otoño donde se registró un 47% menos de lluvias en comparación con el promedio histórico y se hicieron aún más restrictivas en el segundo semestre del año donde

caen un 52% por debajo de la media histórica. Estudios realizados en el mismo experimento y en campo natural de la región muestran una asociación positiva entre las precipitaciones en otoño y primavera con el crecimiento de forraje (Bermúdez & Ayala, 2005; Do Carmo et al., 2018), con una respuesta de 1,9 y 1,5 kg/ha de forraje por cada mm de lluvia acumulado en otoño y primavera respectivamente (Bermúdez & Ayala, 2005). En base a esos antecedentes la restricción en el crecimiento en otoño y primavera habría sido muy importante y explicó los bajos niveles de cantidad de forraje en relación a los antecedentes que evaluaron similares ofertas de forraje. Las bajas cantidades de forraje registradas explican la menor CA dado que el ajuste de la OF es en relación con la cantidad de forraje (Do Carmo et al., 2016) y explicó los bajos niveles de CA en relación con los antecedentes (Do Carmo, 2013; Soca et al., 2020). Si bien la CA fue baja, no fue lo suficiente para alcanzar los niveles de OF objetivos y la OF real fue menor (Tabla 2).

Las vacas mejoraron su CC durante el otoño, pero la mejora fue mayor en vacas de A con respecto a B alcanzando al inicio del invierno 0,3 unidades más de CC. En otoño transcurre el segundo trimestre de gestación donde las vacas aún tienen bajos requerimientos nutricionales para gestación lo que les permitió ganar CC (Orcasberro, 1997) incluso con baja cantidad de forraje como es el caso de B, mientras que la mayor cantidad de forraje y OF en A explicaría la mayor ganancia de CC (Claramunt et al., 2018; Do Carmo et al., 2018; Orcasberro, 1997). Dogliotti et al. (2020), quienes evaluaron similares OF, no encontraron diferencias en la CC en ningún momento del ciclo de gestación y lactancia. En dicho trabajo, la cantidad de forraje para B durante el otoño fue considerablemente superior a la de este estudio (> 1500 kg MS/ha) y no habría limitado la mejora en la CC registrada en esta tesis. Las cantidades de forraje que se registraron en esta tesis durante otoño en B, fueron similares a las reportadas por Claramunt et al. (2018) y Do Carmo et al. (2018) evaluando menores OF (4 y 2,5 kg MS/kg PV) y dichos estudios reportan diferencias de CC al inicio del invierno. Por lo tanto, los bajos niveles de cantidad de forraje explicarían una respuesta en el cambio de CC durante el segundo trimestre de gestación similar a estudios con menores niveles de OF donde las vacas de B alcanzan menor CC al inicio del invierno/último trimestre de gestación. Durante el invierno, las vacas de A perdieron CC mientras que las vacas de B mantuvieron CC, llegando ambos grupos al parto con similar CC. Trabajos

nacionales también presentaron mayores pérdidas de CC en vacas con mayor CC al inicio del invierno (Claramunt et al., 2018; Do Carmo et al., 2018), explicado por mayores requerimientos de mantenimiento en vacas con mayor CC que se sumaría al aumento en requerimientos de gestación hacia el parto y menor cantidad de forraje durante esta estación. En el posparto no se identificaron diferencias entre tratamientos de OF, y tanto A como B mantuvieron la CC. Esto concuerda con Dogliotti et al. (2020) y con Claramunt et al. (2018), quienes trabajaron OF de 7 y 4 kg MS/kg de PV y 4 y 2,5 kg MS/kg PV para A y B respectivamente y no registraron efecto de la OF en el posparto. Una posible explicación a la ausencia de diferencias de CC por la OF postparto es que las vacas priorizan la producción de leche ante la acumulación de reservas corporales (Short et al., 1990). Por el contrario, Do Carmo et al. (2018) hallaron diferencias entre tratamientos de OF en el posparto de 0,5 unidades de CC a favor de A desde los 60 hasta los 120 drp en el primer año de estudio, no obstante, en el segundo año solo difirió a los 30 drp.

Durante el otoño, las vacas C y P ganaron CC pero las ganancias de C fueron superiores. Para el fin del invierno y comienzo de primavera las vacas P comienzan a perder CC (desde los -53 drp hasta los -5 drp) mientras C mantiene su CC. Esto coincide con lo reportado por Do Carmo et al. (2018), quienes encontraron que vacas C perdían menos CC que la P durante el invierno/último trimestre de gestación. Esto explica que las vacas C presentaran mayor CC durante el parto y posparto en relación con las P. Estas diferencias en CC a favor de las vacas C estarían explicadas por una mayor eficiencia en el uso de la energía por cambios en la movilización de reservas, conducta en pastoreo y en el funcionamiento hepático que resultarían en menores requerimientos de energía en relación con vacas P (Casal et al., 2016; Do Carmo et al., 2016, 2020; Laporta et al., 2013).

La mayor cantidad de forraje en el otoño en A mejoró en mayor medida la CC en otoño en relación con B y tuvo un efecto positivo diferido aproximadamente 6 meses después sobre el tamaño de los folículos, y aunque no fue significativo, estaría asociado a los mayores niveles de preñez. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Carriquiry et al. (2013) quienes registraron folículos más grandes en A que en B con OF de 4 y 2,5 kg MS/kg PV. Los folículos de los bovinos alcanzan la capacidad ovulatoria a un diámetro aproximadamente de 10 mm (Martínez et al., 1999) por lo que el mayor tamaño folicular de las vacas de A podría indicar un

anestro postparto más corto comparado con vacas de B. Además, folículos ovulatorios de mayor tamaño logran mayor fertilidad debido a la formación de un CL que secreta mayores concentraciones séricas de progesterona lo que incrementaría la probabilidad de preñez de dicha ovulación (Vasconcelos et al., 2001). La OF durante otoño modifica las concentraciones de insulina, IGF-I y CC en vacas primíparas y tiene un efecto indirecto durante invierno sobre las concentraciones de IGF-I, que aportaría señales positivas para el desarrollo de los folículos y se asoció a una mayor probabilidad de ovulación (Claramunt & Soca, 2017; M. Claramunt, comunicación personal, s.f.). Por lo que la mejora en la CC en otoño explicaría la mejor respuesta reproductiva en A, a través de cambios en hormonas metabólica que vinculan la nutrición con la reproducción (Carriquiry et al., 2013). Las propuestas de manejo de la cría vacuna identifican al otoño como la estación más adecuada para ganar CC y llegar con CC óptima al parto para alcanzar elevados porcentajes de preñez (Soca & Orcasberro, 1992). Los resultados muestran que una mejora en la CC en otoño puede mejorar la respuesta reproductiva independientemente de que se alcancen diferencias de CC al parto, por lo que la respuesta reproductiva integró el mejor estado nutricional de las vacas durante otoño.

La mayor CC pre y postparto de vacas C resultaría en un mejor balance energético y señales metabólicas tanto en el pre como en el postparto (Carriquiry et al., 2013), que explican el mayor tamaño de los folículos en relación con vacas P. Como se discutió anteriormente, el mayor tamaño folicular se asocia a un anestro postparto más corto y a la formación de CL más grandes con mayor producción de progesterona que incrementarían la fertilidad de dichas ovulaciones (Martínez et al., 1999; Vasconcelos et al., 2001) explicando el mayor porcentaje de preñez de vaca C en relación con P. Si bien el bajo número de vacas limita las conclusiones que se pueden obtener de los resultados de preñez, estos siguieron la misma tendencia a los estudios con menores niveles de OF (Espasandín et al., 2013), donde se registraron diferencias de preñez importantes no significativas estadísticamente a favor de A en comparación con B y las de C con respecto a P (95, 90, 88 y 85 % de preñez para AC, AP, BC y BP respectivamente).

Los resultados del PV del ternero no muestran diferencias entre OF y concuerda con lo presentado por Dogliotti et al. (2020) quienes explicaron que los

nuevos niveles de OF resultan en una cantidad de forraje que no limita el consumo de energía de vacas y terneros. En los trabajos donde se evaluaron menores OF (Claramunt et al., 2018, 2020; Do Carmo et al., 2018; Espasandín et al., 2013) si se registró diferencias de PV del ternero a favor de A, explicado por mayor producción de leche, consumo de forraje por el ternero y vínculo entre la vaca y el ternero en vacas de A comparado con B. En el actual trabajo no se evidenció efecto del GG sobre el peso al destete, a diferencia de Do Carmo et al. (2018) quienes hallaron que terneros hijos de vacas C resultaron más pesados que los de P cuando se evaluaron OF menores. La mayor cantidad de forraje en verano en comparación a la reportada por Do Carmo et al. (2018) habría impedido un mayor consumo de forraje por la vaca y el ternero resultando en similar PV entre C y P.

Por otro lado, se registró una tendencia a que los terneros de BP tuvieran un menor PV al destete en comparación con los otros grupos. Esto es similar a lo reportado por Gutiérrez et al. (2013) quienes trabajaron con OF menores y menores cantidades de forraje que el presente estudio. Como se discutió, las condiciones meteorológicas resultaron en menores cantidades de forraje de las esperadas y habrían restringido el consumo de forraje del ternero y/o la producción de leche de las vacas. A diferencia del estudio de Gutiérrez et al. (2013), el menor crecimiento del ternero en BP se expresa desde los 90 drp mostrando una situación menos restrictiva en el presente estudio explicado por los mayores niveles de OF.

6. CONCLUSIONES

La A oferta de forraje evaluada resultó en mayor cantidad de forraje comparado con B, mientras que la CA fue mayor en A desde marzo a setiembre e inferior en diciembre en relación con B. La A mejoró en mayor magnitud la CC de las vacas durante el otoño en relación con B. Aunque la CC no difirió en el resto del ciclo las vacas de A alcanzaron un mayor tamaño folicular pre DT y Fl asociado a la mayor CC durante el otoño. Las vacas C tendieron a presentar mayor CC que las vacas P en otoño y mantuvieron mayor CC durante el parto y posparto en comparación a las vacas P, y asociado a la mejor CC pre y postparto tuvieron mayor tamaño folicular pre DT y Fl y preñez al final del entore. Los terneros de BP tendieron a tener menor peso al destete en relación con los otros 3 tratamientos. En un ciclo de producción con precipitaciones por debajo de la media, los niveles de B oferta de forraje evaluados podrían afectar la respuesta reproductiva y redujeron el peso del ternero al destete en vacas P mientras que las vacas C tienen mayor CC, alcanzan mayores niveles de preñez y atenuarían el efecto de una B oferta de forraje sobre el peso del ternero al destete comparado con vacas P.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Bermúdez, R., & Ayala, W. (2005). Producción de forraje de un campo natural de la zona de lomadas del este. En R. Gómez & M. Albicette (Eds.), *Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural* (pp. 41-49). INIA.
- Brosh, A., Aharoni, Y., & Holzer, Z. (2002). Energy expenditure estimation from heart rate: Validation by long-term energy balance measurement in cows. *Livestock Production Science*, 77(2), 287-299.
- Burns, J. C., Lippke, H., & Fisher, D. S. (1989). The relationship of herbage mass and characteristics to animal responses in grazing experiments. En G. C. Marten (Ed.), *Grazing research: Design, methodology, and analysis* (pp. 7-19). Crop Science Society of America; American Society of Agronomy. <https://doi.org/10.2135/cssaspecpub16.c2>
- Carriquiry, M., Viñoles, C., Astessiano, A. L., & Meikle, A. (2013). Características foliculares y expresión uterina de vacas de carne puras y cruza pastoreando dos asignaciones de forraje de campo natural. En M. Carriquiry (Ed.), *Metabolismo de la vaca de carne y su cría en pastoreo de campo nativo: Un enfoque endócrino-molecular* (pp. 41-46). INIA.
- Casal, A., Soca, P., & Carriquiry, M. (2016). Masa y composición de la canal y de los órganos en vacas de carne puras y cruza pastoreando diferentes ofertas de forraje de campo natural. *Veterinaria*, 53(206), 33-48.
- Casal, A., Veyga, M., Astessiano, A. L., Espasandin, A. C., Trujillo, A. I., Soca, P., & Carriquiry, M. (2014). Visceral organ mass, cellularity indexes and expression of genes encoding for mitochondrial respiratory chain proteins in pure and crossbred mature beef cows grazing different forage allowances of native pastures. *Livestock Science*, 167, 195-205. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.06.024>
- Claramunt, M. (2015). *Efecto de la oferta de sobre parámetros productivos, reproductivos y eficiencia de uso del forraje de vacas primíparas en pastoreo de Campos de Basalto* [Tesis de maestría]. Universidad de la República.

- Claramunt, M., Fernández-Foren, A., & Soca, P. (2018). Effect of herbage allowance on productive responses of primiparous beef cows grazing on Campos grassland. *Animal Production Science*, 58(9), 1615-1624.
<https://doi.org/10.1071/AN16601>
- Claramunt, M., Meikle, A., & Soca, P. (en prensa). Direct and carry-over effect of native forage herbage allowance on metabolic hormones and reproductive in primiparous beef cows undergoing temporary weaning and flushing. *Animal*.
- Claramunt, M., Meikle, A., & Soca, P. (2019). Metabolic hormones, grazing behaviour and productive response of beef cow grazing at two herbage allowances. *Animal*, 14(7), 1-9.
<https://doi.org/10.1017/S1751731119003021>
- Claramunt, M., & Soca, P. (2017). Effect of herbage allowance on forage mass, insulin and IGF-1 concentrations during the gestation and lactation of primiparous beef cows grazing Campos. *Journal of Animal Science*, 95(suppl. 4), Artículo 252. <https://doi.org/10.2527/asasann.2017.517>
- Da Trindade, J., Neves, F., Pinto, C., Bremm, C., Mezzalira, J., Nadin, L., Genro, T., Gonda, H., & Carvahlho, C. (2016). Daily forage intake by cattle on natural grassland: Response to forage allowance and sward structure. *Rangeland Ecology & Management*, 69(1), 59-67.
<https://doi.org/10.1016/j.rama.2015.10.002>
- Do Carmo, M. (2013). *Efecto de la oferta de forraje y genotipo vacuno sobre la productividad de la cría vacuna en campos de Uruguay* [Tesis de maestría]. Universidad de la República.
- Do Carmo, M., Claramunt, M., Carriquiry, M., & Soca, P. (2016). Animal energetics in extensive grazing systems: Rationality and results of research models to improve energy efficiency of beef cow-calf grazing Campos systems. *Journal of Animal Science*, 94(suppl. 6), 84-92.
<https://doi.org/10.2527/jas.2016-0596>
- Do Carmo, M., Genro, T., Cibilis, A., & Soca, P. (2021). Herbage mass and allowance and animal genotype affect daily herbage intake, productivity,

- and efficiency of beef cows grazing native subtropical grassland. *Journal of Animal Science*, 99(10), 1-9. <https://doi.org/10.1093/jas/skab279>
- Do Carmo, M., Sollenberger, L., Carriquiry, M., & Soca, P. (2018). Controlling herbage allowance and selection of cow genotype improve cow-calf productivity in Campos grasslands. *The Professional Animal Scientist*, 34(1), 32-41. <https://doi.org/10.15232/pas.2016-01600>
- Dogliotti, S., Piñeiro, G., Soca, P., Paparamborda, I., Scarlato, S., Gestido, V., Risso, S., Figueroa, V., Torres, L., Piñeiro, J. M., Abrigo, M., Aguerre, V., Ruggia, A., Barros, I., Gari, C., Gutiérrez, R., Martinelli, M., Mejides, F., Núñez, L., ... Sánchez, A. (2020). *Entregable 10: Resultados del diagnóstico de línea de base*. MGAP; FAO; GEF; INIA; Facultad de Agronomía.
- Durán, A. (1976). *Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay* [Mapa]. MAP. https://descargas.mgap.gub.uy/DGRN/Comunicaciones/1619_carta_de_reconocimiento_de_suelos_del_uruguay_1.1.000.000_imprimir_a0_0.pdf
- Espasandín, A., Do Carmo, M., López-Mazz, C., Cal, V., Cáceres, O., Bentancur, D., Carriquiry, M., & Soca, P. (2013). Modificaciones en la oferta de forraje de campo natural y del grupo genético de vacas en busca de eficiencia en la cría vacuna. En P. Soca, A. Espasandín, & M. Carriquiry (Eds.), *Efecto de la oferta de forraje y grupo genético de las vacas sobre la productividad y sostenibilidad de la cría vacuna en campo natural* (pp. 55-64). INIA.
- Gonçalves, E. (2007). *Comportamento ingestivo de bovinos e ovinos em pastagem natural da depressão central do Rio Grande do Sul* [Disertación doctoral]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Gorga, L., & Mila, F. (2022). Cadena de la carne vacuna: Situación y perspectivas. En Oficina de Programación y Política Agropecuaria (Ed.), *Anuario OPYPA 2022* (pp. 33-61). MGAP.
- Gutiérrez, V., Espasandín, A. C., Machado, P., Astessiano, A. L., Casal, A., López-Mazz, C., & Carriquiry, M. (2013). Nutrición del ternero durante la etapa fetal y el primer año de vida en sistemas de pastoreo: Impacto en el crecimiento, composición corporal y características del tejido muscular.

- En M. Carriquiry (Ed.), *Metabolismo de la vaca de carne y su cría en pastoreo en campo nativo: Un enfoque endocrino-molecular* (pp. 53-60). INIA.
- Guzmán, F. (2018). *Efecto del diámetro del folículo preovulatorio en el momento de la IATF y de la expresión de estro sobre la tasa de preñez en vacas nelore con cría al pie* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Córdoba.
- Haydock, K., & Shaw, N. (1975). Correction: The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 15(76), 663-670.
- Heitschmidt, R. K., & Taylor, C. A., Jr. (1991). Livestock production. En R. K. Heitschmidt & J. W. Stuth (Eds.), *Grazing management: An ecological perspective* (pp. 161-177). Timber.
- Hess, B., Lake, S. L., Scholljegerdes, E. J., Weston, T. R., Nayigihugu, V., Molle, J. D. C., & Moss, G. E. (2005). Nutritional controls of beef cow reproduction. *Journal of Animal Science*, 83, 90-106.
- Hodgson, J. (1990). *Grazing management: Science into practice*. Longman.
- Instituto Uruguayo de Meteorología. (s.f.). *Tablas estadísticas*.
<https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas/tablas-estadisticas>
- Jenkins, T. G., & Ferrel, 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.
- Laporta, J., Astessiano, A. L., López-Mazz, C., Soca, P., Espassandin, A. C., & Carriquiry, M. (2013). Efecto de la asignación de forraje de campo nativo en vacas de carne de diferente grupo genético: I. Perfiles endocrinos y expresión hepática de genes del eje somatotrófico. En M. Carriquiry (Ed.), *Metabolismo de la vaca de carne y su cría en pastoreo en campo nativo: Un enfoque endocrino-molecular* (pp. 17-26). INIA.
- Martínez, M. F., Adams, G. P., Bergfelt, D. R., Kastelic, J. P., & Mapletoft, R. J. (1999). Effect of LH or GnRH on the dominant follicle of the first

follicular wave in beef heifers. *Animal Reproduction Science*, 57(1-2), 23-33.

Mezzalana, J. C., De Faccio Carvalho, P. C., Fonseca, L., Bremm, C., Cangiano, C., Gonda, H. L., & Laca, E. A. (2014). Behaviour mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. *Applied Animal Behaviour Science*, 153, 1-9.

Modernel, P., Picasso, V., Do Carmo, M., Rossing, W. A. H., Corbeels, M., Soca, P., & Tittonell, P. (2019). Grazing management for more resilient mixed livestock farming systems on native grasslands of southern South America. *Grass and Forage Science*, 74(4), 636-649.

<https://doi.org/10.1111/gfs.12445>

Moojen, E., & Maraschin, G. (2002). Potential production of a southern Brazil rangeland submitted to forage in offer levels. *Ciência Rural*, 32(1), 127-132.

Morris, C. A., Baker, R. L., Johnson, D. L., Carter, A. H., & Hunter, J. C. (1987). Reciprocal crossbreeding of Angus and Hereford cattle 3: Cow weight, reproduction, maternal performance, and lifetime production. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 30(4), 453-467.

<https://doi.org/10.1080/00288233.1987.10417957>

Mott, G. O., & Lucas, H. L. (1952). The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. En R. E. Wagner, W. M. Myers, S. H. Gaines, & H. L. Lucas (Eds.), *Proceedings of 6th International Grassland Congress* (Vol. 2, pp. 1380-1395). Pennsylvania State College.

Neves, F. P., Carvalho, C., Nabinger, C., Carassai, I., Teixeira, D., & Velasquez, G. (2009). Caracterização da estrutura da vegetação numa pastagem natural do Bioma Pampa submetida a diferentes estratégias de manejo da oferta de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(9), 1685-1694.

Orcasberro, R. (1997). Estado corporal, control del amamantamiento y performance reproductiva de rodeos de cría. En M. Carámbula, D. Vaz Martins, & E. Indarte (Eds.), *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva* (pp. 158-168). INIA.

- Pereira, G., & Soca, P. (1999). Aspectos relevantes de la cría vacuna en Uruguay. En *Foro: Organización de la Cría Vacuna*. Instituto Plan Agropecuario. <https://planagropecuario.org.uy/publicaciones/libros/forocria.htm>
- Quintans, G., Banchemo, G., Carriquiry, M., López, C., & Baldi, F. (2010). Effect of body condition and suckling restriction with and without presence of the calf on cow and calf performance. *Animal Production Science*, 50(10), 931-938. <https://doi.org/10.1071/AN10021>
- Quintans, G., Vázquez, A. I., & Weigel, K. A. (2009) Effect of suckling restriction with nose plates and premature weaning on postpartum anestrus interval in primiparous cows under range conditions. *Animal Reproduction Science*, 116(1-2), 10-18. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.12.007>
- Short, R., Bellows, R., Staigmiller, R., Berardinelli, J., & Custer, E. (1990). Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*, 68(3), 799-816.
- Soares, A., Carvalho, P. C. F., Nabinger, C., Semmelmann, C., Da Trindade, J. K., Guerra, E., Stella de Freitas, T., Pinto, C. E., Fontoura, J. A., & Frizzo, A. (2005). Produção animal e de forragem em pastagem nativa submetida a distintas ofertas de forragem. *Ciência Rural*, 35(5), 1148-1154. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000500025>
- Soca, P., Carriquiry, M., Keisler, D. H., Claramunt, M., Do Carmo, M., Olivera Muzante, J., Rodríguez, M., & Meikle, A. (2013). Reproductive and productive responses to suckling-restriction treatments and flushing in primiparous grazing beef cows. *Animal Production Science*, 53(4), 283-291.
- Soca, P., Do Carmo, M., & Claramunt, M. (2007). Sistemas de cría vacuna en ganadería pastoril sobre campo nativo sin subsidios: Propuesta tecnológica para estabilizar la producción de terneros con intervenciones de bajo costo y de fácil implementación. *Avances en Producción Animal*, 32(1-2), 3-26.
- Soca, P., Espasandín, A., & Carriquiry, M. (2013). *Efecto de la oferta de forraje y grupo genético de las vacas sobre la productividad y sostenibilidad de la cría vacuna en campo natural*. INIA.

- 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 *Jornada de Producción Animal: Evaluación física y económica de alternativas tecnológicas en predios ganaderos* (pp. 54-56). Universidad de la República.
- Soca, P., Ruggia, A., Canavelli, S., & Tiftonell, P. (2020). *Plataforma de innovación para la sustentabilidad de sistemas ganaderos familiares en Uruguay y Argentina*. FONTAGRO.
- Sollenberger, L. E., Moore, J. E., Allen, V. G., & Pedreira, C. G. S. (2005). Reporting forage allowance in grazing experiments. *Crop Science*, 45(3), 896-900. <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.0216>
- Vasconcelos, J. L. M., Sartori, R., Oliveira, H. N., Guenther, J. G., & Wiltbank, M. C. (2001). Reduction in size of the ovulatory follicle reduces subsequent luteal size and pregnancy rate. *Theriogenology*, 56(2), 307-314.
- Viñoles, C., Veloz, L., Trobo, M. A., García-Pintos, C., Carriquiry, M. (2010). Effect of flushing and temporary calf removal on follicle development in primiparous Hereford cows. En *Reproduction in domestic ruminants VII: 8th International Ruminant Reproduction Symposium* (p. 98). Nottingham University Press.
- Vizcarra, J. A., Ibañez, W., & Orcasberro, R. (1986). Repetibilidad y reproducibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal de vacas Hereford. *Investigaciones Agronómicas*, 7(1), 45-47.
- Williams, G. L. (1990). Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: A review. *Journal of Animal Science*, 68(3), 831-852.