

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTOS DEL INCREMENTO DE CARGA EN VARIABLES BIO-  
ECONÓMICAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE**

**por**

**Diego CUSTODIO PRADOS**

**TESIS presentada como uno de los  
requisitos para obtener el título de  
Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO**

**URUGUAY**

**2022**

Tesis aprobada por:

Director

-----  
Pablo Chilibroste

-----  
Ing. Agr. MSc. Ricardo Mello

-----  
Ing. Agr. Guillermo Battegazzore

Fecha: 6 de setiembre de 2022

Autor:

-----  
Diego Custodio Prados

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN	II
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	V
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1 EL CONTEXTO DE LA LECHERÍA .....	2
2.2 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN URUGUAY .....	7
2.3 PASTURAS: CRECIMIENTO Y UTILIZACIÓN.....	13
2.4 EFECTOS DE LA CARGA ANIMAL .....	14
2.5 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	17
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1 BASE FORRAJERA Y SU MANEJO.....	20
3.1.1 Determinaciones en la pastura .....	20
3.2 RODEO EXPERIMENTAL.....	21
3.2.1 Determinaciones en los animales .....	22
3.2.2 Determinaciones en los alimentos.....	23
3.3 ASOCIACIÓN ENTRE FORRAJE Y ANIMALES.....	23
3.4 MARGEN DE ALIMENTACIÓN.....	25
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	25
4 RESULTADOS .....	27
4.1 PRODUCCIÓN Y COSECHA DE FORRAJE.....	28
4.2 PASTOREO VS SUPLEMENTACIÓN .....	31
4.3 OFERTA Y CONSUMO DE ALIMENTOS .....	34
4.4 PRODUCCIÓN DE LECHE Y SÓLIDOS .....	37
4.5 MARGEN DE ALIMENTACIÓN.....	38

5	DISCUSIÓN .....	39
5.1	DESDE EL FORRAJE .....	39
5.2	ALIMENTACIÓN .....	41
5.3	PRODUCCIÓN DE LECHE Y SÓLIDOS .....	43
5.4	MARGEN DE ALIMENTACIÓN .....	45
6	CONCLUSIONES .....	47
7	RESUMEN .....	48
8	SUMMARY .....	49
9	BIBLIOGRAFÍA .....	50

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Página

CUADRO 1: Caracterización de las principales regiones productoras de leche en el mercado internacional .....	6
CUADRO 2: Distribución de predios según estrato de superficie.....	7
CUADRO 3: Indicadores de productividad y margen de alimentación de los predios del PPC según cantidad de Vaca Masa .....	11
CUADRO 4: Producción y cosecha de forraje en la plataforma de pastoreo (kgMS/haPP) según tratamiento .....	30
CUADRO 5: Producción y cosecha de forraje en la Superficie Efectiva de Pastoreo (kgMS/haSEP) según tratamiento .....	30
CUADRO 6: Oferta de alimentos por vaca (kgMS/VO/d), según tratamiento.....	34
CUADRO 7: Consumo individual de alimentos (kgMS/VO/d) según tratamiento .....	36
CUADRO 8: Producción de leche y sólidos por tratamiento y mes en la plataforma de pastoreo .....	37
CUADRO 9: Margen de alimentación por tratamiento .....	38
CUADRO 10: Tasa de crecimiento media del experimento y producción de forraje anualizada en la plataforma de pastoreo. ....	39
CUADRO 11: Balance entre la producción de forraje y consumo de reservas según tratamiento .....	40
CUADRO 12: Consumo de alimentos por hectárea de plataforma de pastoreo según tratamiento .....	41
CUADRO 13: Producción de leche comparativa: experimento vs PPC.....	43
CUADRO 14: Comparación de indicadores entre tratamientos y grupos de productividad del PPC de Fariña y Chilibroste (2019) .....	43
CUADRO 15: Márgenes de alimentación tratamientos vs grupos de productividad del PPC de Fariña y Chilibroste (2019) .....	45
GRÁFICO 1: Evolución de la producción de leche, superficie destinada a la lechería y N° de tambos entre 2001 y 2019.....	3
GRÁFICO N° 2: Índice de precios de los principales productos exportados.....	4
GRÁFICO N° 3: Fluctuación de ingresos al productor y a la industria y costos de producción por litro de leche entre 2012 y 2019.....	5
GRÁFICO N°4: Variación de productividad por vaca, por hectárea y carga en los últimos años en predios participantes del PPC .....	10

GRÁFICO 5: Consumo de alimentos y carga animal según grupo de crecimiento en productividad .....	12
GRÁFICO 6: Condiciones climáticas durante 2017 .....	27
GRÁFICO 7: Stock y Tasa de crecimiento según tratamiento, por mes en la Superficie Efectiva de Pastoreo .....	28
GRÁFICO 8: Producción y cosecha de forraje según tratamiento sobre la plataforma de pastoreo .....	29
GRÁFICO 9: Proporción de tiempos de pastoreo y encierro según tratamiento y mes.....	31
GRÁFICO 10: Tiempos de pastoreo y encierro desglosado por turnos de pastoreo según tratamiento .....	32
GRÁFICO 11: Oferta de alimentos por hectárea de plataforma según tratamiento .....	34
GRÁFICO 12: Oferta de alimentos individual según mes y tratamiento .....	35
GRÁFICO 13: Consumo de alimentos por hectárea de plataforma según tratamiento .....	36
GRÁFICO 14: Producción media de leche individual según tratamiento y mes.....	37
GRÁFICO 15: Consumo de alimentos y carga animal por hectárea de plataforma de pastoreo comparativo: experimento vs Fariña y Chilibroste (2019) .....	42
GRÁFICO 16: Consumo de alimentos y producción de leche mensual por tratamiento.....	44
FIGURA 1: Esquema de áreas de un predio lechero .....	8
FIGURA 2: Croquis de las plataformas de pastoreo de cada tratamiento .....	19
FIGURA 3: Variables en la toma de decisiones en la plataforma de pastoreo .....	23

## 1 INTRODUCCIÓN

En Uruguay alrededor de un 68% de la producción de leche se destina a la exportación (MGAP. DIEA, 2017). Este aspecto toma gran relevancia en un mercado donde el volumen nacional es muy pequeño y las empresas que comercializan lácteos funcionan como tomadoras de precios.

En las últimas décadas la productividad ha aumentado de forma importante debido al aumento conjunto de la producción individual, de la cantidad de animales por hectárea y la proporción de vacas en ordeño con respecto al total. Sin embargo, el ritmo de crecimiento se ha visto disminuido en los últimos años (Fariña y Chilbroste, 2019, MGAP. DIEA, 2010, 2017, 2020).

La lechería uruguaya se desarrolla mayormente en predios de tipo pastoril. En este tipo de predios el alimento principal de las vacas es el forraje que se produce en los establecimientos. Esta característica permite obtener un producto de bajo costo unitario, lo que favorece la competitividad en el mercado externo. Maximizar la producción y utilización de la biomasa vegetal producida, es un camino tecnológico necesario para lograr buenos resultados bio-económicos.

La carga animal es una variable relevante en sistemas pastoriles por sus efectos en la productividad y en los costos. Estudios nacionales e internacionales sugieren que el incremento de carga en un contexto de alta participación del forraje en la dieta es una estrategia efectiva para aumentar productividad con buenos resultados económicos (Fariña y Chilbroste, 2019).

El objetivo de este experimento a escala de sistemas de producción, fue estudiar el efecto de utilizar diferentes niveles de carga en un predio lechero a nivel de: producción y cosecha de forraje, tiempos de pastoreo y suplementación, producción de leche y margen de alimentación. Se utilizó un modelo de alimentación pastoril orientado a una alta eficiencia en la producción y utilización del forraje.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 EL CONTEXTO DE LA LECHERÍA

La producción de leche en Uruguay se encuentra concentrada en la región sur y oeste, principalmente en Florida, San José, y Colonia (64% de los productores, 65% de la producción de leche total). Sin embargo, existen predios que desarrollan el rubro en todos los departamentos (MGAP. DIEA, 2018b).

Según los datos de MGAP. DIEA (2010, 2017, 2020) en las últimas décadas se han registrado diversos cambios en la estructura productiva del rubro. En el ejercicio 2001/2002 se registró una producción anual de 1301 millones de litros de leche, en unos 5100 tambos que ocupaban 1 millón de hectáreas. Para el ejercicio 2018/2019 la producción anual alcanzó los 2168 millones de litros, sin embargo el número de tambos se redujo a 3423 y la superficie ocupada por estos a 761.500 ha. El rodeo lechero que sostiene esa producción se mantuvo desde principios de siglo a 2019 en unas 430 mil vacas masa<sup>1</sup> (VM).

En el período 2001/2002 la relación Vaca Ordeñe/Vaca Masa (VO/VM) era de 62%, con una productividad de 2980 l/VM/año<sup>2</sup>. En el período 2018/2019 la relación VO/VM fue de 75% con una productividad de 5047 l/VM/año (MGAP. DIEA, 2010, 2017). Estos datos muestran que el incremento en la producción anual de leche surge de mejoras en el desempeño reproductivo del rodeo y por el incremento de la productividad individual. Esta información concuerda con lo planteado por Fariña y Chilibroste (2019) que destacan que el aumento en productividad se sostuvo por el incremento conjunto de todos sus componentes, dotación de animales por hectárea, producción de leche por vaca y relación vacas en ordeñe/vacas secas.

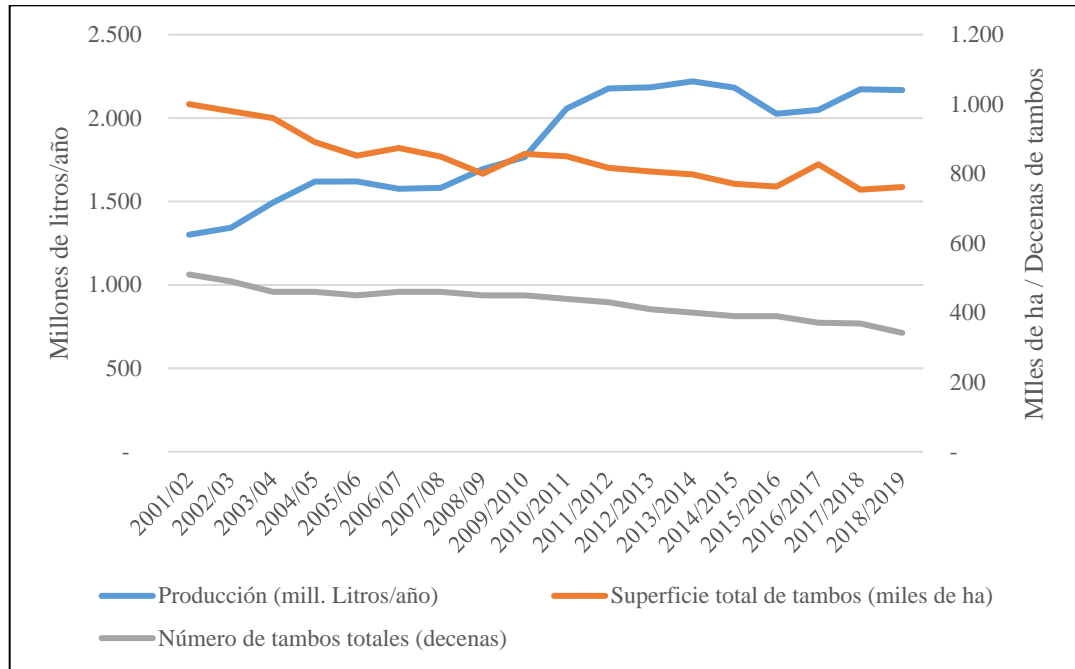
---

<sup>1</sup> Vacas secas más vacas en ordeñe

<sup>2</sup> Litros por Vaca Masa por año



**GRÁFICO 1: EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE, SUPERFICIE DESTINADA A LA LECHERÍA Y N° DE TAMBOS ENTRE 2001 Y 2019.**



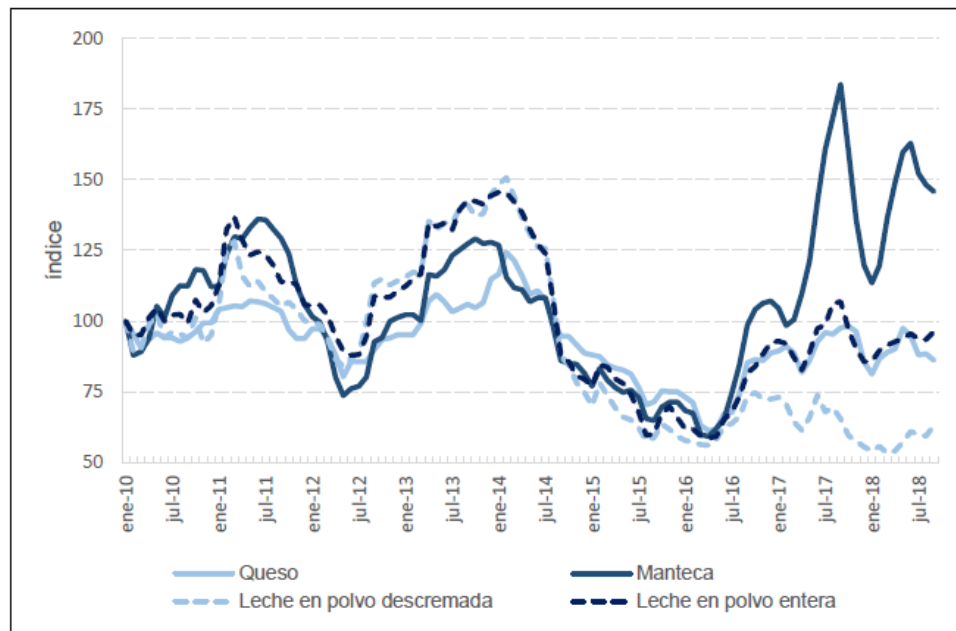
**Fuente:** elaborado con base en MGAP. DIEA (2010, 2017, 2020).

La trayectoria de la lechería uruguaya ha estado signada por el crecimiento de la productividad asociada al mercado externo. Anualmente un 83% de lo producido se remite a las industrias y alrededor del 68% es exportado (MGAP. DIEA, 2017). Ese aporte representa un el 2% del total de leche en el mercado internacional. Los países con los volúmenes más importantes son la Unión Europea, Nueva Zelanda, Estados Unidos y Australia entre otros (MGAP. DIEA, 2017, OCLA, 2019). En este contexto las empresas nacionales funcionan como tomadoras de precios y el sistema de pago a los productores “consiste en pasar el remanente del precio internacional al productor, después de haber cubierto los costos industriales y los márgenes de ganancia” (Hernández, 2011). Entonces, el ingreso de los predios queda altamente supeditado a las condiciones de venta en el mercado internacional.

Los principales productos exportados son leche en polvo, entera y descremada, quesos y manteca. La variación de precios recibidos por estos productos (Gráfico N°2) responde a varios factores: la oferta y demanda, los precios de granos y del petróleo (que sirven como insumos de producción) y las condiciones climáticas que afectan la producción de todos los commodities. Finalmente, a nivel interno, el tipo de cambio afecta

los ingresos percibidos por los productores, así como los costos de producción. La leche se cobra en pesos mientras que gran parte de los insumos se compran en dólares americanos. Acorde a los registros de MGAP. DIEA (2018b), la variación de precios obtenidos en el mercado internacional para los productos exportados se manifiesta tanto a nivel inter como intra-anual, con oscilaciones pronunciadas en períodos cortos.

GRÁFICO N° 2: ÍNDICE DE PRECIOS DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS EXPORTADOS.

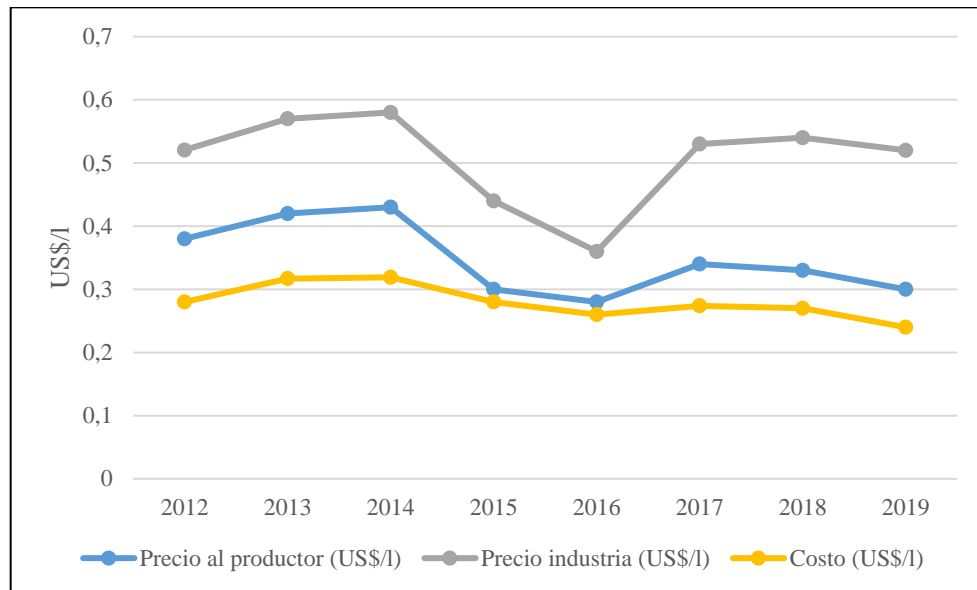


**Fuente:** tomado de MGAP. DIEA (2018b).

A nivel interno el INALE reporta las variaciones anuales en los precios de venta por litro obtenidos por la industria<sup>3</sup>, por los productores y los costos de producción por litro de leche (Gráfico N°3). Entre 2012 y 2014 la lechería nacional transitó un período con una relación muy favorable entre ingresos y costos de producción. Sin embargo, para 2015 la caída en la demanda mundial por productos lácteos (principalmente de países como China y Rusia) significó un retroceso muy importante por la caída significativa de los ingresos. A partir de 2017 se observa una recuperación en los precios de venta de lácteos y es la industria quien capta en mayor medida ese beneficio. Sin embargo, el sector primario recibe un aumento menor en dólares.

<sup>3</sup> Resultados promedio entre el precio obtenido en el mercado interno y el externo.

**GRÁFICO N° 3: FLUCTUACIÓN DE INGRESOS AL PRODUCTOR Y A LA INDUSTRIA Y COSTOS DE PRODUCCIÓN POR LITRO DE LECHE ENTRE 2012 Y 2019.**



**Fuente:** elaborado con base en INALE (2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019).

Históricamente por el bajo valor de la leche y la gran volatilidad de su precio, aumentar la producción ha sido una estrategia para aumentar los ingresos de los predios. Al aumentar la productividad los costos de producción también fueron incrementados. Sin embargo, el crecimiento en producción de leche fue mayor al crecimiento de los costos, permitiendo diluir los mismos en volumen mayor y obtener un costo por litro menor (Hernández, 2011).

Existe una gran integración entre el sector primario y el industrial. Las agro-industrias han establecido diversas estrategias para regular el volumen y la calidad de leche que reciben. El sistema de pago determina que los productores reciben uno de los precios más bajos a nivel internacional por la materia prima que remiten. Las bonificaciones por calidad (en cuanto a composición de sólidos y parámetros sanitarios) y las actividades de formación y difusión de nuevas tecnologías de producción han dinamizado el desarrollo del sector (Hernández, 2011).

El bajo costo unitario de la producción de leche se mantuvo a lo largo de la trayectoria de crecimiento descrita, permitiendo mantener la competitividad de los sistemas lecheros

uruguayos. En los últimos años se reporta un aumento en los costos de producción, pero por debajo del incremento de los principales competidores (Fariña y Chilbroste, 2019).

CUADRO 1: Caracterización de las principales regiones productoras de leche en el mercado internacional

Productividad (kg de leche/ha/año)	<7000	>10.000	
	Argentina Irlanda Uruguay	Australia Holanda N. Zelanda USA	
Carga animal Vacas/ha	0,69 - 1,24	1,72 - 2,79	5,69
	Argentina Irlanda Uruguay	Australia Holanda N. Zelanda	USA
Producción por vaca (kg de leche/Vaca/año)	4900 - 6600	6700 - 8400	8700 - 10.000
	Argentina Irlanda N. Zelanda Uruguay	Australia	USA Holanda
Costo de producción (US\$/100 kg de leche)	<32	Entre 33 y 34	>45
	Argentina Uruguay	Australia N. Zelanda USA	Holanda Irlanda

**Fuente:** elaborado con base en Fariña y Chilbroste (2019).

Para la comparación internacional Fariña y Chilbroste (2019) tomaron como base los reportes del International Farm Comparison Network (IFCN) que recopila información a nivel mundial de las regiones productoras de leche. Argentina, Australia, Holanda, Irlanda, Nueva Zelanda y Estados Unidos (USA) fueron las regiones seleccionadas para el análisis dadas sus condiciones en el mercado internacional, que las posicionan como los principales competidores de la lechería uruguaya. Entre las regiones de mayor productividad, Estados Unidos y Holanda apuntan a mayores producciones individuales

(kg de leche/Vaca/año) y altas cargas. Australia y Nueva Zelanda también utilizan altos niveles de carga pero producciones individuales intermedias (Cuadro N°1). El consumo de forraje producido en los predios (por pastoreo directo o por cosecha mecánica) surge como una variable central para explicar los mejores resultados de aquellas regiones con mayor productividad. En este contexto, Uruguay se presenta con producciones por vaca similares a las de Oceanía, con menor dotación animal y el menor costo de producción registrado para el período analizado. El consumo de forraje ronda el 40 % de sus competidores más productivos (Uruguay = 4230 vs Oceanía – Holanda = 10.000 kgMS/ha/año).

La competitividad de los sistemas lecheros uruguayos debe surgir de una estrategia de producción de bajo costo, que considere la dependencia del mercado mundial con precios volátiles y condiciones variables de acceso a los mercados (bajo volumen total aportado al mercado internacional).

## 2.2 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN URUGUAY

La fase primaria de la lechería resulta heterogénea en cuanto al tamaño de los predios y las estrategias de producción. En el cuadro N°2 se puede observar la distribución por estratos de superficie y la evolución en la última década, constatándose que la reducción de 27 % en el número total de predios no impactó de manera equitativa a los distintos grupos, sino que las mayores reducciones se dan en los estratos inferiores (44% y 23% para los predios de menos de 50 ha y aquellos entre 50 y 199 ha respectivamente) implicando actualmente una concentración de la producción en predios de mayor tamaño. La encuesta lechera de 2017 realizada por MGAP. DIEA reportaba predios de 222 ha con 86 vacas en ordeño, 2478 litros/ha/año y 4691 l/VM/año como promedio nacional.

CUADRO 2: DISTRIBUCIÓN DE PREDIOS SEGÚN ESTRATO DE SUPERFICIE

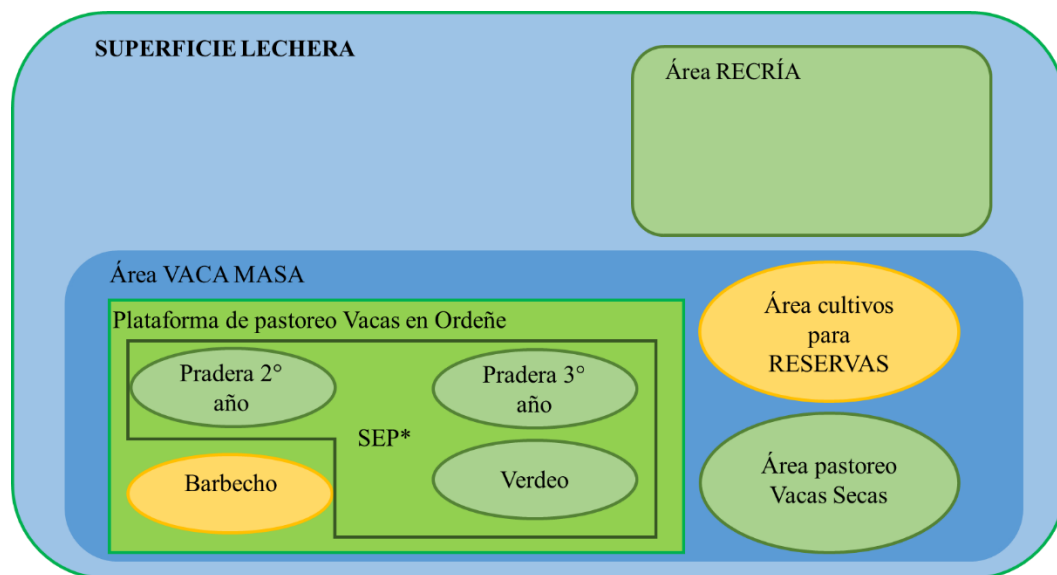
Tamaño de predio	2008-2009		2018-2019	
	N° Tambos	%	N° Tambos	%
0 – 50 ha	1530	32,7	852	25,0
50 – 199 ha	2122	45,3	1634	47,7
200 – 499 ha	690	14,7	596	17,4
Más de 500 ha	340	7,3	341	10,0
Total	4682	100	3423	100

**Fuente:** elaborado con base en MGAP. DIEA (2017, 2018a).

Por estrategias de producción se entiende la diversidad de combinaciones de recursos disponibles para obtener los productos, en términos generales los tambos uruguayos son sistemas pastoriles (el forraje es el componente principal de la dieta de las vacas) con baja carga animal, y producciones individuales y por hectárea intermedias (Fariña y Chilibroste, 2019). En este sentido la base de datos del Proyecto Producción Competitiva<sup>4</sup> (PPC) entre 2013 y 2018 indica que un 56.8 % de la dieta diaria del ganado en ordeño está comprendido por forraje de pastoreo directo, y un 75 % por forraje producido en los predios si se suma el aporte de reservas (Chilibroste y Battezzore, 2019).

Como se observa en la figura N°1 en un predio lechero conviven áreas con diferentes objetivos, que responden a las distintas etapas de la vida de los animales. El área de recría se destina al crecimiento de los animales desde su nacimiento hasta el ingreso al ordeño para las hembras, o de venta para los machos.

FIGURA 1: ESQUEMA DE ÁREAS DE UN PREDIO LECHERO



\*SEP: Superficie Efectiva de Pastoreo

El área de VM es el área que se destina para las vacas en ordeño y las vacas secas (vacas adultas). Es el área más grande del predio sobre la cual se suelen expresar muchos de los resultados productivos (producción de leche y sólidos, producción y cosecha de forraje, consumo de alimentos, etc). Incluye el área donde se realizan cultivos para

<sup>4</sup> Proyecto de seguimiento de predios desarrollado por CONAPROLE, en funcionamiento desde 2010 comenzó con 55 predios y alcanza a 762 tambos en 2018.

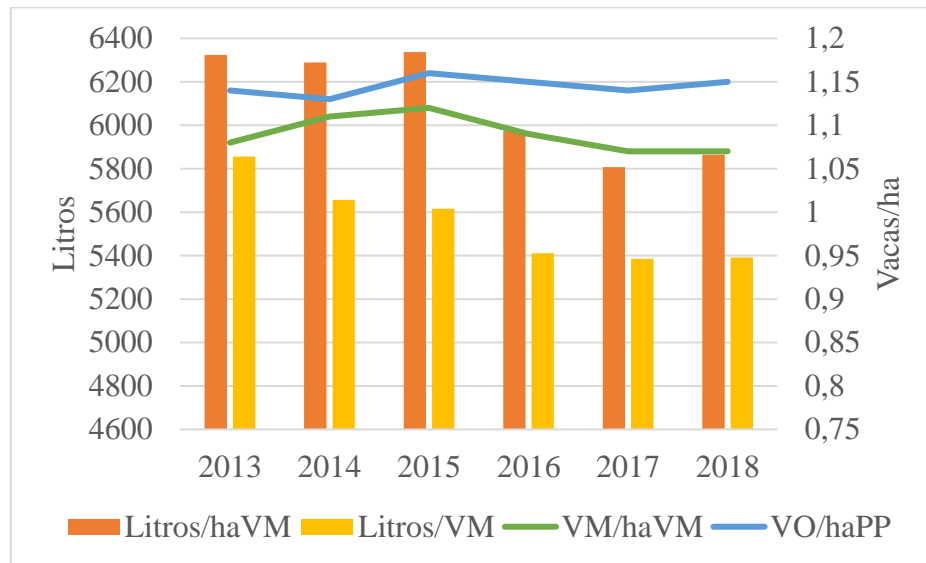
reservas de forraje (ensilajes, henilajes y henos). La plataforma de pastoreo de las vacas en ordeño incluye aquellos potreros que a lo largo del año contienen cultivos (anuales o perennes) para el pastoreo de las VM. Según el ciclo de producción de verdeos y praderas, en algunas etapas del año, no todos los potreros están aptos para pastoreo. Durante el otoño ocurre el cambio de verdeos de verano a praderas perennes y la instalación de verdeos de invierno luego de una fase de pradera. Esto implica que los potreros involucrados en esas transiciones no podrán ser pastoreados por estar en fase de barbecho o instalación del nuevo cultivo. El conjunto de recursos aptos para pastoreo en un momento dado se denomina Superficie Efectiva de Pastoreo.

La base pastoril de los tambos en Uruguay comprende en gran parte pasturas templadas (Aguerre et al., 2018). Ocupa un 58% del área y considera las praderas perennes, los cultivos anuales y los mejoramientos de campo natural (MGAP. DIEA, 2018a). Debido a las fluctuaciones en la producción de forraje todos los predios utilizan suplementación con reservas forrajeras y concentrados para cubrir los períodos de menor crecimiento. Esta ha sido una estrategia para aumentar y estabilizar la producción de leche (Aguerre et al., 2018, Fariña y Chilibroste, 2019).

Los datos de PPC estiman cosechas de forraje por pastoreo entre 3 y 5 ttMS/haVM/año. Sin embargo, los datos de estudios nacionales sobre sistemas lecheros, así como la información aportada por el monitoreo satelital de CONAPROLE muestran la potencialidad de producir entre 10 y 15 ttMS/ha/año (Chilibroste y Batteggazzore, 2019, Fariña y Chilibroste, 2019).

Los datos del PPC en el período 2013 - 2018 indican reducciones en la productividad tanto individual (litros/VM) como por hectárea (litros/haVM). La carga animal para el mismo período se mantuvo relativamente estable después de un período de crecimiento sostenido en los años previos a 2013 para todas las variables (Chilibroste y Batteggazzore, 2019). La disminución en productividad se asocia a la pérdida de ingresos y a una relación más desfavorable con los costos de producción (Chilibroste y Batteggazzore, 2019).

**GRÁFICO N°4: VARIACIÓN DE PRODUCTIVIDAD POR VACA, POR HECTÁREA Y CARGA EN LOS ÚLTIMOS AÑOS EN PREDIOS PARTICIPANTES DEL PPC**



**Fuente:** elaborado con base en Chilibroste y Battegazzone (2019).

Los datos de los predios que han aportado información de manera constante entre 2013 y 2018 (320 matrículas) al PPC, registran consumos de forraje, reservas y concentrados relativamente estables (3559, 1260 y 1633 kgMS/haVM/año respectivamente). Hubo un aumento en el consumo de forraje, una reducción en el consumo de reservas y similares niveles de concentrados con respecto a los registros entre 2011 – 2014 (Chilibroste y Battegazzone, 2019).

Diariamente el consumo total de materia seca alcanzó los 17 kgMS/VO/d en promedio, los cuales se distribuyeron entre 57 % de forraje por pastoreo directo, 18 % de reservas de forraje y 25 % de concentrados. La eficiencia de conversión se ubicó en 1.06 litros de leche/kgMS consumida con una producción individual y diaria media de 18.95 l/VO/d (Chilibroste y Battegazzone, 2019)

La mayor parte de los predios suministran la reserva de manera independiente del concentrado (71 %), utilizando mayormente comederos a campo (40 – 45 %) que comederos de balasto (26 %) u hormigón (22 %). La amplia mayoría de los predios (83 – 85 %) ofertan el concentrado en sala de ordeño (Chilibroste y Battegazzone, 2019)

En el cuadro N° 3 se muestran algunos indicadores productivos que caracterizan los distintos estratos en grupos de predios según cantidad de VM (PPC, año). Un indicador relevante para el análisis del resultado económico es el margen de alimentación. El margen



de alimentación expresa la ganancia de los predios luego de cubrir la alimentación de las vacas. Este indicador ha demostrado una correlación alta y positiva con el ingreso de capital en el área de VM (Chilibroste y Battezzore, 2014, 2019).

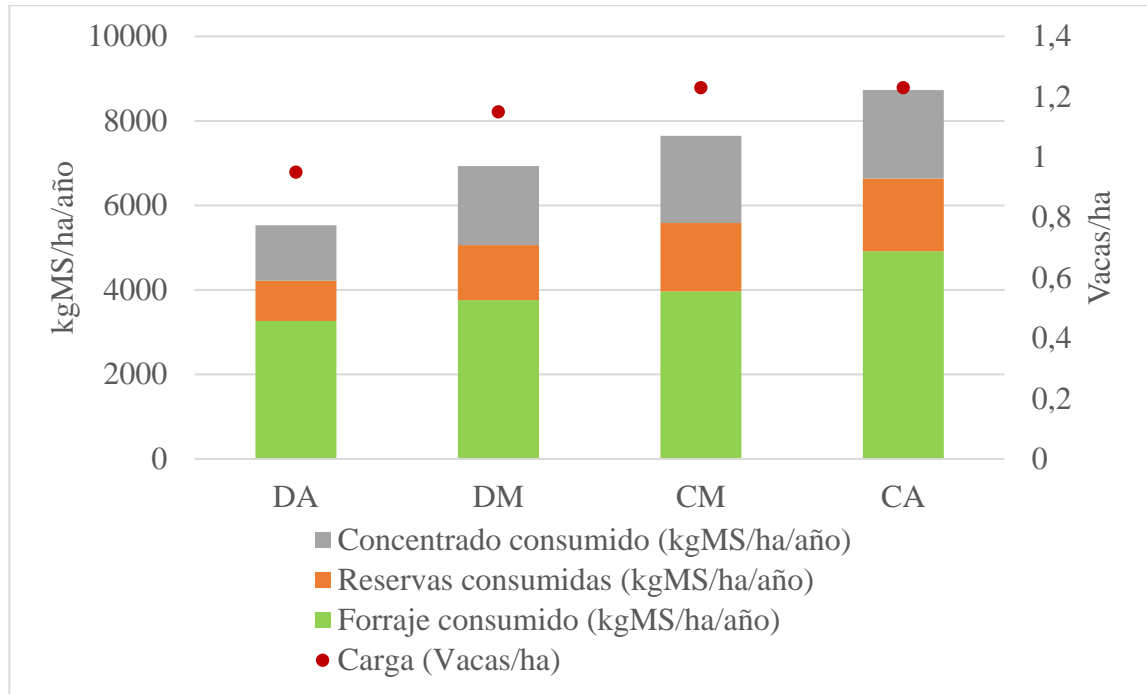
CUADRO 3: INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD Y MARGEN DE ALIMENTACIÓN DE LOS PREDIOS DEL PPC SEGÚN CANTIDAD DE VACA MASA

Concepto	Cantidad de Vaca Masa			Promedio
	<90	90-160	>160	
Superficie (haVM)	59	110	294	159
Litros/haVM	5609	6391	6741	6529
VM/haVM	1,05	1,1	1,11	1,11
Litros/VO/día	17,6	19,1	20,2	19,5
Margen de alimentación USD/haVM/año	1268	1331	1312	1305

**Fuente:** adaptado de Chilibroste y Battezzore (2019).

A partir de la base de datos del PPC, Fariña y Chilibroste (2019) agruparon los resultados de los predios según crecimiento en productividad (medida en litros por hectárea por año) para el período entre 2013 y 2017. La categorización registró aquellos predios que: (i) disminuyeron su productividad entre un 5 y un 10 % anual (decrecimiento alto), (ii) disminuyeron entre un 5 y un 0 % anual (decrecimiento medio), (iii) aumentaron su productividad entre 0 y 5 % anual (crecimiento medio) y (iv) aumentaron entre 5 y 10 % por año (crecimiento alto). El gráfico N°5 resume para estas categorías el consumo de alimentos por hectárea y por año, y la cantidad de vacas por hectárea.

**GRÁFICO 5: CONSUMO DE ALIMENTOS Y CARGA ANIMAL SEGÚN GRUPO DE CRECIMIENTO EN PRODUCTIVIDAD**



Nota: DA: Decrecimiento alto; DM: decrecimiento medio; CM: crecimiento medio; CA: Crecimiento alto.

**Fuente:** elaborado con base en Fariña y Chilibroste (2019).

Los grupos que aumentaron su productividad anual utilizan mayores niveles de carga. El incremento de carga genera consecuentemente aumentos en la cantidad de alimentos consumidos, pero manteniendo la proporcionalidad entre los componentes de la dieta (forraje, reservas, concentrado). Este escenario permite aumentar la producción de leche reduciendo el costo unitario (US\$/litro) por concepto de alimentación. Aumentar la producción de leche por aumento de la carga y el consumo de forraje producido en el predio es una estrategia efectiva para mejorar el resultado económico de los predios (Fariña y Chilibroste, 2019).

### 2.3 PASTURAS: CRECIMIENTO Y UTILIZACIÓN

Las pasturas más difundidas en los sistemas lecheros usualmente involucran la presencia de gramíneas templadas, cuyo crecimiento se desarrolla a partir de macollos. En general, cada macollo produce 3 hojas vivas y mientras emerge la cuarta hoja la primera muere (Fulkerson y Donaghy, 2001).

Luego de una defoliación, la planta crecerá a partir de las reservas de carbohidratos en tallos y raíces. Esta fase se da a bajas tasas de crecimiento debido a que las hojas remanentes tienen baja eficiencia fotosintética. Con la emergencia de la segunda hoja, la planta comienza una fase de rápido crecimiento por el aumento de la capacidad fotosintética. Al mismo tiempo las reservas en tallos y raíces son repuestas. Luego de la extensión de la tercera hoja se equilibra la aparición de hojas nuevas con la senescencia de hojas viejas, disminuyendo la tasa de crecimiento. (Fulkerson y Donaghy, 2001, Holmes y Roche, 2007).

La producción de leche en sistemas pastoriles es un compromiso entre la producción de forraje y la demanda animal. El manejo del pastoreo involucra mantener pasturas productivas de calidad, para satisfacer los requerimientos nutricionales de las vacas. Las principales herramientas para manejar el pastoreo son la intensidad, la frecuencia y su coordinación con la condición de la pastura (Holmes y Roche, 2007). La utilización de variables asociadas al estado de crecimiento de las plantas, como el número y la fase de rebrote de las hojas, resulta más acertado para definir cuándo pastorear que utilizar variables que se asocian a la cantidad de biomasa disponible (Fulkerson y Donaghy, 2001).

Para aumentar la producción y mantener la calidad del forraje, es sugerido comenzar el pastoreo cuando los macollos cuentan con 3 hojas vivas. Más allá de este punto habrá pérdidas por senescencia a la vez que la calidad del forraje se verá resentida. De manera contraria pastorear antes de las 2 hojas implicará que las plantas no habrán acumulado suficientes reservas para el rebrote, por lo que la persistencia se verá comprometida (Fulkerson y Donaghy, 2001). Finalizar el pastoreo con remanentes bajos, 4 – 5 cm al ras del suelo, asegurará una buena utilización del forraje (Fulkerson y Donaghy, 2001) a la vez que tenderá a aumentar la calidad del forraje en los siguientes pastoreos (Holmes y Roche, 2007).

## 2.4 EFECTOS DE LA CARGA ANIMAL

En sistemas pastoriles, como los descritos para Uruguay, el consumo de forraje es una variable determinante de la producción de leche. En el corto plazo, depende principalmente de la asignación de forraje con respuestas incrementales decrecientes a medida que aumentan las asignaciones de forraje (Macdonald et al., 2008)

La asignación de forraje depende de la biomasa disponible para pastoreo y de la cantidad de animales por hectárea. Desde esta perspectiva, la carga animal se define como la cantidad de animales por unidad de superficie (vacas/ha) y su rol preponderante en el desempeño de los sistemas pastoriles de producción de leche ha sido reconocido por diversos autores a lo largo de décadas (McMeekan y Walshe, 1963, Dillon et al., 2005, Holmes y Roche, 2007, Macdonald et al., 2008, Fariña et al., 2011, Fariña y Chilibraste, 2019).

La carga influye directamente en la demanda de alimentos del sistema. Considerando las diferencias existentes en la conformación, productividad y requerimiento entre rodeos, referir a la carga exclusivamente como el número de animales/ha se ha vuelto poco informativo y dificulta la comparación entre predios. El indicador Carga Comparativa (CSR, por sus siglas en inglés) aparece como alternativa y que da cuenta de las diferencias entre peso vivo de los animales, y la oferta de alimentos (ya sean comprados o producidos en el predio) (Holmes y Roche, 2007, Baudracco et al., 2010). Se calcula como:

$$CSR = \frac{kgPV_{animal/ha}}{ttMSofrecida/ha}$$

En términos generales, se puede afirmar que, a un mismo nivel de disponibilidad de forraje, cuanto mayor sea la carga menor será la asignación de forraje individual. La producción de las vacas alimentadas a base de pasturas se verá afectada por el menor consumo. Sin embargo, al haber más animales por unidad de superficie, la productividad será mayor en tanto no se supere un nivel de “carga óptima”. Si se supera la carga óptima, ocurrirá una depresión tal en la producción individual que no será compensada por la mayor carga (McMeekan y Walshe, 1963).

Existen múltiples trabajos que abordan la vinculación entre la carga animal y la producción y utilización de forraje con diversas metodologías y resultados disímiles. Hay estudios que indican que hay menores producciones de forraje al aumentar la carga debido a una mayor intensidad de pastoreo. Por otro lado, hay otros estudios que muestran

relaciones positivas entre las variables. La relación es positiva cuando el remanente se mantiene por encima de los 4 cm, maximizándose la producción de forraje con remanentes entre 4 y 8 cm (McCarthy et al., 2012). Entre los factores que afectan la interpretación del efecto de la carga sobre la producción y cosecha de forraje destacan la altura a la cual se reporta la biomasa disponible (al ras del suelo o a cierta altura por encima del suelo), y la utilización de suplementos (Baudracco et al., 2010).

En sistemas exclusivamente pastoriles (sin inclusión de suplementos) el incremento de carga ha demostrado aumentos en la producción de forraje (Baudracco et al., 2010) Este aumento se asocia a períodos de rebrote más largos (aprovechando la fase de crecimiento rápido de las pasturas) por la mayor intensidad de pastoreo (Macdonald et al., 2008).

El consumo de forraje depende de factores vegetales, animales y de manejo. Los factores vegetales son: estructura de la pastura, disponibilidad y calidad; Los factores animales son: etapa de lactancia, productividad y peso vivo; los factores de manejo son: asignación de forraje, suplementación, intensidad y frecuencia de pastoreo. Al aumentar la carga el consumo individual se verá deprimido mientras que la cosecha por hectárea se verá incrementada (Baudracco et al., 2010).

La menor asignación de pasto por vaca al aumentar la carga, puede ser compensada por la suplementación con alimentos concentrados y reservas de forraje. Esta alternativa ha formado parte de la estrategia de crecimiento de los predios para sostener la producción individual en las últimas décadas (Chilibroste y Battezzore, 2019, Fariña y Chilibroste, 2019).

Agregar suplementos permite una reducción en el consumo de forraje, lo que se conoce como sustitución. El déficit relativo de energía aparece como un indicador bastante globalizador sobre los factores que influyen en la tasa de sustitución (grado de disminución de consumo de forraje por aumento de consumo de suplementos). El déficit relativo de energía refiere a la diferencia entre el consumo de energía de los animales respecto de su demanda (Holmes y Roche, 2007). De esta forma los aspectos animales (genotipo, etapa de lactancia, productividad) vegetales (tipo de pastura, calidad) y de manejo que incrementen el déficit relativo de energía reducirán la tasa de sustitución (Baudracco et al., 2010).

Utilizar concentrados de alta fermentabilidad como suplemento, aumenta la calidad total de la dieta. Sin embargo, disminuye el pH del rumen afectando la digestibilidad de la fibra disminuye el déficit relativo de energía lo que afectará negativamente el consumo de forraje (Baudracco et al., 2010).

Los costos de los suplementos son mayores a los costos de la producción de forraje para pastoreo directo. Además, los suplementos requieren infraestructura para su almacenaje y distribución, lo que aumenta los costos de la producción de leche. Los sistemas pastoriles (más de 50% de inclusión de forraje en la dieta) logran producciones mayores por unidad de superficie a bajos costos, y resultan más estables en escenarios de precios volátiles en comparación a sistemas con alta participación de suplementos que apuntan a mayores rendimientos individuales (Dillon et al., 2005).

En síntesis, la lechería en el Uruguay ha presentado un gran dinamismo y crecimiento en las últimas décadas. Sin embargo, en la primera década del siglo XXI el aumento en producción (en sus diversas escalas temporales y espaciales) fue más significativo que en la segunda década en transcurso. Este aumento fue acompañado por cambios más sustanciales en el tipo y nivel de uso de recursos para producir (reservas de forraje, concentrados) y su eficiencia. En los últimos años se observa un crecimiento mucho más moderado, incluso con más períodos de retroceso alineados con el contexto internacional.

Surgen al analizar la información internacional, como los resultados de los predios comerciales, distintos caminos de crecimiento productivo. Ya sea por el aumento de carga, la mejora en la producción y cosecha de forraje, o mejoras en la productividad individual Uruguay muestra potencialidades varias de crecimiento.

En este experimento se exploran dos niveles de carga que superan los valores medios nacionales, y sobre los que hay poca información en cuanto al desempeño productivo. Focalizando en el buen manejo del forraje para lograr buenos resultados.

## 2.5 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

La hipótesis de este trabajo se basó en que es posible establecer una estrategia de crecimiento productivo en base a aumentar la carga animal manteniendo altos niveles de inclusión de forraje en la dieta, con resultados económicamente viables cuando ese forraje es producido en el establecimiento.

El objetivo general de este trabajo fue estudiar el efecto de utilizar diferentes niveles de carga en un predio lechero, utilizando un modelo de alimentación pastoril orientado a una alta eficiencia en la producción y utilización del forraje.

### Objetivos específicos:

- Evaluar posibles efectos de aumentar la carga en la producción y cosecha de forraje.
- Analizar las oportunidades de alimentación en base a pastoreo directo y las necesidades de suplementación según el nivel de carga animal
- Comparar el efecto del incremento de carga en la producción de leche por vaca y por hectárea.
- Contrastar las implicancias económicas del aumento de carga desde el análisis del margen de alimentación.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron dos niveles de carga, 1.5 y 2.0 vacas en ordeño (VO) por hectárea de plataforma de pastoreo (haPP). Para las variables de producción y cosecha de forraje se utilizó un diseño completamente al azar. Para las variables de alimentación, utilización de suplementos y producción de leche se utilizó un diseño en bloques completamente al azar.

El trabajo se realizó en la unidad de lechería del Centro Regional Sur (CRS), estación experimental de Facultad de Agronomía, Universidad de la República. El CRS está ubicado en Camino Folle km 35.500, a 7 km de la ciudad de Progreso, Canelones (Lat. - 34.613 Long. - 56.218). El experimento se desarrolló entre el 1° de marzo y el 20 de diciembre del 2017.

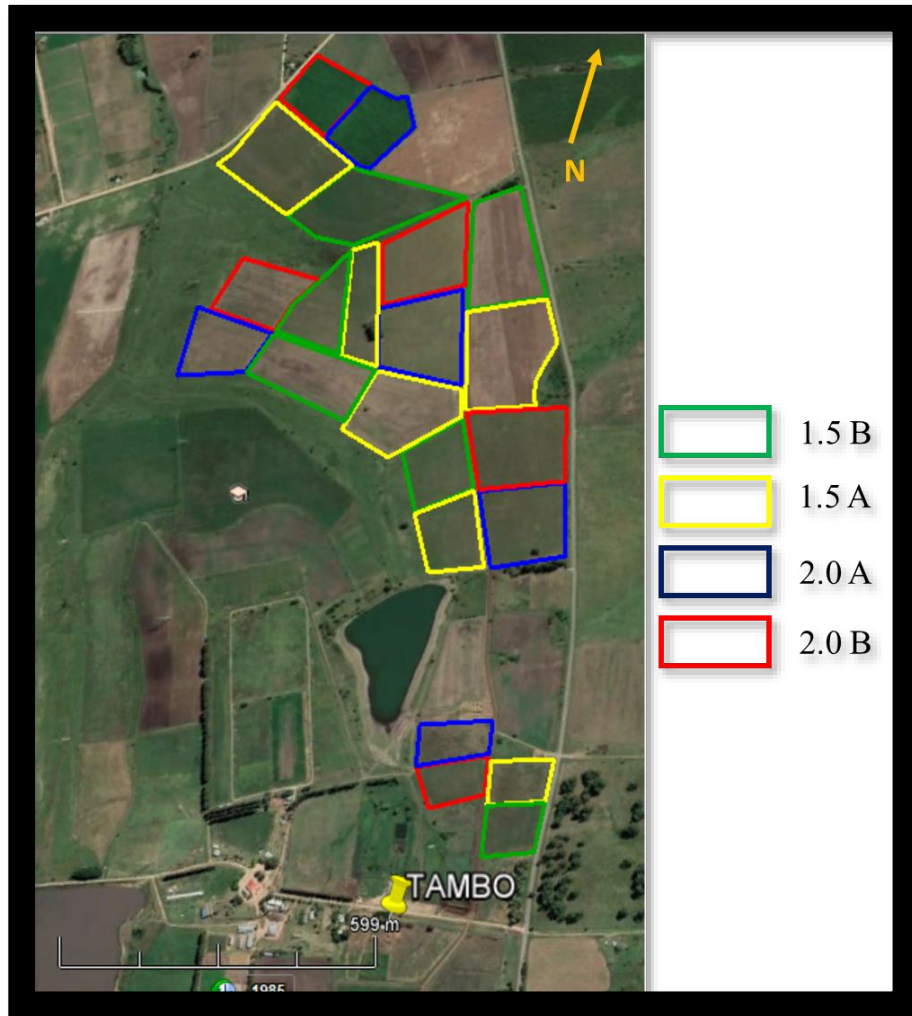
El área total implicó 56 hectáreas y 96 vacas en ordeño (VO) con fecha de parto promedio 30 de abril 2017  $\pm$  36, peso vivo 546  $\pm$  92 kg y una producción de leche corregido a 305 días de 6823  $\pm$  1181 litros.

Los potreros involucrados en el área experimental fueron distribuidos en 4 plataformas de pastoreo, dos de ellas de 16 ha cada una y las otras dos de 12 ha cada una, a las que se le asignó un grupo de 24 vacas en ordeño, logrando así dos lotes de 1.5 VO/ha y dos lotes de 2.0 VO/ha.

Por plataforma de pastoreo se entiende la totalidad de potreros con cultivos (pasturas perennes o verdeos anuales) destinados a lo largo del año para cada lote, es importante distinguir este término de la Superficie Efectiva de Pastoreo (SEP) que implica únicamente aquellos potreros que en un momento determinado tienen cultivos aptos para pastoreo.



FIGURA 2: CROQUIS DE LAS PLATAFORMAS DE PASTOREO DE CADA TRATAMIENTO



En el croquis se muestra la ubicación del tambo (sala de ordeño) y los potreros destinados a cada tratamiento identificados por colores. Las superficies con los mismos colores de perímetro pertenecen a la misma unidad experimental. Los cuatro potreros próximos al tambo fueron destinados al encierro con suplementación, y el resto fueron los componentes de las plataformas de pastoreo.

### 3.1 BASE FORRAJERA Y SU MANEJO

La rotación forrajera estuvo compuesta por verdes anuales como inicio de rotación, seguidos por 3 años de pastura perenne. Los verdes se dividieron en invernales y estivales siendo los primeros una mezcla de Avena con Raigras, y los segundos Sudan Grass para pastoreo. Las praderas fueron mezcla de Dactylis con Trébol Blanco y de Cebadilla con Alfalfa.

Debido a la rotación establecida, no todos los potreros estuvieron disponibles el 100 % del tiempo. Los verdes de invierno se sembraron en la última semana de febrero 2017 y las praderas de primer año fueron sembradas en la primera semana de abril. De esta forma al comenzar la evaluación los potreros con estos cultivos se encontraban en fase de instalación no estando aptos para pastoreo. En este momento la superficie efectiva de pastoreo comprendió las praderas de segundo y tercer año, equivalente a la mitad de la plataforma de pastoreo. En primavera los verdes invernales culminaron su ciclo productivo, su último fue uso un corte para realización de reservas forrajeras en forma de henilaje (silopack) en el mes de octubre. Cuando se definió que los cultivos se iban a destinar a la cosecha mecánica, salieron del circuito de pastoreo dando lugar a una nueva reducción de la superficie efectiva. Esta situación se extendió hasta que los verdes de verano (que fueron sembrados el 7 de noviembre) estuvieron aptos para el pastoreo en diciembre.

#### 3.1.1 Determinaciones en la pastura

Todas las semanas se determinó la disponibilidad de forraje promedio por hectárea, para todos los potreros mediante recorrida utilizando una escala de disponibilidad visual de 3 niveles (1 menor disponibilidad, 2 disponibilidad intermedia, 3 mayor disponibilidad).

Para conformar la escala visual se utilizó la metodología de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975) cada potrero con una frecuencia quincenal. Para cada nivel que se realizaron 3 cortes (repeticiones) al ras del suelo en distintos lugares dentro del potrero muestreado. En estos cortes a su vez se registró altura con regla (cm) y estado fisiológico de las plantas (N° de hojas en gramíneas, N° de nudos en alfalfa). El material recolectado en los cortes fue identificado y llevado a estufa por 48 horas a 60°C para la determinación de materia seca (MS). Con esta calibración se elaboraron ecuaciones de regresión que vinculaban nivel de disponibilidad con kgMS/ha, y con las mediciones de altura con regla también surgieron ecuaciones que vinculaban cm de regla con kgMS/ha.

Cada potrero fue recorrido sobre una transecta registrando la presencia de cada valor de la escala de disponibilidad cada 10 metros. Con esta información se armaron tablas de frecuencias para obtener la disponibilidad promedio de cada potrero. Con la información de todos los potreros que pertenecían a una misma plataforma de pastoreo se determinó la disponibilidad promedio de forraje para cada una, o el Stock de Forraje. Por lo descrito anteriormente, cuando algún potrero de la plataforma no podía ser pastoreado (barbechos o cultivos para elaboración de reservas) no fue considerado en el doble muestreo, implicando que el stock de forraje estimado hace referencia a la Superficie Efectiva de Pastoreo (SEP).

Durante las recorridas semanales también se monitoreó la fisiología de las plantas. Se contó el número de hojas vivas por macollo, para gramíneas, y el número de nudos por tallo para leguminosas. Por diferencia de stock entre semanas consecutivas se pudo determinar la tasa de crecimiento por hectárea diaria de cada potrero/recurso forrajero.

El concepto de stock de forraje fue utilizado como variable de monitoreo, y el objetivo fue mantener un stock promedio de 1800 kg de materia seca por hectárea de superficie efectiva de pastoreo. Este valor considera que en el desglose de potreros algunos contaban con una disponibilidad de forraje rondando los 2200 kgMS/ha (situación próxima al ingreso a pastoreo) y otros con disponibles en torno a los 1400 kgMS/ha (situación post-pastoreo) y en el medio potreros en crecimiento. Esta situación garantiza una escalera de disponibilidad para tratar de mantener situaciones favorables para pastorear.

La tasa de crecimiento permitió estimar que proporción del forraje podía ser destinado a consumo animal, por vinculación con la demanda y proyección de recuperación o mantenimiento del stock según la situación puntual con respecto al objetivo. La fisiología de las plantas determinó el momento de ingreso a pastoreo considerando 3 hojas vivas promedio por macollo para gramíneas, y 9 nudos desarrollados en alfalfa, excepto en otoño que se esperó a los 12 nudos.

En todas las sesiones de pastoreo se registró la altura de entrada y la disponibilidad de forraje promedio, así como también la altura y disponibilidad de salida. Con esta información se pudo estimar el consumo animal por forraje desaparecido individual o por hectárea.

### 3.2 RODEO EXPERIMENTAL

Los 96 animales fueron repartidos en cuatro lotes de 24, dos disponían de 16 ha de plataforma de pastoreo (carga 1.5 VO/ha) y otros dos de 12 ha (2.0 VO/ha) según el tratamiento. Los criterios para definir los cuatro grupos incluyeron N° de lactancia, peso

vivo, leche a 305 días, y raza (debido a que el rodeo vacuno de la estación involucra animales Holando y distintos niveles de cruza con Jersey, que originan la presencia de animales Kiwi) buscando la paridad en estas características entre lotes.

### 3.2.1 Determinaciones en los animales

Quincenalmente se midió la producción de leche individual, y la composición considerando grasa, proteína y recuento de células somáticas<sup>5</sup>. A su vez una vez por mes se registró el peso vivo de las vacas y la condición corporal.

La dieta de los animales se determinó semanalmente, considerando la cantidad de forraje que podía ser asignada a pastoreo directo y contrastando esta cantidad con los requerimientos animales utilizando la planilla Lecheras (NRC, 2001). Cuando el forraje no fue suficiente para satisfacer los requerimientos de las vacas, se recurrió a la suplementación con reservas de forraje y concentrados entre los que encontramos: ensilaje de planta entera de sorgo, henilaje (silopack) de avena y raigrás (obtenidos en ciclos previos de producción), heno (fardos secos) de moha, y cascarilla de soja. No obstante esto, en los ordeñes siempre se suplementó con ración balanceada o grano de maíz molido con la referencia de no superar los 1500 kg por vaca por lactancia. La cantidad de concentrado ofrecido en sala siempre fue equitativa para los 4 lotes, variando la cantidad por vaca durante el transcurso de los meses considerando: etapa de lactancia, condición de las pasturas en cuanto a calidad y crecimiento, y objetivo de cosecha de forraje. Por ejemplo: en otoño las vacas estaban en etapa temprana de lactancia y con baja disponibilidad de forraje, se utilizó una ración balanceada con alto nivel de proteína (18%) a razón de 7 kg/VO/d. En primavera hay mucha producción de forraje y de buena calidad por lo que se optó por grano de maíz de molido a razón de 3-4 kg/VO/d.

Diariamente las vacas tuvieron dos turnos de alimentación entre los ordeñes. Cuando alguno, o los dos turnos, involucraron suplementación con reservas se registró como turno de encierro. Se utilizaron potreros de 1 ha (pre-establecidos y fijos para cada lote) para tales fines. Con estas definiciones se pudo registrar días de 0 turno de pastoreo (o doble turno de encierro), 1 turno de pastoreo o de 2 turnos de pastoreo. La variable tiempos de pastoreo y encierro pondera la cantidad de turnos de pastoreo y encierro sobre la totalidad de turnos de alimentación que existieron en el período (escala mensual o anual). Por ejemplo: en un mes de 30 días la totalidad de turnos de alimentación fue 60, el pastoreo fue a doble turno por 20 días y a un turno por 10 días. La cantidad de turnos de pastoreo

---

<sup>5</sup> Las muestras de leche fueron extraídas durante los controles lecheros y enviadas al laboratorio de calidad de leche de INIA La Estanzuela.

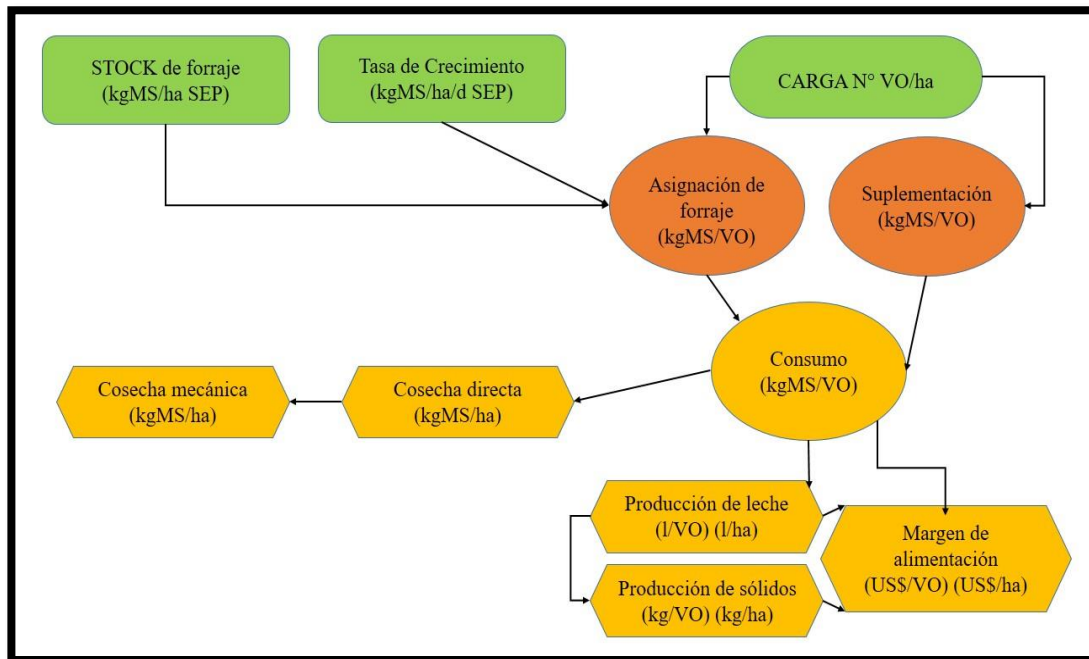
equivale a:  $20 \text{ días} * 2 \text{ turnos} + 10 \text{ días} * 1 \text{ turno} = 50 \text{ turnos}$ , el tiempo de pastoreo equivale a:  $(50 \text{ turnos de pastoreo} / 60 \text{ turnos de alimentación}) * 100 = 83\%$  de pastoreo.

### 3.2.2 Determinaciones en los alimentos

La oferta y el rechazo de reservas forrajeras también fueron registrados con escalas visuales permitiendo estimar el consumo. Para el caso del ensilaje de planta entera se utilizaron cajones de madera cuya carga fue calibrada por pesada a varios niveles de llenado. Se generó una escala visual que fue utilizada para registrar el nivel de llenado inicial y el final. Los silopack y fardos disponibles fueron pesados y se utilizó una escala visual para ir registrando el nivel de consumo. El concentrado en sala fue regulado por comederos automatizados cuya descarga fue pesada y calibrada regularmente.

### 3.3 ASOCIACIÓN ENTRE FORRAJE Y ANIMALES

FIGURA 3: VARIABLES EN LA TOMA DE DECISIONES EN LA PLATAFORMA DE PASTOREO



En este esquema se pueden visualizar distintas variables que se estudiaron en este trabajo, y sus vinculaciones. En el nivel de color verde se encuentran variables que caracterizan al sistema y que dan un marco de referencia para la toma de decisiones a escala diaria, semanal o mensual. Las decisiones se toman sobre las variables en el área naranja del esquema. De la combinación de estos dos niveles surgen los resultados productivos y económicos que se identifican con color amarillo. Las flechas indican como unas variables inciden sobre otras.

Siguiendo este razonamiento, se monitorea el stock de forraje junto con la tasa de crecimiento en la superficie efectiva de pastoreo (SEP). A partir del monitoreo de esas variables se estima la cantidad de forraje que se puede asignar al pastoreo animal acorde al objetivo de stock. Según las características del rodeo (etapa de lactancia, producción de leche, peso vivo) se determina la demanda de alimento para dilucidar si el forraje disponible para asignar es suficiente o no. Si es suficiente se estima si la cantidad es acorde para distribuir en dos turnos de pastoreo o uno, y se evalúa la necesidad de suplementar. Es decir, si el stock está por debajo del objetivo (en este caso 1800 kgMS/haSEP) el pastoreo será limitado (atendiendo a pastorear las especies que fisiológicamente estén en condiciones) o nulo para volver a la situación objetivo. De esta forma se puede definir pastorear en un solo turno con asignaciones bajas (no menos de 10 kgMS/VO/d), debiendo suplementar en el otro turno con reservas forrajeras y concentrados para satisfacer los requerimientos animales. Esta situación es común en otoño e invierno, cuando disminuye la superficie efectiva de pastoreo y las condiciones ambientales determinan menor crecimiento del forraje. Además de bajas tasas de crecimiento y rotación de áreas entre cultivos, el clima puede implicar otra limitante al pastoreo. En este trabajo cuando se evidenció riesgo de daño a las pasturas por pisoteo, en situaciones de alta humedad del suelo, o cuando las altas temperaturas estivales afectaron el bienestar animal se recurrió a la suplementación y el encierro.

Cuando el stock de forraje se encuentra en torno al objetivo y el crecimiento indica satisfacción de los requerimientos animales se puede pastorear en ambos turnos.

En los momentos en que el stock superó el objetivo, y a su vez la tasa de crecimiento superaba la capacidad de consumo de los animales se recurrió al corte mecánico para realización de reservas forrajeras (henilajes) para controlar los excesos y volver al objetivo.

### 3.4 MARGEN DE ALIMENTACIÓN

El margen de alimentación surge del proyecto producción competitiva (PPC) a cargo de CONAPROLE. Para su cálculo se toma en cuenta el ingreso por concepto de leche, esto es la producción por su precio de venta, al que se descuentan los costos relacionados a la alimentación de las vacas.

Los costos de alimentación incluyen: (i) la implantación y mantenimiento de los cultivos para pastoreo, (ii) los costos de comprar el concentrado, (iii) los costos de comprar o cultivar y elaborar las reservas de forraje en caso de que esto último suceda dentro del predio. Para este trabajo las reservas forrajeras fueron consideradas como compradas fuera del predio ya que provinieron de áreas fuera de la plataforma experimental evaluada.

Además de los costos de elaborar o comprar los suplementos, se cargan los costos del suministro de los mismos. En el caso de este trabajo se contabilizan las horas implicadas en la distribución del ensilaje de planta entera en los comederos, y del henilaje y el heno en los potreros de encierro.

### 3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La evaluación de los resultados vinculados a la producción y cosecha de forraje se realizó considerando un diseño completamente al azar, tomando la carga como tratamiento y las plataformas (2) como repeticiones. El modelo estadístico se puede describir como:

$$Y_i = \mu + \tau_i + \varepsilon_i$$

Resultando  $Y_i$  el valor de la variable analizada,  $\mu$  la media general de las observaciones,  $\tau_i$  el coeficiente estimado para los efectos de los tratamientos (los lotes experimentales) y  $\varepsilon_i$  el error experimental.

Para evaluar los resultados obtenidos en términos de performance animal, oferta y consumo de alimentos y tiempos de encierro y pastoreo se utilizó un Diseño en Bloques Completamente al Azar, que considera la carga animal como tratamiento y dos repeticiones. El modelo estadístico se describe de la siguiente manera:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

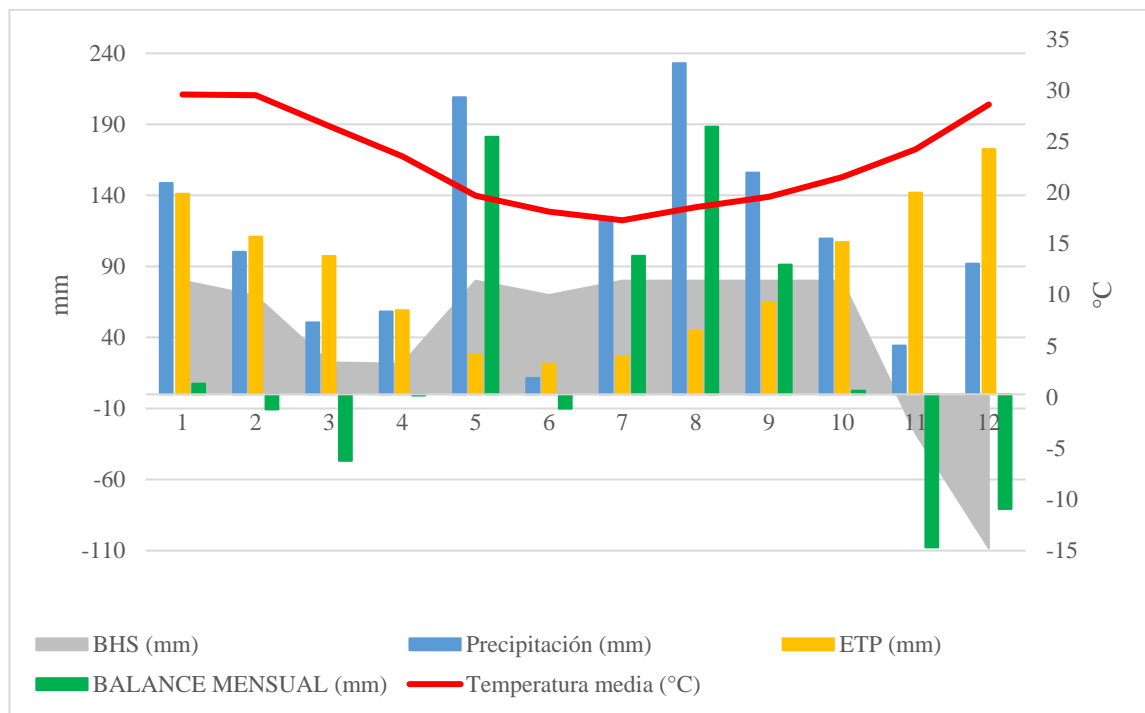
Donde  $Y$  representa los registros de las distintas variables en estudio,  $\mu$  la media general,  $\tau_i$  representa el coeficiente estimado para los tratamientos,  $\beta_j$  el coeficiente estimado para los bloques, y  $\epsilon_{ij}$  el error experimental.

Este modelo fue aplicado y evaluado para las variables en estudio utilizando el programa R studio, declarando significativas las diferencias cuando el p-valor fue menor a 0.05. (R studio 1.0.153).



## 4 RESULTADOS

GRÁFICO 6: CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE 2017



**Fuente:** elaborado en base a INIA (s.f.).

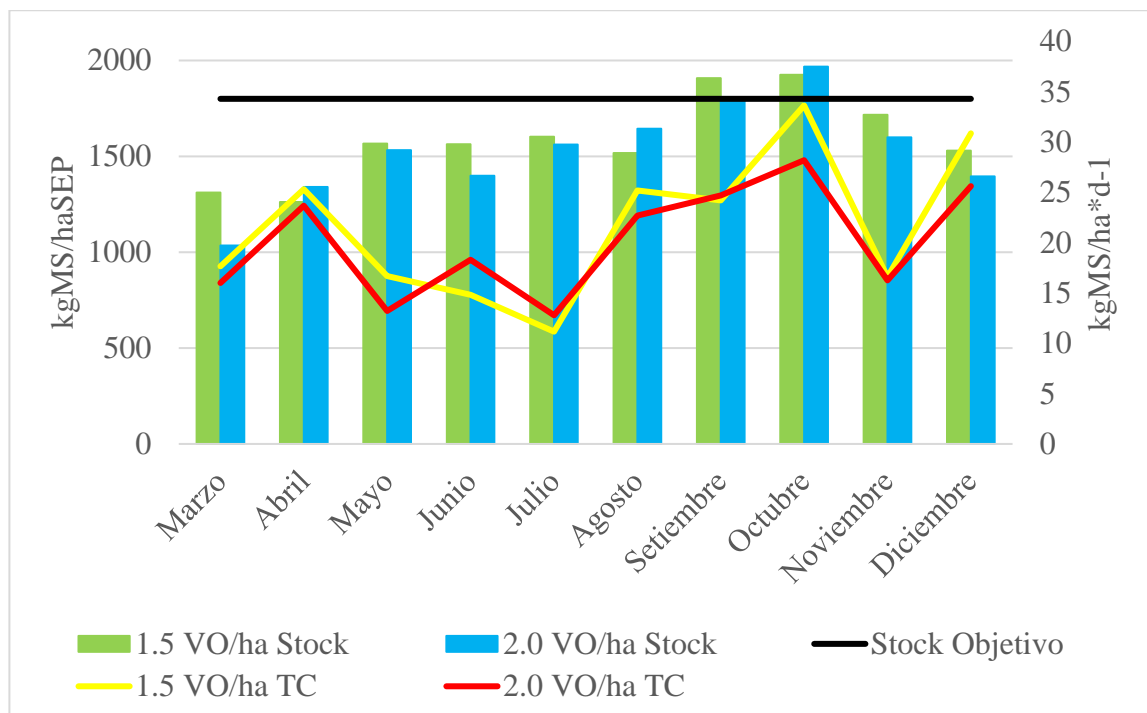
El gráfico N°6 muestra los registros de algunas variables climáticas durante el año 2017. La diferencia entre precipitación y la evapotranspiración potencial (ETP) mensuales permiten estimar el balance mensual que indica si hubo para un mes particular déficit o exceso de agua en el suelo. El sombreado gris indica el balance hídrico del suelo (BHS), que representa la fluctuación de agua acumulada en el suelo a lo largo de los meses. Se puede observar que desde enero hacia marzo y abril se conformó una situación de leve déficit hídrico que se recupera en mayo. Durante los meses invernales no hubo limitante desde este punto de vista, y en los meses de noviembre y diciembre el aporte de agua disminuyó generando al final del período un déficit hídrico importante.

En los meses de mayo, julio y agosto hubo fuertes excesos de agua, en tanto en setiembre el exceso fue más moderado. Esto sumado a la saturación del suelo mostrada por el BHS, sugiere condiciones de pastoreo limitadas por el riesgo de daños a los cultivos originados por el pisoteo.

La temperatura actúa sobre la ETP a través del aumento de la demanda atmosférica, habiendo mayor ETP a mayor temperatura, desde este punto se puede ver como fluctúan de manera bien similar. Y atendiendo a las especies utilizadas en la rotación forrajera, en su mayoría especies templadas, el rango óptimo de temperatura para favorecer el crecimiento se ubica entre 20 y 25 °C.

#### 4.1 PRODUCCIÓN Y COSECHA DE FORRAJE

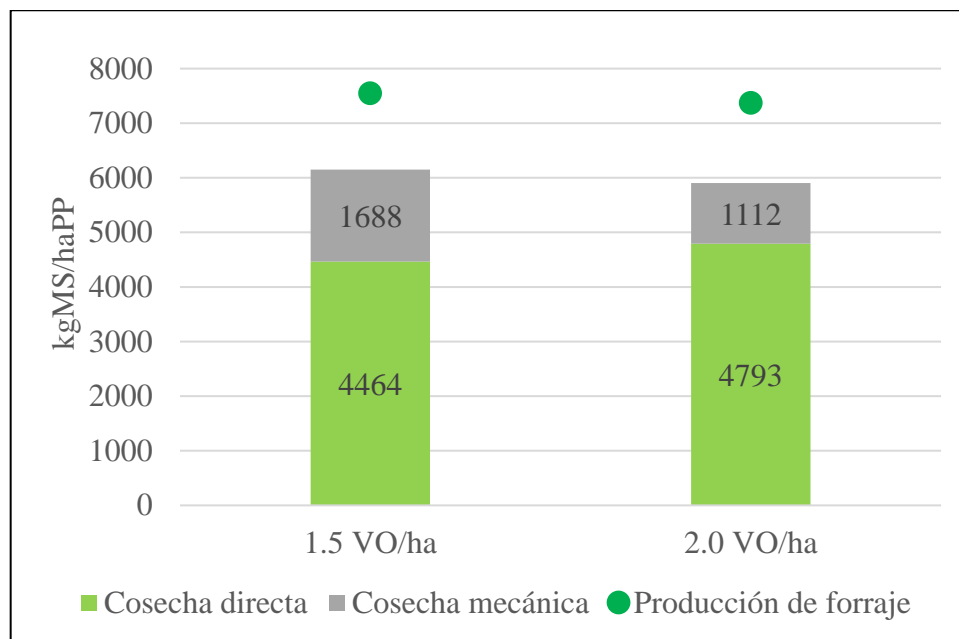
GRÁFICO 7: STOCK Y TASA DE CRECIMIENTO SEGÚN TRATAMIENTO, POR MES EN LA SUPERFICIE EFECTIVA DE PASTOREO



En el gráfico N° 7 se observa una condición de stock (kgMS/ha SEP) muy por debajo del objetivo (1800 kgMS/ha) para otoño, esta situación mejoró hacia el invierno donde se ve una oscilación en torno a los 1600 kgMS/haSEP de stock promedio en todos los

tratamientos. Desde este punto se puede pensar que el control aplicado en el sistema de pastoreo permitió acumular biomasa aun cuando las tasas de crecimiento tendieron a la baja. En los meses primaverales la disponibilidad promedio de la superficie de pastoreo supera el objetivo, debido a un aumento en las tasas de crecimiento que supera la capacidad de consumo de los animales.

GRÁFICO 8: PRODUCCIÓN Y COSECHA DE FORRAJE SEGÚN TRATAMIENTO SOBRE LA PLATAFORMA DE PASTOREO



Las mediciones de crecimiento del pasto y los registros de consumo animal permitieron llegar a los resultados mostrados en el gráfico N° 8 en cuanto a producción de forraje total, cosecha directa (pastoreo con las vacas) y cosecha mecánica (corte para elaboración de reservas). Estos resultados están expresados sobre la totalidad de la plataforma de pastoreo para los diez meses de estudio, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p$ -valor  $> 0,05$ ) para ninguna de estas variables.

**CUADRO 4: PRODUCCIÓN Y COSECHA DE FORRAJE EN LA PLATAFORMA DE PASTOREO (KGMS/HAPP) SEGÚN TRATAMIENTO**

	1.5 VO/ha	2.0 VO/ha
Producción de forraje	7547	7371
Cosecha mecánica	1688	1112
Cosecha directa	4464	4793
Cosecha/Producción	0,82	0,80

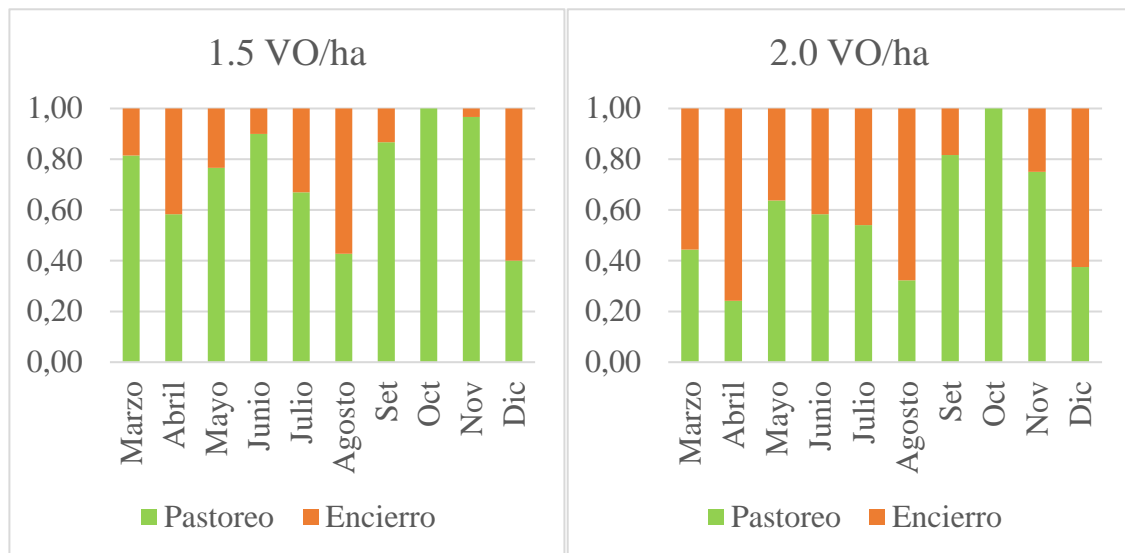
Cuando se analizan estos resultados en la superficie efectiva de pastoreo, se observa (cuadro N° 5) como aumentan la producción de forraje y la cosecha directa por hectárea: Esto se debe a que en el área efectiva la tasa de crecimiento y la carga animal son mayores que en la plataforma de pastoreo. En esta situación la eficiencia de cosecha (consumido/producido) disminuye en torno al 60 % y se mantiene la paridad entre los distintos grupos.

**CUADRO 5: PRODUCCIÓN Y COSECHA DE FORRAJE EN LA SUPERFICIE EFECTIVA DE PASTOREO (KGMS/HASEP) SEGÚN TRATAMIENTO**

	1.5 VO/ha	2.0 VO/ha
Producción de forraje	9322	9734
Cosecha directa	5797	6088
Consumido/Producido	0,62	0,63

## 4.2 PASTOREO VS SUPLEMENTACIÓN

GRÁFICO 9: Proporción de tiempos de pastoreo y encierro según tratamiento y mes

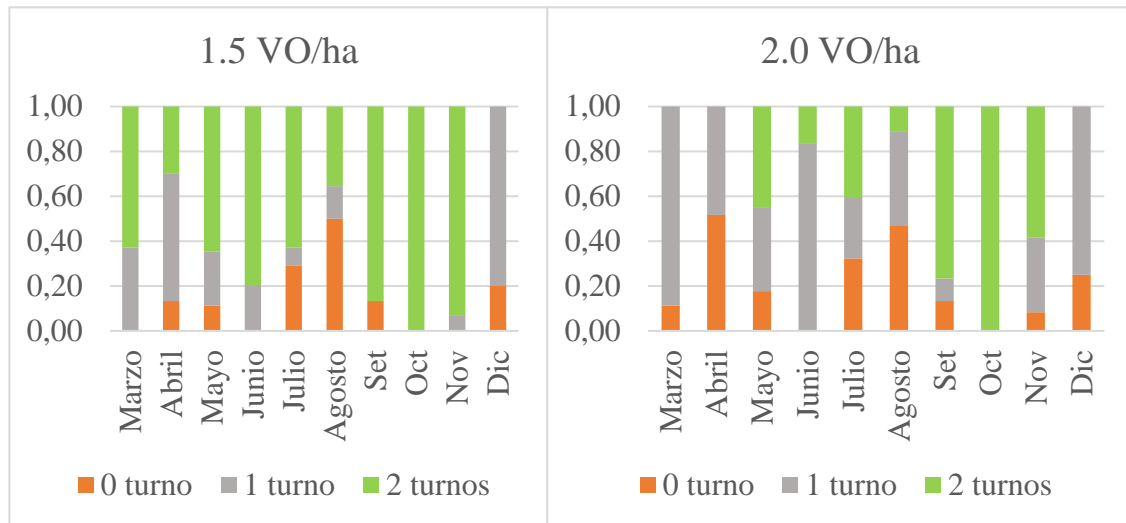


En el gráfico N°9 se puede observar el acceso al pastoreo de cada tratamiento según el mes de estudio. Los lotes de menor carga tuvieron mayor (p-valor < 0.05) acceso al pastoreo (74% del tiempo) en comparación a los lotes de mayor carga (57% del tiempo).

En términos generales se ve una asociación entre el stock y los tiempos de pastoreo, valores mayores de biomasa disponible se asocian con más pastoreo y viceversa. Esta tendencia se ve distorsionada en agosto, mes en el que se registraron muchas precipitaciones y el exceso de humedad en el suelo impidió el acceso al pastoreo.

Los lotes de alta carga presentan un comportamiento muy similar en términos de acceso al pastoreo, a pesar de que el área efectiva se movió de manera distinta entre ambos tratamientos, esto reafirma la importancia del control del sistema que ante situaciones diversas logra cosechas directas similares.

GRÁFICO 10: Tiempos de pastoreo y encierro desglosado por turnos de pastoreo según tratamiento



En el gráfico N° 10 se presenta la información de acceso al pastoreo y tiempos de encierro desglosado por turnos de acceso: “0 turno” indica días sin acceso al pastoreo o encierro total, se pueden asociar a condiciones climáticas adversas (exceso de humedad en el suelo) o a falta de forraje en condiciones de ser pastoreado (muy bajo stock o sin condiciones fisiológicas para pastorear); “1 turno” implica días en los que se pastoreó en un solo turno del día y en el otro el ganado estuvo encerrado, esto se asocia a condiciones de stock limitante o de crecimiento del forraje más lento que no satisface la demanda animal o en caso de satisfacerla implica un compromiso hacia adelante sobre la disponibilidad de forraje; “2 turnos” identifica aquellos días en los que se pastoreó en ambos turnos del día, reflejando momentos de stock acorde al objetivo y crecimientos que permiten cubrir la demanda animal.

Se pueden identificar unas tres fases en la evolución del experimento, al comienzo se priorizó la recomposición del stock de forraje situación que extiende hasta el mes de mayo. Entre junio y agosto el objetivo fue mantener el stock en niveles próximos al objetivo y desde setiembre en adelante el foco estuvo en controlar el stock ante un aumento en las tasas de crecimiento. Independientemente de los momentos identificados, durante todo el recorrido la máxima fue cosechar todo el crecimiento posible, es decir aprovechar toda la producción de pasto de los sistemas para transformarla en leche.

Los lotes de mayor carga reflejan más claramente las metas de cada momento. Al comienzo todo el pastoreo registrado se hizo a un turno por día, a pesar de tener niveles de stock muy por debajo del objetivo, las tasas de crecimiento fueron buenas y aquellas

especies forrajeras que fisiológicamente estuvieron aptas fueron pastoreadas. En mayo aparecen los días de doble turno de pastoreo, donde también se identificó una recuperación del stock. En junio casi todo el pastoreo se realizó a un turno señal de la necesidad de avanzar de manera moderada para no afectar el stock, julio y agosto fueron meses de mucho exceso hídrico, situación reflejada por la presencia del doble turno de encierro.

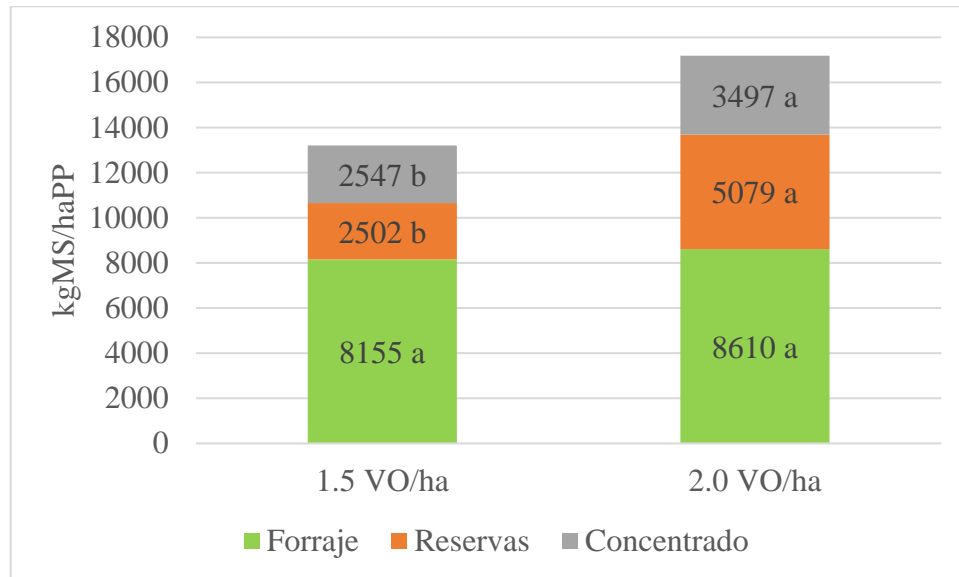
En primavera se observa la fuerte presencia del doble turno de pastoreo, las tasas de crecimiento aumentaron de manera tal que la producción de forraje superó la capacidad de consumo animal. Aquí es cuando surge la necesidad de cuantificar los excesos y recurrir a la reserva de forraje para mantener la calidad de las pasturas, no subutilizar el forraje y cubrir en parte los déficit posteriores.

Los dos tratamientos tuvieron un flujo similar de pastoreo y encierro, sin embargo los lotes de menor carga permitieron en todo momento mayor asignación de forraje y por ende más pastoreo. Por eso en marzo y abril tuvieron días de doble turno de pastoreo. Aquí se vuelve al hecho de que por menor stock que hubiera si las pasturas estaban en condiciones fisiológicas de ser pastoreadas había que pastorear, y a su vez las tasas de crecimiento permitieron prever acumulación de biomasa. Los excesos hídricos de julio, agosto y setiembre afectaron de igual manera a los dos tratamientos, dada la paridad en días a encierro total que se presenta.

El mes de diciembre representa un momento bisagra, desde noviembre comenzó un déficit hídrico, aumentaron las temperaturas (situación no favorable para el ganado lechero) y los verdeos de verano comenzaron a ser pastoreados. Este conglomerado de condiciones resulta en una restricción del pastoreo paritaria para todos los tratamientos.

### 4.3 OFERTA Y CONSUMO DE ALIMENTOS

GRÁFICO 11: Oferta de alimentos por hectárea de plataforma según tratamiento



Nota: números con diferente letra indica diferencias significativas con p-valor < 0.05

El gráfico N° 11 muestra el acumulado de alimentos ofrecidos por hectárea de plataforma de pastoreo y por tratamiento. Las letras indican diferencias significativas registradas con un p-valor < 0.05. El tratamiento de mayor carga implicó mayores niveles de suplementación, sin embargo para ambos tratamientos la inclusión de forraje por pastoreo directo es igual o mayor a 50% del consumo total.

CUADRO 6: OFERTA DE ALIMENTOS POR VACA (KGMS/VO/D), SEGÚN TRATAMIENTO

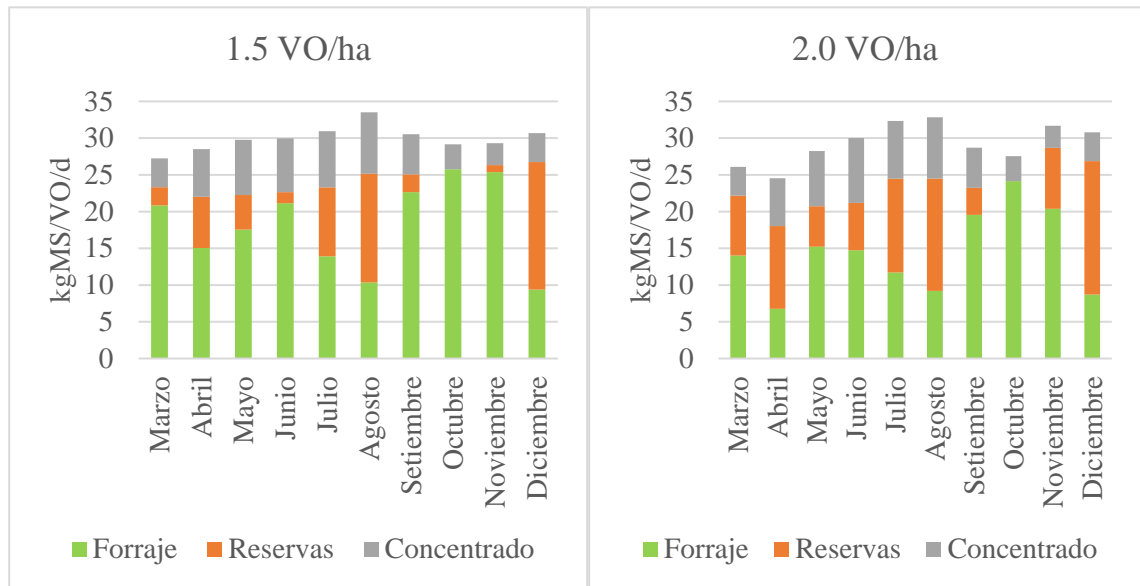
	1.5 VO/ha	2.0 VO/ha
Forraje	18,5 a	14,6 b
Reservas	5,7 b	8,6 a
Concentrado	5,8 a	6,0 a

En términos de asignación individual las vacas en el tratamiento de menor carga recibieron mayor oferta de forraje y menor suplementación con reservas de forraje. La



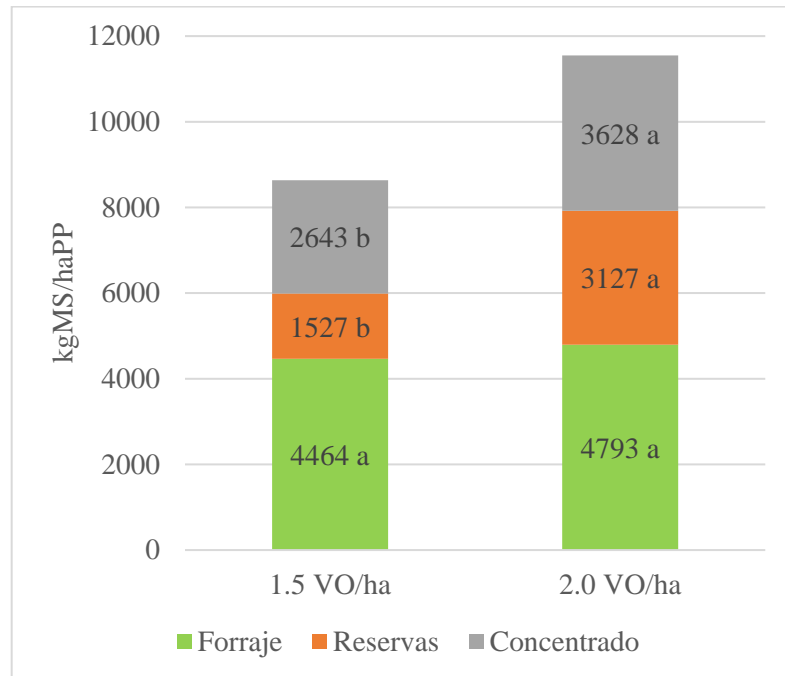
proporción en la dieta de forraje de pastoreo directos e 61.7% y 50% para 1.5 y 2.0 VO/ha respectivamente.

GRÁFICO 12: Oferta de alimentos individual según mes y tratamiento



La asignación individual de alimentos varió a lo largo del año, asociada al patrón de pastoreo y encierro. El incremento de carga resultó en una menor asignación de forraje por vaca ( $p$ -valor  $< 0.05$ ) siendo 14.6 y 18.5 kgMS de forraje/VO/d para 2.0 y 1.5 VO/haPP respectivamente. Consecuentemente la oferta de reservas se comportó de manera inversa siendo 8.6 y 5.7 kgMS de reservas/VO/d para 2.0 y 1.5 VO/haPP respectivamente. Debido a que la suplementación con alimentos concentrados no varió entre grupos dentro de la sala de ordeño y fue menor fuera de la sala, no se registraron diferencias entre tratamientos para este punto.

GRÁFICO 13: Consumo de alimentos por hectárea de plataforma según tratamiento



En cuanto al consumo de alimentos, el gráfico N° 13 muestra los resultados por tratamiento expresados por hectárea de plataforma de pastoreo. El consumo total de materia seca por hectárea acumuló 8.6 y 11.5 kgMS/haPP para la menor y la mayor carga respectivamente. El incremento de carga significó mayor utilización de suplementos pero no hubo mayor cosecha directa de forraje.

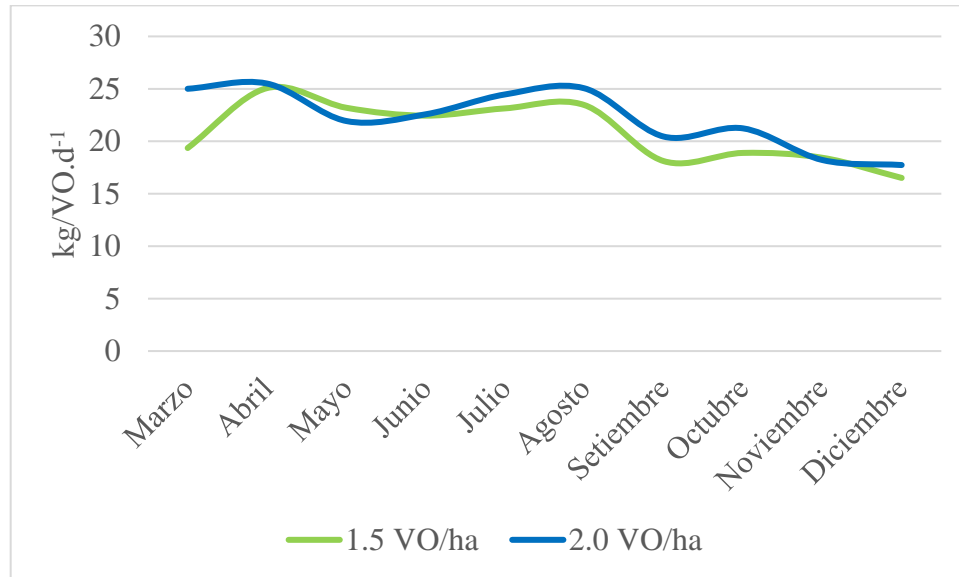
CUADRO 7: CONSUMO INDIVIDUAL DE ALIMENTOS (KGMS/VO/D) SEGÚN TRATAMIENTO

	1.5 VO/ha	2.0 VO/ha
Forraje	9,8 a	7,9 b
Reservas	3,3 b	5,1 a
Concentrado	5,8 a	6,0 a
Total	18,9	18,9

El menor consumo individual de forraje es compensado por el mayor consumo de reservas en el tratamiento de mayor carga, acumulando un consumo total de alimentos equilibrado entre grupos (Cuadro N° 7).

#### 4.4 PRODUCCIÓN DE LECHE Y SÓLIDOS

GRÁFICO 14: Producción media de leche individual según tratamiento y mes



Según los registros de producción individual el gráfico N° 14 muestra los resultados de producción media de leche por tratamiento y mes. Se ve una oscilación en torno a los 22 – 25 kg por día y por animal desde el arranque hasta el mes de agosto. Luego la producción comenzó a descender siendo al cierre de la etapa experimental 18 kg/VO.d<sup>-1</sup>. El promedio general para todo el período alcanzó los 20,9 y 22,2 kg por vaca y por día para 1.5 VO/ha, 2.0 VO/ha respectivamente, sin ser esta diferencia estadísticamente significativa.

CUADRO 8: PRODUCCIÓN DE LECHE Y SÓLIDOS POR TRATAMIENTO Y MES EN LA PLATAFORMA DE PASTOREO

	1.5 VO/ha	2.0 VO/ha
<b>kg/ha</b>	9575	13602
<b>Sólidos kg/ha</b>	738	1040
<b>% Grasa</b>	4,13	4,04
<b>% Proteína</b>	3,57	3,6

A partir de resultados de producción muy similares entre lotes, pasar a evaluar la información en términos de superficie muestra las ventajas del aumento de carga en una situación en la que ese aumento no significó una disminución de producción individual. El tratamiento de mayor carga aporta significativamente mayor producto por unidad de superficie en comparación al de menor carga. Los valores de kg de leche y de sólidos producidos representan la acumulación de los meses evaluados, en tanto los porcentajes de grasa y proteína representan una composición promedio para todo el período (Cuadro N°8).

#### 4.5 MARGEN DE ALIMENTACIÓN

Cómo fue mencionado en los antecedentes el margen de alimentación es un indicador muy relacionado con el ingreso de los predios, da cuenta del remanente de ingreso por la producción de leche descontando los costos de alimentar al ganado.

CUADRO 9: MARGEN DE ALIMENTACIÓN POR TRATAMIENTO

	1.5 VO/ha	2.0 VO/ha
US\$/VO/d	4,6	5,0
US\$/ha/año	2527	3591

El cuadro N° 9 muestra los resultados evaluados para los tratamientos en dólares por vaca y por día para los diez meses del estudio, y lo que se estimó como resultado anual por hectárea de plataforma.

## 5 DISCUSIÓN

### 5.1 DESDE EL FORRAJE

La tasa de crecimiento diaria estimada para el período de evaluación (marzo – diciembre 2017) se utilizó para estimar la producción anual de forraje en el experimento (Cuadro N° 10) sobre la plataforma de pastoreo. El interés de esta conversión surge para realizar comparaciones con otras fuentes de información.

CUADRO 10: TASA DE CRECIMIENTO MEDIA DEL EXPERIMENTO Y PRODUCCIÓN DE FORRAJE ANUALIZADA EN LA PLATAFORMA DE PASTOREO.

	1.5 VO/ha	2.0 VO/ha
	kgMS/haPP.d <sup>-1</sup>	
Tasa de crecimiento	24,7	24,2
	kgMS/haPP.año <sup>-1</sup>	
Producción de forraje	9030	8822

Estos valores se encuentran por debajo del potencial de producción referenciado por Chilibroste y Battezzore (2019), o Fariña y Chilibroste (2019) pero por encima de la media nacional registrada en los datos de Producción Competitiva.

En este punto cabe mencionar que la metodología utilizada para el manejo del forraje referida al concepto de stock, y utilizar la tasa de crecimiento para definir la asignación de forraje resultó efectiva para detectar en qué momentos aplicar un pastoreo más cauteloso para recomponer la disponibilidad de forraje, tanto como para definir cuándo pastorear de manera más intensa e incluso controlar excesos con cortes mecánicos.

Como fue mencionado en los resultados, no se encontraron diferencias entre tratamientos de significancia estadística ni en la producción de forraje total, ni en la cosecha de forraje tanto por pastoreo directo como por corte mecánico. Por lo que para este trabajo que no hubo efectos de aumentar la carga en esas variables. En este punto se debe considerar que la diferencia entre los niveles de carga no fue tan grande como en otros trabajos (Macdonald et al., 2008, McCarthy et al., 2012) a la vez que el manejo general del forraje y de la dieta (suplementación) seguramente tuvieron que ver en la falta de expresión del efecto de la carga en remanentes post-pastoreo y períodos de rebrote.

A su vez por los resultados en oportunidades de acceso al pastoreo o encierro, se observa como el incremento de carga implicó una necesidad de un 17% mayor en tiempo de suplementación. Esto puede ser parte de la explicación de la inexistencia de aumentos significativos en la cosecha directa de forraje.

En cuanto a la cosecha de forraje total se registraron 6152 y 5905 hgMS/haPP para 1.5 VO/ha y 2.0 VO/ha respectivamente para los diez meses evaluados. Estos valores superan los 4230 kgMS/ha/año reportados por Fariña y Chilbroste (2019), pero siguen demostrando una brecha con los datos internacionales (10 ttMS/ha para Oceanía y Holanda).

En el desglose de producción y cosecha de forraje, una de las repeticiones del tratamiento de 2.0 Vacas/haPP registró problemas de implantación en la pradera de primer año, por lo que debió ser re-sembrada. Esto se tradujo en una necesidad de utilizar los verdes invernales para pastoreo más tiempo que el resto de los lotes. Así se redujo significativamente la oportunidad de cosecha mecánica y se afectó la disponibilidad de área efectiva para pastoreo.

CUADRO 11: BALANCE ENTRE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y CONSUMO DE RESERVAS SEGÚN TRATAMIENTO

	1.5	2.0 A	2.0 B
<b>Consumo de alimentos (kgMS/haPP)</b>			
Forraje	4464	4862	4728
Reservas	1527	3099	3154
<b>Producción de forraje (kgMS/haPP)</b>			
Producido	7648	8640	6994
Cosecha mecánica	1688	1784	440
Déficit reservas	0,02	-0,15	-0,39

En el cuadro N° 11 se contrasta la producción de forraje y la cosecha mecánica en la plataforma de pastoreo, con el consumo de forraje por pastoreo directo y el consumo de reservas de forraje. Se estimó como “déficit de reservas” la proporción de plataforma de pastoreo equivalente a la carencia de reservas, considerando una producción de forraje como la registrada en los tratamientos. Para el tratamiento de menor carga la cosecha de reservas supera el consumo, en tanto para los lotes de mayor carga se necesitarían 15% extra de área y 39% extra de área para 2.0 A y 2.0 B respectivamente.

## 5.2 ALIMENTACIÓN

El incremento de carga implicó una mayor inclusión de suplementos (reservas de forraje y concentrados) para sostener la producción pero se logró mantener la característica pastoril de los sistemas.

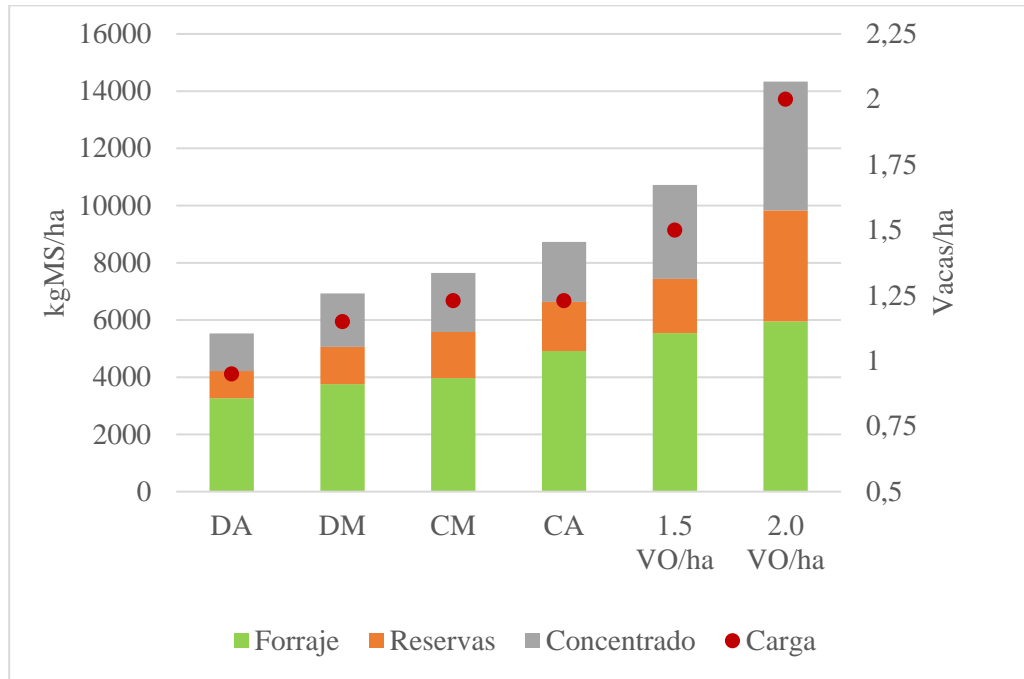
CUADRO 12: CONSUMO DE ALIMENTOS POR HECTÁREA DE PLATAFORMA DE PASTOREO SEGÚN TRATAMIENTO

	1.5 VO/ha		2.0 VO/ha	
	kgMS/haPP	%	kgMS/haPP	%
Forraje	4464	52	4793	42
Reservas	1527	18	3127	27
Concentrado	2643	31	3628	31

Con diferente distribución se observa que ambos tratamientos acumulan un 69% de la dieta proveniente de forrajes ya sea por pastoreo directo o reservas. Los lotes de menor carga consumieron individualmente mayor cantidad de forraje por pastoreo directo. Hubo cierta compensación al aumentar la carga de manera que la cosecha directa por hectárea resultó balanceada.

La suplementación fue una estrategia clave para sostener la producción y aumentar la carga de 1.5 vacas por hectárea a 2 implicó un 17% más de necesidad de tiempos de encierro. De esta manera el consumo de reservas de forraje por hectárea se vio duplicado en el tratamiento de mayor carga y como consecuencia aumenta la necesidad de áreas de apoyo para el cultivo de esas reservas, y la predisposición de infraestructura para la suplementación y el descanso del ganado en condiciones confortables. Sobre todo considerando que muchas de las situaciones de encierro coinciden con altos niveles de humedad en el suelo debido a las precipitaciones.

GRÁFICO 15: Consumo de alimentos y carga animal por hectárea de plataforma de pastoreo comparativo: experimento vs Fariña y Chilibroste (2019)



Nota: DA: decrecimiento alto, DM: decrecimiento medio; CM: crecimiento medio; CA: crecimiento alto (Fariña y Chilibroste, 2019).

El gráfico N° 15 compara el consumo de alimentos por hectárea de plataforma de pastoreo y la carga animal utilizada entre los tratamientos evaluados y los antecedentes del PPC analizados por Fariña y Chilibroste (2019). Para esta comparación se extrapolaron los datos de los diez meses evaluados a una base anual.

Los niveles de carga utilizados en esta evaluación superan los registrados en los grupos del PPC, en tanto la estructura de la alimentación no contiene mayores variaciones.



### 5.3 PRODUCCIÓN DE LECHE Y SÓLIDOS

La producción individual de los rodeos experimentales (7862 kg/VO/año<sup>6</sup>) no estuvo muy lejos del promedio nacional reportado por el Proyecto Producción Competitiva (7118 kg/VO/año), sin embargo el aporte del incremento de carga mejora bastante el resultado por hectárea como se visualiza en el cuadro N°13. Desde este punto de vista el claro que aumentar la carga sin perder producción individual resulta una estrategia muy interesante para mejorar el ingreso de los predios.

CUADRO 13: PRODUCCIÓN DE LECHE COMPARATIVA: EXPERIMENTO VS PPC

	PPC	1.5 VO/ha	2.0 VO/ha
kg leche/VO/d	19,5	20,9	22,2
kg leche/haPP/año	8185	11421	16221

En el cuadro N° 14 se compara la producción de sólidos entre los tratamientos evaluados y los grupos de crecimiento estudiados por Fariña y Chilbroste (2019), junto con un indicador de eficiencia que vincula la producción de sólidos por tonelada de materia seca consumida por hectárea y por año.

A medida que aumenta la carga animal la productividad por hectárea y la eficiencia de alimentación aumentan.

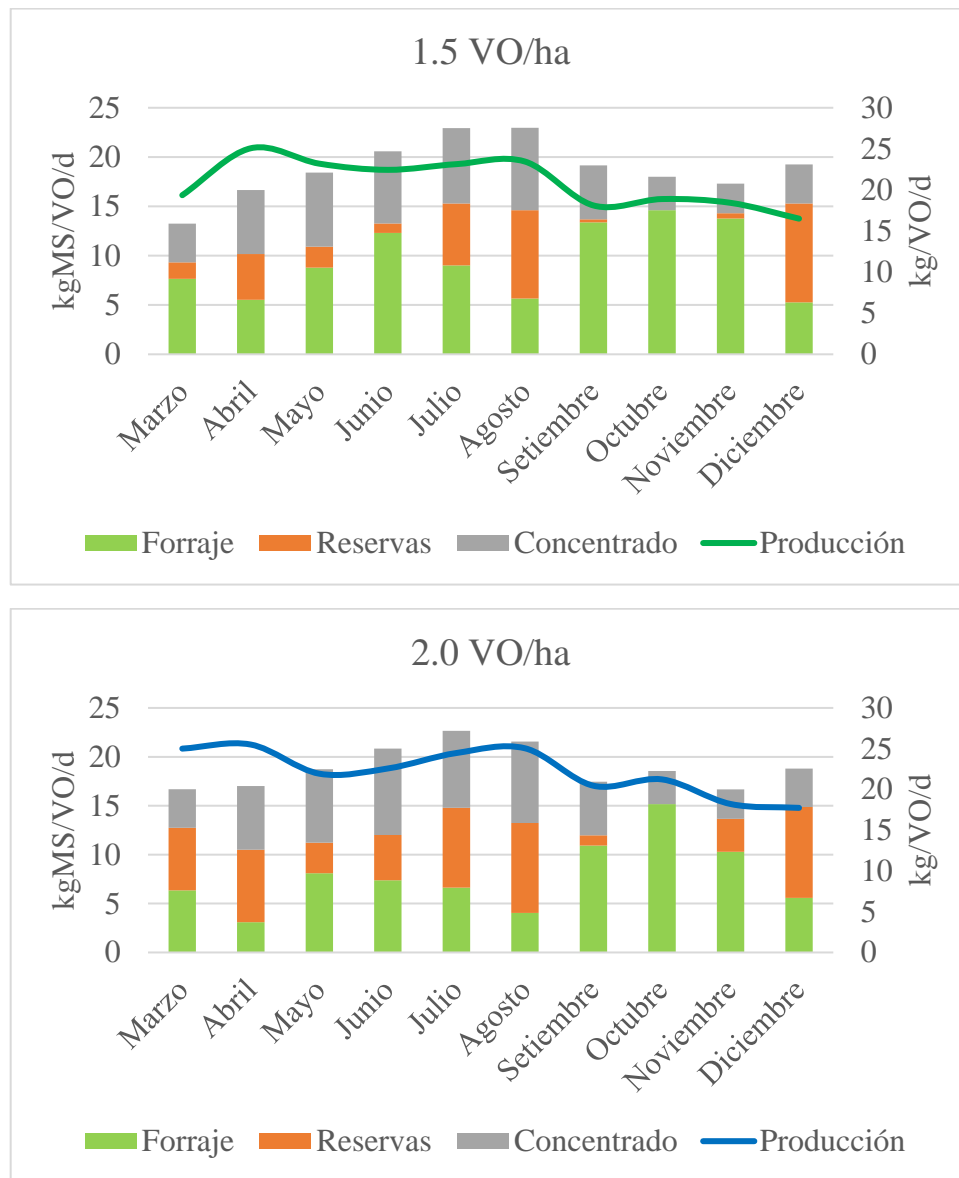
CUADRO 14: COMPARACIÓN DE INDICADORES ENTRE TRATAMIENTOS Y GRUPOS DE PRODUCTIVIDAD DEL PPC DE FARIÑA Y CHILIBROSTE (2019)

		DA	DM	CM	CA	1.5 VO/ha	2.0 VO/ha
Carga	Vacas/ha	0,95	1,15	1,23	1,23	1,50	2,00
Productividad	kg sólidos/ha	411	539	621	627	916	1291
Eficiencia de alimentación	kg sólidos/ttMS consumida	73,7	77,5	79,5	79,8	85,5	90,1

Nota: DA: decrecimiento alto, DM: decrecimiento medio, CM: crecimiento medio, CA: crecimiento alto.

<sup>6</sup> Producción media individual de ambos tratamientos para todo el año, multiplicado por los días del año.

GRÁFICO 16: Consumo de alimentos y producción de leche mensual por tratamiento



En el gráfico N° 16 se observa que el tratamiento de menor carga comenzó el período con menor productividad que el de mayor carga. Esto pudo ser consecuencia de un mayor consumo de pasto (alimento de menor concentración energética que las reservas de forraje) a la vez que el pastoreo implica movilización del ganado a mayores distancias. En el mes de abril la producción se emparea, dado a que acorde a los requerimientos de los

animales a medida que avanza la lactancia aumenta el consumo total de materia seca y particularmente el de concentrados y reservas. Hasta el mes de agosto la producción es bien similar rondando entre los 22 y los 25 kg por vaca y por día. Se ve un descenso importante a partir del mes de setiembre, aquí con la primavera instalada y sin restricciones climáticas comienza el período de preponderancia del pastoreo. Esto implica menor consumo de suplementos para fomentar el consumo de forraje, y a su vez mayor gasto energético por el desplazamiento hasta las pasturas.

Al final del período por más que vuelve a aumentar el consumo de suplementos debido a la condición seca y de mayor temperatura de diciembre, los animales están cursando el final de la lactancia, por lo cual la respuesta en aumento productivo es limitada.

Como se mencionó previamente no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para la producción de leche por vaca y por día, resultando en una mejoría de la productividad por hectárea al aumentar la carga. Es notorio el efecto de la suplementación para lograr tales resultados, y por ende se debe atender a los efectos que tiene para el sistema la inclusión de suplementos para sostener la producción.

#### 5.4 MARGEN DE ALIMENTACIÓN

Al comparar los resultados en términos económicos de los tratamientos evaluados en este trabajo con los grupos elaborados por Fariña y Chilbroste (2019) según los datos del PPC, se encuentra que fue posible incrementar la carga y mejorar los márgenes de alimentación tanto por vaca como por hectárea. A este nivel de evaluación a medida que la carga aumenta mejoran los resultados económicos en los dos trabajos comparados.

CUADRO 15: MÁRGENES DE ALIMENTACIÓN TRATAMIENTOS VS GRUPOS DE PRODUCTIVIDAD DEL PPC DE FARIÑA Y CHILIBROSTE (2019)

		DA	DM	CM	CA	1.5 VO/ha	2.0 VO/ha
Carga	Vacas/ha	0,95	1,15	1,23	1,23	1,50	2,00
Margen de alimentación	US\$/ha/d	2,89	3,54	4,14	4,16	4,66	5,01
	US\$/ha/año	1055	1292	1511	1518	2529	3596

Nota: DA: decrecimiento alto, DM: decrecimiento medio, CM: crecimiento medio, CA: crecimiento alto.

Nuevamente haber sostenido la producción individual a pesar del incremento carga resultó en un impacto muy positivo sobre los ingresos de los sistemas, aun en un contexto de mayor necesidad de suplementación.

## 6 CONCLUSIONES

Se pudo establecer que el aumento de carga resultó en una estrategia efectiva para incrementar la productividad y rentabilidad de los sistemas lecheros evaluados. Para tales resultados fue importante no perder producción individual a pesar del aumento de carga, lo que fue posible gracias a la incorporación de alimentos suplementarios.

El manejo del sistema permitió una buena utilización del forraje producido junto con una suplementación acorde, sin generar diferenciación entre cargas en producción y cosecha de forraje.

A pesar de la suplementación utilizada se logró mantener la característica pastoril de los sistemas, garantizando un buen control de costos de producción. Los resultados económicos en estas condiciones fueron mejores para el mayor nivel de carga. Esto sugiere que aumentar la carga manteniendo la producción y la característica pastoril de los sistemas redunda no solo en mayor productividad por hectárea sino también en un mejor ingreso.

Desde el punto de vista del sistema de producción tales resultados no deben ser interpretados como una receta determinada, lo más importante del proceso productivo es el monitoreo recurrente y el conocimiento de las capacidades del predio (biológicas, físicas, humanas) para definir la estrategia productiva más acorde.

## 7 RESUMEN

Este trabajo se planteó analizar el efecto de dos niveles de carga por encima del promedio nacional (1.5 VO/ha y 2.0 VO/ha), sobre: (i) la producción y cosecha de forraje, (ii) los tiempos de pastoreo y suplementación, (iii) la producción de leche individual y por ha, (iv) el margen de alimentación. Para la producción y cosecha de forraje se utilizó un diseño completamente al azar, donde las cargas fueron los tratamientos y la unidad experimental los potreros afectados a cada carga. Para los tiempos de pastoreo y encierro como para la producción de leche se utilizó un diseño en bloques completamente al azar, con dos cargas como tratamientos y dos bloques donde se ubicaron las repeticiones de cada tratamiento. El trabajo se realizó en la unidad de lechería del Centro Regional Sur (Camino Folle km 35.500, Canelones; Lat. - 34.613 Long. - 56.218), estación experimental de Facultad de Agronomía de la Universidad de la República. El experimento se desarrolló entre el 1° de marzo y el 20 de diciembre del 2017. Se utilizaron 56 ha, 96 vacas en ordeño distribuidas en 4 plataformas de pastoreo (dos de 16 ha y dos de 12 ha) sobre las que se distribuyeron la 96 vacas en 4 lotes de 24 vacas cada uno. No se encontraron efectos de aumentar la carga en la producción y cosecha de forraje. El manejo del pastoreo y los niveles de suplementación utilizados son probablemente los factores responsables de estos resultados. No hubo efectos de aumentar la carga en la producción individual de leche, sin embargo hubo aumentos significativos de la producción de leche y sólidos por hectárea de plataforma de pastoreo al aumentar la carga. Esto hace muy tentador el incremento de carga como estrategia para aumentar la productividad y el ingreso de los predios. Sin embargo se debe considerar que sostener la producción individual implicó mayor utilización de suplementos, alimentos que encarecen los costos de producción y requieren infraestructura para su manejo. Desde el punto de vista económico el ingreso diario por vaca resultó similar entre tratamientos, pero por hectárea fue mayor en el tratamiento de mayor carga. Indicando para este experimento que aumentar la carga significó mejorar el ingreso del sistema.

Palabras clave: carga animal, sistemas pastoriles, producción de leche.

## 8 SUMMARY

This work analyzed the effect of two stocking rates above the national average (1.5 VO/ha and 2.0 VO/ha) on: (i) forage production and harvest; (ii) grazing and supplementation times; (iii) per cow and per hectare milk production; (iv) margin over feeding costs. For forage production and harvest a model of total randomized design was used to analyze the results, using both stocking rates as treatments and paddocks as experimental units. For grazing and supplementation times, and for milk production a total randomized blocks was used with stocking rate as treatment and two blocks were repetitions were located. The experiment was conducted on the Centro Regional Sur (Camino Folle km 35.500, Canelones; Lat. - 34.613 Long. - 56.218), experimental field of the Faculty of Agronomy of the University of the Republic. The experiment took place between 1<sup>st</sup> march to 20 of december of 2017. 56 ha and 96 milking cows were utilized, distributed in 4 grazing platforms over which 4 groups of 24 cows each were located. There was no effect of increasing stocking rate over forage production and harvest. Forage management and supplementation levels utilized were probably the responsible factors on these results. There was no effect of stocking rate on individual milk production, but there was a significant increase in milk and milk solids production per hectare with increasing stocking rate. These results turn increasing stocking rate very tempting as a strategy to increase farms productivity and income. Never the less, it must be considered that such balance in per cow milk production through stocking rate was possible by a significant increase of supplementation, which implicates an increase in feeding costs as well as infrastructure for supplements management. From the economic point of view there was no difference between treatments in the daily margin over feeding cost per cow, but there was a significant increase in the margin over feeding cost per hectare when increasing stocking rate. These means that there was an improvement in the income of the system when increasing stocking rate for these work.

Keywords: stocking rate, gazing systems, milk production.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

1. Aguerre, M.; Cajarville, C.; La Manna, A.; Cavestany, D.; Mendoza, A.; Carriquiry, M.; Repetto, J. L.; Meikle, A.; Chilibroste, P. 2018. Estrategias de alimentación de vacas lecheras en pastoreo: ¿Qué hemos aprendido de los sistemas comerciales y qué hemos generado desde la investigación en Uruguay? Montevideo, INIA. 55 p.
2. Baudracco, J.; López-Villalobos, N.; Holmes, C. W.; Macdonald, K. A. 2010. Effects of stocking rate, supplementation, genotype and their interactions on grazing dairy systems: a review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 53(2): 109 - 133.
3. Chilibroste, P.; Battezzatore, G. 2014. Proyecto producción competitiva. Montevideo, Conaprole. 31 p.
4. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2019. Proyecto producción competitiva 2013-2018: dinámica bio-económica de los sistemas de producción de leche. Montevideo, Conaprole. 32 p.
5. Dillon, P.; Roche, J. R.; Shalloo, L.; Horan, B. 2005. Optimizing financial return from grazing in temperate pastures. *In: International Grassland Congress (20<sup>th</sup>., 2005, Cork). Proceedings*. Wageningen, Wageningen Academic Publishers. pp. 131 - 147.
6. Fariña, S.; Garcia, S. C.; Fulkerson, W. J.; Barchia, I. M. 2011. Pasture-based dairy farm systems increasing milk production through stocking rate or milk yield per cow: pasture and animal responses. *Grass and Forage Science*. 66(3): 316 - 332.
7. \_\_\_\_\_.; Chilibroste, P. 2019. Opportunities and challenges for the growth of milk production from pasture: the case of farm systems in Uruguay. (en línea). *Agricultural Systems*. 176: e102631. Consultado jul. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.05.001>.
8. Fulkerson, W. J.; Donaghy, D. J. 2001. Plant-soluble carbohydrate reserves and senescence – key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 41(2): 261 - 275.
9. Haydock, K. P.; Shaw, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 15(76): 663 - 670.



10. Hernández, A. 2011. Complejo lechero. *In*: Vasallo, M. ed. Dinámica y competencia intrasectorial en el agro: Uruguay 2000 - 2010. Montevideo, Udelar. pp. 53 - 70.
11. Holmes, C. W.; Roche, J. R. 2007. Pastures and supplements in dairy production systems. *In*: Rattrah, P. V.; Brookes, I. M.; Nicol, A. M. eds. Pastures and supplements for grazing animals. Hamilton, New Zealand Society of Animal Production. pp. 221 - 242 (Occasional Publication no. 14).
12. INALE (Instituto Nacional de la Leche, UY). 2012. Situación y perspectivas de la lechería uruguaya: enero - diciembre 2012. Montevideo, INALE. 36 p.
13. \_\_\_\_\_. 2013. Situación y perspectivas de la lechería uruguaya: enero - diciembre 2013. Montevideo, INALE. 34 p.
14. \_\_\_\_\_. 2014. Situación y perspectivas de la lechería uruguaya: enero - diciembre 2014. Montevideo, INALE. 34 p.
15. \_\_\_\_\_. 2015. Situación y perspectivas de la lechería uruguaya: enero - diciembre 2015. Montevideo, INALE. 40 p.
16. \_\_\_\_\_. 2016. Situación y perspectivas de la lechería uruguaya: enero - diciembre 2016. Montevideo, INALE. 44 p.
17. \_\_\_\_\_. 2017. Situación y perspectivas de la lechería uruguaya: enero - diciembre 2017. Montevideo, INALE. 48 p.
18. \_\_\_\_\_. 2018. Situación y perspectivas de la lechería uruguaya: enero - diciembre 2018. Montevideo, INALE. 44 p.
19. \_\_\_\_\_. 2019. Situación y perspectivas de la lechería uruguaya: enero - diciembre 2019. Montevideo, INALE. 44 p.
20. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). s.f. Banco de datos agroclimáticos. (en línea). Montevideo. Consultado oct. 2019. Disponible en <https://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico>.
21. McCarthy, B.; Pierce, K. M.; Delaby, L.; Brennan, A.; Fleming, C.; Horan, B. 2012. The effect of stocking rate and calving date on grass production, utilization and nutritive value of the sward during the grazing season. *Grass and Forage Science*. 68(3): 364 - 377.
22. Macdonald, K. A.; Penno, J. W.; Lancaster, J. A. S.; Roche, J. R. 2008. Effect of stocking rate on pasture production, milk production, and reproduction of dairy cows in pasture-based systems. *Journal of Dairy Science*. 91(5): 2151 - 2163.

23. McMeekan, C. P.; Walshe, M. J. 1963. The inter-relationships of grazing method and stocking rate in the efficiency of pasture utilization by dairy cattle. *Journal of Agricultural Science*. 61(2): 147 - 166.
24. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2010. Anuario estadístico agropecuario 2010. Montevideo. 240 p.
25. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2017. Anuario estadístico agropecuario 2017. Montevideo. 214 p.
26. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2018a. Anuario estadístico agropecuario 2018. Montevideo. 211 p.
27. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2018b. Estadísticas del sector lácteo 2017. Montevideo. 39 p.
28. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2020. Anuario estadístico agropecuario 2020. Montevideo. 270 p.
29. NRC (National Research Council, USA). 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th. ed. Washington, D.C., National Academy Press. 381 p.
30. OCLA (Observatorio de la Cadena Láctea Argentina). 2019. Situación de la lechería mundial 2019. (en línea). Argentina. s.p. Consultado oct. 2019. Disponible en <https://www.ocla.org.ar/contents/news/details/14512503>.