

Estimación de la producción forrajera para planificar el pastoreo en serranías del noreste del Valle de Lerma, Salta

Caruso, Humberto, Moneta, Daniela

vhcaru@gmail.com

¹Universidad Nacional de Salta. ²INTA Salta - AER Valle de Lerma

Resumen

En las serranías del noreste del Valle de Lerma, Provincia de Salta, en una región con vegetación natural heterogénea que combina pastizales abiertos con áreas de árboles y arbustos en ambientes colinados a muy colinados, se desarrolló una metodología inédita para estimar la carga animal en una explotación ganadera de cría, mediante la determinación de la producción de forraje a través del uso combinado del índice de vegetación normalizado y muestreos sistemáticos. Esta metodología se desarrolló en base a la separación de clases de vegetación utilizando el IVN promedio entre los meses de agosto de 2023 y enero de 2024, determinando siete clases de vegetación las que se muestrearon en forma sistemática en dos periodos (2023-2024 y 2024-2025) para determinar la producción de forraje promedio con lo que, posteriormente, se determinó la carga animal y los días de pastoreo que podía soportar el recurso natural cubriendo los requerimientos de energía metabólica de los animales en pastoreo rotativo para un manejo sostenible y regenerativo. Los productores accedieron a información validada localmente sobre el manejo del pastoreo en serranías con distintos tipos de vegetación con la que pueden mejorar el manejo de sus rodeos.

Palabras claves: planificación forrajera, vegetación en ambiente colinado, IVN.

Abstract

In the northeast hills of the Lerma Valley, Salta Province, in a region with heterogeneous natural vegetation that combines open grasslands with areas of trees and shrubs in broken environments, a novel methodology was developed to estimate animal load in a breeding livestock farm, by determining forage production through the combined use of the normalized vegetation index and systematic sampling. This methodology was developed based on the separation of vegetation classes using the average NVI between the months of August 2023 and January 2024, determining seven vegetation classes that were systematically sampled in two periods (2023-2024 and 2024-2025) to determine the average forage production, this was subsequently used to determine the animal load and grazing days that the natural resource could support, covering the metabolic energy requirements of the animals under rotational grazing for sustainable and regenerative management. Producers gained access to locally validated information on grazing management in mountainous areas with different types of vegetation, enabling them to improve their herd management.

Keywords: forage planning, vegetation in hilly environments, NDVI

Introducción

El Valle de Lerma está ubicado en el centro de la Provincia de Salta; es una depresión intermontana elongada en sentido meridiano norte-sur (Vargas Gil, 1990) y limitado al este y al oeste por las Sierras

subandinas y Pampeanas (González Bonorino y Abascal, 2012).

Las serranías que rodean al Valle de Lerma constituyen un espacio heterogéneo, fragmentado y complejo (Moneta 2013; Moneta y Lorda, 2010). En estas áreas, la actividad predominante es la ganadería vacuna extensiva desarrollada por pequeños productores ganaderos (Piccolo et al, 2008; Bianchi y Bravo, 2008). El principal recurso forrajero lo constituye la vegetación natural que se desarrolla sobre relieve colinado a muy colinado (Nadir y Chafatinos, 1990).

Conocer la productividad de un recurso forrajero es necesario para realizar la planificación forrajera de cualquier establecimiento ganadero, establecer la carga animal y el tiempo de ocupación de la pastura (Grigera et al, 2007).

Numerosos métodos han sido desarrollados para determinar la producción primaria de pasturas implantadas (Fernández, 2004). Estos métodos no son aplicables en áreas heterogéneas de serranías y los productores desconocen la producción de materia seca y su variación en el espacio, por lo que es necesario contar con una descripción adecuada de la variabilidad ambiental, los recursos forrajeros existentes, su ubicación y la superficie que presentan. Los productores ganaderos de la zona en estudio solo cuentan con estos ambientes naturales para desarrollar su actividad productiva, el uso de prácticas desarrolladas en el marco de modelos agroecológicos de producción permite la sustentabilidad y el aprovechamiento más eficiente de los recursos naturales disminuyendo la erosión, la pérdida de calidad del suelo y manteniendo la diversidad existente (Dumond y Bernues, 2014).

Antecedentes

La estimación de la productividad de un recurso forrajero se puede realizar en forma directa a través

de cortes (Ojeda et al, 2021), o en forma indirecta a través del doble muestreo relacionando alguna variable de la pastura con su producción (Medina García et al, 2009). Estos métodos tradicionales no son aplicables en áreas heterogéneas de serranías ya que no tienen en cuenta la diversidad de la vegetación y la superficie que ocupan los distintos recursos forrajeros.

En ambientes complejos, el paisaje es un mosaico formado por parches discontinuos de distintas coberturas del suelo. El análisis de imágenes satelitales, a través de índices de vegetación, permite determinar el patrón de distribución de la vegetación en el terreno (Ovalles et al, 2007).

El índice verde normalizado (IVN) permite la evaluación y seguimiento de la vegetación mediante sensores remotos y puede estimar la proporción de radiación solar absorbida por las plantas para la fotosíntesis (Chuvieco et al, 2001). Los resultados de IVN se presentan como un mapa de colores, donde cada color se asocia a una clase o tipo de vegetación (Massa y Durante, 2016) y se puede cuantificar la superficie de cada una de ellas por la cantidad de píxeles que ocupa (Caruso et al, 2020) En ambientes donde los árboles y arbustos comparten el espacio con el recurso forrajero, la forrajimasa disponible se obtiene fragmentando la vegetación en clases y realizando muestreos sistemáticos de cada una de ellas (Irisarri et al, 2013).

Para poder acumular forraje en estos sistemas ganaderos, y que pueda ser usada en forma estratégica, se puede recurrir a una clausura con alambrado eléctrico, esta es una tecnología innovativa en esta región y permite un uso más eficiente del pastoreo. Los animales pastorean en los momentos donde los forrajes puedan ser aprovechadas con la máxima calidad y cantidad, y permite un periodo de reposo entre pastoreos (Vilca Gómez et al 2024).

No se dispone de información local sobre el manejo de la vegetación natural heterogénea en áreas de serranías con alambrado eléctrico ni de la variación espacial de la producción de forraje, por lo que, en este trabajo se utilizó una metodología compuesta, primero se fragmentó la variabilidad de la vegetación en clases con datos de reflectancia a través de sensores remotos y posteriormente se realizaron cortes para estimar la productividad de cada clase para obtener la producción total.

Se aporta una metodología original para una zona que no cuenta con datos e información local, sobre todo de oferta forrajera a los fines de planificación, por esto es que se plantea el presente objetivo general:

Objetivo

Estimar la carga animal que pueden sostener áreas heterogéneas de serranías mediante la determinación de la producción de forraje a través del uso combinado del índice de vegetación normalizado y muestreos sistemáticos.

Materiales y métodos

Área de estudio

El presente trabajo se desarrolló en las serranías este de la localidad La Caldera, en el Departamento del mismo nombre, en la Provincia de Salta, en condiciones reales de producción, en Finca El Angosto (-24.585180, -65.363020), con releve colinado a muy colinado. Clima tropical serrano: temperatura media: 21 °C (enero) y 11 °C (julio) y precipitación media anual: 600 - 800 mm. Vegetación: tipa (Tipuana tipu), cebil moro (Anadenanthera colubrina), piquillin (Condalia microphylla), chalchal (Allophylus edulis), tusca (Vachellia aroma), churqui (Vachellia caven), laurel de la selva (Ocotea porphyria), nogal (Juglans australis), y pastizales de Paspalum notatum, Setaria geniculata Stipa neesiana,

Trichloris crinita, entre otras (Nadir y Chafatinos, 1990).

El departamento La Caldera posee un rodeo vacuno de ciclo completo con tendencia a la cría formado por 12462 animales, de los cuales el 56,3% son vacas y vaquillonas con un destete es del 53,2% (SENASA, 2022).

Línea de trabajo

Esta investigación es una continuidad de las actividades aprobadas y desarrolladas en la convocatoria 2022 del Programa PROINEX denominado "Análisis de los sistemas productivos ganaderos de las zonas altas del Valle de Lerma, Provincia de Salta. Estudio de Caso Departamento La Caldera". En él se analiza la producción y potencial de sistemas productivos ganaderos del norte del Valle de Lerma con la perspectiva de satisfacer la demanda de engordadores presentes en el mismo valle, a través de un canal corto de comercialización. En este primer proyecto se obtienen dos conclusiones, por un lado, si los productores se especializan en el sistema de cría vacuna y se reemplazan categorías improductivas por vientres, se podría obtener un incremento del 47% sobre la venta de terneros del departamento La Caldera; por otro lado, se constata la baja planificación y carencia forrajera en ciertas épocas del año.

Este primer proyecto PROINEX fortaleció la integración entre instituciones (INTA-Agencia de extensión Valle de Lerma con las cátedras participantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de Salta), a través del reconocimiento de las actividades productivas presentes en nuestros cerros bajo agricultura familiar se robustece la disponibilidad de datos locales y la toma de decisiones.

Metodología

Para la realización del presente trabajo se efectuaron las siguientes etapas:

A- Recopilación y análisis de información para la elección del predio: a través de fuentes de Información secundaria, artículos científicos e informe del Proyecto PROINEX 2022, datos de vacunación de SENASA; y mediante reuniones, entrevistas abiertas - semiestructuradas y observación participante con productores locales, se relevaron las prácticas y las limitantes en el manejo de las pasturas naturales en uso; se selecciona la unidad productiva, con accesibilidad asegurada, con predisposición del productor y animales a para desarrollar la experimentación adaptativa. Cumple con el aspecto de manejo ganadero sin mayor planificación, presente en ámbitos de serranías heterogéneas y ambiente quebrado.

B. Clausura del área de estudio: para cumplir con el objetivo general se diseña e instala en febrero 2024 un cercado con alambrado eléctrico que abarca 5,8 has en las serranías donde se ubica el recurso forrajero disponible de esta explotación, para realizar y promover la planificación forrajera en el mediano plazo con pastoreo rotativo; que incluye limpieza de las picadas, colocación de postes y trabillas, instalación de aisladores, tendido de los hilos electroplásticos y puesta en funcionamiento del electrificador. En esta etapa se realizó la capacitación del propietario y su personal en funcionamiento y mantenimiento del alambrado eléctrico. La superficie clausurada se dividió posteriormente, también con alambrado eléctrico, en tres parcelas iguales para controlar el pastoreo y determinar una estrategia de manejo en base a la producción del recurso natural.

C. Determinación de la oferta forrajera: ante la heterogeneidad de la vegetación y la variabilidad

espacial del recurso forrajero, se desarrolló y validó una metodología inédita para la determinación de la producción de forraje en el área de estudio en periodos sucesivos, el primer año entre abril y mayo de 2024 y en el segundo año entre diciembre de 2024 y enero de 2025. Consta de tres etapas:

C.1. Separación de las clases de vegetación. El paisaje del área de estudio es un mosaico con parches discontinuos por las distintas coberturas del suelo; coexisten zonas de pastizales, árboles y arbustos con pastos en distintas densidades las que se pueden representar en mapas utilizando los sistemas de información geográfica. Para determinar las clases de vegetación se realizó un primer procesamiento en base al IVN promedio de seis meses, desde agosto de 2023 hasta enero 2024; a partir del IVN de dos imágenes satelitales mensuales Sentinel II para diferenciar áreas de vegetación en ambientes con topografía compleja, donde la pendiente y orientación condicionan la distribución de la vegetación en base a la cual se describieron finalmente las clases de vegetación existentes. En esta etapa se utilizó el software QGIS 3.28, (libre y gratuito) para el análisis de las imágenes satelitales SENTINEL II con pixel de 10 x 10 (libre y gratuitas), de La Agencia Espacial Europea y se les asignó el sistema de referencia de coordenadas WGS 84. El IVN relaciona la reflectancia de longitudes de ondas correspondientes a rojo (Banda 4) y rojo cercano (Banda 8) para cada imagen satelital utilizando el software libre QGIS, de acuerdo con:

$$IVN = (banda\ 8 - banda\ 4) / (banda\ 8 + banda\ 4)$$

C.2. Determinación de la superficie de cada clase. Las imágenes Sentinel II tienen un pixel de 100 m² y en base al número de pixeles que ocupaba cada clase de vegetación, se obtuvo la superficie de cada una de ellas en cada parcela evaluada.

C.3. determinación de la forrajimasa disponible en kilos de materia seca promedio por metro cuadrado, a través de muestreos sistemáticos de cada una de las tres parcelas clausuradas y, para cada una de las siete clases de vegetación, se obtuvo la producción promedio de materia seca por m² en cada una de ellas en cada parcela analizada.

D. Días de pastoreo: Se determinó los días de pastoreo que podía soportar cada una de las parcelas clausuradas estimando primero los requerimientos en energía metabólica de los animales que ingresaron al pastoreo (NRC, 1994), posteriormente se estimó la cantidad de materia seca necesaria para cubrirlos utilizando una concentración energética de 2,3 Mcal EM kg MS⁻¹, obteniendo finalmente el consumo de forraje, estimando una eficiencia de cosecha entre el 50 y el 60%.

De esta forma los días de pastoreo de cada parcela se ajustaron a la forrajimasa total disponible en cada parcela clausurada. En 2023-2024 se utilizaron vacas de cría Aberdeen Angus de 450 kg de peso vivo y toros de la misma raza de 650 kg. En 2024-2025 se realizaron los pastoreos con vacas de cría de 450 kg de peso vivo, novillitos de 250 kg de peso vivo y toros de la misma raza de 650 kg de peso vivo, todos de la misma raza, a los que se estimaron los requerimientos de energía metabólica de acuerdo al NRC (1994).

E. Devolución de información: Encuentros periódicos con el productor para que cada toma de decisión sea compartida; en cada proceso de medición y valoración se establecen reuniones con el objetivo de comunicar resultados parciales del proceso y un taller de devolución final.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos en el campo fueron discutidos, por un lado, en el contexto de los estudios

revisados y por otro lado en el rescate del saber hacer del productor y de los productores en forma participativa; los productores en forma intuitiva promueven prácticas de manejo ganadero que permiten favorecer la nutrición de su ganado de allí que se destacan también coincidencias en la toma de decisiones tanto teóricas como prácticas.

Para determinar las clases de vegetación se realizó un primer procesamiento en base al IVN promedio de seis meses, usando dos imágenes satelitales mensuales Sentinel II, desde agosto de 2023 hasta enero 2024 (Figura 1) en la que se separaron y se describieron inicialmente cuatro áreas de vegetación asociadas al a la topografía compleja y al relieve: bosque alto en cañada, pastizal abierto, vegetación en borde de cañada, y árboles y arbustos con pastos.

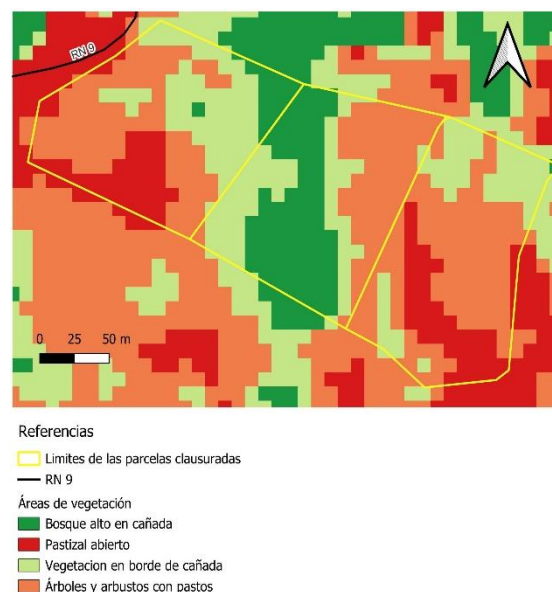
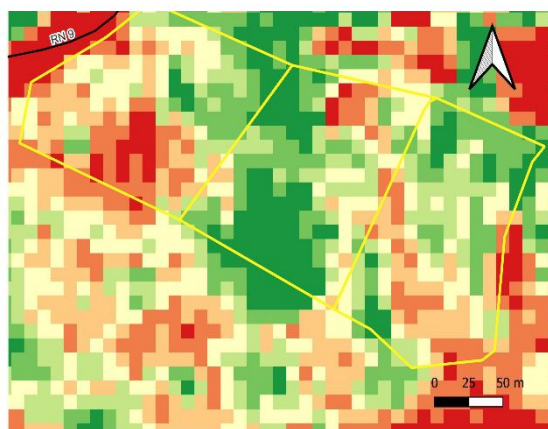


Figura 1. Áreas de vegetación en base al IVN promedio entre agosto 2023 y enero 2024 en base a imágenes satelitales Sentinel II



Referencias
 Límite parcelas clausuradas
 RN 9
Clases de vegetación
 Pastizal abierto
 Pastizal entre árboles
 Pastizal entre árboles y arbustos
 Árboles en pendiente
 Arbustos en borde de cañada
 Árboles en borde de cañada
 Arbustos en cañada

Figura 2. Clases de vegetación en base al IVN promedio entre agosto 2023 y enero 2024 en base a imágenes satelitales Sentinel II

La descripción y la distribución espacial de la vegetación se realizó en base a las áreas de vegetación a las que se les sumaron observaciones y muestreo en el terreno, obteniendo finalmente siete clases de vegetación: pastizal abierto, pastizal entre árboles, pastizal entre árboles y arbustos, árboles en pendiente, arbustos en borde de la cañada, árboles en borde de la cañada y árboles en cañada (Figura 2) con su valor de IVN (Cuadro 1).

IVN	Clase	
	N°	Nombre
< 0,19	1	Pastizal abierto
0,19- 0,21	2	Pastizal entre arboles
0,21 - 0,22	3	Pastizal entre árboles y arbustos
0,22 - 0,23	4	Árboles en pendiente
0,23 - 0,25	5	Arbustos en borde de la cañada
0,25 - 0,27	6	Árboles en borde de la cañada
> 0,27	7	Árboles en cañada

Cuadro 1. Valor de IVN para cada clase de vegetación

Para cada una de las parcelas con pastoreo rotativo se presenta un cuadro con el número de clase de vegetación, la superficie de cada una (Sup), su producción de forraje (MS kg m⁻²) y la producción total (MS total kg), para cada uno de los periodos evaluados: 2023 -2024 (Cuadros 2, 3, 4) y 2024 – 2025 (Cuadros 5, 6, 7).

Periodo 2023 – 2024

Se realizó un solo pastoreo al final del periodo de crecimiento y se observó mayor cantidad de materia seca total en la parcela 1 asociado a la mayor cantidad de superficie cubierta con la clase 1 pastizal abierto y 5, arbustos en borde de la cañada. La participación de la clase 1 disminuye en las otras dos parcelas, generando en ellas una menor producción de forraje. La mayor cantidad de materia seca por unidad de superficie se observó en la parcela 1. La clase 5, arbustos en borde de cañada, constituye el 22% de la superficie y aporta el 37% de la producción total de materia seca; la clase 1, pastizal abierto, constituye el 16% de la superficie y aporta el 28% de la producción total de forraje. Las clases 4, 6 y 7 representan el 29% de la superficie y tienen un aporte de solo el 7% del forraje (Cuadro 2).

N° Clase	Sup (m ²)	MS (kg m ⁻²)	MS Total (kg)
1	2900	0,351	1019,4
2	2400	0,151	362,4
3	3400	0,183	623,3
4	2600	0,066	173,3
5	4000	0,334	1334,9
6	1900	0,023	43,8
7	900	0,036	32,4
Total	18100		3589,6
Producción promedio (kg MS m ²)			0,198

Cuadro 2. Producción de forraje promedio de la parcela 1 en el periodo 2023 – 2024

En la parcela 2, las clases 6, Árboles en borde de la cañada, y 7, Árboles en cañada, con el 54% de la superficie aportan solo el 11% del forraje, mientras que la clase 5, Arbustos en borde de la cañada, con el 24% de la superficie genera el 62% de la producción de forraje (Cuadro 3).

N° Clase	Sup (m ²)	MS (kg m ⁻²)	MS Total (kg)
1	400	0,351	140,6
2	800	0,151	120,8
3	1100	0,183	201,7
4	1900	0,0667	126,7
5	4400	0,334	1468,4
6	3800	0,0231	87,7
7	5400	0,036	194,4
Total	17800		2340,2
Producción promedio (kg MS m ²)			0,131

Cuadro 3. Producción de forraje promedio de la parcela 2 en el periodo 2023 - 2024

En la parcela 3, la clase 5 representa el 30% de la superficie y contribuyó con el 59% de la producción de forraje, las clases 6 y 7 con mayor cantidad de árboles solo aportan 131,2 kg MS (Cuadro 4),

N° Clase	Sup (m ²)	MS (kg m ⁻²)	MS Total (kg)
1	400	0,351	140,6
2	1700	0,151	256,7
3	2700	0,183	495,0
4	2500	0,066	166,7
5	5300	0,334	1768,8
6	3500	0,023	80,8
7	1400	0,036	50,4
Total	17500		2958,9
Producción promedio (kg MS m ²)			0,169

Cuadro 4: Producción de forraje promedio de la parcela 3 en el periodo 2023 – 2024

La materia seca disponible fue distinta en cada parcela ya que la superficie y la producción de la pastura variaron en cada una de ellas. Al aumentar la

superficie con clases con árboles disminuyó la cantidad de forraje.

Periodo 2024 – 2025

En este periodo se planificaron dos aprovechamientos debido a la ocurrencia de lluvias tempranas. Se analizó el primer aprovechamiento de diciembre 2024 y enero de 2025, el cual podría considerarse temprano para las condiciones habituales de estos sistemas ganaderos.

Se observó en este periodo la mayor producción de forraje de la clase 5, Arbustos en borde de la cañada y una menor producción de la clase 1, pastizal abierto, que fue la de mayor producción en el periodo anterior. La clase 7 no registro producción de materia seca en las parcelas 2 y 3 (Cuadros 5, 6 y 7).

Determinar el rendimiento por clase es fundamental para estimar la producción promedio de forraje por unidad de superficie y poder determinar posteriormente los días de pastoreo que puede sostener el recurso. Los cuales se estiman en base a los requerimientos de Energía Metabólica de cada animal, la concentración energética de la pastura (2,3 Mcal EM kg MS⁻¹), la forrajimasa disponible (Producción Promedio kg MS m⁻²) y la eficiencia de cosecha (%).

N° Clase	Sup (m ²)	MS (kg m ⁻²)	MS Total (kg)
1	2900	0,124	359,6
2	2400	0,194	465,6
3	3400	0,084	285,6
4	2600	0,182	473,2
5	4000	0,280	1120,0
6	1900	0,090	171,0
7	900	0,080	7,2
Total	18100		2882,2
Producción promedio (kg MS m ²)			0,159

Cuadro 5. Producción de forraje promedio de la parcela 1 en el periodo 2024 – 2025

N° Clase	Sup (m ²)	MS (kg m ⁻²)	MS Total (kg)
1	400	0,117	46,4
2	800	0,236	188,8
3	1100	0,044	48,4
4	1900	0,094	178,6
5	4400	0,112	482,8
6	3800	0,074	281,2
7	5400	0,000	0,00
Total	17800		1236,2
Producción promedio (kg MS m ²)			0,069

Cuadro 6. Producción de forraje promedio de la parcela 2 en el periodo 2024 – 2025

N° Clase	Sup (m ²)	MS (kg m ⁻²)	MS Total (kg)
1	400	0,200	80,0
2	1700	0,136	231,2
3	2700	0,030	81,0
4	2500	0,016	40,0
5	5300	0,108	572,4
6	3500	0,015	51,3
7	1400	0,000	0,000
Total	17500		1055,9
Producción promedio (kg MS m ²)			0,060

Cuadro 7. Producción de forraje promedio de la parcela 3 en el periodo 2024 – 2025

En el periodo 2023-2024 ingresaron en cada parcela 10 vacas de cría y un toro, determinando un tiempo de pastoreo para la 1 de 20 días; para la 2 de 15 días y para la 3 de 16 días (Cuadro 8).

Periodo	2023-2024		
Parcela	1	2	3
Producción Promedio (kg MS m ⁻²)	0,198	0,131	0,169
Eficiencia de Cosecha (%)	55	57	50
Forrajimasa disponible (kg MS m ⁻²)	0,11	0,07	0,08
Consumo total diario (kg MS día ⁻¹)	98,5	83,0	92,4
Superficie diaria (m ² día ⁻¹)	905	1112,5	1093,7
Días de pastoreo	20	16	16

Cuadro 8. Planificación forrajera de las tres parcelas en el periodo 2023 – 2024

En el periodo 2024-2025 el productor utilizó una carga animal variable. En la parcela 1 ingresaron 11 vacas de 450 kg, 1 toro de 650 kg y 6 novillitos de 250 kg durante 10 días, en la parcela 2 los mismos animales que en la parcela 1 durante 5 días, mientras que la parcela 3 se pastoreo con 6 vacas de 450 kg y 1 toro de 650 kg durante 11 días. En este periodo en todas las parcelas se utilizó una eficiencia de cosecha del 60% (Cuadro 9).

Periodo	2024-2025		
Parcela	1	2	3
Producción Promedio (kg MS m ⁻²)	0,159	0,069	0,060
Eficiencia de Cosecha (%)	60	60	60
Forrajimasa disponible (kg MS m ⁻²)	0,10	0,04	0,04
Consumo total diario (kg MS día ⁻¹)	110,6	160,4	57,0
Superficie diaria (m ² día ⁻¹)	1206,6	3818,3	1575,7
Días de pastoreo	13	5	11

Cuadro 9. Planificación forrajera de las tres parcelas en el periodo 2024 – 2025

Con esta metodología inédita fue posible determinar la producción de forraje en áreas naturales de serranía en base a la separación de clases de vegetación y la determinación de la producción de forraje de cada una de ellas. Posteriormente se pudo determinar la cantidad de días de pastoreo que podía soportar el recurso manejado con alambrado eléctrico y utilizando pastoreo controlado y rotativo para cubrir los requerimientos de energía de los animales. Se le brindó al productor información confiable con la cual pudo tomar decisiones de manejo y ajustar los periodos de aprovechamiento.

Las herramientas de extensión utilizadas hicieron foco en la observación participante, en entrevistas y relevamiento de datos concretos y continuos, con la activa participación de los productores en la gestión del proceso y toma de decisiones sobre todo en el manejo del rodeo.

Los productores junto a los técnicos analizaron y utilizaron la información generada y fueron partícipes inmediatos de la validación de los datos obtenidos. Al participar activamente pudieron valorizar su ámbito productivo, sus prácticas de manejo y aceptar ellos mismos los resultados, adquiriendo certezas sobre las metodologías utilizadas.

Conclusiones

El Departamento La Caldera tiene un rodeo de ciclo completo con tendencia a la cría. Para mejorar la producción de terneros, entre otras cosas, son necesarias instancias de actualización técnicas a los productores en: estrategias de manejo del rodeo, la utilización eficiente del recurso natural utilizando pastoreo rotativo y planificación forrajera para ajustar la carga animal a la oferta del recurso forrajero natural disponible.

La experimentación adaptativa y participativa permitió alcanzar el objetivo de investigación y extensión por cuanto describe, analiza y evalúa prácticas de manejo de rodeo usando tecnologías y herramientas informáticas libres gratuitas y accesibles para el productor.

Se generó información local inexistente en el ámbito de estudio, fundamental para la toma de decisiones para la planificación ganadera y de uso de recurso forrajero heterogéneo y natural.

Esta experiencia hizo su aporte a la promoción de la integración y trabajo articulado entre Universidad, alumnos, técnicos de extensión de INTA y productores del ámbito de cerros de nuestro Valle de Lerma.

La mayor fortaleza, que se transformó en oportunidad, fue la posibilidad de trabajar en condiciones reales de producción, en articulación directa con los productores, promoviendo la utilización de la clausura con alambrado eléctrico para la planificación ganadera e impulsando la sostenibilidad de los

sistemas productivos, que en esta región son vulnerables y hasta frágiles.

Bibliografía

- Bianchi, A. y Bravo, G. 2008. Ecorregión Norandina. Ediciones INTA. Salta, Argentina. 20 pp.
- Caruso, H., Gieco, J., González, E., López, E., Vargas, D., Rovalati, J., Moneta, D. 2020. Uso del IVN para estimar la superficie con alfalfa en el Valle de Lerma, Provincia de Salta. En resúmenes del 43 Congreso Argentino de Producción Animal-Virtual. RAPA 40 (1): 119.
- Chuvieco, E., Salas, F. J., Aguado, I., Cocero, D. y Riaño, D. (2001): Estimación del estado hídrico de la vegetación a partir de sensores de alta y baja resolución. *GeoFocus* 1: 1-16.
- Dumont B. y Bernués, A. 2014. Agroecology for producing goods and services in sustainable animal farming systems. *Animal* 8(8): 1201-1203.
- Fernández, H. 2004. Estimación de la disponibilidad de pastos. Área de Producción Animal EEA Balcarce INTA. 23 pp.
- González Bonorino, G. y Abascal, I. 2012. Orogénesis y drenaje en la región del Valle de Lerma (Cordillera Oriental, Salta, Argentina) durante el Pleistoceno tardío. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 69 (1): 127 – 141.
- Grigera, G., Oesterheld, M., Durante, M. y Pacín, F. 2007. Evaluación y seguimiento de la productividad forrajera. *Revista Argentina de Producción Animal* 27(2): 137-148.
- Irisarri, J., Gundel, P., Clavijo, M., Durante, M. y Sosa, P. 2013. Estimación de la PPNA y la

- capacidad de carga por ambientes mediante información satelital en un establecimiento ganadero en la Pampa Deprimida. *Revista Argentina de Producción Animal*. 33 (1): 11-20.
- Massa y Durante. 2016. Estimación de la productividad forrajera mediante el uso de sensores remotos en comunidades vegetales de islas del delta fluvial diamantino, Entre Ríos. INTA EEA Paraná. Serie Extensión. 78:23-26.
- Medina García, M., Gutiérrez Luna, R., Echavarría Chaireza F., Amador Ramírez, M. Ruiz Corral, A. 2009. Estimación de la producción de forraje con imágenes de satélite en los pastizales de Zacatecas Use of satellite images to assess forage production in the rangelands of Zacatecas Tec. Pecu. Méx. 47(2): 135-144.
- Moneta, D. 2013. Los pequeños productores pecuarios de las tierras altas de La Caldera, en el Valle de Lerma, Salta. Estrategias de supervivencia para mantener su actividad. Tesis de posgrado Magister Scientiae en Procesos Locales de Innovación y desarrollo rural – PLIDER. UNMDP – Balcarce. 108 pp.
- Moneta, D. y Lorda, M. 2010. Fragmentación territorial en el municipio periurbano de La Caldera (Salta, Argentina). Congreso de Desarrollo Local. La Matanza. Buenos Aires. p: 1-7
- Nadir, A. y Chafatinos, T. 1990. Los suelos del NOA (Salta y Jujuy). Tomo 2. Universidad Nacional de Salta. Salta, Argentina. 123 pp.
- NRC. (1994). Necesidades nutritivas del Ganado vacuno de carne. Nutrient Requirements of Beef Cattle (3a ed.). Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. 104 pp.
- Ojeda, J., Quinodoz, J., Lezana, L. 2021. Estimación de disponibilidad forrajera de pasturas base alfalfa y verdeos invernales en el sudoeste de Entre Ríos. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 47(1): 26-45.
- Ovalles, F., Rodríguez, M., Espinoza, Y., Cortéz, A., Pérez, M., Cabrera, E., Gil, J., Obispo, N. 2007. Uso de imágenes satelitales de alta resolución para evaluar parcelas experimentales en ensayos silvopastoriles. *Zootecnia Tropical*. 25(4): 269-277.
- Piccolo, A.; Giorgetti, M. y Chávez, D. 2008. Zonas agroeconómicas homogéneas de Salta y Jujuy. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina. 115 pp.
- SENASA, 2022. Campañas de vacunación antiaftosa. En: <https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/cadena-animal/bovinos-y-bubalinos/bovinos-y-bubalinos-producción-primaria/fiebre-aftosa>
- Vargas Gil, J. 1990. Provincia de Salta. Escala 1:500000. En Moscatelli, G. (Ed.) Atlas de suelos de la República Argentina. INTA. Buenos Aires, Argentina. p: 287-350.
- Vilca Gómez, Z., Loayza Aguilar, J., Canqui Villarroel, J., Gutiérrez Ramírez, L. 2024. Implementación de cerco eléctrico móvil en la alimentación de ganado bovino en pastoreo de alfalfa (Medicago sativa). *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*. 5 (5): 4938 – 4949.