

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO NEGRO
SEDE ATLÁNTICA



INGENIERÍA AGRONÓMICA

Trabajo Final de Carrera: Informe Técnico

“Efecto de la suplementación proteica durante el pastoreo de remolacha forrajera en el crecimiento post-destete de terneras en recría en el Valle Inferior de Río Negro (VIRN)”.

Estudiante: Hernán Martín Arizcuren

Directora: Mg. Gabriela Garcilazo

Co-Directora: Dra. María Fany Zubillaga

Año: 2025

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Río Negro por darme la oportunidad de estudiar y convertirme en un profesional.

A la Estación Experimental Valle Inferior de Río Negro (EEAVI-INTA), por permitir la realización de este trabajo en sus instalaciones.

A mis directoras de tesis, Dra. María Fany Zubillaga por su paciencia y predisposición a acompañarme, tanto en este trabajo como a lo largo de la carrera y Gabriela Garcilazo por la posibilidad de llevar a cabo este trabajo

A Kevin Eddy, por haber compartido conmigo el desarrollo completo del trabajo, tanto en las tareas de campo como en las de oficina.

A Juan José Gallego por el acompañamiento durante los trabajos a campo y en la coordinación de las decisiones de este trabajo.

A Cesar Angelicchio y Guillermo Miñón, por brindar su colaboración en el trabajo a campo.

A Frigorífico Fridevi por permitirme la experiencia de realizar los muestreos y análisis pertinentes

A mi familia, especialmente a mis padres, Claudia y Cacho, por haberme dado la posibilidad de estudiar y darme su apoyo incondicional en todo momento, y a mi hermana Verónica, por ser un ejemplo para mí.

A mis compañeros de cuatro patas, Anton, Ciro, Lucas, Tina y Apolo, por haberme acompañado durante largas horas de estudio.

A mis compañeros de la carrera, con los que compartí tantas horas de estudio, charlas y mates.

A mis amigos, por haberme acompañado en estos años y motivarme en todo lo que me propuse.

A todas las personas que me han brindado su acompañamiento y ayuda desinteresada.

Índice de contenido

TÍTULO.....	1
RESUMEN.....	1
TITLE.....	3
SUMMARY.....	3
Introducción.....	5
Descripción de la problemática.....	5
Utilización de remolacha forrajera como posible solución técnica para la problemática descrita.....	7
Antecedentes mundiales y regionales de la remolacha.....	10
Objetivo general.....	15
Objetivos específicos.....	15
Metodología.....	16
1. Localización.....	16
2. Diseño experimental.....	17
3. Preparación de los tratamientos.....	17
4. Manejo animal y monitoreo de peso.....	18
I. Manejo de los animales.....	18
II. Seguimiento del peso animal.....	20
5. Indicadores de manejo del recurso forrajero.....	21
I. Estimación de oferta de forraje de RF.....	21
II. Cálculo de la asignación diaria.....	23
III. Estimación de consumo.....	24
6. Indicadores productivos y de eficiencia.....	26
I. Eficiencia de conversión.....	26
II. Producción de carne por hectárea.....	26
III. Carga animal.....	27
7. Características carniceras.....	27
8. Clasificación de reses bovinas: conformación y grado de terminación.....	28
I. Conformación de la res bovina.....	28
II. Grado de terminación de la res bovina.....	29
9. Calidad de los alimentos empleados.....	30
Resultados y discusión.....	32
Conformación y grado de terminación de la res.....	36
Características carniceras.....	37
Calidad de los alimentos.....	38
Conclusiones.....	40
Destinatarios del informe.....	41
Anexo.....	43
Bibliografía.....	46

Índice de figuras

Figura 1. Remolacha forrajera en estado (a) vegetativo (b) reproductivo.	7
Figura 2. Ubicación de la EEAVI y del lote experimental.	17
Figura 3. Remolacha forrajera trazada junto a rollo de alfalfa en periodo de acostumbramiento.	18
Figura 4. Distribución de los tratamientos y repeticiones en el lote. Los colores de las caravanas indican las réplicas asociadas a cada tratamiento.	19
Figura 5. Muestras fraccionadas y dispuestas en bandejas para el posterior secado en estufa y cuantificación de materia seca.	22
Figura 6. (a) Bulbos de remolacha forrajera disponible en el lote luego del pastoreo, (b) Asignación de nueva franja de forraje.	23
Figura 7. Áreas evaluadas en distintos tiempos de postpastoreo (24 h, 48 h y 72 h), con evidencia de raíces remanentes (fuente KWS, 2019).	25
Figura 8. Mediciones correspondientes de la calidad de res en pie mediante ecografías (a), medición del Espesor de Grasa de Cadera (b).	28
Figura 9. Sistema oficial de clasificación y tipificación de reses bovinas. A: Excelente, B: Muy buena, C: Buena D: Regular E: Inferior).	29
Figura 10. Terminación de res bovina, grados de gordura de la res: 0: insuficiente; 1: adecuado; 2: ideal; 3: engrasado; 4: engrasado excesivo.	30
Figura 11: Medias reses de animales faenados en el frigorífico. Las etiquetas de identificación que detallan la conformación y el grado de terminación de cada res.	37

Índice de tablas

Tabla 1. Rendimiento y Composición Morfológica de la Remolacha Forrajera (MS/ha).	32
Tabla 2. Resultados de desempeño animal en terneras bajo suplementación diferencial.	34
Tabla 3. Variaciones de la calidad de res en pie para los parámetros de EGD, EGC y AOB obtenidos por ecografías.	37
Tabla 4. Composición química de los alimentos determinados en laboratorio.	38

TÍTULO

“Efecto de la suplementación proteica durante el pastoreo de remolacha forrajera en el crecimiento post-destete de terneras en recría en el Valle Inferior de Río Negro (VIRN)”.

RESUMEN

En los valles irrigados del norte de la Patagonia, la producción ganadera se enfrenta a un déficit de forraje durante el período otoño-invernal. Históricamente, este déficit se ha cubierto con forrajes conservados (heno, silajes de maíz/sorgo), que implican costos elevados y desafíos logísticos. Ante esta problemática, la remolacha forrajera (RF) (*Beta vulgaris L*) se presenta como una alternativa promisoria para el VIRN. Este cultivo ha reportado rendimientos entre 20 y 30 tMS ha⁻¹ en la zona, y es una fuente de alta energía debido a su gran contenido de azúcares. Sin embargo, a pesar de su alto valor energético, es potencialmente deficitaria en proteína bruta, con niveles moderados (6-10%). Para animales en la etapa de recría, una dieta basada solo en RF podría ser insuficiente para cubrir los requerimientos proteicos necesarios para un crecimiento óptimo. Por lo tanto, es esencial evaluar si la suplementación proteica es una estrategia de manejo necesaria para optimizar la productividad animal en sistemas de pastoreo de RF en la región.

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria Valle Inferior (EEAVI) del INTA. Se utilizaron 24 terneras de la raza Hereford, categoría recría, con un peso inicial promedio de 165 kg. Los animales fueron sometidos a un período de adaptación de 30 días para familiarizarse con el consumo de la RF y permitir la adaptación ruminal al alimento altamente energético, previniendo riesgos de acidosis. Se evaluaron dos tratamientos, cada uno con 12 animales divididos en

tres réplicas de 4 animales: 1) Sin suplementación proteica (SSP): dieta basada en pastoreo directo de RF y heno de alfalfa y, 2) Con suplementación proteica (CSP): dieta basada en pastoreo directo de RF, heno de alfalfa, y un suplemento proteico. El período de ensayo fue de 120 días. Las variables medidas fueron: performance animal: Se registró el peso individual de los animales cada 21 días con tecnología de radiofrecuencia para calcular el aumento diario de peso vivo (ADPV), un indicador clave del desempeño; manejo del forraje: se estimó la oferta de forraje y se calculó la asignación diaria, manteniendo un remanente del 25% de los bulbos disponibles tras 24 h de pastoreo. Se cuantificó el consumo de MS utilizando protocolos específicos; indicadores productivos: se midió la eficiencia de conversión y la producción de carne por hectárea; calidad de la res: se analizaron las características carniceras (como la conformación y el grado de terminación de la res bovina) al finalizar el período de pastoreo.

El trabajo demostró que el tratamiento CSP en terneras de recria pastoreando RF en el VIRN fue altamente efectiva, revirtiendo la conclusión inicial de que la RF por sí sola era suficiente. La suplementación duplicó el ADPV, mejoró la eficiencia de conversión y, consecuentemente, casi duplicó la producción de carne por hectárea respecto del tratamiento SSP. Además de la mejora en la performance, el grupo suplementado evidenció una calidad carnicera superior, logrando que el 83% de sus animales cumpliera con los requisitos de peso para faena y presentando un mejor engrasamiento y área de ojo de bife validando a la combinación RF más suplemento proteico como una estrategia clave para la intensificación productiva y la obtención de hacienda de mayor valor comercial en la región.

Palabras clave: remolacha forrajera, suplementación proteica, valle inferior de Río Negro, producción de carne, calidad de carne

TITLE

Effect of protein supplementation during forage beet grazing on post-weaning growth of replacement heifers in the Lower Río Negro Valley (VIRN).

SUMMARY

In the irrigated valleys of northern Patagonia, livestock production faces a fodder deficit during the autumn-winter period. Historically, this deficit has been covered with preserved fodder (hay, corn/sorghum silage), which involves high costs and logistical challenges. Given this problem, fodder beet (FB) (*Beta vulgaris L*) presents itself as a promising alternative for the Lower Río Negro Valley (VIRN). This high-yield crop (with reported yields between 20 and 30 tDM ha⁻¹ in the area) is a high-energy source due to its high sugar content. However, despite its high energy value, RF is potentially deficient in crude protein (CP), with moderate levels (6-10%). For animals in the rearing stage (post-weaning), a diet based solely on RF may be insufficient to meet the protein requirements necessary for optimal growth. Therefore, it is essential to assess whether GR supplementation is a necessary management strategy to optimise animal productivity in GR grazing systems in the region.

The study was conducted at INTA's Lower Valley Agricultural Experiment Station. Twenty-four Hereford heifers, reared category, with an average initial weight of 165 kg were used. The animals underwent a 30-day adaptation period to familiarise themselves with RF consumption and allow ruminal adaptation to the high-energy feed, preventing the risk of acidosis. Two treatments were evaluated, each with 12 animals divided into three replicates of 4 animals: 1) No protein supplementation (NPS): diet based on direct grazing of RF and pasture hay, and 2) With protein supplementation (PS): diet based on direct grazing of RF, pasture hay,

and a protein supplement. The trial period was 120 days. The variables measured were: animal performance: The individual weight of the animals was recorded every 21 days using radiofrequency technology to calculate the daily live weight gain (DLWG), a key performance indicator; forage management: forage supply was estimated and daily allocation was calculated, maintaining a 25% remnant of the bulbs available after 24 hours of grazing. DM consumption was quantified using specific protocols; production indicators: conversion efficiency and meat production per hectare were measured; beef quality: beef characteristics (such as conformation and degree of finish of the cattle) were analysed at the end of the grazing period.

The study demonstrated that CSP treatment in reared calves grazing RF in the VIRN was highly effective, reversing the initial conclusion that RF alone was sufficient. Supplementation doubled ADPV, improved conversion efficiency and, consequently, almost doubled meat production per hectare compared to the SSP treatment. In addition to improved performance, the supplemented group showed superior meat quality, with 83% of the animals meeting the weight requirements for slaughter and presenting better fat cover and ribeye area, validating the combination of RF plus protein supplement as a key strategy for production intensification and obtaining livestock with higher commercial value in the region.

Keywords: fodder beet, protein supplementation, lower Río Negro valley, meat production, meat quality

Introducción

Descripción de la problemática

En los valles irrigados del norte de la Patagonia la producción de ganado vacuno terminado para faena se realiza, mayoritariamente, sobre pasturas base alfalfa como principal fuente de alimentación en sistemas de invernada corta durante la primavera, el verano y el otoño (Miñón *et al.*, 2015). Además, se emplean mezclas forrajeras compuestas por leguminosas y gramíneas de ambientes templados de la región pampeana, las cuales demuestran una buena adaptación a las condiciones templado-frías de estos valles irrigados. Esta combinación de recursos forrajeros son prácticas comúnmente empleadas y que determinan la estacionalidad de la producción de novillos aptos para faena en la zona.

Durante el período otoño-invernal, la oferta forrajera suele ser insuficiente para cubrir los requerimientos alimenticios del ganado. En este periodo, la alimentación se basa fundamentalmente en el uso de forrajes conservados en forma de heno o silaje y verdeos de invierno en pastoreo. Es habitual que durante esta época la calidad y cantidad de los alimentos suministrados no cubran las demandas nutricionales de las diferentes categorías de bovinos. Por ello, suelen utilizarse forrajes conservados y/o granos para cubrir sus requerimientos. Los silajes de maíz y sorgo, especies C4 de alta eficiencia fotosintética, son utilizados como recursos de bajo costo por unidad de materia seca (MS) producida, pero requieren de liquidez financiera para su confección. Por otro lado, los servicios de corta-picado y embolsado en los valles irrigados del norte de la Patagonia tienen escaso desarrollo y su gestión es poco previsible (Gallego *et al.*, 2019).

De este modo surge la necesidad de buscar fuentes alternativas de forrajes adaptadas a las condiciones edafoclimáticas del Valle Inferior de Río Negro (VIRN) que permitan obtener altos rendimientos de calidad tendientes a compensar el déficit de forraje durante los períodos críticos. En este sentido, el cultivo de remolacha forrajera (*Beta vulgaris* L) aparece como una opción prometedora. En diferentes regiones del mundo como Nueva Zelanda, Chile y España se ha observado el crecimiento de la superficie cultivada con este recurso. Las experiencias y antecedentes del cultivo datan desde principios del siglo XX e indicarían que las condiciones medioambientales de las zonas templadas de Argentina serían propicias para su desarrollo (Rattin *et al.*, 2022). En este sentido, la remolacha forrajera (RF) presenta características productivas óptimas para las condiciones edafoclimáticas de la región norpatagónica (Gallego *et al.*, 2019; Garcilazo *et al.*, 2020).

Por otra parte, su destacada calidad nutricional y alta productividad en términos de kg de MS por ha^{-1} permitiría incrementar la carga animal de los sistemas productivos locales dado que ofrecería energía para la terminación de animales en pastoreo, sin la necesidad de equipamientos costosos para su cosecha tal como se observa en los cultivos tradicionales de sorgo y maíz. Sin embargo, para poder integrar esta alternativa de manera efectiva en la cadena forrajera, es indispensable evaluar su respuesta nutricional en las producciones ganaderas de la región.

Utilización de remolacha forrajera como posible solución técnica para la problemática descrita

En los sistemas de producción de carne y/o leche de los valles de la Norpatagonia se presenta un déficit de forraje entre los meses de mayo a septiembre que en general se cubren con heno de pasturas, silajes de maíz/sorgo y verdeos invernales. Es por ello que la remolacha forrajera (*Beta vulgaris* L.) se presenta como una alternativa de aporte energético promisoria que permitiría incrementar la carga animal en los establecimientos productivos y facilitaría la terminación y recría de animales en pastoreo con menores costos de servicios contratados en comparación con los recursos usualmente utilizados (Gallego et al., 2019; Garcilazo et al., 2020).

La RF es una especie bianual (Figura 1 a y b), que en su primer año experimenta un crecimiento vegetativo, con producciones asociadas a la parte aérea (hojas) y subterránea (raíz y acumulación de sacarosa). Por ello, para su adecuada implantación es importante el control de malezas, práctica que promueve la acumulación de área foliar en las semanas posteriores a la siembra (Matthew et al., 2011). Durante el segundo ciclo, desarrolla las estructuras reproductivas y florece (Bruzón, 2007).



Figura 1. Remolacha forrajera en estado (a) vegetativo (b) reproductivo.

Este recurso se caracteriza por presentar un óptimo desarrollo en climas templados, húmedos, y de gran intensidad lumínica que le permiten alcanzar elevadas tasas fotosintéticas y con ello, una alta acumulación de azúcares (Agroempresario, 2025). La temperatura (T°) constituye una variable ambiental crítica para el establecimiento y desarrollo del cultivo, sus requerimientos óptimos oscilan entre los 22 y 25°C (Guerrero, 1999). La T° de suelo para la germinación no debe ser inferior a 10°C (IANSAGRO, 2007). Durante la fase de desarrollo de follaje la T° que tolera es de 32-33°C. En la etapa de desarrollo del tubérculo, puede soportar hasta 40°C sin afectar significativamente el desarrollo del órgano de reserva (Valencia *et al.*, 2009).

En cuanto a sus requerimientos de suelo, esta planta presenta mejor desarrollo en suelos fracos y bien aireados, sin limitaciones en la capa arable. Estas condiciones son esenciales para permitir un crecimiento óptimo de su sistema radicular (Bruzón, 2007). Por otra parte se caracteriza por ser tolerante a la salinidad sin embargo, durante sus primeras etapas de crecimiento (desde germinación hasta la formación de corona) la presencia de sales puede afectar drásticamente su desarrollo (Alvarado Padilla *et al.*, 2011).

Estudios asociados a la morfofisiología de este cultivo en Turquía demostraron la asociación entre los efectos de las condiciones ambientales, como la T° y la intensidad de la luz en el crecimiento de las plantas. Valores óptimos de T° ambiente y días largos promueven el incremento del área foliar, el peso seco de las hojas, el peso seco de la raíz, el peso seco total de la planta, el grosor de la hoja y la tasa neta de asimilación (Albayrak & Çamas, 2007).

Una característica notable de la RF es su capacidad para ser cultivada con éxito durante el invierno en regiones como Pakistán e India. En estos lugares, la planta se destaca porque puede sobrevivir y crecer en condiciones climáticas en las que la mayoría de los demás cultivos forrajeros tradicionales no logran desarrollarse. Algunas regiones, el invierno se caracteriza por sequía marcada, suelos salinos y sódicos, y temperaturas frescas que frenan el desarrollo de gramíneas C4 (sorgo, maíz, mijo) y limitan el establecimiento de leguminosas sensibles a la salinidad. A ello se suma la baja radiación y la corta duración del día, que reducen la fotosíntesis y la producción de biomasa (Niazi *et al.*, 2000; Sami *et al.*, 2020).

Investigaciones llevadas a cabo en el noroeste de Europa (Alemania, Países Bajos y Dinamarca) han evaluado la respuesta de la RF a la fertilización con nitrógeno (N). En estos estudios de campo, se aplicaron dosis variables de N (desde 0 a 200 kg ha⁻¹), para analizar el impacto en el rendimiento y la eficiencia de uso del nutriente. Los resultados indican que un incremento en la dosis de fertilizante se correlaciona positivamente con un aumento en el rendimiento de MS y en el contenido de azúcar. Sin embargo, se observó una disminución en los índices de cosecha. Estos hallazgos demuestran que, aunque las dosis elevadas de fertilizante aumentan la absorción de N, la eficiencia con la que la planta utiliza este nutriente disminuye (Laufer *et al.*, 2016). Estudios realizados en Argentina, en el Valle Inferior del Río Negro arrojaron resultados similares donde se observó un patrón de respuesta decreciente en la eficiencia de uso del N al aplicar dosis variables entre 0 y 400 kg N ha⁻¹ (Gallego *et al.*, 2019).

En relación a la calidad nutricional, los bulbos de la RF, son ricos en azúcares, principalmente sacarosa la cual constituye la mayor parte de su MS (55-70%) dependiendo del cultivar y la etapa de cosecha. Además, contienen una cantidad

moderada de proteína (6-10%) y poca fibra (5-12%). Esta composición nutricional convierte a esta especie en una fuente energética eficiente, pero potencialmente deficitaria en proteína para dietas balanceadas (Feedipedia, 2013; Enchev y Bozhanska, 2022). Los elevados valores de azúcares la indican como potencial causante de acidosis debido a la posibilidad de generar excesiva acumulación de ácidos grasos volátiles de rápida producción dentro del rumen (Chalupa y Sniffen, 2000). Esto implica que, cuando la misma se emplea en alimentación animal, requiera de realizar una adaptación previa del sistema ruminal y su utilización en mezcla con otros forrajes (Clark *et al.*, 1987, Ferris *et al.*, 2002). A pesar de ello, Matthew *et al.* (2011) mencionan pocas evidencias de problemas sanitarios en ciervos y rumiantes alimentados con RF. En este sentido, es importante destacar que en varios países europeos este recurso se cultiva como forraje para el pastoreo de ganado joven, como alimento al final de la lactancia y en vacas lactantes (Niazi *et al.*, 2000; Roy *et al.*, 2014).

Antecedentes mundiales y regionales de la remolacha

La RF constituye una alternativa de elevado potencial productivo a nivel internacional, destacándose por su adaptabilidad, valor nutricional y eficiencia en sistemas de alimentación animal. De acuerdo con datos de FAOSTAT, en el año 2020, la producción mundial de RF fue de aproximadamente 252 millones de toneladas (t), cultivadas en unas 4,44 millones de ha⁻¹, lo que equivale a un rendimiento medio global cercano a las 57 t ha⁻¹. Entre los principales países productores se destacan Rusia, Estados Unidos y Alemania (BlogAgricultura, 2021). El cultivo de RF resulta relevante en diversos países dentro de los esquemas ganaderos, por ejemplo, en la Isla Sur de Nueva Zelanda, se utiliza principalmente como fuente forrajera para la alimentación invernal de bovinos con una superficie

variable entre 6.000 y 10.000 ha productivas anuales (Chakwizira *et al.*, 2012). En Bogotá (Colombia), se evaluó el uso de RF como suplemento energético en la dieta de vacas lecheras. Se obtuvo como resultado que la inclusión de 17 a 28 kg de materia verde/día/animal permitía reemplazar hasta el 100 % del concentrado comercial, sin afectar el contenido graso de la leche (Hernández & Méndez, 1988). En cuanto a su desarrollo en Argentina, la RF ha comenzado a consolidarse en los últimos años, especialmente en regiones con vocación ganadera. Desde 2017, la superficie cultivada pasó de 4 a 300 ha⁻¹, aunque algunos informes estiman un potencial de expansión de hasta 2.000 ha⁻¹ (INTA Informa, 2023). Los rendimientos reportados oscilan entre 20 y 30 tMS ha⁻¹, los cuales se traducen en producciones de carne superiores a los 2.000 kg ha^{-1/año}. Estos valores destacan su eficiencia como recurso forrajero y su valor nutricional (Argentina.gob.ar, 2024).

A nivel regional, en los valles Norpatagónicos, especialmente en el VIRN, este cultivo presenta antecedentes históricos. Las primeras producciones se centraron en remolacha azucarera (RA) cuyos requerimientos y generalidades de producción son comparativamente similares a las de la RF. La principal diferencia entre ambas radica en su contenido de MS (RF 9-12% y RA 25%) y su destino productivo (RF destinada a la alimentación animal y RA a la producción de azúcar (Yarza García, 1970). El emprendimiento nacional más importante de industrialización de RA fue llevado a cabo por la “Compañía Industrial y Agrícola San Lorenzo” en General Conesa durante el período 1929 -1939. En este proyecto las inversiones fueron de destacada magnitud y procedían de inmigrantes italianos, Juan Pegassano y Benito Lorenzo Raggio. Los capitales invertidos fueron utilizados para construir un ingenio y un ramal ferroviario de 107 km con el objetivo de permitir una fluida comunicación con la zona, transportar pasajeros, insumos y comercializar el azúcar con destino al

sur del país. La producción de RA creció hasta 1935; luego comenzó a decaer dramáticamente debido a causas desconocidas. El diagnóstico, realizado por Bennett y Munck sobre finales de la década del '30, indicó como causa a el “virus del marchitamiento amarillo” (Rivas, 2017). En este sentido, y para este mismo cultivo, la Estación Experimental de Valle Inferior del Río Negro realizó estudios de identificación de hemípteros como posibles vectores de fitoplasmas, en el cultivo (Guzmán *et al.*, 2016). Baffoni *et al.* (2016) en acelga y remolacha hortícola, determinaron síntomas de amarillamiento y marchitez como consecuencia del fitoplasma perteneciente al grupo 16SrIII (x-disease), subgrupo J, el cual es transmitido por insectos vectores del tipo chicharritas (Hemípteros) que se alimentan del floema. Por otra parte, Rivas (2017) desde la Estación experimental Hilario Ascasubi identificó la sintomatología del marchitamiento amarillo.

Para el VIRN los rendimientos obtenidos en ensayos experimentales de RA fluctuaron entre 54 y 94 t ha⁻¹ de materia verde con un porcentaje de MS promedio de 29% (Reinoso *et al.*, 2016), mientras que en el sur de la provincia de Buenos Aires, Hilario Ascasubi, se reportaron rendimientos entre 63 y 116 t ha⁻¹ de materia verde (Rivas, 2017). Ambos antecedentes hacen referencia al comportamiento de este cultivo con destino a la producción de azúcar y/o bioetanol.

En relación al comportamiento productivo-sanitario de RF para el uso en alimentación animal, los antecedentes de la región se relacionan con el grupo de producción animal de la Estación Experimental Agropecuaria Valle Inferior. En el año 2017, se evaluó la producción de este cultivo bajo diferentes tratamientos de fertilización nitrogenada y densidades de siembra. En ambos casos el material genético utilizado correspondió al híbrido Gitty KWS. En el primer ensayo se evaluaron cinco dosis de fertilización: 0 (testigo), 50, 100, 200 y 400 kg N ha⁻¹

aplicándose en dos estadios fenológicos del cultivo (5-6 y 10-11 hojas verdaderas). El tratamiento con 100 kg N ha⁻¹ produjo 84% más de forraje que el testigo. Entre 200 y 400 kg N ha⁻¹ el promedio de producción fue 21 tMS ha⁻¹, sin diferencias entre dosis. La composición morfológica de la planta se modificó con la dosis de 400 kg N ha⁻¹, la cual mostró un aumento de la biomasa aérea en detrimento del tamaño de la raíz. En relación al comportamiento sanitario, los tratamientos con 0 y 50 Kg de N ha⁻¹ presentaron 40 y 25% de incidencia *Rhizoctonia solani* en raíces respectivamente. Los restantes tratamientos no superaron el 5%. Este trabajo deja en evidencia la adaptación productiva del cultivo a nivel local y el efecto de fertilización nitrogenada como práctica necesaria (100-200 kg N ha⁻¹) para incrementar la producción de forraje y aumentar la fracción energética de la planta (raíz). Así mismo, permitió mejorar la performance sanitaria del cultivo (Gallego et al., 2019).

Otro estudio realizado a nivel local se centró en la densidad de siembra y su respuesta productiva. Para ello se evaluaron cinco densidades de siembra (DS): 4, 7, 10, 13 y 16 plantas (pl) por metro lineal, equivalente a 57; 100; 142; 185 y 228 mil pl ha⁻¹ respectivamente. A la siembra se fertilizó con 100 kg ha⁻¹ de fosfato diamónico ((NH₄)₂HPO₄) y 200 kg ha⁻¹ N durante la etapa de crecimiento del cultivo. Los mayores rendimientos se obtuvieron con la densidad de 142 mil pl ha⁻¹. Este tratamiento mostró un 44% más producción de MS (kg) respecto de la densidad de 57 mil pl ha⁻¹. La composición morfológica también presentó variaciones, las densidades más elevadas incrementaron la biomasa aérea en detrimento del tamaño de la raíz. Por ello, se recomienda para la zona de estudio una densidad de 142 mil pl ha⁻¹ dado que, permite obtener una alta producción de forraje y promueve el aumento de la fracción energética (raíz) de la planta (Gallego et al., 2020).

En lo que respecta a la utilización de RF en la alimentación animal se realizaron dos experiencias durante los años 2018 y 2019 en dos establecimientos locales “La Amalgama” (2018) y en la Estación Experimental Agropecuaria Valle Inferior (2019). El material genético utilizado correspondió a los híbridos Gitty y Gerónimo KWS. Las fechas de siembra empleadas fueron 21/11/17 y 11/12/18 con una densidad de siembra de 12 y 9 semillas m⁻² para cada año respectivamente. A la siembra se fertilizó con 100 kg de (NH₄)₂HPO₄ ha⁻¹ y 150 kg de N ha⁻¹ durante la etapa de crecimiento del cultivo distribuidos en 3 aplicaciones en ambos años. Durante el 2018 se trabajó con 14 vaquillonas raza Aberdeen Angus de peso inicial de 197 kg ±10 kg sobre una superficie total de 0,75 ha y en 2019 con 16 novillos Hereford y sus cruzas con un peso inicial de 330 kg ±23 kg sobre una superficie total de 1 ha⁻¹. Los animales consumieron heno a voluntad y se pesaron cada 21 días. En ambos establecimientos el pastoreo se realizó durante la época otoño-invernal (mayo-septiembre). El rendimiento MS del cultivo fue de 18.000 y 11.200 kg MS ha⁻¹ para cada uno de los años respectivamente, valores que se tradujeron en una productividad de carne superior a los informados por otros autores locales en pasturas perennes (La Rosa *et al.*, 2010 y Miñón *et al.*, 2018).

Los antecedentes mencionados demuestran la adaptación de RF a la región, consolidándose como una alternativa valiosa para la diversificación local y como un recurso forrajero de alta productividad y calidad nutricional. Sin embargo, se considera relevante continuar su estudio en relación a parámetros asociados con la productividad animal. Dado que los bajos niveles de proteína bruta (PB) del recurso podrían ser insuficiente para animales en recría. Por ello, este trabajo se propone evaluar la suplementación proteica como una forma de optimización de la dieta.

Objetivo general

Evaluar el efecto de la suplementación proteica en el crecimiento post destete de terneras en recría.

Objetivos específicos

- Conocer la calidad nutricional de la remolacha forrajera provista como alimento a terneras en recría durante este ensayo.
- Cuantificar el consumo de materia seca y estimar la eficiencia de conversión alimenticia en terneras en recría con y sin suplementación proteica.
- Analizar el efecto de la suplementación proteica sobre las características carniceras de los animales al finalizar el periodo de pastoreo.

Metodología

1. Localización

El presente trabajo fue realizado en el VIRN, el mismo se encuentra ubicado sobre la margen sur del Río Negro desde la Primera Angostura hasta la desembocadura del Océano Atlántico. Abarca alrededor de 80.000 ha, de las cuales 35.000 ha son irrigadas. Su centro urbano es la ciudad de Viedma. La zona agrícola bajo riego del VIRN se encuentra localizada en el denominado proyecto IDEVI (Instituto de Desarrollo del Valle Inferior), que corresponde a un área de 18.500 ha sistematizadas para el riego superficial y organizada en explotaciones cuya superficie varía entre las 30 y 120 ha (IDEVI, 2010). El río y el mar actúan como moderadores de los valores térmicos de la región, como resultado el clima es semiárido y mesotermal. La precipitación media es de 391 mm/año, razón por la cual los cultivos requieren riego artificial. De acuerdo a los registros históricos la temperatura media mensual es de 14°C y la amplitud térmica hace a la zona adecuada para el desarrollo de una amplia variedad de cultivos, entre ellos para la RF.

Este trabajo fue desarrollado en el predio de la Estación Experimental Agropecuaria Valle Inferior (EEAVI), cuya posición geográfica es: Latitud: 40° 47' 46.86" S; Longitud: 63° 3' 23.12" O (Figura 2). Los suelos de la misma pertenecen a la serie Chacra, de textura arcillosa a franco-arcillo limosa, con relieve plano a ligeramente deprimido y drenaje imperfecto a moderadamente bien drenado.



Figura 2. Ubicación de la EEAVI y del lote experimental (Fuente Google Maps).

2. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado consistió en un tratamiento control, sin suplementación proteica (SSP) y un tratamiento con suplementación proteica (CSP). En el control la dieta consistió en pastoreo directo de RF y heno de alfalfa, mientras que en el tratamiento CSP se adicionó núcleo proteico según los requerimientos de los animales en tratamiento. Se asignaron al azar 24 terneras de $165 \text{ kg} \pm 14 \text{ kg}$, con tres réplicas de 4 animales cada una, es decir un total de 12 animales por tratamiento. La superficie total empleada en el ensayo fue de 1,4 ha.

3. Preparación de los tratamientos

Para delimitar los tratamientos y las repeticiones se utilizó hilo eléctrico, lo cual también permitió un manejo adecuado de los animales para la asignación diaria de RF. Además, se instalaron estratégicamente tres bebederos para asegurar el acceso al agua. Dentro de cada tratamiento y sus respectivas repeticiones, se

colocó un comedero de plástico. Este se usó para proporcionar heno y, en el caso del tratamiento CSP, también para el suplemento proteico.

4. Manejo animal y monitoreo de peso.

I. Manejo de los animales

El estudio se realizó con terneras de raza Hereford de categoría recría, con un peso inicial promedio de 165 kg ±14 kg las cuales al destete habían recibido un esquema sanitario preventivo (vacuna quíntuple, desparasitación, IBR + querato). Antes del inicio del ensayo, los animales fueron trasladados al lote de estudio para un período de acostumbramiento al pastoreo de RF. Para ello, se delimitó el acceso con una cerca eléctrica de 3 hilos. Durante esta etapa, se les suministró diariamente RF cortada en trozos, en cantidades progresivamente mayores, junto con heno de alfalfa (Figura 3).



Figura 3. Remolacha forrajera trozada junto a rollo de alfalfa en periodo de acostumbramiento.

Se comenzó con una oferta de 0,5 kg MS de RF completando el resto de la ingesta diaria con heno de buena calidad, posteriormente se inició el pastoreo

directo restringiendo la oferta de RF bajo un protocolo de incrementos a razón de 0,5 kg de MS día por medio hasta llegar en un plazo de 30 días al pastoreo *ad libitum* basando la oferta en función de los residuos (Gibbs y Saldías 2015). El objetivo de este período de adaptación tuvo un doble propósito, permitir que los animales se familiarizaran con la RF y aprendieran a consumirla y, el de otorgarle al rumen el tiempo necesario para adaptarse a este nuevo alimento (altamente energético) con el fin de evitar riesgo de acidosis. Finalizada la etapa de transición alimenticia los animales fueron sujetos a una revisión general y a la colocación de caravanas electrónicas para identificación al momento del pesaje y de caravanas de distintos colores colocadas aleatoriamente para diferenciar los tratamientos y sus repeticiones (Figura 4). El periodo de ensayo fue de 120 días de duración, teniendo en cuenta el acostumbramiento de los animales a la nueva alimentación (30 días).

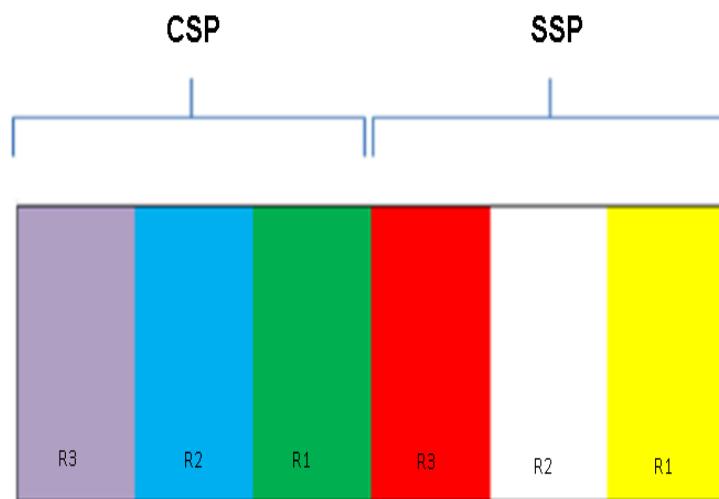


Figura 4. Distribución de los tratamientos y repeticiones en el lote. Los colores de las caravanas indican las réplicas asociadas a cada tratamiento.

II. Seguimiento del peso animal

Para el seguimiento del peso de los animales, los mismos fueron identificados individualmente con una caravana electrónica al inicio del ensayo para facilitar el registro automático de datos. Durante las jornadas de pesaje, se utilizó un bastón lector de radiofrecuencia True Test XRS2 Stick Reader®, el cual permitió la vinculación directa entre la identificación del animal y su peso. De este modo se minimizaron posibles errores humanos y se facilitó el registro de la información.

Los animales fueron pesados con una frecuencia de 21 días a lo largo del ensayo. Durante esta tarea, se realizó también una revisión general del estado sanitario y condición corporal de los animales, como parte del monitoreo rutinario. Este procedimiento permitió calcular el aumento diario de peso vivo (ADPV), un indicador clave para evaluar el desempeño animal y la eficiencia del sistema de recría. El control del ADPV brinda información útil sobre la respuesta productiva frente a diferentes condiciones de alimentación, manejo y ambiente. A su vez, permite detectar desvíos respecto a los objetivos propuestos y ajustar las estrategias de manejo.

El sistema de pesaje que se utilizó consistía en una balanza electrónica TRUE TEST-5000® Weigh Scale Indicators conectada al bastón lector de radiofrecuencia antes mencionado. Estas tecnologías permiten registrar el peso de cada animal de manera automática y asociarlo con su número de identificación, mejorando la precisión de los registros y reduciendo los errores humanos (Benaissa *et al.*, 2019). Por otra parte, la transferencia de la información a plataformas informáticas posibilita un seguimiento individualizado y continuo del desempeño animal, lo que favorece la detección temprana de problemas de salud y la toma de decisiones de manejo más eficientes (González *et al.*, 2018).

5. Indicadores de manejo del recurso forrajero

I. Estimación de oferta de forraje de RF

Para estimar el rendimiento del cultivo, se seleccionaron seis áreas de muestreo dentro del lote, una por cada repetición del ensayo. La ubicación de estas áreas se determinó de forma aleatoria para evitar sesgos en la selección. En cada sitio, se delimitaron dos hileras de siembra paralelas contiguas de cinco metros de longitud. Se cosecharon todas las plantas dentro de estas hileras y se registró su peso fresco (PF) total. En los casos en que una planta se encontraba en el límite exacto del área, se dividió longitudinalmente desde la corona hasta la punta de la raíz, y solo se incluyó la mitad de su PF en el análisis. Una vez cosechadas, las raíces se limpian manualmente para eliminar la tierra adherida. Posteriormente, se separaron las hojas y las raíces mediante un corte a nivel de la corona (definida como el punto de emergencia de la última hoja verde). Para facilitar el proceso de secado, ambas fracciones se seccionaron en partes más pequeñas (aproximadamente en 2 cm de longitud). Una vez obtenidos los valores de MS de las distintas secciones, se guardó una fracción de cada muestra, debidamente identificada (fecha y tratamiento), para realizar los análisis nutricionales correspondientes.

Para el secado de las muestras, las mismas fueron colocadas en bandejas de aluminio (correctamente identificadas) en estufa de ventilación forzada a temperatura de 60°C hasta alcanzar un peso constante (Figura 5). En el caso particular de raíces de RF este procedimiento puede demorar entre dos y tres semanas. Este método, si bien requiere más tiempo, ofrece una estimación más precisa en comparación con los protocolos utilizados en laboratorios comerciales,

donde se emplean temperaturas elevadas en corto periodo de tiempo (105 °C durante 24 horas), muestras de menor volumen y picadas a tamaños inferiores a los mencionados. Este procedimiento incrementa el margen de error y puede generar (debido a las altas temperaturas) que los azúcares presentes en la raíz se caramelicen y formen una capa externa que impide la adecuada evaporación del agua, afectando negativamente la estimación de este parámetro (J.J. Gallego, comunicación personal, 18 de mayo de 2021).



Figura 5. Muestras fraccionadas y dispuestas en bandejas para el posterior secado en estufa y cuantificación de materia seca.

En este sentido, algunos autores mencionan que al exponer la muestra a altas temperaturas, se pueden producir reacciones de pardeamiento no enzimático (reacciones de Maillard) y, en casos más extremos, caramelización de los azúcares. Estos procesos provocan oscurecimiento, cambios de color y degradación de azúcares, lo que puede conducir a una subestimación del %MS (NFTA, 2002; AAFCO, 2017). Estudios en subproductos de RA han mostrado que los polvos obtenidos, previamente secados en horno, presentan un color más oscuro debido a la formación de productos de Maillard y caramelización de azúcares. Esto se tradujo

en la pérdida parcial de azúcares disponibles (Posada *et al.*, 2007; AOAC, 2019; Gumul *et al.*, 2021). Estos hallazgos son extrapolables a la RF ya que su bulbo es rico en sacarosa.

Para el cálculo de MS se empleó la siguiente ecuación (AOAC, 1990) y a continuación el valor obtenido se referenció a la superficie de una hectárea.

$$\%MS = (PF - PS) / PF \times 100$$

Dónde: %MS: materia seca expresada en forma porcentual; PF: peso fresco de la muestra; PS: peso seco de la muestra después de secado en estufa.

II. Cálculo de la asignación diaria

La asignación diaria de franjas de forraje de RF se definió con el objetivo de garantizar que, 24 h después de habilitar una nueva franja, al menos el 25% de los bulbos permaneciera disponible en el lote (Figura 6 a).



Figura 6. (a) Bulbos de remolacha forrajera disponible en el lote luego del pastoreo, (b) Asignación de nueva franja de forraje.

Este remanente podría ser aprovechado por los animales en los días posteriores, al abrirse las franjas siguientes. De acuerdo con Gibbs y Saldias (2015), los bulbos residuales podían mantenerse en el suelo hasta cinco días después de la apertura de una franja, sin quedar visibles al finalizar el período, ya que eran consumidos por los animales. El tamaño de cada franja se calculaba previamente a partir de una estimación de la oferta de forraje, y esta estrategia de manejo se mantuvo durante todo el ensayo (Figura 6 b).

III. Estimación de consumo

Para cuantificar con precisión la proporción de RF realmente consumida por los animales y aquella que permanece en el lote como residuo tras el pastoreo, se utilizó un protocolo específico (Gibbs y Saldias 2015) implementado por la empresa KWS, representante a nivel nacional de la comercialización y asesoramiento de RF.

En primer lugar, se seleccionaron de tres a cinco sectores representativos del cultivo que aún no habían sido pastoreados utilizando la metodología mencionada anteriormente (véase apartado: Estimación de oferta de forraje). Estos sitios, se ubicaban en las zonas cercanas al frente de avance del pastoreo y fueron utilizadas para estimar el rendimiento potencial del cultivo. La cantidad de sectores definidos dependió de la longitud del potrero o del ancho del frente de consumo. Paralelamente, se identificaron áreas previamente pastoreadas, con presencia evidente de raíces remanentes. Estas zonas se clasificaron de acuerdo al tiempo transcurrido desde su consumo en tres categorías: 24 h, 48 h y 72 h posteriores al pastoreo. En cada una de estas áreas, se delimitó un cuadrado de 10m² (Figura 7). Dentro del mismo, se recolectaron todas las raíces remanentes aún potencialmente consumibles, es decir, aquellas que los animales no habían ingerido pero

permanecían accesibles. Luego, se pesaron para obtener el valor de PF asociado a la superficie mencionada.

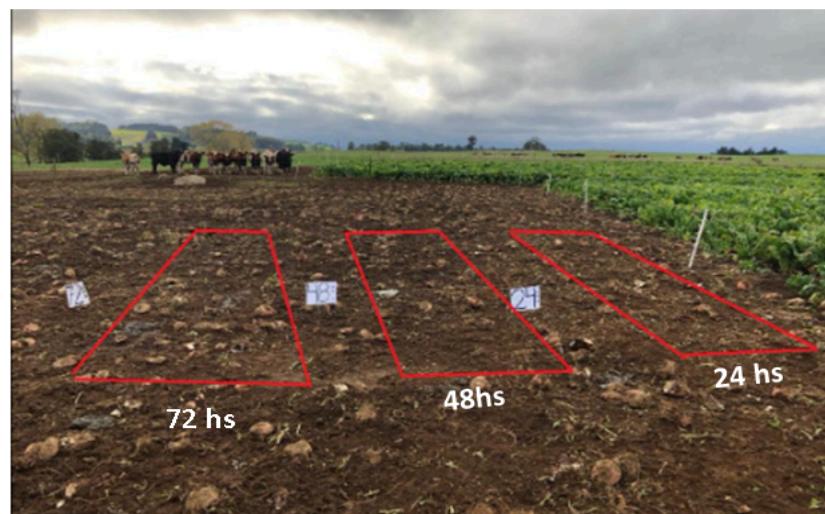


Figura 7. Áreas evaluadas en distintos tiempos de postpastoreo (24 h, 48 h y 72 h), con evidencia de raíces remanentes (fuente KWS, 2019).

El rendimiento total del cultivo, sin pastorear, se estableció como el 100%. Los residuos encontrados en las áreas pastoreadas se expresaron luego como un porcentaje de este rendimiento total, lo que permitió determinar la cantidad de materia remanente en cada zona evaluada. Para ello, se establecieron como valores de referencia normales: 30-35% de residuo en las zonas consumidas a las 24 h, un 20-25% en las de 48 h y un 10-15% en las de 72 h. Por ejemplo, si el rendimiento total de materia seca (MS) fue de 20 t ha^{-1} y se recolectaron 6 t ha^{-1} en una zona pastoreada en las últimas 24 h, el residuo remanente sería del 30%, lo que se encuentra dentro de los valores normales.

Este procedimiento permitió realizar una estimación precisa de la eficiencia de consumo del cultivo por parte de los animales y sirvió como herramienta para ajustar decisiones de manejo y asignación diaria de forraje.

6. Indicadores productivos y de eficiencia

I. Eficiencia de conversión

La eficiencia de conversión se define como la relación entre la cantidad de alimento consumido, expresado en kilogramos de MS, y la ganancia de peso vivo obtenida en el mismo período (Elizalde, 2003). En términos matemáticos, se calcula mediante la fórmula:

$$EC = \text{Ganancia de peso vivo (kg)} / \text{Consumo de MS (kg)}$$

El uso de la eficiencia de conversión no sólo permite comparar alternativas de alimentación, sino también evaluar tecnologías de manejo y seleccionar animales más eficientes. Distintas investigaciones han demostrado que la mejora de la conversión alimenticia contribuye a reducir el tiempo de terminación y aumentar la productividad de carne por hectárea (Carriquiry *et al.*, 2016).

II. Producción de carne por hectárea

La producción de carne por hectárea es un indicador que relaciona la cantidad de carne obtenida en un año con la superficie destinada a la actividad ganadera. Se expresa en kilogramos por hectárea y permite medir la eficiencia de uso de la tierra. Su principal utilidad radica en comparar sistemas y establecimientos, evaluar prácticas de intensificación (manejo de pasturas, suplementación, genética, etc) y analizar la rentabilidad productiva. También se emplea para monitorear tendencias de productividad y como referencia en diagnósticos técnicos y económicos (Bavera & Bocco, 2001; MAGyP, 2022).

A través de la siguiente fórmula es posible obtener dicho indicador:

Producción de carne (kg ha/año)= producción anual de carne / superficie ganadera vacuna

III. Carga animal

La carga animal por hectárea es un indicador que mide la cantidad de animales que pastorean en una superficie determinada:

Carga (Kg PV/ ha)= PV promedio * N° animales / ha

Este parámetro permite evaluar la presión que ejercen los animales sobre el recurso forrajero y planificar el uso eficiente de la superficie. Se utiliza para ajustar el número de animales al forraje disponible y de este modo evitar el sobrepastoreo (Bavera & Bocco, 2001).

7. Características carníceras

Se evaluaron tres variables básicas de calidad de res en pie: área de ojo de bife (AOB), espesor de grasa dorsal (EGD) y espesor de grasa de cadera (EGC). Estos parámetros, ampliamente utilizados para predecir el rendimiento y la calidad de la canal, se midieron en animales vivos mediante ecografía, al inicio y al final del ensayo (Figura 8 a y b). Para las mediciones se utilizó un ecógrafo Scanner 100 LC “Falco” (Pie Medical).

El AOB corresponde al desarrollo del músculo *longissimus dorsi* y se asocia directamente con el rendimiento en cortes de alto valor. El EGD permite estimar el grado de cobertura grasa subcutánea, siendo fundamental para evaluar la

terminación del animal, la protección de la carne durante la conservación y su aceptación comercial. En ambos casos el transductor con adaptador se colocó entre la 12^a y 13^a costilla para obtener la imagen correspondiente a las tres cuartas partes del músculo *longissimus dorsi*. Por su parte, el EGC, determinado en la región de la grupa, la medición se realizó con la sonda entre la punta de la cadera y la nalga, a nivel de la unión de los músculos *Bíceps femoris* y *Gluteus medius*, este último complementa al EGD al proporcionar información adicional sobre la cobertura grasa del animal (Peralta & Rodríguez, 2003; Yokoo *et al.*, 2010).

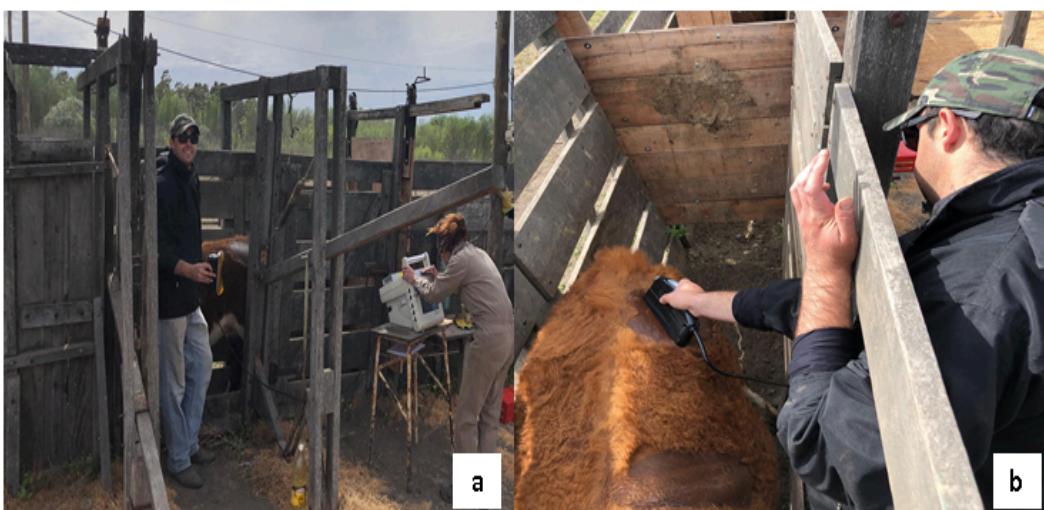


Figura 8. Mediciones correspondientes de la calidad de res en pie mediante ecografías (a), medición del Espesor de Grasa de Cadera (b).

8. Clasificación de reses bovinas: conformación y grado de terminación

I. Conformación de la res bovina

El sistema oficial de clasificación y tipificación de reses bovinas en Argentina, actualizado por la Resolución N.º 32/2018, categoriza la calidad y aptitud comercial de las reses según su sexo y edad dentaria. Dentro de este sistema, la conformación de la res evalúa el desarrollo muscular del animal, clasificándose visualmente en

cinco categorías (A-E), de excelente a deficiente (Figura 9). Este parámetro es un indicador indirecto de la productividad y se asocia a la proporción de cortes de alto valor comercial.

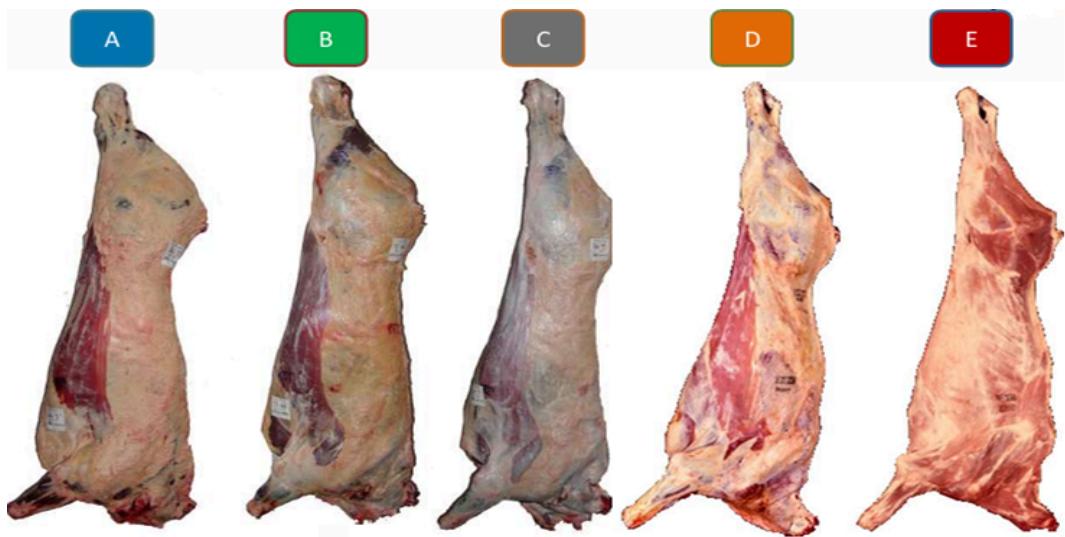


Figura 9. Sistema oficial de clasificación y tipificación de reses bovinas. A: Excelente, B: Muy buena, C: Buena D: Regular E: Inferior (Fuente: MAGyP, Resolución N°32/2018).

II. Grado de terminación de la res bovina

Por otro lado, el grado de terminación, otro atributo de calidad carnícola, se refiere a la cobertura de grasa subcutánea. El cual se evalúa en cinco niveles (0 a 4), desde insuficiente hasta excesiva (Figura 10). Una correcta terminación es esencial para la preservación de la canal durante el enfriamiento y, para mejorar la palatabilidad, jugosidad y rendimiento al corte de la carne (Papaleo Mazzucco *et al.*, 2016). La práctica comercial muestra que las medianas reses con terminación adecuada (grados 2 y 3) presentan mayor aceptación, dado que garantizan una adecuada cobertura grasa que protege a la canal y asegura mejor rendimiento en cortes. Diversos estudios señalan que los animales con buena terminación alcanzan precios superiores en el mercado: la diferencia entre los mejor y peor terminados puede

representar hasta un 35–40 % en el valor por kilo vivo (Mac Loughlin & Garat, 2011). A nivel regional, la tipificación de canales bovinas se utiliza justamente como herramienta para orientar el valor comercial según el grado de terminación (Pagliaro, 1999).

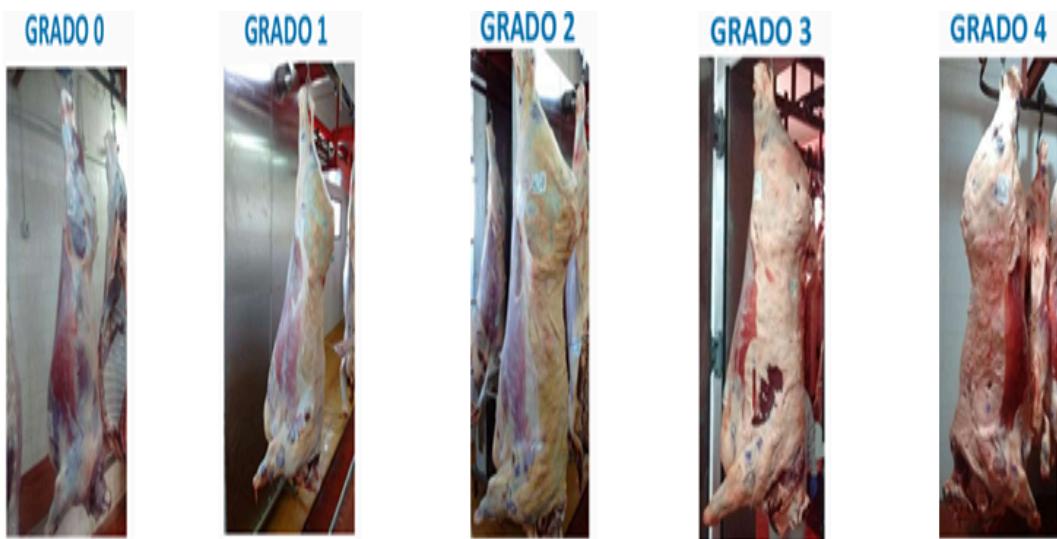


Figura 10. Terminación de res bovina, grados de gordura de la res: 0: insuficiente; 1: adecuado; 2: ideal; 3: engrasado; 4: engrasado excesivo (Fuente: MAGyP, Resolución N°32/2018).

La aplicación de estos criterios permite uniformar el valor comercial de las reses, facilitar el pago justo al productor y proveer información valiosa sobre el resultado final de las estrategias de alimentación y manejo aplicadas durante la recría. Además, constituye una herramienta clave para los frigoríficos y la industria cárnica, ya que contribuye a estandarizar la oferta y asegurar la calidad del producto final para el consumidor.

9. Calidad de los alimentos empleados

La calidad de los alimentos se refiere a su capacidad para satisfacer las necesidades nutricionales de un animal. Esta calidad depende de su composición

química y su digestibilidad, que es la facilidad con la que el animal lo procesa (Van Soest et al., 1991). Para evaluar la calidad de los alimentos suministrados en este trabajo, se analizaron los siguientes parámetros:

- ✓ Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibra Detergente Ácida (FDA): se determinan por el método secuencial de detergentes (Van Soest et al., 1991). La FDN representa la porción estructural de las plantas (celulosa, hemicelulosa y lignina). Un valor superior al 70% puede reducir el consumo del animal. La FDA es la fracción más resistente de la fibra (celulosa y lignina). A mayor valor de FDA, menor es la digestibilidad del alimento.
- ✓ Proteína Bruta (PB): se evalúa usando la metodología de nitrógeno total de Kjeldahl con un factor de corrección de 6,25 (AOAC, 1990) a través de la fórmula que se detalla a continuación:

$$\text{Proteína (\%)} = \text{Nitrógeno(\%)} \times 6,25$$

La PB indica el contenido de nitrógeno del alimento y estima su aporte de proteínas, vitales para el crecimiento, la producción y el mantenimiento corporal

- ✓ Digestibilidad de la Materia Seca (DMS): se calculó utilizando la ecuación de Rohweder (1978) que a continuación se presenta:

$$\text{DMS} = 88.9 - (0.779 \times \text{FDA})$$

La DMS es la proporción del alimento consumido que no se excreta y es un indicador clave de la calidad, ya que refleja las pérdidas durante la digestión.

- ✓ Energía Metabolizable (EM): es la fracción de la energía bruta de los alimentos que los bovinos pueden aprovechar efectivamente para cubrir funciones de mantenimiento, crecimiento, lactancia o gestación (NASEM, 2016). Se estima a partir de la energía digestible (ED), aplicando un factor de corrección de 0,82 para

rumiantes, el cual representa las pérdidas constantes en orina y gases. A continuación se presenta la fórmula empleada:

$$EM = 0,82 \times ED$$

Analizar la composición de los forrajes y suplementos es fundamental para conocer su valor nutricional de manera precisa. Esto permite optimizar los recursos, ajustar la alimentación según los objetivos de producción y detectar deficiencias nutricionales que podrían afectar el rendimiento del animal.

Resultados y discusión

La MS es un indicador clave de la productividad de un recurso forrajero porque, a diferencia del peso fresco, mide la cantidad real de nutrientes y biomasa producida por unidad de superficie, al eliminar la variabilidad y el peso del agua. Expresar los rendimientos en MS permite realizar comparaciones objetivas entre diferentes tipos de forrajes y resulta esencial para el cálculo preciso de la ración. En la siguiente Tabla 1 se presenta el rendimiento potencial de MS de la RF, detallado por la estructura de la planta (raíz y hoja) y el porcentaje de contribución de cada componente.

Tabla 1. Rendimiento y Composición Morfológica de la Remolacha Forrajera (MS/ha).

Estructura	Kg MS/ ha	Composición	
		Morfología (%)	
Hoja	1619	15,00	
Raíz	18276	85,00	
Total	19895	100	

Ensayos realizados con verdeos de invierno, tales como avena, cebada, centeno, triticale y raigrás anual, han mostrado rendimientos acumulados de MS por ciclo que, en promedio, se sitúan entre 6.000 y 12.000 Kg MS/ha, con variaciones asociadas a la especie y al cultivar evaluado (Gallego *et al.*, 2017). En contraste, los resultados del presente ensayo, junto con antecedentes regionales de producción de RF, evidencian que este cultivo presenta un rendimiento de MS significativamente superior al de los verdeos comúnmente empleados en los establecimientos de la región durante la misma época del año.

Las muestras fueron secadas exitosamente, presentando una coloración clara y sin exudados de azúcar. Como se mencionó anteriormente, temperaturas excesivas durante el proceso de secado pueden generar efectos no deseados, como reacciones de pardeamiento no enzimático (reacciones de Maillard) e incluso, en casos más extremos, caramelización de los azúcares.

En la Tabla 2 se presentan los principales parámetros productivos y de eficiencia registrados durante el período experimental para los animales con suplementación proteica CSP y SSP.

Tabla 2. Resultados de desempeño animal en terneras bajo suplementación diferencial.

Variable	SSP	CSP
Peso Inicial (kg)	172,5 ± 21,45	169,6 ± 15,27
Peso Final (kg)	235 ± 27,97	287,1 ± 27,41
ADPV (grs/día/animal)	0,684	1,290
Consumo (Kg/100kg PV)	2,08	2,54
Eficiencia conversión (kg/kg)	6,87	5,18
Producción de carne (kg ha⁻¹/año)	1495	2819
Carga animal (kg en pie ha⁻¹/año)	3495	3915

SSP: sin suplementación proteica, CSP: con suplementación proteica.

Los resultados permiten inferir que la suplementación proteica no solo promovió un mayor crecimiento individual (ADPV), sino que también favoreció la eficiencia global del sistema de recria. El ADPV y la mejora en la conversión alimenticia indican una mayor capacidad de los animales suplementados para aprovechar los nutrientes de la dieta, probablemente por un mejor balance energético y proteico. Esto se tradujo en una producción de carne por hectárea casi duplicada, lo que refleja un impacto directo en la productividad del sistema. El mayor consumo observado en los animales suplementados podría estar asociado a una mejor disponibilidad de nitrógeno para los microorganismos ruminantes, lo que favorece su degradación del alimento, incrementando la tasa de pasaje ruminal y permitiendo una mayor ingesta voluntaria. A su vez, la mayor carga animal

alcanzada evidencia que, bajo condiciones de suplementación, es posible sostener un número más elevado de kilos de peso vivo por hectárea, lo que optimizaría el aprovechamiento del recurso forrajero disponible. Estos hallazgos resultan consistentes con lo informado en diferentes ensayos de recria bovina desarrollados en el VIRN (Miñón et al., 2015), donde se observó que la inclusión de suplementación energética con silaje de maíz o proteica sobre dietas basadas en recursos forrajeros locales permitió incrementar las GDP y mejorar la EC. En dichos estudios se alcanzaron ADPV superiores a 750 g/día, con EC de 7 a 9 kg MS/kg PV, respecto de pasturas estivales que reportaron ADPV de 450–600 g/día y EC superiores a 10 kg MS/kg PV. En comparación, la suplementación proteica sobre RF en el presente trabajo permitió superar ampliamente dichos valores, alcanzando una GDP de 1,29 kg/día y una eficiencia de conversión de 5,18 kg/kg, lo que posiciona a este recurso como una alternativa competitiva frente a sistemas forrajeros tradicionales.

A su vez, los resultados obtenidos presentan concordancia con experiencias previas de pastoreo directo de RF en la región (sin suplementación), donde se registraron ADPV de 0,895 y 0,746 kg/día y productividades de carne de 1.504 y 1.432 kg ha⁻¹ año⁻¹ en vaquillonas y novillos respectivamente (Garcilazo et al., 2020).

Por otra parte, ensayos con dietas basadas en silaje de sorgo y distintas fuentes proteicas (Garcilazo et al; 2012) demostraron que el aporte de estos suplementos puede mejorar el consumo y la EC, aunque no se evidenciaron diferencias en el ADPV.

La mayor respuesta productiva observada en el presente estudio podría atribuirse a la calidad nutricional de la RF y a la correcta elección del complemento

proteico. Esta sinergia permitió un balance más eficiente de los componentes energético-proteicos de la dieta proporcionada a los animales en recría.

Conformación y grado de terminación de la res

La faena se llevó a cabo en una fecha fija, seleccionando solo a los animales con condiciones de terminación (10 animales pertenecientes al tratamiento CSP y 2 SSP) acordes a la demanda del mercado interno. Esta metodología, habitual en la venta de hacienda gorda, se basa en la selección visual del ganado en pie por parte del representante de la industria frigorífica. El impacto de la dieta en la aptitud para faena fue notable: el 83% de los animales del tratamiento CSP fueron aceptados, mientras que solo el 17% de los animales del grupo SSP cumplieron con los requisitos. Esta diferencia estuvo directamente condicionada por el peso final de los animales de cada tratamiento, ya que la Resolución 68/2007 exigía un peso mínimo de 140 kg de res para hembras, lo que equivale a un peso vivo aproximado de 260 kg sin desbaste.

En cuanto a la calidad de la canal, todas las medianas reses faenadas obtuvieron una calidad comercial adecuada para el mercado interno (Figura 11). El 100% de las canales presentaron una conformación muscular de tipo B (Figura 9), que es la buscada por la industria local.

Respecto al grado de terminación, que se relaciona con el engrasamiento (Figura 10), los resultados variaron entre tratamientos. En el grupo SSP, los dos animales que alcanzaron el peso de faena presentaron cobertura grasa diferente, correspondiendo uno a grado 1 y el otro a grado 2. En contraste, los animales del grupo CSP mostraron un mejor desempeño, con un 40% de canales clasificadas

como grasa 1 y un 60% como grasa 2. Estos resultados demuestran un claro mejoramiento en la calidad carnícola logrado gracias a la dieta con suplementación.



Figura 11. Medias reses de animales faenados en el frigorífico. Las etiquetas de identificación que detallan la conformación y el grado de terminación de cada res.

Características carníceras

La siguiente Tabla 3 muestra las diferencias (Dif) obtenidas de las mediciones mediante ecografías realizadas al inicio y al final del estudio. Estos datos reflejan los cambios en el EGD, el EGC y en el AOB, parámetros clave que indican las variaciones en la calidad y el rendimiento de la res durante el período del ensayo.

Tabla 3. Variaciones de la calidad de res en pie para los parámetros de EGD, EGC y AOB obtenidos por ecografías

Tratamiento	Dif. EGD (mm)	Dif. EGC (mm)	Dif. AOB (cm ²)
SSP	1,68	1,47	6,00
CSP	1,79	2,09	10,40

SSP: sin suplementación proteica, CSP: con suplementación proteica, Dif: diferencias obtenidas mediante ecografías realizadas al inicio y al final del estudio, EGD: espesor de grasa dorsal, EGC: espesor de grasa de cadera, AOF: área de ojo de bife

Los resultados muestran que los animales CSP presentaron una mínima diferencia en el EGD a favor en comparación con el tratamiento CSP. Esto sugiere que los mismos habrían aprovechado en mayor medida la energía aportada por la RF, favoreciendo la deposición de tejido adiposo. En contraposición, los animales con CSP evidenciaron mayores incrementos en el EGC y en el AOB, lo que podría estar asociado a un efecto diferencial de la proteína sobre la partición de nutrientes hacia el desarrollo muscular y la cobertura grasa en otras regiones corporales.

Calidad de los alimentos

La Tabla 4 presenta la composición nutricional de los alimentos utilizados en el ensayo (rollo, remolacha y balanceado), expresada en términos de PB, FDA, FDN y DMS. Estos valores permiten comparar la calidad relativa de los distintos recursos forrajeros y concentrados empleados en la dieta de los animales.

Tabla 4. Composición química de los alimentos determinados en laboratorio.

ALIMENTOS	PB (%)	FDA (%)	FDN (%)	DMS (%)	EM (Mcal/kg MS)
Rollo	15,95	41,51	67,55	56,55	2,00
Remolacha	6,60	7,30	23,10	83,20	3,00
Balanceado	25,00	—	—	>85,0	>3,00

PB: proteína bruta, FDA: fibra detergente ácido, FDN: fibra detergente neutro, DMS: digestibilidad de la materia seca, EM: energía metabolizable.

El análisis de calidad de los alimentos permite interpretar las diferencias productivas observadas, destacando la superioridad del tratamiento CSP frente al SSP. Esta ventaja podría explicarse por la combinación de la alta digestibilidad de la

remolacha con el elevado contenido de nutrientes del balanceado, que juntos proporcionan una dieta más eficiente.

Como se reflejó en los resultados productivos, esta alimentación favoreció tanto el ADPV como la EC. En consecuencia, se evidencia que la optimización de la calidad nutricional de la dieta constituye un factor clave para maximizar el desempeño productivo animal en los sistemas ganaderos de la región.

Conclusiones

El presente trabajo demostró que la suplementación proteica durante el pastoreo de remolacha forrajera en terneras de recría en el Valle Inferior del Río Negro tuvo un efecto positivo y significativo sobre el desempeño productivo. Los animales suplementados alcanzaron mayores ganancias diarias de peso, mejor eficiencia de conversión y una producción de carne por hectárea casi duplicada respecto al grupo sin suplementación. Asimismo, la calidad carnícera medida en res en pie y el porcentaje de animales aptos para faena fueron superiores bajo el esquema de suplementación.

Estos resultados validan a la remolacha forrajera como un recurso estratégico para sistemas ganaderos regionales, tanto por su alta productividad como por su capacidad de integrarse en planteos pastoriles de intensificación. La combinación con un suplemento proteico se presenta como una herramienta eficiente para equilibrar la dieta, potenciar el aprovechamiento energético del cultivo y mejorar los índices de recría.

No obstante, se reconoce la necesidad de continuar generando información en distintos contextos productivos y escalas de manejo, considerando factores como costos de implantación, disponibilidad de insumos y capacitación del personal. Asimismo, futuros ensayos podrían profundizar en aspectos económicos, ambientales y de calidad de carne postfaena, con el fin de consolidar a la remolacha forrajera como alternativa sustentable en sistemas de carne bovina del VIRN y de otras regiones del país.

Destinatarios del informe

Este trabajo está dirigido a productores ganaderos de diferentes escalas productivas interesados en incorporar forrajes alternativos en sistemas de recría y terminación bovina. La RF, evaluada en este estudio como principal alimento para el pastoreo, representa una opción con alto potencial productivo, destacándose por su adaptabilidad a las condiciones medioambientales del VIRN, su elevada producción de MS, buena calidad nutricional y facilidad de manejo. En situaciones donde los recursos económicos, la disponibilidad de maquinaria o la escala del establecimiento limitan el uso de reservas conservadas o concentrados, el pastoreo directo de RF representa una estrategia simple y efectiva.

Para productores capitalizados, su uso estratégico permite mejorar la eficiencia del sistema productivo a pasto, dado que permite obtener animales con características adecuadas para mercados de exportación que valoran la calidad de la carne. Uno de esos destinos es la Cuota Hilton, que exige animales terminados a pasto con adecuados niveles de engrasamiento y conformación. Estos requisitos pueden cumplirse utilizando RF como parte del planteo de alimentación, ya que permite una ganancia diaria sostenida y una buena cobertura grasa al momento de la faena (Corva & Faverin, 2010; MAGyP, 2019).

En el caso de los pequeños productores, la RF se presenta como una herramienta práctica y de fácil incorporación. Su adaptación a distintos tipos de suelo, la posibilidad de pastoreo directo y la reducción en la necesidad de reservas o suplementos costosos la hacen una opción viable para mejorar los índices productivos sin grandes inversiones (Acosta *et al.*, 2016).

Desde el punto de vista técnico, la RF permite diversificar la oferta forrajera en regiones con limitaciones en la producción de pasturas durante ciertas épocas del año. Además, su incorporación contribuye a la sostenibilidad del sistema, ya que puede integrarse a rotaciones agrícolas o utilizarse en áreas degradadas, con una mejor eficiencia global del establecimiento (Vallejos *et al.*, 2017).

En resumen, los resultados obtenidos en este trabajo pueden ser de utilidad para productores, técnicos y asesores que buscan alternativas forrajerfas eficientes, adaptables y económicamente viables, con potencial para mejorar la calidad del producto final y acceder a mercados diferenciados. En este sentido se han realizado presentaciones a congresos (Anexo) que difunden estos resultados y están disponibles para libre acceso.

Anexo

RECRÍA Y TERMINACIÓN DE VAQUILLONAS CON UTILIZACIÓN DE REMOLACHA FORRAJERA (*Beta vulgaris L.*) EN EL VALLE INFERIOR DEL RÍO NEGRO

Garcilazo, M.G.^{1,3}; Gallego, J.J.²; Antenano, J.A.³; García, G.^{1,2}; Eddy, K.; Arizcuren, H.⁴ y Favere, M.⁴

¹EEA Valle Inferior, Convenio Pcia. de Río Negro-INTA.

²Universidad Nacional del Comahue. C.U.R.Z.A.

³Universidad Nacional de Río Negro.

⁴AER INTA Luis Beltrán.

Contacto:garcilazo.maría@inta.gob.ar

La recría y terminación de bovinos en los sistemas de producción de los valles del Noreste Patagónico presentan limitaciones cuando la etapa de recría se produce en condiciones deficientes de alimentación típicas de otoño-invierno, debido al escaso crecimiento de las pasturas. Antecedentes de trabajos realizados en la región indican que la remolacha forrajera puede lograr una mejora en las ganancias de peso invernal mediante el pastoreo con animales forrajeros (RF). Este cultivo se produce con alta concentración energética en raíz y niveles intermedios-bajos de proteína (PB) para categorías en recría. El objetivo del presente trabajo fue conocer el impacto de la suplementación proteica sobre la ganancia de peso de vaquillonas de recría cuando pastorean RF en el período otoño-invernal.

La experiencia se realizó en la EEA Valle Inferior (Viedma, Río Negro). Se trabajó con 24 vaquillonas raza Hereford con peso inicial 165 kg (\pm 15 kg) en dos tratamientos (T). El T1 fue denominado Sin Proteína (SP), con consumo ad libitum de RF. El T2 fue denominado Con Proteína (CP) con consumo ad libitum + 2.5 kg/animal/día de suplemento proteico con 25% PB + RF. La ganancia diaria de peso (GDP) se midió pesando cada 21 días.

El promedio de GDP fue de 0.685 kg y 1.29 kg para SP y CP respectivamente. La comparación de medias indicó diferencia significativa ($p < 0.05$) a favor de CP. La GDP en SP representa el 53% de la registrada en CP. La diferencia total de peso vivo entre SP y CP al final de la experiencia fue de 52 kg.

La suplementación proteica incrementó la ganancia diaria de peso de las vaquillonas en un 86% respecto al control. Esto permitió lograr una GDP superior a 1 kg/animal/día, recomendada en sistemas de terminación.

En: Brizzio, J., de García, V., Gonzalez Flores, M., Jockers, E., Origone, A., & Perini, M. A. (2024). Libro de resúmenes. VI Jornadas de divulgación, investigación y extensión." Investigar y enseñar para la agroindustria."

Utilización de remolacha forrajera en recría y terminación de vaquillonas. Comunicación.

Garcilazo, MG^{1,3}; Eddy, K³, Arizcuren, H³, Antenao, JA^{1,3}, Gallego, JJ^{1,2} y Cariac, G^{1,2}

¹EEA Valle Inferior, Convenio Pcia. de Río Negro-INTA. ²Universidad Nacional del Comahue. C.U.R.Z.A. ³Universidad Nacional de Rio Negro

*E-mail: garcilazo.maría@inta.gob.ar

Use of fodder beet for growing and fattening heifers. Communication.

Introducción

La recría y terminación de bovinos en los sistemas de producción de los valles del Noreste de la Patagonia se encuentran limitados cuando la etapa de recría se produce bajo manejos deficientes de la alimentación. Esta situación se produce con frecuencia por el uso de alimentos que no proporcionan los nutrientes requeridos en dicha categoría en otoño-invierno debido a escaso crecimiento de pasturas, lo cual repercute posteriormente en una baja performance durante el engorde o terminación. Antecedentes de trabajos similares reportan que es posible lograr una mejora en las ganancias de peso invernal mediante el pastoreo de remolacha forrajera (RF, Beta vulgaris L.) (Garcilazo et al., 2020). Este cultivo proporciona alta concentración energética, principalmente en la raíz, y niveles intermedios a bajos de proteína para categorías de recría.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el impacto de la suplementación proteica sobre la ganancia de peso en vaquillonas de recría cuando pastorean remolacha forrajera en la época otoño-invernal.

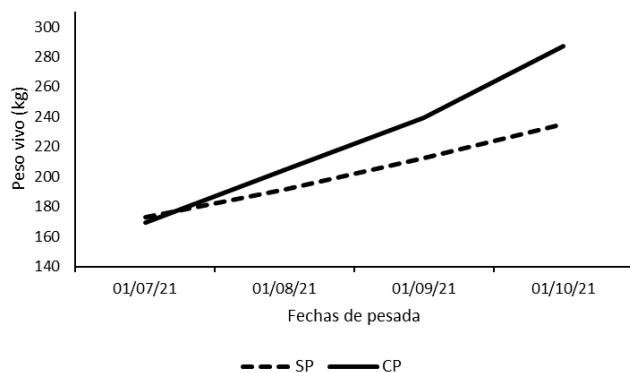
Materiales y Métodos

La experiencia se desarrolló en la EEA Valle Inferior (Viedma, Río Negro 40° 48' S, 63° 05' W y 4 msnm). Se trabajó con 24 vaquillonas raza Hereford peso inicial 165 kg ± 15 kg. El pastoreo de la RF se inició el 15/7/21, previo período de acostumbramiento de 35 días de duración. Las vaquillonas fueron divididas al azar en dos grupos de 12 animales cada uno. El grupo control denominado Sin Proteína (SP) consumió 1 kg de heno de pastura (alfalfa y gramíneas) por animal y por día + RF ad libitum, mientras que el segundo grupo, Con Proteína (CP) consumió la misma cantidad de heno que SP + RF ad libitum + 2,5 kg/anim/día de un núcleo proteico comercial con 25% PB. En ambos grupos el pastoreo se realizó mediante el uso de hilo eléctrico con apertura de franjas diarias y observación de remanentes según la metodología desarrollada por Jibbs y Saldías (2015). En promedio, durante el ciclo de evaluación, el cultivo presentó una composición morfológica de 15% de hojas y 85% de raíces y la calidad nutricional de la hoja fue 17,6 % de PB y 2,7 Mcal EM/kg MS y la raíz de 8,6 % de PB y 3,0 Mcal EM/kg MS. Los animales fueron pesados cada 28 días para determinar la ganancia diaria de peso (GDP) hasta el final del ensayo en octubre de 2021. Posteriormente fueron enviadas a faena las vaquillonas que presentaban un adecuado estado de terminación.

Resultados y Discusión

El rendimiento de materia seca (MS) del cultivo de remolacha forrajera al inicio del estudio fue de 19.9 t MS ha-1. El periodo de pastoreo (sin incluir acostumbramiento)

fue de 91 días. La GDP promedio durante el período de pastoreo fue de 0,685 kg y 1,289 kg para SP y CP, respectivamente. La carga animal instantánea media del periodo de pastoreo fue de 5186 kg en pie y la productividad de carne por unidad de superficie fue de 2157 kg ha⁻¹ año, para ambos grupos considerados en forma conjunta. Las GDP obtenidas en ambos tratamientos resultan de interés para la categoría de recría frente a los antecedentes registrados en otros sistemas de alimentación típicos de la región (Miñón, et al., 2015). No obstante, en el caso de SP serían insuficientes para alcanzar adecuados pesos y engrasamiento para faena, el peso al final del período de pastoreo, para este grupo, fue un 18% menor (-52 kg) que el grupo CP.



Conclusiones

De acuerdo a las condiciones particulares de este trabajo es posible inferir que vaquillonas de recría presentan una respuesta favorable a la suplementación proteica en combinación con el pastoreo directo de remolacha forrajera y la misma permite GDP suficientes para alcanzar un buen grado de terminación comercial.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los Sres. Cesar Angelicchio y Guillermo Miñón y Marcos Tarqui por sus aportes en la recolección de datos. También a KWS Semillas Chile y Argentina y a la Ing. Agr. Verónica Favere por su vinculación en el presente trabajo.

Bibliografía

- GIBBS, J. y SALDIAS, B. 2015. Journal of New Zealand Grasslands 77: 23-28
 Miñón, D.P.; Álvarez, J.M., Gallego, J.J.; Garcilazo, M.G.; Barbarossa, R.A. y Garcia Vinent, J.C. 2015. Información Técnica N°36. Año 9. 70 p.

En: Revista de la Asociación Argentina de Producción Animal 2022. Sección de Nutrición y Alimentación Animal.

Bibliografía

- AAFCO. (2017). Proximate analysis of feeds: Moisture (loss on drying). Association of American Feed Control Officials.
- Acosta, M., García, P., & Rivarola, M. (2016). La remolacha forrajera como recurso en la alimentación del ganado bovino. Revista Agroproductiva, 5(2), 45–52.
- Agroempresario. (2025, julio). Remolacha forrajera: el cultivo que transformó un campo y permite producir carne a solo US\$ 0,50 el kilo. Agroempresario.com. <https://www.agroempresario.com>
- Albayrak, S., & Çamas, N. (2007). Effects of temperature and light intensity on growth of fodder beet (*Beta vulgaris* L. var. *crassa* Mansf.). Bangladesh Journal of Botany, 36(1), 1–12.
- Alvarado Padilla, J. I., Avila Casillas, E. A., Camarillo Pilido, M., Ochoa Espinoza, X. M., & Zamarripa Colmenero, A. (2011). Producción de remolacha azucarera en el Valle de Mexicali, B. C. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto Técnico Nº 19. ISBN: 978-607-425-675-8.
- A.O.A.C. (1990). Official methods of analysis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC. (2019). Official methods of analysis (21st ed.). Association of Official Analytical Chemists.
- Argentina.gob.ar. (2024). Remolacha forrajera: una alternativa para la producción ganadera. <https://www.argentina.gob.ar>
- Baffoni, P. A., Conci, L., Guzman, F., & Doñate, M. T. (2016). Identificación del agente causal del amarillamiento y marchitez de la acelga y remolacha en el Valle Inferior del Río Negro. Memoria técnica 2013–2015. EEA Valle Inferior – Convenio Pcia. Río Negro–INTA.

Bavera, G. A., & Bocco, O. A. (2001). Índices de producción en cría e invernada.

https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/10-indices_de_produccion_en_cria_e_invernada.pdf (extraido 18/8/25)

Benaissa, S., Tuyttens, F. A. M., Plets, D., Trogh, J., Martens, L., Vandaele, L., Joseph, W., & Sonck, B. (2019). On the use of on-animal sensors for monitoring cattle. *Animals*, 9(11), 877. <https://doi.org/10.3390/ani9110877>

BlogAgricultura. (2021). Producción mundial de remolacha por país – FAOSTAT 2020. <https://blogagricultura.com>

Bruzon C., S. F. (2007). Curso sobre aspectos agronómicos de la remolacha azucarera *Beta vulgaris* L. y caña de azúcar *Saccharum officinarum*. http://www.centrosprovinciales.org/biomasa/aspectos_agronomicos_remolacha_azucarera.pdf

Carriquiry, E. J., et al. (2016). Influencia del peso vivo y la alimentación sobre la eficiencia de conversión en terneros. Sitio Argentino de Producción Animal. <http://www.produccion-animal.com.ar>

Chalupa, W., & Sniffen, C. J. (2000). Subacute rumen acidosis in Italian dairy herds: Occurrence and diagnostic tools. En G. M. Stone (Ed.), *Animal production for a consuming world* (Vol. A, pp. 388–396). Asian-Australasian Journal of Animal Sciences Supplement.

Chakwizira, E., de Ruiter, J. M., & Fraser, T. J. (2012). Nitrogen requirements of forage brassicas and fodder beet crops grown in New Zealand. *Agronomy New Zealand*, 42, 97–107.

Clark, P., Givens, D. I., & Brunnen, J. M. (1987). The chemical composition, digestibility, and energy value of fodder beet roots. *Animal Feed Science and Technology*, 18, 225–231. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(87\)90107-4](https://doi.org/10.1016/0377-8401(87)90107-4)

Corva, R., & Faverin, C. (2010). Estrategias de alimentación para la producción de novillos Cuota Hilton en sistemas pastoriles. *Revista Argentina de Producción Animal*, 30(1), 25–33.

Elizalde, A. J. C., Parra, A. V. F., & Duarte, A. G. A. (2003). Resultados de engordes a corral de vacunos realizados en diferentes sistemas de producción de carne. 1^a Jornada de Actualización Ganadera, Balcarce. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/06-resultados_engorde_a_corral.pdf (Extraido 18/8/25).

Enchev, S., & Bozhanska, T. (2022). Chemical composition of sugar beet, fodder beet and table beet depending on the harvest period. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 28(6), 1094–1100.

FAOSTAT. (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat>

Feedipedia. (2013). Fodder beet roots. INRAE, CIRAD, AFZ, & FAO. <https://www.feedipedia.org/node/534>

Ferris, C. P., Patterson, D. C., Gordon, F. J., & Kilpatrick, D. J. (2002). The effect of concentrate feed level on the response of lactating dairy cows to a constant proportion of fodder beet inclusion in a grass silage-based diet. *Grass and Forage Science*, 58, 17–27. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2494.2003.00350.x>

Gallego, R., Neira Zilli, M., Barbarossa, M., & Miñón, D. (2017). Verdeos de invierno: producción de forraje de cultivares de avena, cebada, centeno, triticale y raigrás

anual en valles regados del norte patagónico. INTA EEA Valle Inferior. Recuperado de <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/4020> consultado 23/7/25

Gallego, J. J., Neira Zilli, F., Baffoni, P., & Garcilazo, M. G. (2019). Remolacha forrajera: Un nuevo cultivo energético para los sistemas de producción de carne del norte de la Patagonia. Horizonte A Digital.

<https://horizonteadigital.com/remolacha-forrajera-un-nuevo-cultivo-energetico>

Gallego, J. J., Neira Zilli, F., Zubillaga, M. F., Garcilazo, M. G., & Baffoni, P. (2020). Efecto de la densidad de siembra sobre la producción de forraje de remolacha forrajera (*Beta vulgaris L.*) en condiciones de riego en el Noreste Patagónico. Revista Argentina de Producción Animal, 39.

Garcilazo, M.G., Montefiore, J., Gallego, J.J., Cariac, G., Neira Zilli, F. y Bolla, D.A. 2020. Utilización de remolacha forrajera en los sistemas de producción de carne de la Norpatagonia. REVISTA ARGENTINA DE PRODUCCIÓN ANIMAL VOL 40 SUPL. 1: 305-368.

Garcilazo, M.G., Neira Zilli, F.A. y Angelicchio, C.P. 2012. Recría de vaquillonas con 3 diferentes fuentes de proteína sobre silaje de sorgo. Revista Argentina de Producción Animal Vol 32 Supl. 1: 121-205.

Garmyn, A. J., Polkinghorne, R. J., Brooks, J. C., & Miller, M. F. (2019). Consumer assessment of New Zealand forage finished beef compared to US grain fed beef. Meat and Muscle Biology, 3(1), 22–32.

<https://doi.org/10.22175/mmb2018.12.0030>

GIBBS, J. y SALDIAS, B. 2015. Journal of New Zealand Grasslands 77: 23-28
Miñón, D.P.; Álvarez, J.M., Gallego, J.J.; Garcilazo, M.G.; Barbarossa, R.A. y Garcia Vinent, J.C. 2015. Información Técnica N°36. Año 9. 70 p.

González, L. A., Kyriazakis, I., & Tedeschi, L. O. (2018). Precision livestock farming technologies for cattle: Towards individualised management of health and nutrition. *Animal*, 12(2), 233–243. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001488>

Gumul, D., Ziobro, R., & Kruczak, M. (2021). Thermal processing effects on beetroot pulp powder: Color and sugar degradation due to Maillard and caramelization reactions. *Foods*, 10(6), 1234. <https://doi.org/10.3390/foods10061234>

Guerrero, A. (1999). Cultivos herbáceos extensivos (6.^a ed.). Editorial Mundiprensa.

Guzmán, F., Reinoso, L., & Conci, L. (2016). Identificar hemípteros, posibles vectores de fitoplasmas, en el cultivo. Evaluar porcentaje de incidencia de enfermedades en el cultivo. Memoria técnica 2013–2015. EEA Valle Inferior – Convenio Pcia. Río Negro–INTA.

IDEVI. (2010). El proyecto. Nota en página web institucional del Instituto de Desarrollo del Valle Inferior. <http://www.idevi.rionegro.gov.ar/> (último acceso 06/07/2019).

Hernández, D. A., & Méndez, D. J. (1988). Suplementación energética en vacas en producción con remolacha forrajera. *Revista de la Universidad de La Salle*, (16), 135–139.

IANSAGRO S.A. (2007). Manual del cultivo de la remolacha 2007–2008. Chillán, Chile. https://issuu.com/multimedial/docs/manual_tecnico

INTA Informa. (2023). La remolacha forrajera se afianza como recurso estratégico en la Patagonia. <https://intainforma.inta.gob.ar>

La Rosa, F., Sanchez, J., & Miñón, D. (2010). Información Técnica Nº 30. EEA Valle Inferior, Convenio Pcia. Río Negro–INTA.

Laufer, D., Nielsen, O., Wilting, P., Koch, H.-J., & Märländer, B. (2016). Yield and nitrogen use efficiency of fodder and sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in contrasting environments of northwestern Europe. *European Journal of Agronomy*, 73, 124–132.

<https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.11.004>

Mac Loughlin, R. J., & Garat, J. F. (2011). Calidad de terminación, peso de venta y precios en bovinos para carne. Sitio Argentino de Producción Animal.

MAGyP. (2022). Caracterización de la Producción de Carne Bovina por Provincia 2022. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, Argentina.

Matthew, C., Nelson, N. J., Ferguson, D., & Xie, Y. (2011). Fodder beet revisited. *Agronomy New Zealand*, 41, 39–48.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (MAGyP). (2019). Requisitos y oportunidades de la Cuota Hilton para exportadores de carne vacuna. Buenos Aires, Argentina.

Miñón, D. P., Álvarez, J. M., Gallego, J. J., Garcilazo, M. G., Barbarossa, R. A., & García Vinent, J. C. (2015). Recursos forrajeros para intensificar la producción de carnes en los valles regados patagónicos. Información técnica Nº 36. EEA Valle Inferior – INTA.

Miñón, D., Zapata, R., & Gallego, J. (2018). Revista de Investigaciones Agropecuarias, 44 (2), 44–49.

National Academies of Sciences, Medicine, Division on Earth, & Committee on Nutrient Requirements of Beef Cattle. (2016). Nutrient requirements of beef cattle.

Niazi, B. H., Rozema, J., Broekman, R. A., & Salim, M. (2000). Dynamics of growth and water relations of fodder beet and sea beet in response to salinity.

Journal of Agronomy and Crop Science, 184, 101–109.

<https://doi.org/10.1046/j.1439-037X.2000.00378.x>

NFTA. (2002). Forage analyses procedures. National Forage Testing Association.

Pagliaro, A. F. (1999). Sistemas de tipificación de canales bovinas. PROCISUR.

Papaleo Mazzucco, J., Pardo, A., Ferrario, J., Melucci, L., Mezzadra, C., & Villarreal, E. (2016). Usos de la ultrasonografía en producción animal. INTA.

https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_usos_de_la_ultrasonografia_vr109-12.pdf

Peralta, O., & Rodríguez, V. (2003). *Usos de la ultrasonografía para la evaluación de bovinos*. Producción Animal. Recuperado de https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/ecografia_ultrasonido/86-usos_ultrasonografia_vr109-12.pdf (consultado 12/07/25).

Posada, S. L., Angulo, J., & Restrepo, L. F. (2007). Validation of different methods for dry matter determination in forages.

<https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd19/3/posa19042.htm> (Extraido 2/8/2025).

Rattin, J., Echarte, M., Barrera, L., Tognetti, J., & Di Benedetto, A. (2022). Las multifacéticas remolachas: una reevaluación de sus posibilidades productivas a la luz de los conocimientos actuales. RIA. Revista de investigaciones agropecuarias, 48(1), 24-40.

Reinoso, L., Martínez, R. S., Margiotta, F. A., & Martínez, R. M. (2016). Estudios de adaptación de cultivares comerciales de remolacha azucarera (*Beta vulgaris* var. *saccharata*) al valle inferior del Río Negro. Memoria técnica 2013–2015. EEA Valle Inferior – INTA.

Resolución N.º 32/2018. (2018). Sistema de clasificación y tipificación de reses bovinas. Boletín Oficial de la República Argentina.

<https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/195166/20181105>

Rivas, J. C. 2017. Comportamiento de remolacha azucarera Beta vulgaris L. en el sur de la provincia de Buenos Aires. Informe técnico N° 55. ISSN 0328-3399. 10 p.

Rohweder, D., Barnes, R. F., & Jorgensen, N. (1978). Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal of animal science*, 47(3), 747-759.

Roy, S. J., Negrão, S., & Tester, M. (2014). Salt resistant crop plants. *Current Opinion in Biotechnology*, 26, 115–124. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2013.12.004>

Sami, U. K., Zulfiqar, A. G., Waseem, A., Shahzad, A., & Alvina, G. (2020). Production and salinity tolerance of fodder beet (*Beta vulgaris* L. ssp. *maritima*). En H. Akbar (Ed.), *Plant stress physiology*. IntechOpen.

<https://doi.org/10.5772/intechopen.90362>

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2018). Resolución N.º 32/2018. Clasificación y tipificación de res bovina. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.

Valencia, P. F., Dávalos, G. P., Ochoa, A. X., & Armenta, C. A. (2009). Necesidades agroclimáticas de tres cultivos de importancia en la producción de biocombustibles. En XII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas (pp. 396–402). Mexicali, México.

Vallejos, F., Peralta, J., & Dellarossa, C. (2017). Potencial forrajero de la remolacha en sistemas de producción ganadera. *Boletín Técnico INTA*, 112, 1–18.

Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal

nutrition. Journal of Dairy Science, 74(10), 3583–3597.

[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

Yarza García, J. R. (1970). La remolacha forrajera en la alimentación del ganado (Hojas Divulgadoras N.º 11-70). Ministerio de Agricultura de España.

Yokoo, M. J., et al. (2010). Genetic associations between carcass traits measured by ultrasound in live animals and carcass traits in Nellore cattle. *Journal of Animal Science*, 88(1), 52-58.