

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**EVOLUCIÓN DE PESO DE VAQUILLONAS HIJAS DE VACAS CRUZA Y
PURAS SOMETIDAS A NIVELES DE OFERTA DE FORRAJE EN GESTACIÓN Y
LACTANCIA**

por

Fabrizio TERRA DOS SANTOS

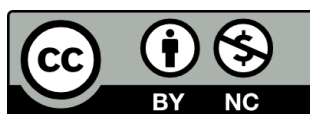
**Trabajo final de grado
presentado como uno de los
requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

MONTEVIDEO

URUGUAY

2025

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



PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director:

Ing. Agr. (Dr.) Martín Claramunt

Tribunal:

Ing. Agr. (Dr.) Martín Claramunt

Ing. Agr. (Mag.) Andrea Larracharte

Ing. Agr. (Mag.) Martín Do Carmo

Fecha:

12 de diciembre de 2025

Estudiante:

Fabrizio Terra Dos Santos

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por el apoyo incondicional todo este tiempo, durante toda la carrera siendo el sostén para lograr los objetivos correspondientes.

Especialmente a Martin Claramunt, tutor de la tesis el cual siempre estuvo a disposición para poder lograr culminar dicho trabajo final de grado de manera satisfactoria y así lograr los resultados.

A su vez, a todo el personal de E.E.B.R. los cuales compartimos muchos momentos durante el proceso.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS	4
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	7
RESUMEN.....	8
ABSTRACT	10
1 INTRODUCCIÓN.....	11
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 IMPORTANCIA DE LA RECRÍA Y SITUACIÓN EN URUGUAY.....	13
2.2 CRECIMIENTO Y DESARROLLO.....	16
2.2.1 INFLUENCIA DE LA NUTRICIÓN Y EL GENOTIPO MATERNO DURANTE LA CRÍA Y SU EFECTO EN EL CRECIMIENTO DURANTE LA RECRÍA	17
2.2.2 FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO POST-DESTETE.....	18
2.2.3 CRECIMIENTO COMPENSATORIO	19
2.2.4 ESTUDIOS NACIONALES SOBRE EL EFECTO DE LA OFERTA DE FORRAJE EN VACAS DE CRÍA SOBRE PESO DEL TERNERO DURANTE LA CRÍA Y LA RECRÍA	21
2.3 TECNOLOGÍAS DESARROLLADAS EN URUGUAY PARA MEJORAR LAS GANANCIAS DE PESO DURANTE LA RECRÍA	22
2.4 OBJETIVO.....	24
2.5 HIPÓTESIS.....	24
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1 LOCALIZACIÓN, PERÍODO EXPERIMENTAL, SUELOS Y CONDICIONES METEOROLÓGICAS.....	25
3.2 ANIMALES Y DISEÑO EXPERIMENTAL	26
3.3 PASTURAS.....	27
3.4 REGISTRO Y MEDICIONES	28
3.4.1 EN LA PASTURA	28
3.4.2 ANIMAL.....	28
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	28

4	RESULTADOS	30
4.1	PESO VIVO	30
4.2	GANANCIAS.....	32
5	DISCUSIÓN.....	35
6	CONCLUSIONES	38
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla No.	Página
Tabla 1 Número de animales en función de cada tratamiento durante todo el año.....	26
Tabla 2 Asignación de potreros y forrajes según masa, altura, oferta forrajera y carga animal	27
Tabla 3 Efecto Oferta, Mes, Genotipo en vacas sobre la evolución de peso vivo de su descendencia	30
Tabla 4 Efecto de Oferta, Mes, Genotipo en vacas sobre las ganancias de peso de su descendencia	32
Figura No.	Página
Figura 1 Precipitaciones mensuales para el año 2022 y para el periodo 1991 – 2020.....	25
Figura 2 Peso vivo de vaquillonas según oferta forrajera entre destete y año.....	31
Figura 3 Peso Vivo de vaquillonas hijas de vacas Puras y Cruzas desde el destete al año	31
Figura 4 Interacción Oferta - Fecha sobre las ganancias individuales de las vaquillonas desde el destete al año	33
Figura 5 Interacción Genotipo - Fecha sobre las ganancias individuales de las vaquillonas desde el destete al año	33

RESUMEN

El objetivo de este experimento fue estudiar cómo la OF alta y baja (8 y 6 kg M.S./ kg P.V.) durante la cría y el cruzamiento en la madre afectaron la evolución de PV de vaquillonas durante la recría. El experimento se realizó en la Estación Experimental Bernardo Rosengurt de la Facultad de Agronomía entre mayo y noviembre de 2022. Se utilizaron 30 vaquillonas que provenían de un experimento en que sus madres fueron sometidas a un diseño factorial de tratamientos de Alta y Baja OF (8 y 6 kg M.S. / kg P.V. respectivamente) y grupo genético de las vacas (Angus, Hereford, Angus x Hereford y Hereford x Angus); nacidas en la primavera del año 2021 (fecha promedio de nacimiento 13-09-2021 $\pm$ 93 días). Las madres de las vaquillonas eran de diferente categoría (múltiparas, primíparas, vaquillonas). El diseño experimental empleado fue un diseño completamente al azar, donde la unidad experimental era cada animal. La fecha promedio de destete fue 25/02/2022 $\pm$ 8 días, con un peso promedio de 196 $\pm$ 12 kg. El PV de los animales se midió mensualmente desde el comienzo del experimento hasta la finalización del mismo (Marzo – Noviembre). Los valores de OF fueron diferentes en función de la estación del año y la OF promedio anual fue de 1,7 %. El PV de las vaquillonas fue afectado por el Mes, mientras que no fue afectado ni por la OF, ni el genotipo, ni las interacciones OF x Mes y Genotipo x Mes. En el mes de Mayo, el peso fue 207 $\pm$ 8 kg, en dicho periodo (Mayo - Junio), la evolución de PV tuvo un periodo de estabilidad ($P > 0,05$), mientras que en julio el PV comienza a aumentar pero no difiere estadísticamente de Junio, alcanzando un PV de 221 $\pm$ 8 kg. De Agosto hasta Noviembre, la evolución de peso de las vaquillonas aumenta ($P < 0,05$), logrando un PV de 279 $\pm$ 8 kg en el mes de Noviembre. Las ganancias de peso de las vaquillonas tendieron a ser afectadas por el efecto Mes, mientras que no fueron afectadas por la OF, ni el Genotipo, ni la interacción Genotipo x Mes y OF x Mes. En el mes de Mayo, las vaquillonas obtuvieron una ganancia promedio diaria de 0,150 $\pm$ 0,07 kg/día. En el mes de Junio, las vaquillonas obtuvieron pérdidas de peso diarias de - 0,174 $\pm$ 0,07 kg. En los meses de Julio a Noviembre, experimentaron ganancias de peso, donde las mayores ganancias diarias se dieron en los meses de Julio, Agosto y Noviembre siendo de 0,64 $\pm$ 0,07 kg, 0,62 $\pm$ 0,08 kg y 0,53 $\pm$ 0,07 kg respectivamente ($P < 0,05$). En los meses de Setiembre y Octubre, existe una disminución en las ganancias diarias con respecto a los meses anteriores de Julio y Agosto ($P < 0,05$), donde

los niveles más bajos de ganancias se evidencian en el mes de Setiembre siendo de $0,23 \pm 0,08$ kg, mientras que en Octubre $0,34 \pm 0,07$ kg.

Palabras clave: vaquillonas, alta oferta de forraje, baja oferta de forraje, vacas

ABSTRACT

The objective was to study how high and low OF during breeding and crossing in the mother affected the evolution of PV of heifers during breeding. The experiment was carried out at the Bernardo Rosengurtt Experimental Station between May and November 2022. 30 heifers from an experiment in which their mothers were subjected to a factorial design of treatments of High and Low OF (8 and 6 kg M.S. / kg P.V. respectively) and genetic group of the cows (Angus, Hereford, AA x HH and HH x AA); born in the spring of 2021 (average birth date 13-09-2021 $\pm$ 93 days). The experimental design employed was a completely random design, where the experimental unit was each animal. The average weaning date was 25/02/2022 $\pm$ 8 days, with an average weight of 196 $\pm$ 12 kg. The PV of the animals was measured monthly from the beginning of the experiment until the end of it (March - November). The OF values were different depending on the season and the average annual OF was 1.7%. The PV of heifers was affected by the month, while it was not affected by the OF, genotype or interactions OF x Month and Genotype x Month. In the month of May, the weight was 207 $\pm$ 8 kg, in that period (May - June), the evolution of PV had a period of stability ($P > 0.05$), while in July the PV begins to increase but does not differ statistically from June, reaching a PV of 221 $\pm$ 8 kg. From August to November, the evolution of cow weight increases ($P < 0.05$), achieving a PV of 279 $\pm$ 8 kg in November. The weight gains of heifers tended to be affected by the Month effect, while they were not affected by OF, neither the Genotype, nor the Genotype x Month and OF x Month interaction. In the month of May, the heifers obtained an average daily gain of 0.150 $\pm$ 0.07 kg/day. In the month of June, the heifers obtained daily weight losses of - 0.174 $\pm$ 0.07 kg. In the months of July to November, they experienced weight gains, where the highest daily gains were in the months of July, August and November being of 0.64 $\pm$ 0.07 kg, 0.62 $\pm$ 0.08 kg and 0.53 $\pm$ 0.07 kg respectively ($P < 0.05$). In the months of September and October, there is a decrease in daily earnings compared to the previous months of July and August ($P < 0.05$), where the lowest levels of earnings are evident in the month of September being 0.23 $\pm$ 0.08 kg, while in October 0.34 $\pm$ 0.07 kg.

Keywords: heifer, high forage supply, low forage supply, cattle

1 INTRODUCCIÓN

La recría es un proceso esencial dentro del ciclo de producción de carne, incidiendo sobre indicadores productivos decisivos como la edad a la pubertad, edad al primer parto y a faena, por lo que afecta la productividad de por vida de la vaca y la eficiencia en el uso del alimento (Dickerson, 1978; Lesmeister et al., 1973).

La recría en el Uruguay, se caracteriza por bajas tasas de ganancias de peso promedio al año, que conjuntamente con la pobre nutrición en la etapa de cría, conlleva a que un gran porcentaje de las vaquillonas de reemplazo tengan su primera preñez a los 36 meses (Oficina de Programación y Política Agropecuaria, 2018). Estudios de simulación en predios criadores de la región demuestran que una baja ganancia de peso en la recría, por su efecto sobre la edad al primer parto, está asociada a menor producción de carne por hectárea (Beretta et al., 2001, 2002; Lampert et al., 2020) y a mayores emisiones de metano (Caram et al., 2022), por lo que una mejora en la recría contribuiría a mejorar los niveles de producción a escala predial y cumplir con los compromisos del país en atenuación al cambio climático.

El bajo peso vivo (PV) de la recría a nivel nacional está asociado a una pobre gestión de la intensidad de pastoreo en los sistemas de producción criadores que afecta la producción de forraje, el consumo de forraje y la eficiencia de uso (Soca et al., 2020). Se ha postulado que mediante la implementación de principios de intensificación ecológica es posible reducir la edad al primer entore a 24 meses, logrando una mayor eficiencia de producción (Caram et al., 2022; Do Carmo et al., 2019; Ruggia et al., 2021). Una vía de intensificación ecológica ha sido la gestión de la OF en la etapa de cría que mejora el peso del ternero al destete (Claramunt, 2015; Do Carmo et al., 2018) y tiene un efecto acarreado sobre la fase de recría (Guggeri et al., 2014; Gutiérrez et al., 2013; San Julián et al., 2015). Estudios nacionales demostraron que el peso del ternero al destete es mayor en vacas que en gestación y lactancia estuvieron en niveles de OF promedio anual de 5 kg MS/kg PV comparado con 3 kg MS/kg PV (Claramunt, 2015; Do Carmo et al., 2018; Gutiérrez et al., 2013). Estas mejoras en los niveles de oferta de forraje (OF) en la etapa de gestación y lactancia tienen un efecto también a largo plazo ya que las diferencias en peso alcanzadas al destete se mantienen aún hasta el año de vida (Gutiérrez et al., 2013; San Julián et al., 2015).

El uso de vacas cruza sobre la performance de los terneros en la etapa de cría y posteriormente etapa de recría también ha sido considerado en estrategias de intensificación ecológica de la ganadería. Do Carmo et al. (2018) evaluó el efecto del cruzamiento concluyendo que la utilización de vacas cruza F1 entre Angus y Hereford permite obtener terneros con mayor ganancias medias diarias y mayores pesos al destete en relación a madres Hereford y Angus puras. A su vez, Gutiérrez et al. (2013) evaluó el efecto del cruzamiento donde los terneros cruza sometidos a bajas OF (2.5 kg MS/kg PV) logran los mismos pesos que terneros sometidos a altas ofertas de forraje (4 kg MS/kg PV) y esta respuesta se da posterior al nacimiento hasta los 380 días de edad, existiendo un efecto de la vaca cruza en el peso de los terneros tanto en la etapa de cría como también en la etapa de recría.

Estudios posteriores Soca et al. (2020) y Gómez (2022) estudiaron mayores niveles de OF (8 vs 5 kg MS/ kg PV) durante la etapa de cría que los estudios antes mencionados. El peso del ternero al destete no difirió entre OF pero no se realizaron estudios sobre el efecto residual del efecto de la OF sobre la etapa de recría. Por otro lado, tampoco encontramos estudios del efecto de estos mayores niveles de OF en vacas puras Angus y Hereford comparado con madres F1.

El presente estudio contribuirá a entender y cuantificar el efecto de la OF durante la cría y el grupo genético de las madres sobre la etapa de recría, para contribuir a orientar el manejo del pastoreo del pastizal en base a un control espacio-temporal de la intensidad de pastoreo basado en decisiones estratégicas para promover la intensificación ecológica de la ganadería (Soca et al., 2020).

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTANCIA DE LA RECRÍA Y SITUACIÓN EN URUGUAY

El período de recría en las hembras bovinas es considerado la etapa de crecimiento y desarrollo desde el destete hasta el momento de entore (Brito et al., 2005). Dentro del proceso biológico global de producción de carne, un 28 % del gasto de energía corresponde al crecimiento de hembras de reemplazo, por lo que una buena gestión de esta etapa es relevante en la eficiencia de los sistemas de producción criadores (Dickerson, 1978). Según el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP, 2022) en la declaración jurada anual de existencias, del total de las existencias de vacunos a nivel nacional, la categoría de recría corresponde al 14% del rodeo nacional. La categoría de recría se divide en dos sub-categorías, vaquillonas de 1 – 2 años y vaquillonas de más de 2 años sin entorar que representan un 73 y 27 % del total de vaquillonas respectivamente (MGAP, 2022). El hecho de que con una adecuada nutrición es posible entorar las vaquillonas a los 15 o 24 meses de edad, el % de vaquillonas de más de dos años sin entorar registrado a nivel nacional muestra una pérdida potencial de producción y eficiencia de uso de los recursos de los sistemas de producción (Beretta et al., 2001; Caram et al., 2022).

Una primera etapa de intensificación de la recría a nivel nacional sería reducir el número de vaquillonas de más de 2 años sin entorar. Beretta et al. (2001) estudiaron mediante simulación el impacto que tiene la edad al primer parto de 4, 3 y 2 años, llegando a la conclusión de que con una reducción de 4 a 3 años, se espera un aumento de la producción de carne por hectárea de 52 a 73 kg, si el % de preñez es de 80%. Investigaciones más recientes en sistemas de producción, registran que mediante la implementación de principios de intensificación ecológica sobre Campo natural, como son la gestión de la intensidad de pastoreo de las vacas y prácticas de manejo del rodeo de cría, es posible reducir la edad de primer entore a 2 años, que estuvo asociado a un incremento en la producción de carne e ingreso económico (Caram et al., 2022; Do Carmo et al., 2019; Ruggia et al., 2021).

Preñeces tardías en el entore durante el primer servicio en vaquillonas, pueden constituir una disminución en los niveles de producción en la vida productiva como vaca de cría. Cuando las vaquillonas quedan preñadas tardes, paren tarde y por lo tanto tienen menos

tiempo de recuperación del anestro post – parto, lo que contribuye a explicar el menor porcentaje de preñez de vacas primíparas a nivel nacional (61 vs 72%) (Oficina de Estadísticas Agropecuarias [DIEA], 2011). Lesmeister et al. (1973) y García Paloma et al. (1992) demuestran que vaquillonas que se preñan temprano en la estación reproductiva, definido como los primeros 21 días de la estación de servicio, generan más kg de ternero destetado expresado en una mayor productividad a lo largo de su vida. Al igual que los autores anteriores, Funston et al. (2012) afirman que esas mayores productividades obtenidas en vaquillonas que se preñan temprano se deben en gran parte a que destetan un ternero más pesado, siendo 13 kg más pesados al destete en relación a aquellas vaquillonas que se preñan más tarde. Cushman et al. (2013) afirma que el tener vaquillonas pariendo temprano en su primer parto aumentaría su retención en el rodeo. En función de esto, otras investigaciones como Damiran et al. (2018), evalúan el porcentaje de retención de las vaquillonas que paren temprano vs las que paren tarde, concluyendo que las vaquillonas que paren antes (primeros 21 días) presentan mayor porcentaje de retención (18.3% y 24.1%), demostrando como aquellas vaquillonas que paren temprano permanecen más tiempo en el rodeo.

En la actualidad, mejoras en productividad en la ganadería deben ir acompañadas de la mitigación de los impactos ambientales negativos que esta genera. A partir de esto es que surge el concepto de intensificación ecológica, donde Caram et al. (2022) lo define para la ganadería como el aumento de la producción a bajo costo y reduciendo el impacto ambiental, alcanzado a través de las prácticas de manejo del rodeo de cría y gestión espacio temporal de la intensidad de pastoreo del campo natural. En función de esto, Caram et al. (2022) demuestran como el reducir la edad al primer parto de 3 a 2 años, asociado con una mejora en el manejo de la asignación de forraje y la estructura de la pastura, permiten lograr mejoras en la productividad de los sistemas ganaderos acompañado de reducciones en las emisiones de metano medida a escala nacional (-15%), que contribuirían a cumplir con los compromisos asumidos por el país de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (United Nations Environment Programme [UNEP], 2021).

El PV se ha identificado como la variable que permite tomar decisiones en la etapa de recría, ya que el PV al servicio ha sido el mejor indicador de la capacidad de preñarse, preñarse temprano y a su vez criar un ternero (Quintans & Vázquez, 2002). Se ha identificado

que las terneras deben alcanzar entre el 65 al 70% de su PV adulto para empezar a ciclar. Investigaciones de la década del sesenta ubicaron dicho peso en torno de los 270 kg para la raza Hereford (Pittaluga et al., 1968), sin embargo dicho peso ha sido actualizado hace dos décadas en el entorno de 300 – 310 kg por el aumento en el peso adulto (Quintans & Vázquez, 2002).

El PV de la vaquillona durante la recría está influenciado por el peso al destete y el manejo nutricional durante la recría (Quintans et al., 1993). A nivel de predios en Uruguay, se registran pesos al destete de terneros en torno a 148 kg (Dogliotti et al., 2022), valores por debajo de los valores alcanzables, e implican una necesidad de crecimiento mayor en la etapa de recría para alcanzar los pesos objetivos al servicio. Además, un menor crecimiento en la etapa pre y postnatal temprana puede tener consecuencias en el crecimiento a largo plazo (Guggeri et al., 2014, 2018; Gutiérrez et al., 2013; San Julián et al., 2015). El bajo peso al destete a nivel nacional está asociado a una pobre gestión de la intensidad de pastoreo en los sistemas de producción criadores, afectando el consumo de forraje durante la gestación y lactancia, y determinando una menor producción de leche por parte de la madre y consumo de forraje por parte del ternero (Claramunt, 2015; Do Carmo et al., 2018; Gutiérrez et al., 2013).

Luego del destete, investigaciones realizadas por Pigurina et al. (1998) obtuvieron registros de ganancias medias diarias de PV (GMD) sobre campo natural de basalto, donde en Otoño se registran GMD promedio de 0,18 kg/animal/día, con gran variabilidad entre años. En invierno se registraron pérdidas de 0,15 kg/animal/día producto de una baja masa de forraje y de menor tasa de crecimiento de la pastura a pesar de su buena calidad. Durante la Primavera se registran las GMD (0,60-1,20 kg/animal/día) explicado por una alta tasa de crecimiento de la pastura y buen valor nutritivo, mientras que en Verano, las GMD varían de 0,12 y 0,65 kg/animal/día producto de una tasa de crecimiento de la pastura muy variable, dependiente de las precipitaciones (Pigurina et al., 1998).

En la región noreste del país, las mayores tasas de crecimiento de las pasturas naturales ocurren en verano (Ayala et al., 1993), siendo el invierno la estación más crítica desde el punto de vista de cantidad de forraje. Como consecuencia, en este período se

producen pérdidas de PV de hasta 0.1 kg/animal/día en terneras y de hasta 0.2 kg/a/día en vaquillonas de sobreño (Quintans et al., 1993).

Carvalho De Faccio et al. (2017) estudió las GMD sobre campo natural en las diferentes estaciones del año en bovinos de recría. En niveles de baja OF (4 kg MS/100 kg PV/días) que podrían representar las condiciones de manejo tradicionales de la ganadería nacional (Ruggia et al., 2021), se registran pérdidas de peso de 0,15 kg/animal/día para Otoño e Invierno, en la Primavera las GMD se ven limitadas a 0,17 kg/animal/día y en el Verano las GMD son de 0,15 kg/animal/día. En niveles de altas OF (8-12-16 kg MS/100 kg PV/días) las pérdidas de peso otoñales e invernales son minimizadas producto que la altura y la masa de forraje no son limitantes para el consumo animal, en la Primavera se obtienen GMD que oscilan entre los 0,4 a 0,5 kg/animal/día y en el Verano las GMD varían entre 0,28 - 0,38 kg/animal/día (Carvalho De Faccio et al., 2017).

2.2 CRECIMIENTO Y DESARROLLO

El crecimiento y el desarrollo son procesos esenciales en la vida de un animal. La importancia de estos procesos fisiológicos es muy relevante en la práctica, ya que todo tipo de producción animal depende de dichos procesos y determinan gran parte la eficiencia del proceso productivo global (Bavera et al., 2005). Hammond (1960) define al crecimiento como el aumento de peso de los animales desde su nacimiento hasta su estabilización en la edad adulta, y por desarrollo a las modificaciones que en la medida que avanza la edad experimentan cambios tanto en la conformación y composición química como también modificaciones corporales y fisiológicas. El crecimiento corporal se ve afectado por factores genéticos de los animales como también por la alimentación de los mismos, por eso se lo califica como un proceso altamente complejo. El factor genético aporta la información hereditaria de la especie, mientras que la alimentación aporta los nutrientes requeridos (A. Diaz, comunicación personal, s.f.)

Dentro del aumento de masa corporal de un animal, cada fase ocurre con tasas de crecimiento diferentes, en una secuencia temporal (Posada et al., 2011). En la fase prenatal, la cual se considera muy importante, el crecimiento se da de forma exponencial (A. Diaz, comunicación personal, s.f.). En la etapa postnatal, la primera fase de crecimiento se da de

forma rápida y sigue una aceleración, mientras que en la segunda fase de crecimiento a partir de un punto de inflexión (pubertad) la velocidad de crecimiento comienza a disminuir (Ayala Vargas, 2018). El crecimiento está regulado de forma endocrina mediante el eje hipotalámico-hipofisario a través de la hormona del crecimiento (GH) en interacción con otras hormonas y factores genéticos, nutricionales y medioambientales (A. Diaz, comunicación personal, s.f.). En etapa tempranas el crecimiento óseo, muscular y la tasa de deposición de grasa, se ven claramente afectados por componentes nutricionales, siendo esto muy importante en la regulación endocrina (Hall et al., 1995; Hopper et al., 1993).

2.2.1 INFLUENCIA DE LA NUTRICIÓN Y EL GENOTIPO MATERNO DURANTE LA CRÍA

La nutrición durante el período prenatal como el postnatal temprano puede alterar el crecimiento, la composición corporal y la función metabólica en el mediano plazo de las crías del ganado bovino (Funston et al., 2012; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2021; Wu et al., 2006). La desnutrición materna durante la gestación puede alterar el crecimiento y el desarrollo del feto modificando el sustrato fetal a través de la placenta (Funston et al., 2010), afectando así el peso al nacer y su posterior crecimiento (Greenwood & Cafe, 2007; Holland & Odde, 1992). La ganancia diaria de peso también estará determinada por el potencial genético de cada animal, siempre y cuando la nutrición no sea un factor limitante (Gregory & Cundiff, 1980). El genotipo de la madre y la interacción genotipo materno-fetal también afectan el crecimiento, la vascularización y función de la placenta, impactando así en el crecimiento de la descendencia (Ferrel, 1991; Funston et al., 2010; Greenwood & Cafe, 2007).

El crecimiento postnatal es influenciado por la cantidad y calidad de la leche producida por las madres (Jenkins & Ferrell, 1992). La producción de leche se ve modificada, entre otros factores, por la nutrición durante la gestación y la lactancia (Jenkins & Ferrell, 1992; Quintans et al., 2010). El aumento de la nutrición antes del parto (Quintans et al., 2010), como después del parto (Astessiano et al., 2011), aumentan la producción de leche, la producción de energía de la leche y la GMD de los terneros en vacas de carne en pastizales. La producción de leche es más importante sobre la GMD en los primeros tres meses de vida,

ya que a partir del cuarto mes el aporte nutritivo de la leche es una proporción baja en relación al total de la dieta (Rovira, 1996).

A nivel nacional se ha identificado que la heterosis alcanzada mediante cruzamientos permite mejorar el peso de los terneros al destete (Espasandin et al., 2006). Notter (1987) afirma que en las poblaciones cruzas la heterosis es el promedio de las aportaciones de una serie de combinaciones genéticas tanto paternas como maternas. Por lo tanto, un individuo cruzado portará: un efecto genético aditivo de cada raza, efectos directos de la heterosis, efectos directos de la recombinación, efectos maternos de la madre pura o cruce y efectos paternos del padre puro o cruce. A nivel de la madre, la genética que transmite a la descendencia, es un factor que también afecta la producción y la composición de la leche (Brown & Lalman, 2010; Freetly & Cundiff, 1998; Jenkins & Ferrell, 1992; Notter et al., 1978). Notter et al. (1978) informaron que las madres cruzas F1 de Angus x Hereford producían más leche que las madres puras Angus o Hereford. Espasandin et al. (2006) a nivel nacional, también encontró mayor producción de leche en vacas cruce en relación a las madres puras.

Gutiérrez et al. (2013) analizaron el efecto de la OF sobre la producción de leche de las vacas, donde en el tratamiento de Alta OF (4 kg MS/ kg PV) la producción de leche era mayor en relación al tratamiento de Baja OF (2 kg MS/ kg PV). Al igual que estudios anteriores las vacas cruzas presentaron mayor producción de leche que las puras, e incluso la producción de leche de vacas cruzas sometidas a Bajas OF era similar que las vacas sometidas a Alta OF. El tratamiento de vacas puras sometidas a Bajas OF fue el que generó menor producción de leche.

2.2.2 FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO POST-DESTETE

Diversos factores afectan al crecimiento durante la recría, como lo son el genotipo del animal, sanidad, manejo, ambiente, alimentación, entre otros; generando así variaciones en los procesos durante la vida del animal (Bavera et al., 2005). Los factores de mayor influencia en la etapa de recría son la genética, la alimentación y el peso al destete. Berg y Butterfield (1978) afirman que existen influencias genéticas sobre el crecimiento relativo de los tejidos. Las diferencias genéticas pueden existir tanto al comienzo del engrasamiento, en relación al peso o tamaño del animal, como en la velocidad de engrasamiento (Mukhoty &

Berg, 1971). Long (1980) establece que el potencial genético del ganado determina la composición de sus carcasas a cualquier peso, independientemente de si alcanzaron ese peso en un corto o largo período de tiempo.

En cuanto a la nutrición, el factor que más afecta el crecimiento en cualquier especie animal, es la satisfacción de sus necesidades metabólico-fisiológicas según el tipo de dieta que consume. La alimentación, en cantidad y en calidad, será un factor estimulador o inhibidor del crecimiento. Berg y Butterfield (1978) manifiestan claramente lo que sucedería en el animal ante diferentes planes de alimentación. Frente a un plano de nutrición bajo, músculos y huesos reciben los nutrientes necesarios para su crecimiento, pero no habría un movimiento del exceso de los mismos hacia los depósitos de grasa, haciendo que la velocidad de crecimiento disminuya y por ende no se alcance el máximo nivel en la musculatura. Frente a un plano de nutrición alto se produciría un sobrante de energía que se traduciría en una deposición de grasa por haber quedado satisfecho los demás requerimientos, alcanzando la velocidad de crecimiento un nivel máximo en la musculatura y por lo tanto el límite lo pondría la genética.

2.2.3 CRECIMIENTO COMPENSATORIO

El crecimiento compensatorio se conoce como la tendencia general de la curva de crecimiento a recuperar sus características normales después de un periodo de alimentación adverso. Animales que experimentan periodos de restricción alimenticia, pueden realizar aumentos de peso superiores cuando se someten a un régimen alimentario abundante (Bavera et al., 2005). Los mecanismos por el cual el animal se recupera se deben a un aumento del apetito, a una prolongación del periodo de crecimiento y por último a un incremento en el ritmo de ganancia de peso (Bavera et al., 2005). Una serie de factores afectan el crecimiento compensatorio como son la naturaleza de la restricción, su intensidad y duración, estado de desarrollo del animal al inicio de la restricción, realimentación y la genética (Bavera et al., 2005).

La naturaleza de la restricción, esta puede ser por una disminución en el consumo de alimento o por la reducción de algún nutriente (Blaxter, 1956; Huffman & Duncan, 1944). El periodo de realimentación es un factor clave tanto que Nicol y Kitessa (1995) afirman que

el foco debe estar en este periodo para potenciar la compensación. Clariget et al. (2023) en un análisis de varios experimentos analizan el PV y GMD de terneros/as (entre 8 a 11 meses de edad) durante el periodo de restricción (96 ± 14 días) y de realimentación (136 ± 60 días), sobre pasturas sembradas. La restricción se alcanzaba por una baja OF en aquellos animales del grupo a restringir, mientras que los animales sin restricción pastorearon una mayor OF o calidad de forraje, fueron suplementados o recriados a corral. Wilson y Osbourn (1960) describen el índice de crecimiento compensatorio como la diferencia de peso de los animales (con vs sin restricción) entre el fin del periodo de restricción y el fin del periodo de realimentación dividido la diferencia de peso al final del periodo restrictivo, multiplicado por 100. A modo de ejemplo, un valor de 100 % del índice, indica una recuperación total, pero en general, dicho valor gira en torno a 30 - 80 %, y en dicho estudio el índice fue de 19% (Clariget et al., 2023). Clariget et al. (2023) afirman que en función del valor del índice de crecimiento compensatorio (19%) claramente queda en manifiesto que la capacidad de los terneros/as de expresar crecimiento compensatorio en las condiciones pastoriles de producción del Uruguay es relativamente baja. Otro factor a tener en cuenta es el estado de desarrollo del animal, en donde, Keane y Drennan (1994) realimentando los animales sobre raigrás en Irlanda, obtuvieron que el crecimiento compensatorio es menor en terneros que en novillos (30-50 % vs. 60-80 %, respectivamente).

Por último, Bavera et al. (2005) afirman que dos aspectos determinan la magnitud de recuperación del animal, siendo estos, la cantidad y la calidad del alimento ofrecido. Moran y Holmes (1978) también mencionan que cuanto mayor sea la calidad de la dieta durante la realimentación, mayor será la respuesta de crecimiento compensatorio. Los mismos datos obtuvieron Clariget et al. (2023) donde el resultado es mayor cuando la realimentación se hace sobre pasturas sembradas vs pasturas naturales, obteniendo mayor índice de crecimiento compensatorio (33% vs 8% respectivamente).

2.2.4 ESTUDIOS NACIONALES SOBRE EL EFECTO DE LA OFERTA DE FORRAJE EN VACAS DE CRÍA SOBRE PESO DEL TERNERO DURANTE LA CRÍA Y LA RECRÍA

A nivel nacional se han realizado estudios sobre el efecto de niveles de OF con vacas cruza y puras sobre el crecimiento del ternero. La OF modifica el consumo de forraje de vacas de cría en función de los atributos de la pastura (Do Carmo et al., 2020), por lo que afecta la nutrición de las vacas y su cría. Do Carmo et al. (2018) evaluó dos niveles de OF (OF Alta :4.9 kg. / kg. P.V. promedio anual vs OF Baja 2.9 kg. / kg P.V) que variaron estacionalmente, y el genotipo de las madres (cruzas vs puras) en suelos del Noreste. La Altas OF en conjunto con la utilización de madres cruza genera un efecto aditivo en el peso de los terneros al destete logrando un aumento entre 18 a 10 kg. Claramunt (2015) evaluó el efecto de la OF y su impacto sobre el peso de los terneros corregido a los 205 días en vacas primíparas sobre campos de Basalto. Aquellos terneros cuyas madres fueron sometidas a una Alta OF (4 kg. / kg. P.V. promedio anual) lograban alcanzar pesos al destete mayores comparado con Baja OF (2.5 kg. / kg P.V.; 194 vs 175 $\pm$ 16 kg respectivamente). En conclusión, los estudios de Claramunt (2015) y Do Carmo et al. (2018) coinciden en que el peso del ternero al destete es mayor en OF de 4.9 - 4 kg. MS / kg. P.V comparado con 2,9 - 2 kg MS/kg PV y que terneros hijos de vacas cruza tienen mayor peso al destete.

Soca et al. (2020) estudió tratamiento de OF de 7 kg M.S./ kg P.V. y comparado con OF de 4 kg M.S./ kg P.V promedio anual. El peso del ternero al destete fue en promedio de 172 kg para el año 17/18 y 197 $\pm$ 9 kg para el año 18/19, no existiendo diferencias en peso al destete entre OF, mientras que para el año 19/20, Alta OF registro mayor peso al destete (172 $\pm$ 7 kg) comparado con la menor OF (154 $\pm$ 7 kg) asociado a un año seco que registró bajas cantidades de forraje durante el verano. Gómez (2022), estudió una OF de 8 kg M.S / kg P.V vs 5 kg M.S / kg P.V y analizó el impacto de dichas ofertas sobre el peso del ternero. Estos últimos autores llegaron a la conclusión que dichos tratamientos de OF no afectaron ni el peso al nacimiento ni el peso al destete.

Investigaciones realizadas por Guggeri et al. (2014) evalúan como diferentes planos nutricionales en el período de cría impactan sobre el crecimiento y desarrollo corporal, y los parámetros endocrinos de vaquillonas de raza Hereford. El grupo que fue destetado temprano

(75 ± 1.5 días) fue sometido a una suplementación al 1.5 % de P.V, mientras que el grupo 2 y 3 fueron sometidos a un destete tradicional (158 ± 1.5 días), el grupo 3 experimentó una alimentación progresiva al 1.3 % y otro fue el grupo testigo sin suplementación. El aumentar el plano nutricional de terneros/as lactantes (grupo 3) tiene un efecto a corto plazo logrando mayores pesos al destete y un efecto a largo plazo relacionado con el adelantamiento de la pubertad, logrando así una reducción de la edad al primer parto de las vaquillonas.

Gutiérrez et al. (2013) y San Julián et al. (2015) realizaron estudios sobre el efecto de OF durante la etapa de cría sobre el crecimiento de los terneros durante la recría. Gutiérrez et al. (2013) analizaron sobre un grupo de terneras, el efecto de la OF (Alta OF: 4 kg M.S/ kg P.V vs Baja OF: 2.5 kg M.S/ kg P.V) en vacas puras y cruza, encontrando diferencias de peso al destete (144 vs $127 \pm 16,3$ kg para las OF Alta y Baja respectivamente) y dichas diferencias en peso se mantienen hasta los 380 días, siendo más pesados los terneros cuya madre fueron sometidos al tratamiento de Alta Of (4 kg M.S/ kg P.V). Los terneros cruza también fueron más pesados que las puras; sin embargo, existió una interacción entre el tratamiento de OF y el genotipo de la madre, en donde las terneras cruza con Baja OF mostraron pesos al destete igual que terneras puras y cruza sometidas a Altas OF, y dicha interacción se mantiene en la etapa de recría hasta los 380 días. San Julián et al. (2015) estudiaron la combinación de niveles de OF durante gestación y lactancia en vacas primíparas Hereford en Campos de Basalto. La OF durante la gestación no tuvo efecto sobre el peso de los terneros al nacer, al destete y al año de vida. La OF durante la lactancia afectó el peso de los terneros al destete (200 ± 12 días), donde aquellos sometidos a Altas OF (4 kg M.S. / kg P.V.) fueron más pesados (214 kg), que los sometidos a OF Baja (2 kg M.S. / kg P.V.) en donde el peso al destete fue menor (190 kg). Cuando se evaluó la evolución de PV posterior a la etapa de destete, las diferencias de peso alcanzadas al destete se conservaron hasta el año de vida de los animales (233 y 215 kg para Alta y Baja OF respectivamente).

2.3 TECNOLOGÍAS DESARROLLADAS EN URUGUAY PARA MEJORAR LAS GANANCIAS DE PESO DURANTE LA RECRÍA

Una de las principales causas de los problemas mencionados en la etapa de recría en Uruguay, se debe al manejo nutricional de las terneras – vaquillonas (Quintans & Roig, 2008). Una limitante para obtener mayores GMD está asociada a una pobre gestión de la

intensidad de pastoreo en los sistemas de producción que afecta la masa de forraje, el consumo de forraje y la eficiencia de uso (Soca et al., 2020). Carvalho De Faccio et al. (2017) afirman que es muy común en los sistemas de producción trabajar con elevadas cargas y por lo tanto altas intensidades de pastoreo, y que esta es una de las mayores equivocaciones encontradas en los sistemas de producción, esa idea de que no puede sobrar forraje. Por lo tanto, Soca et al. (2020) afirma como esa alta intensidad de pastoreo, producto de una elevada carga animal, se combina con la variabilidad en la producción de forraje, generando así un escaso control en la relación planta-animal, y por ende un limitado consumo de energía por animal. Producto de la escasa gestión del pastoreo a nivel país, se origina una pobre nutrición en la etapa de cría y por lo tanto que los pesos al destete sean bajos (Claramunt, 2015; Do Carmo et al., 2018). En la etapa de recría también producto de escasas adopciones de tecnologías de bajo costo, más la pobre gestión de la intensidad del pastoreo, determinan los pesos promedios obtenidos durante la recría y edad al primer parto a nivel nacional (Caram et al., 2022; Guggeri et al., 2014; Gutiérrez et al., 2013; Ruggia et al., 2021; San Julián et al., 2015).

Debido a esta problemática a nivel país, es que surgen líneas de investigación que permiten hacer frente a estas dificultades. Uno de los dispositivos más potentes para lograr atenuar las pérdidas invernales, es el control de la intensidad de pastoreo, mediante el ajuste de carga animal en función de controlar la altura de forraje (Carvalho De Faccio et al., 2017; Claramunt & Rodríguez Palma, 2015; Soca et al., 2020).

En las últimas décadas otra tecnología ampliamente evaluada a nivel nacional ha sido la suplementación invernal tanto en el primer como en el segundo invierno de vida de la ternera. En dicha suplementación uno de los subproductos más utilizados es el afrechillo de arroz al 1% de P.V, en donde se logran ganancias en torno a los 200 gr/día con una eficiencia de conversión de 4:1 (Quintans, 1994; Quintans et al., 1993; Quintans & Vaz Martin, 1994). Otras investigaciones (Soares de Lima & Montossi, 2010) también logran ganancias similares durante el invierno sobre campo natural con niveles de suplementación de 0.8 - 1.5 % P.V. y eficiencias de conversión de 5:1.

2.4 OBJETIVO

1. Analizar la evolución de PV durante la recría y su relación con el peso al nacimiento, peso al destete y los pesos respectivos a inicio de invierno – primavera.
2. Analizar cómo la OF alta y baja (8 y 6 kg M.S./ kg P.V.) durante la cría y el cruzamiento en la madre afectan la evolución de PV de vaquillonas durante la recría.

2.5 HIPÓTESIS

1. No hay diferencias en el peso al destete y durante la recría entre vaquillonas de alta y baja OF.
2. Las hijas de madres cruza presentan mayores pesos al destete y dichas diferencias se mantienen durante la etapa de recría.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

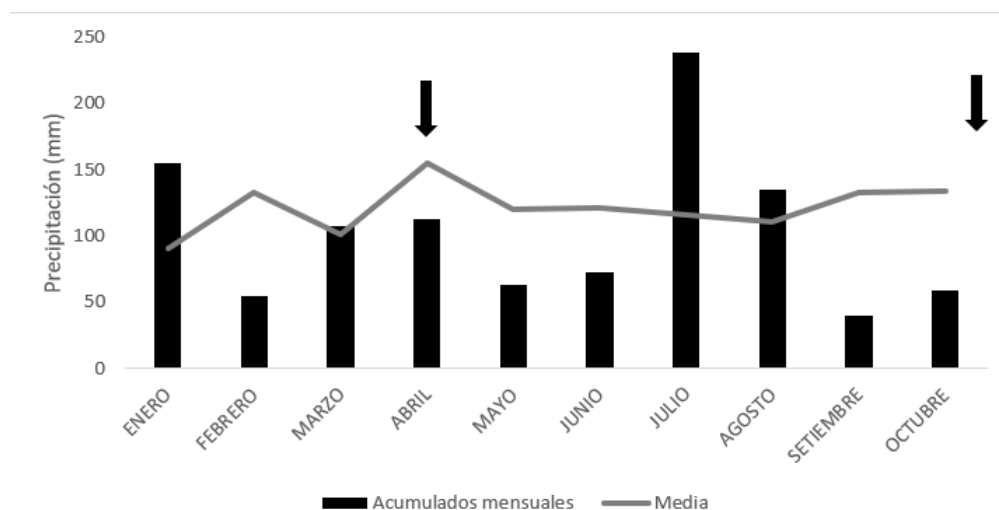
3.1 LOCALIZACIÓN, PERÍODO EXPERIMENTAL, SUELOS Y CONDICIONES METEOROLÓGICAS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Prof. Bernardo Rosengurtt, Facultad de Agronomía, ubicado en Cerro Largo, Uruguay ($32^{\circ}35'S$, $54^{\circ}15'W$), entre mayo y noviembre de 2022. Los suelos donde se condujo el estudio corresponden a las unidades de suelos Zapallar y Fraile Muerto. La unidad Zapallar se caracteriza por ser un relieve de colinas sedimentarias no rocosas y lomadas fuertes con pendientes de 5 a 10 %. Los suelos dominantes son Luvisoles Melánicos Albicos y asociados se encuentran Luvisoles Umbricos Albicos. La unidad Fraile Muerto presenta predominancia de suelos del Orden Melánico, donde se encuentran suelos Brunosoles, Argisoles y Vertisoles (Durán, 1976).

El clima de la región se clasifica como Cfa. (Subtropical, húmedo, sin estación seca, donde la temperatura media en el mes más frío está entre -3 y $18^{\circ}C$ y la más cálida supera los $22^{\circ}C$) según Köppen (Panario & Bidegain, 1997). La precipitación media anual para la cuenca de la Laguna Merín es de 1.295 mm para el período 1980 - 2021 con un valor máximo de 1614 mm y un valor mínimo de 829 mm (Instituto Uruguayo de Meteorología [INUMET], 2021).

Figura 1

Precipitaciones mensuales para el año 2022 y para el periodo 1991 – 2020



Nota. Elaborado con base en INUMET (2022). *Nota.* Flechas indican inicio y fin del experimento.

Según INUMET (2022) se observa que durante el período de evaluación las precipitaciones promedio estuvieron por debajo del promedio histórico, en particular para los periodos Febrero – Julio y Setiembre – Octubre. Para el mes de Julio, los registros de precipitaciones superaron ampliamente el periodo histórico.

3.2 ANIMALES Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizaron 30 vaquillonas nacidas en la primavera del año 2021 (fecha promedio de nacimiento $13-09-2021 \pm 93$ días) que provenían de un experimento en que sus madres fueron sometidas a un experimento factorial de tratamientos de Alta y Baja OF (8 y 6 kg M.S. / kg P.V. respectivamente) y el grupo genético de las vacas (pura vs. cruza) durante la gestación y cría de las vaquillonas. Estas vaquillonas fueron utilizadas para estudiar el efecto de la OF y el grupo genético de la madre sobre el crecimiento durante la recria. Las madres de las vaquillonas eran de diferente categoría (múltiparas, primíparas, vaquillonas).

El diseño experimental empleado fue un diseño completamente al azar, donde la unidad experimental era cada animal (vaquillona). El experimento en las madres está diseñado para estudiar la interacción entre los tratamientos, pero debido al bajo número de vaquillonas resultante la interacción no será estudiada (Tabla N°1).

Tabla 1

Número de animales en función de cada tratamiento durante todo el año

	N° ANIMALES
OFERTA DE FORRAJE (kg MS/ kg PV)	
ALTA	24
BAJA	6
GENOTIPO (AA, HH, AH, HA)	
PURA	18
CRUZA	12

La fecha promedio de destete fue 25/02/2022 $\pm$ 8 días, con un peso promedio de 196 $\pm$ 12 kg. Dicho grupo de vaquillonas fue manejado siempre en forma conjunta, manejándose en diversos potreros compuestos por diferentes tipos de pasturas durante todo el periodo de evaluación (Tabla N°2). Además, las vaquillonas nunca fueron sometidas a ningún tipo de suplementación en dicho periodo. Por último, en el caso del manejo sanitario, se realizó un manejo general normal aplicado a los bovinos durante cada año, más el suministro de Clostrisan en el mes de junio e Ivermectina en el mes de agosto.

3.3 PASTURAS

Durante el estudio las vaquillonas utilizaron potreros de campo natural y pasturas sembradas, las cuales fueron *Lolium Multiflorum* y *Festuca Arundinacea* (Tabla N°2). Las especies dominantes de los Campos de la estación son el “pasto chato” *Axonopus affinis*, *oxalis sp.*, “pasto bolita” *Cyperus sp.*, “gramilla” *Cynodon dactylon.*, *Eryngium nudicaule.*, *gaudinia fragilis* (L.) P. Beauv., *Chevreulia sarmentosa* (pers.) SF Blake, *Stipa setigera* (Trin. & Rupr.) Backworth, “pasto horqueta” *Paspalum notatum*, Fluegge y “cola de lagarto” *Coelorhachis selleana* (Hack.) (Do Carmo et al., 2018).

Tabla 2

Asignación de potreros y forrajes según masa, altura, oferta forrajera y carga animal

Fecha	Potrero	Área (ha)	Forraje	Rel. M.S./Alt ³	Altura (cm)	Carga animal	Oferta
02/06/2022	Bajo G	12	Festuca	164 – 202 ¹	7	1167	1
13/06/2022	5B2	15	Raigrás	160 – 214 ¹	11	971	2
09/08/2022	5B2	15	Raigrás	160 – 214 ¹	4	1022	1
24/08/2022	Bajo G	12	Festuca	164 – 202 ¹	6	1193	1
28/09/2022	Alto- Bajo	8–11	Campo natural	217 – 253 ²	6	1058	1
09/12/2022	1B – 1C	30	Campo natural	217 – 253 ²	9	623	4

Nota. Elaborado a partir de ¹Montossi et al. (2006), ²Jaurena y Savian (2018), ³Relación Materia Seca y Altura (kg M.S./ cm).

3.4 REGISTRO Y MEDICIONES

3.4.1 EN LA PASTURA

La altura del forraje se evaluó al inicio de ingreso de un potrero o con una frecuencia mensual en base al método descrito por Do Carmo et al. (2020). Se tomaron al menos 150 registros de altura con una regla donde se midió el punto más alto en donde se encontraba la mayor densidad de forraje de dicha muestra. Con el objetivo de estimar la OF los valores de altura de cada potrero, se transformaron en masa de forraje (kg M.S./ ha) a través de relaciones entre altura y materia seca obtenidas de antecedentes bibliográficos (Tabla N°2). Posterior a la obtención de la masa de forraje, se estimó la carga en base al área de cada potrero, las cabezas y por lo tanto los kg de P.V. existentes en el área en cuestión.

Una vez obtenidos los kg de P.V y los kg de materia seca de cada potrero, se determinó la OF para cada estación y además la OF promedio de todo el año (Tabla N°2). Dichos valores se obtuvieron del cociente entre los kg de materia seca de cada potrero en cada estación y los kg de PV existentes de las vaquillonas que pastoreaban dichos potreros. Los valores de OF fueron diferentes en función de la estación del año, donde el mayor valor obtenido fue de 4% en el mes de diciembre y el menor valor fue de 1% en el mes de agosto. La OF promedio anual fue de 1,7 %.

3.4.2 ANIMAL

El PV de los animales se midió mensualmente desde el comienzo del experimento hasta la finalización del mismo (Marzo – Noviembre). Los animales fueron pesados sin ayuno previo, a la misma hora del día y a la segunda semana de cada mes, con una balanza electrónica con precisión de 1 kg. Para determinar el aumento o pérdida de peso diario para cada mes, se restó el peso inicial (P.I.) del peso final (P.F.) de cada mes y se divide la diferencia por el número de días transcurridos.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron analizados utilizando los softwares estadísticos SAS y RStudio. Los datos de PV y ganancia diaria de las vaquillonas se analizaron usando un análisis de medidas repetidas utilizando el procedimiento MIXED. El modelo incluyó cada uno de los tratamientos (Oferta de forraje y Grupo genético), la identificación de cada vaquillona, y mes

correspondiente. La comparación de medias, se realizó usando el test de Tukey. Los datos fueron expresados como medias de mínimos cuadrados $\pm$ error estándar. Las medias se consideraron diferentes cuando $P \leq 0,05$ y la tendencia a diferir entre medias se estableció cuando $0,05 < P \leq 0,10$. Para el estudio de las relaciones entre el PV en el ciclo de vida con las ganancias de peso vivo se realizaron correlaciones entre todas las fechas donde se registró PV con las ganancias de peso vivo durante la recría.

4 RESULTADOS

4.1 PESO VIVO

El PV de las vaquillonas fue afectado por el Mes, mientras que no fue afectado ni por la OF, ni el genotipo, ni las interacciones OF x Mes y Genotipo x Mes (Tabla N°3).

Tabla 3

Efecto Oferta, Mes, Genotipo en vacas sobre la evolución de peso vivo de su descendencia

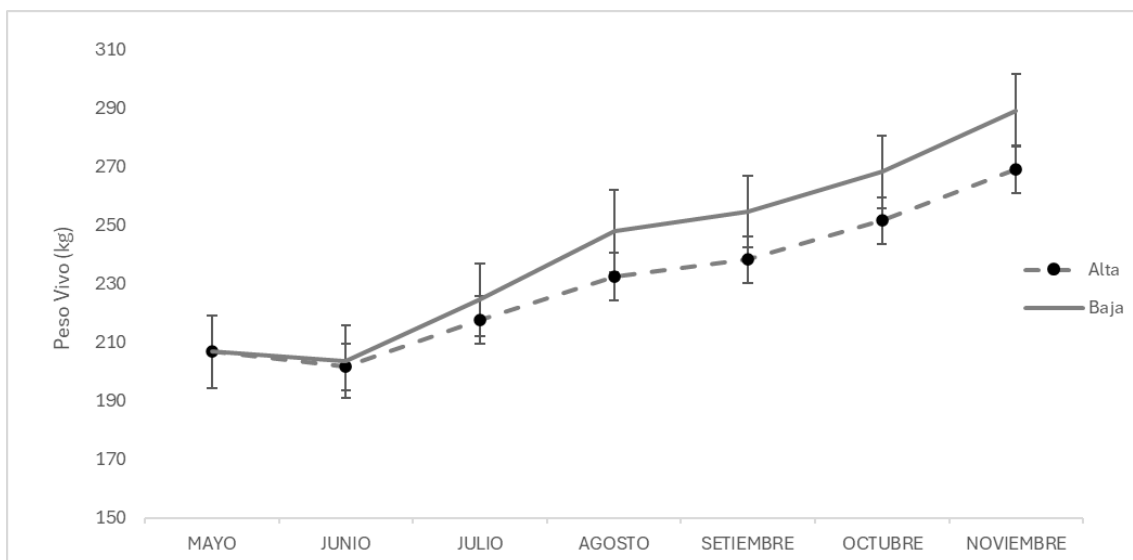
Efecto	GL num. ¹	GL den.²	Valor F Pr>F
Oferta	1	1	1,66 0,4201
Mes	6	182	23,68 <.0001
Oferta x Mes	6	182	0,54 0,7788
Genotipo	1	94,2	0,77 0,3810
Genotipo x Mes	6	182	0,04 0,9998

Nota. ¹ Grados de libertad numerador, ² Grados de libertad denominador.

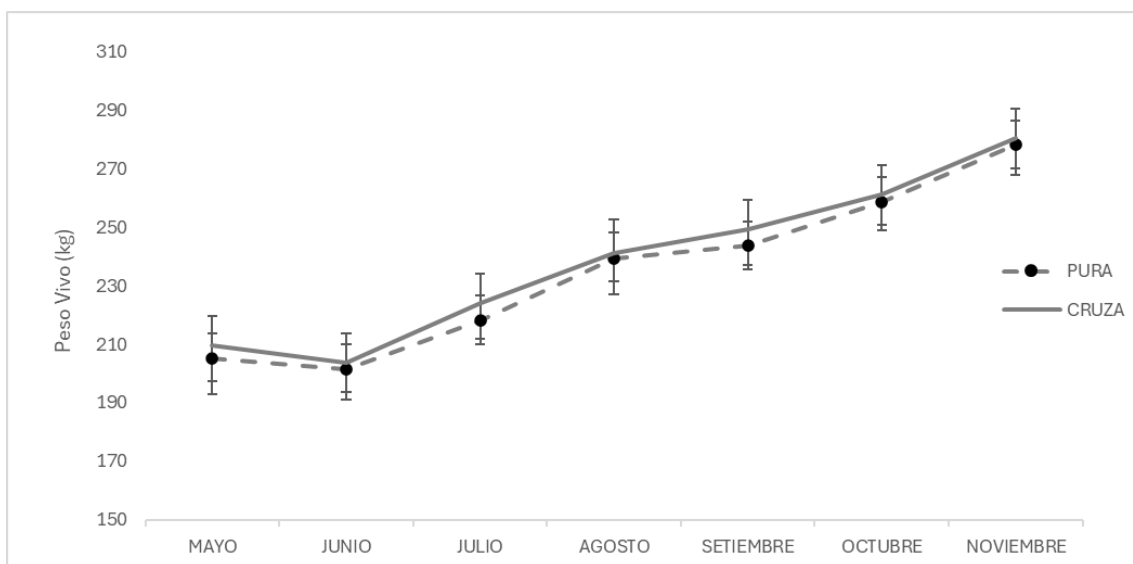
La primer instancia de evaluación de peso de las vaquillonas, en el mes de Mayo, el peso fue 207 ± 8 kg (Figura N°1).

Figura 2

Peso vivo de vaquillonas según oferta forrajera entre destete y año

**Figura 3**

Peso Vivo de vaquillonas hijas de vacas Puras y Cruzas desde el destete al año



En el periodo Mayo a Junio, la evolución de PV tuvo un periodo de estabilidad ($P > 0,05$), mientras que en julio el PV comienza a aumentar pero no difiere estadísticamente de Junio, alcanzando un PV de 221 ± 8 kg. De Agosto hasta Noviembre, la evolución de peso de las vaquillonas aumenta ($P < 0,05$), logrando un PV de 279 ± 8 kg en el mes de Noviembre (Figura N° 1).

4.2 GANANCIAS

Las ganancias de peso de las vaquillonas (kilogramos/día) tendieron a ser afectadas por el efecto Mes, mientras que no fueron afectadas por la OF, ni el Genotipo, ni la interacción Genotipo x Mes y OF x Mes (Tabla N°4).

Tabla 4

Efecto de Oferta, Mes, Genotipo en vacas sobre las ganancias de peso de su descendencia

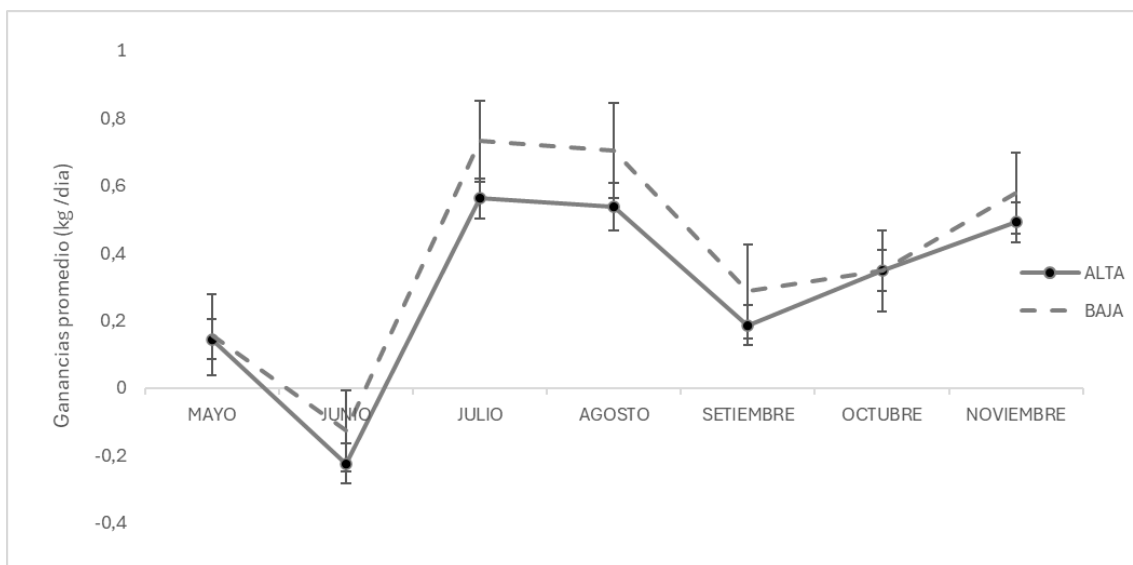
Efecto	GL num. ¹	GL den. ²	Valor F Pr>F
Oferta	1	184	3,21 0,0749
Mes	6	183	19,83 <.0001
Oferta x Mes	6	183	0,26 0,9529
Genotipo	1	183	0,84 0,3602
Genotipo x Mes	6	183	1,77 0,1077

Nota. ¹ Grados de libertad numerador, ² Grados de libertad denominador.

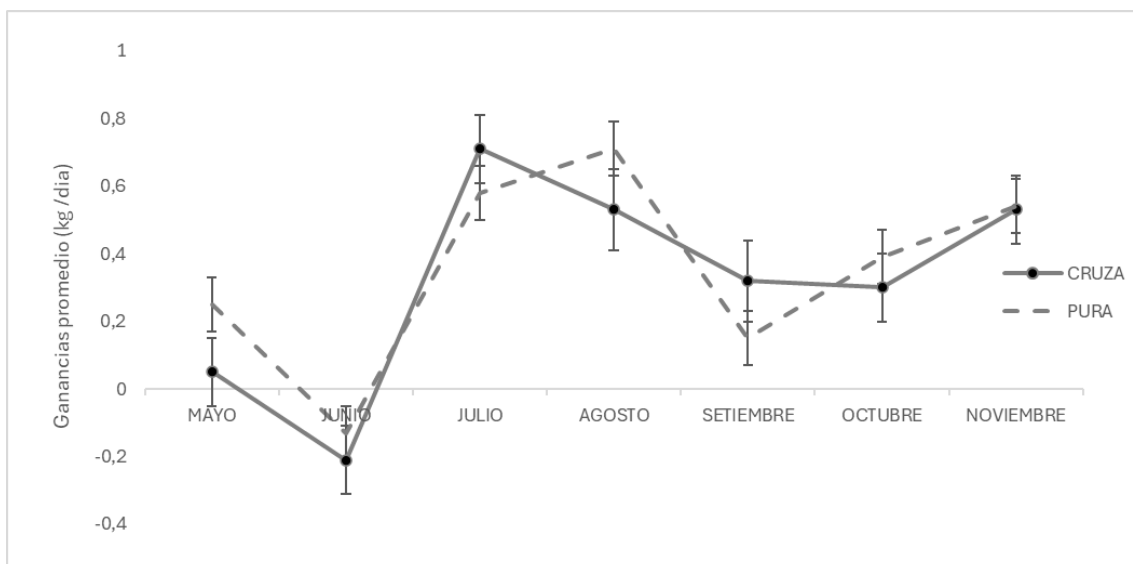
En la primer instancia de evaluación, en el mes de Mayo, las vaquillonas obtuvieron una ganancia promedio diaria de $0,150 \pm 0,07$ kg/día (Figura N°2).

Figura 4

Interacción Oferta - Fecha sobre las ganancias individuales de las vaquillonas desde el destete al año

**Figura 5**

Interacción Genotipo - Fecha sobre las ganancias individuales de las vaquillonas desde el destete al año



En el mes de Junio, las vaquillonas obtuvieron pérdidas de peso diarias de $-0,174 \pm 0,07$ kg. En los meses de Julio a Noviembre, las vaquillonas experimentaron ganancias de peso, donde las mayores ganancias diarias se dieron en los meses de Julio, Agosto y Noviembre siendo de $0,64 \pm 0,07$ kg, $0,62 \pm 0,08$ kg y $0,53 \pm 0,07$ kg respectivamente ($P < 0.05$). En los meses de Setiembre y Octubre, vemos una disminución en las ganancias diarias en las vaquillonas con respecto a los meses anteriores de Julio y Agosto ($P < 0.05$), donde los niveles más bajos de ganancias se evidencian en el mes de Setiembre siendo de $0,23 \pm 0,08$ kg, mientras que en Octubre $0,34 \pm 0,07$ kg.

5 DISCUSIÓN

Los niveles de OF previos al destete no resultaron en diferencias en el peso de las vaquillonas al inicio del estudio. Este registro, es el siguiente al peso de las vaquillonas al destete y está fuertemente asociado a cómo fue el plano nutricional durante la cría (Gutiérrez et al., 2013; Viñoles et al., 2013; San Julián et al., 2015). La ausencia de diferencias de peso vivo en esta etapa coincide con las investigaciones realizadas por Soca et al. (2020) y Gómez (2022) en donde tampoco se registraron diferencias de peso al destete de terneros cuando se compararon niveles OF similares (5 a 8 kg de M.S. /kg de P.V. promedio anual) a los de la presente tesis. Los niveles de peso alcanzados al inicio del estudio (196 ± 12 kg), independientemente de los tratamientos, dan cuenta de un alto plano nutricional durante la cría en ambas OF. El peso de los terneros es superior al alcanzado en los antecedentes con menor niveles de OF, siendo el peso de 180 ± 12 kg ajustado a los 200 días (Claramunt et al., 2015; Soca et al., 2020). A nivel de predios en Uruguay, en un proyecto que evaluó 60 predios criadores de todo el país se registran pesos al destete de terneros en torno a 148 kg (Dogliotti et al., 2022), registro muy por debajo de los obtenidos en la presente tesis.

Tampoco existieron diferencias en el peso de las vaquillonas al inicio del estudio por el efecto del cruzamiento. Es decir, que no hay efecto de las madres cruza sobre su descendencia en el peso al destete para estos niveles de OF. Investigaciones anteriores demostraron que vacas cruza que son manejadas en niveles de OF más bajas (3 MS/kg P.V.), generan un mejor ambiente para el ternero, debido a que logran mayor condición corporal, peso vivo, producción y nutrientes en la leche (Do Carmo et al., 2018; Gutiérrez et al., 2013), y por lo tanto, lograr mayores pesos al destete de su descendencia. Esta respuesta resultó en que terneros cruza sometidas a OF de 3 kg MS/kg PV, lograron alcanzar pesos al destete iguales que las terneras puras y cruza sometidas a OF de 5 kg MS/kg PV. Por lo tanto, los resultados de la presente tesis en cuanto al peso al inicio del estudio, estuvieron de acuerdo con lo esperado, de que con niveles de OF entre 5 y 8 kg MS/kg PV no existen diferencias entre los pesos al destete por el uso de vacas cruza.

Los resultados del presente trabajo sobre el efecto de los niveles de OF evaluados sobre el peso del ternero al inicio del estudio, en conjunto con los antecedentes mencionados (Soca et al., 2020; Gómez, 2022), sugieren que hay un umbral de OF de 5 kg MS/kg PV

donde la estructura del forraje generada limita el aumento de peso de los terneros durante la cría. Además, que en estos niveles de OF el uso de vacas cruzas no tendría un efecto sobre el peso de los terneros al destete. No obstante, el efecto de la OF sobre las ganancias de peso, opera a través de la estructura herbácea del campo natural y sus efectos sobre el consumo de forraje (Carvalho et al., 2017; Rodríguez Palma & Rodríguez, 2017), por lo que un análisis de las limitantes que provoca la estructura del forraje y alternativas de gestión, podían identificar vías de mejora del peso del ternero al destete (Soca et al., 2020). Por otra parte, antecedentes como el de Gutiérrez et al. (2013) muestran que el cruzamiento interacciona con la OF. Este estudio tuvo la limitante de no poder evaluar la interacción entre la OF y el cruzamiento, por lo que repetir este estudio con un mayor número de vaquillonas que permitan evaluar la interacción OF y cruzamiento es necesario.

Los resultados de la presente tesis son novedosos ya que no se encontró estudios que evaluaran similares niveles de OF en la cría sobre el crecimiento durante la etapa de recría de su descendencia. Los antecedentes que estudiaron esta etapa evaluaron niveles de OF inferiores (Gutiérrez et al., 2013; San Julián et al., 2015). Los resultados muestran una tendencia a que Baja OF tuvo mayores ganancias de peso que Alta OF. En base a los antecedentes revisados (Gutiérrez et al., 2013; San Julián et al., 2015) no era esperable una respuesta de mayores ganancias en OF de 2.5 kg MS/kg PV comparado con OF de 4 kg MS/kg PV. Estudios que modificaron el plano nutricional 2.5 meses previo al destete a través de creep feeding y resultaron en cambios en el peso de los terneros al destete, tampoco encuentran un efecto residual sobre la evolución de peso vivo entre los 150 y 560 días de edad (Guggeri et al., 2014). Claramente la suplementación tuvo un impacto positivo en el crecimiento de los terneros y por lo tanto en los pesos al destete. Por otro lado, limitantes en el diseño experimental de esta tesis, no permitirían concluir sobre dicho resultado ya que Baja OF tuvo sólo 6 individuos lo que representa un número bajo de unidades experimentales. La repetición del experimento incluyendo mayor número de vaquillonas sería necesario para confirmar la tendencia encontrada. Un mayor número de vaquillonas permitiría también el estudio de la interacción entre los niveles de OF y el cruzamiento, un aspecto relevante que se había identificado en el estudio de Gutiérrez et al. (2013) y es una hipótesis del diseño original del estudio en la fase de cría.

En la etapa de recría, al igual que en el análisis de OF, teniendo en cuenta el genotipo de la vaca y su descendencia (Pura vs Cruza) no existen investigaciones que hayan evaluado la performance animal con los niveles de OF que son manejados en este experimento. Tanto las vaquillonas puras como las cruza no presentaron diferencias en los pesos y ganancias individuales, no existiendo un efecto genético durante la etapa de recría. Dichos resultados coinciden en parte con investigaciones anteriores realizadas por Gutiérrez et al. (2013), en donde concluyen que si los terneros llegan con diferencias de peso al inicio de la etapa de recría, estas diferencias permanecen en dicha etapa. Por lo tanto, como las vaquillonas de este trabajo no llegaron con diferencias de peso al inicio del experimento entre cruza y puras, durante la etapa de recría no se evidenciaron diferencias de peso entre los tratamientos.

La evolución de las ganancias de peso vivo durante el estudio fueron moderadas a bajas salvo los meses de julio, agosto y noviembre, y no muestran un patrón asociado a las estaciones (Carvalho et al., 2017; Rodríguez Palma & Rodríguez, 2017). Esto estuvo asociado a los niveles de OF bajos a los que se manejaron las vaquillonas, incluso para el uso de pasturas sembradas (Clariget et al., 2021; Tabla N° 2). En los dos primeros meses del estudio (mayo y junio) las ganancias de peso vivo fueron muy bajas a negativas. Esto estaría explicado por un bajo crecimiento de forraje y OF asociado a niveles de precipitaciones bajas (Figura N°1). Las mayores ganancias de los meses Julio y Agosto pueden estar asociadas a un aumento del crecimiento de las pasturas, dado que finalizó el periodo de baja precipitaciones. Si bien este aumento en las ganancias se podría asociar al crecimiento compensatorio Clariget et al. (2023) afirma que la capacidad de los terneros/as de expresar crecimiento compensatorio en las condiciones pastoriles de producción del Uruguay es relativamente baja. En los últimos dos meses, las ganancias son menores a los dos meses previos explicado por el pastoreo sobre campo natural a OF moderadas a bajas (Carvalho et al., 2017). La evolución de las ganancias resultó que las vaquillonas llegaron a 270 kg al año de edad. Si bien no se alcanza los pesos al servicio recomendados por Quintans y Roig (2008) de 310 kg, al año de vida las vaquillonas de este estudio logran alcanzar pesos cercanos a los objetivos. Siendo clave los pesos al destete que lograron dichas vaquillonas producto de una muy buena nutrición en la etapa de cría, ya que la mayoría de los kilogramos fueron logrados en dicha etapa.

6 CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo indican que niveles de oferta de forraje (OF) entre 5 y 8 kg MS/kg PV durante la etapa de cría no generaron diferencias significativas en el peso al inicio de la recría ni en las ganancias de las vaquillonas durante la etapa de recría. Estos hallazgos coinciden con antecedentes que sugieren la existencia de un umbral de OF (5 kg M.S/kg P.V.) a partir del cual no se evidencian mejoras adicionales en el peso de los terneros en la fase de cría. Asimismo, no se observaron efectos genéticos durante la recría, lo cual puede explicarse por la ausencia de diferencias previas en peso al destete. No se pueden realizar conclusiones sobre la tendencia observada de mayores ganancias en vaquillonas provenientes de Baja OF en relación con Alta dadas las limitantes en el diseño experimental y se recomienda realizar un estudio con mayor número de vaquillonas experimentales para poder evaluar la interacción entre tratamientos. En definitiva, los resultados proveen información que contribuye al desarrollo de estrategias de intensificación ecológica sustentadas en un manejo de la intensidad de pastoreo del campo natural y los recursos genéticos bovinos.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astessiano, A. L., Pérez-Clariget, R., Quintans, Q., Soca, P., & Carriquiry, M. (2011). Effects of a short-term increase in the nutritional plane before the mating period on metabolic and endocrine parameters, hepatic gene expression and reproduction in primiparous beef cows on grazing conditions. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96(3), 535-544. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2011.01178.x>
- Ayala, W., Carriquiry, E., & Carámbula, M. (1993). Caracterización y estrategias de utilización de pasturas Naturales en la región Este. En M. Carámbula, R. Bermúdez, W. Ayala, E. Carriquiry, D. Vaz Martins, G. Quintans, O. Bonilla, & H. Saravia (Eds.), *Campo Natural: Estrategia Invernal Manejo y Suplementación*. (pp. 1-28). INIA.
- Ayala Vargas, C. (2018). Crecimiento y desarrollo de los mamíferos domésticos. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 5(No. Esp.). http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182018000300002&lng=es&tlng=es
- Bavera, G., Bocco, O., Beguet, H., & Petryna, A. (2005). *Crecimiento y desarrollo compensatorios*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/exterior/11-crecimiento_y_desarrollo_compensatorios.pdf
- Beretta, V., Lobato, J. F. P., & Netto, C. G. A. M. (2001). Produtividade e eficiência biológica de sistemas pecuários de cria diferindo na idade das novilhas ao primeiro parto e na taxa de natalidade do rebanho no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(4), 1278- 1286. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000500022>

- Beretta, V., Lobato, J. F. P., & Netto, C. G. A. M. (2002). Produtividade e eficiência biológica de sistemas de produção de gado de corte de ciclo completo no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(2), 991-1001.
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000400023>
- Berg, R. T., & Butterfield, R. M. (1978). *Nuevos conceptos sobre desarrollo de ganado vacuno*. Acribia.
- Blaxter, K. L. (1956). The nutritive value of feed as sources of energy: A review. *Journal of Dairy Science*, 39(10), 1396-1424.
- Brito, G., Del Campo, M., Pittaluga, O., & Soares De Lima, J. M. (2005). Una mejor recría para una mayor eficiencia en la producción de carne. *Revista INIA*, (3), 8-11.
<https://www.inia.uy/sites/default/files/publications/2024-06/106.pdf>
- Brown, M., & Lalman, D. (2010). Milk yield and quality in cows sired by different beef breeds. *The Professional Animal Scientist*, 26(4), 393-397.
- Caram, N., Soca, P., Sollenberger, L. E., Baethgen, W., Wallau, M. O., & Mailhos, M. E. (2022). Studying beef production evolution to plan for ecological intensification of grazing ecosystems. *Agricultural Systems*, 205(1), Artículo e103582.
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103582>
- Carvalho De Faccio, P., Moojen, F., Bremm, C., Osorio Wallau, M., Freitas, T., Nabinger, C., Pinto, C., Da Trindade, J., & Gasparotto Kuhn, J. (Coords.). (2017). *Nativão: 30 anos de pesquisa em campo nativo*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Claramunt, M. (2015). *Efecto de la oferta de forraje 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., & Rodríguez Palma, R. (2015). *Consultoría sobre actualización y mejora del Programa “Modelización de una Explotación Ganadera Extensiva”*. IPA; MGAP. https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/22227_megane.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Clariget, J., Banchemo, G., Canozzi, M. E., Kenny, D., Keogh, K., & Kelly, A. (2023). Crecimiento compensatorio de terneros y terneras en Uruguay. *Revista INIA*, (73), 9-12.
- Clariget, J. M., Lema, O. M., La Manna, A., Perez, E., Banchemo, G., & Fernández, E. (2021). Estimated beef cattle performance under intensive grazing systems in Uruguay. *Agrociencia Uruguay*, 25(1), Artículo e107. <https://doi.org/10.31285/AGRO.25.107>
- Cushman, R. A., Kill, L. K., Funston, R. N., Mousel, E. M., & Perry, G. A. (2013). Heifer calving date positively influences calf weaning weights through six parturitions. *Journal of Animal Science*, 91(9), 4486-4491. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6465>
- Damiran, D., Larson, K., Pearce, L., Erickson, N., & Lardner, H. (2018). Effects of heifer calving date on longevity and lifetime productivity in Western Canada. *Sustainable Agriculture Research*, 7(4), 11-17. <https://doi.org/10.5539/sar.v7n4p11>
- Dickerson, G. (1978). Animal size and efficiency: Basic concepts. *Animal Production*, 27(3), 367-379. <https://doi.org/10.1017/S0003356100036278>
- Do Carmo, M., Cardozo, G., Jaurena, M., & Soca, P. (2019). Demonstrating control of forage allowance for beef cattle grazing Campos grassland in Uruguay to improve system productivity. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 7(1), 35-47. [https://doi.org/10.17138/tgft\(7\)35-47](https://doi.org/10.17138/tgft(7)35-47)
- Do Carmo, M., Cardozo, G. A., Mecatti, F., Soca, P. M., & Hirata, M. (2020). Number of samples for accurate visual estimation of mean herbage mass in Campos grasslands. *Agronomy Journal*, 112(4), 2734-2740. <https://doi.org/10.1002/agj2.20237>

- 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.
- Dogliotti, S., Piñeiro, G., Soca, P., Paparamborda, I., Scarlato, S., Figueroa, V., Piñeiro, J. M., Abrigo, M., Tiscornia, F., Wlodek, S., Aguerre, V., Ruggia, A., Risso, S., Gestido, V., Torres, L., Barros, I., Gari, C., Gutiérrez, R., Martinelli, M., ... Sánchez, A. (2022). *Informe final: Análisis del impacto del proyecto en los 60 predios, en las dimensiones económico productiva, social y de género, y ambiental*. MGAP; FAO. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/Entregable%2035%20Informe%20final%20del%20proyecto%20Ganader%C3%ADa%20y%20Clima%20con%20an%C3%A1lisis%20de%20las%20tres%20dimensiones..pdf>
- Durán, A. (Coord.). (1976). *Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay*. MGAP
- Espasandín, A. C., Franco, J. B., Oliveira, G., Bentancur, O., Gimeno, D., Pereyra, F., & Rogberg, M. (2006). Impacto productivo y económico del uso del cruzamiento entre las razas Hereford y Angus en el Uruguay. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornadas Uruguayas de Buiatría: Memorias* (pp. 41-51).
- Ferrel, C. L. (1991). Maternal and fetal influences on uterine and conceptus development in the cow: I. Growth of tissues of the gravid uterus. *Journal of Animal Science*, 69(5), 1945-1953. <https://doi.org/10.2527/1991.6951945x>
- Freetly, H. C., & Cundiff, L. V. (1998). Reproductive performance, calf growth, and milk production of first-calf heifers sired by seven breeds and raised on different levels of nutrition. *Journal of Animal Science*, 76(6), 1513-1522. <https://doi.org/10.2527/1998.7661513x>

- Funston, R. N., Larson, D. M., & Vonnahme, A. (2010). Effects of maternal nutrition on conceptus growth and offspring performance: Implications for beef cattle production. *Journal of Animal Science*, 88(Suppl. 13), E205-E215.
<https://doi.org/10.2527/jas.2009-2351>
- Funston, R. N., Musgrave, J. A., Meyer, T. L., & Larson, D. M. (2012). Effect of calving distribution on beef cattle progeny performance. *Journal of Animal Science*, 90(13), 5118-5121. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5263>
- García Paloma, J. A., Alberio, R., Miquel, M. C., Grondona, M. O., Carrillo, J., & Schiersmann, G. (1992). Effect of calving date on lifetime productivity of cows in a winter-calving Aberdeen Angus herd. *Animal Production*, 55(2), 177-182.
<https://doi.org/10.1017/S0003356100037430>
- Gómez, M. J. (2022). *Estimación del gasto energético en vacas de cría con diferentes ofertas de forraje* [Tesis de maestría]. Universidad de la República.
- Greenwood, P. L., & Cafe, L. M. (2007). Prenatal and pre-weaning growth and nutrition of cattle: Long-term consequences for beef production. *Animal*, 1(9), 1283-1296.
<https://doi.org/10.1017/S175173110700050X>
- 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>
- Guggeri, D., Meikle, A., Carriquiry, M., De Barbieri, I., Montossi, F., & Viñoles, C. (2018). Long-term effect of early nutrition on endocrine parameters and liver and endometrial gene expression of the members of the somatotrophic axis in Hereford heifers. *Reproduction in Domestic Animals*, 53(4), 930-936. <https://doi.org/10.1111/rda.13190>

- Guggeri, D., Meikle, A., Carriquiry, M., Montossi, F., De Barbieri, I., & Viñoles, C. (2014). Effect of different management systems on growth, endocrine parameters and puberty in Hereford female calves grazing Campos grassland. *Livestock Science*, 167, 455-462. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.06.026>
- Gutiérrez, V., Espasandin, A. C., Astessiano, A. L., Casal, A., López-Mazz, C., & Carriquiry, M. (2013). Calf foetal and early life nutrition on grazing conditions: metabolic and endocrine profiles and body composition during the growing phase. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97(4), 720-731. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2012.01314.x>
- Hall, J. B., Staigmiller, R. B., Bellows, R. A., Short, R. E., Moseley, W. M., & Bellows, S. E. (1995). Body composition and metabolic profiles associated with puberty in beef heifers. *Journal of Animal Science*, 73(11), 3409-3420.
- Hammond, J. (1960). *Farm animals: Their breeding, growth, and inheritance* (3rd ed.). Edward Arnold.
- Holland, M. D., & Odde, K. G. (1992). Factors affecting calf birth weight: A review. *Theriogenology*, 38(5), 769-798. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(92\)90155-K](https://doi.org/10.1016/0093-691X(92)90155-K)
- Hopper, H. W., Williams, S. E., Byerley, D. J., Rollososon, M. M., Ahmed, P. O., & Kiser, T. E. (1993). Effect of prepubertal body weight gain and breed on carcass composition at puberty in beef heifers. *Journal of Animal Science*, 71(5), 1104-1110.
- Huffman, C. F., & Duncan, C. W. (1944). The nutritional deficiencies in farm animals on natural feeds. *Annual Review of Biochemistry*, 13, 467-486. <https://doi.org/10.1146/annurev.bi.13.070144.002343>
- Instituto Uruguayo de Meteorología. (2021). *Boletín pluviométrico*. <https://www.inumet.gub.uy/clima/recursos-hidricos/boletin-pluviometrico>

Instituto Uruguayo de Meteorología. (2022). *Boletín pluviométrico*.

<https://inumet.gub.uy/clima/recursos-hidricos/boletin-pluviometrico-mensual>

Jaurena, M., & Savian, J. (2018). 10 temas claves para avanzar en el manejo del campo natural en los sistemas ganaderos de Uruguay. En M. E. A. Canozzi & J. Clariget (Eds.), *Recría y engorde de bovinos: Avances tecnológicos en alimentación y manejo* (pp. 39-50). INIA. https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/18118/1/Jaurena-Savian-st-269-2024-p39-50.pdf?utm_source=chatgpt.com

Jenkins, T. G., & Ferrell, C. L. (1992). Lactation characteristics of nine breeds of cattle fed various quantities of dietary energy. *Journal of Animal Science*, 70(6), 1652-1660. <https://doi.org/10.2527/1992.7061652x>

Keane, M. G., & Drennan, M. J. (1994). Effects of winter supplementary concentrate level on the performance of steers slaughtered immediately or following a period at pasture. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 33(2), 111-119.

Lampert, V. N., Andrighetto, M. E. A., Mcmanus, C. M., Dill, M. D., Oliveira, T. E., Mercio, T. Z., Teixeira, O. S., & Barcellos, J. O. J. (2020). Modelling beef cattle production systems from the Pampas in Brazil to assess intensification options. *Scientia Agricola*, 77(4), Artículo e20180263 <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2018-0263>

Lesmeister, J. L., Burfening, P. J., & Blackwell, R. L. (1973). Date of first calving in beef cows and subsequent calf production. *Journal of Animal Science*, 36(1), 1-6. <https://doi.org/10.2527/jas1973.3611>

Long, C. R. (1980). Crossbreeding for beef production: Experimental results. *Journal of Animal Science*, 51(5), 1197-1223.

- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2022). *Declaración jurada anual de existencias*. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/datos-preliminares-basados-declaracion-jurada-existencias-dicose-snig-2022>
- Montossi, F., San Julián, R., Correa, D., Gonzáles, F., & Porcile, V. (2006). Efecto de la carga animal, sistema de pastoreo y suplementación sobre la performance de una pastura de *Triticale secale* y *Lolium multiflorum* pastoreada por corderos Corriedale en la región de areniscas de Uruguay. En M. Bemhaja & O. Pittaluga (Eds.), *30 Años de investigación en suelos de Areniscas* (pp. 139-150). INIA.
- Moran, J. B., & Holmes, W. (1978). The application of compensatory growth in grass/cereal beef-production systems in the United Kingdom. *World Review of Animal Production*, 14(2), 65-73.
- Mukhoty, H., & Berg, R. T. (1971). Influence of breed and sex on the allometric growth patterns of major bovine tissues. *Animal Production*, 13(2), 219-227.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2021). *Nutrient requirements of dairy cattle* (8th rev. ed.). National Academies Press. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK600606/>
- Nicol, A. M., & Kiteessa, S. M. (1995). Compensatory growth in cattle. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 55, 157-160.
- Notter, D. R. (1987). The crossbred sire: Theory. *Journal of Animal Science*, 65(1), 99-109.
- Notter, D. R., Cundiff, L. V., Smith, G. M., Laster, D. B., & Gregory, K. E. (1978). Characterization of biological types of cattle: VII. Milk production in young cows and transmitted and maternal effects on preweaning growth of progeny. *Journal of Animal Science*, 46(4), 908-921.

Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2011). *Anuario estadístico agropecuario 2011*.

MGAP. <https://www.mgap.gub.uy/dieaanterior/anuario2011/diea-anuario-2011-web.pdf>

Oficina de Programación y Política Agropecuaria. (2018). *Resultado de la encuesta*

ganadera nacional. https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2020-02/encuesta_ganadera_2016_22012019.pdf

Panario, D., & Bidegain, M. (1997). Climate change effects on grasslands in Uruguay.

Climate Research, 9(1-2), 37-40. <https://www.int-res.com/articles/cr/9/c009p037.pdf>

Pigurina, G., Soares de Lima, J. M., Berreta, E., Montossi, F., Pittaluga, O., Ferreira, G., &

Silva, J. A. (1998). Características del engorde a campo natural. En E. J. Beretta

(Ed.), *Seminario de actualización en tecnologías para Basalto* (pp. 137-145). INIA.

Pittaluga, O., Rovira, J., & Madalena, F. (1968). Efecto de la edad al primer parto sobre

comportamiento productivo y reproductivo de un rodeo Hereford. *Boletín técnico*.

Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni", 4(1), 25-38.

Posada, S., Rosero, R., Rodríguez, N., & Costa, A. (2011). Estimación de parámetros de

curvas de crecimiento de ganado Nellore criado en confinamiento. *Revista MVZ*

Córdoba, 16(3), 2701-2710. <https://doi.org/10.21897/rmvz.271>

Quintans, G. (1994). Suplementación de terneras y vaquillonas con afrechillo de arroz

desgrasado. En G. Quintans & G. Pigurina (Coords.), *Bovinos para carne: Avances*

en la suplementación de la recría e invernada intensiva (pp. 13-21). INIA.

- Quintans, G., Banchemo, G., Carriquiry, M., López-Mazz, 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., & Roig, G. (2008). Principales factores que afectan la aparición de la pubertad en vaquillonas de razas carniceras. En G. Quintans, J. I. Velazco & G. Roig (Eds.), *Seminario de actualización técnica: Cría vacuna* (pp. 56-58). INIA.
- Quintans, G., & Vaz Martins, D. (1994). Efecto de diferentes fuentes de suplemento sobre el comportamiento de terneras. En G. Quintans & G. Pigurina (Coords.), *Bovinos para carne: Avances en suplementación de la recría e invernada intensiva* (pp. 2-8-2-12). INIA.
- Quintans, G., Vaz Martins, D., & Carriquiry, E. (1993). Efecto de la suplementación invernal sobre el comportamiento de terneras. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Campo Natural: Estrategia invernal, manejo y suplementación* (pp. 35-53).
- Quintans, G., & Vázquez, A. I. (2002). Efecto del destete temporario y precoz sobre el período posparto en vacas primíparas. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Seminario de actualización técnica: Cría y recría ovina y vacuna* (pp. 110-112).
- Rodríguez Palma, R., & Rodríguez, T. (2017). Campo natural de Basalto: ¿Cuánto responde en producción de forraje? En W. Ayala, P. Boggiano & O. Álvarez (Eds.), *XXIV Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur: Grupo Campos: Retomando un camino de oportunidades para una producción ganadera sustentable* (pp. 57-59). INIA.

- Rovira, J. (1996). *Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo*. Hemisferio Sur.
- Ruggia, A., Dogliotti, S., Aguerre, V., Albicette, M. M., Albin, A., Blumetto, O., Cardozo, G., Leoni, C., Quintans, G., Scarlato, S., Tiftonell, P., & Rossing, W. A. H. (2021). The application of ecologically intensive principles to the systemic redesign of livestock farms on native grasslands: A case of co-innovation in Rocha, Uruguay. *Agricultural Systems*, 191, Artículo e103148.
<https://doi.org/10.1016/j.agry.2021.103148>
- San Julián, R., Alonso, J., & Dávila, P. (2015). *Efecto de diferentes ofertas de forraje del campo natural durante el pre y post - parto de vacas primíparas sobre la respuesta productiva del ternero* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Soares de Lima, J. M., & Montossi, F. (2010). Años muy buenos, años muy malos (...) El rol de la suplementación en sistemas ganaderos extensivos en un contexto de alta variabilidad climática y de producción forrajera. *Revista INIA*, (22), 16-20.
- Soca, P., Ruggia, A., Canavelli, S. B., & Tiftonell, P. (2020). *Plataforma de innovación para la Sustentabilidad de Sistemas Ganaderos Familiares en Uruguay y Argentina: Informe final*. FONTAGRO; BID. https://old.fontagro.org/new/uploads/adjuntos/Informe_técnico_Final_15461_Ultima_versión.pdf
- United Nations Environment Programme. (2021). *Emissions Gap Report 2021 – The heat is on: A world of climate promises not yet delivered*.
<https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2021>
- Viñoles, C., Guggeri, D., Soares de Lima, J. M., & Montossi, F. (2013). Suplementación preferencial del ternero: Una alternativa para mejorar la productividad de la cría pastoreando campo nativo en suelo de basalto. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *XLI Jornadas Uruguayas de Buiatría* (pp. 20-26).

Wilson, P. N., & Osbourn, D. F. (1960). Compensatory growth after undernutrition in mammals and birds. *Biological Reviews*, 35(3), 324-361.

<https://doi.org/10.1111/j.1469-185x.1960.tb01327.x>

Wu, G., Bazer, F. W., Wallace, J. M., & Spencer, T. E. (2006). Board-invited review: Intrauterine growth retardation: Implications for the animal sciences. *Journal of Animal Science*, 84(9), 2316-2337. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-156>