

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE DOS CARGAS ANIMALES EN OTOÑO-INVIERNO SOBRE
SISTEMAS LECHEROS EN URUGUAY

por

Santiago CORRAL ÁLVAREZ
Federico OLIVERA DO CANTO

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2021

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. MSc. Ricardo Mello

Ing. Agr. MSc. Gastón Ortega

Ing. Agr. Renzo Pisciotano

Fecha: 23 de agosto de 2021

Autores:

Santiago Corral Álvarez

Federico Olivera do Canto

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, en especial a mis padres por el apoyo a lo largo del plazo de la tesis y en especial a estar siempre a lo largo de la carrera y hacer que esto sea posible, también a mi esposa e hijo, también a mis amigos.

A Dios, a mis padres los cuales me brindaron la posibilidad de estudiar y apoyo incondicional, mi novia, tíos y amigos, y todos los que han estado siempre desde el comienzo de esta trayectoria.

También agradecer a todo el personal del Centro Regional Sur, por habernos ayudado y brindado todo para realizar dicha tesis y hacerla más divertida.

Agradecemos en especial a Gastón Ortega y Ricardo Mello, co-director y director de dicha tesis, también a Diego Custodio y Juan Garrido con quienes se realizó trabajo de campo y el estudio de los datos.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE FIGURAS Y TABLAS.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. MEZCLAS FORRAJERAS	2
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS MEZCLAS EVALUADAS	3
2.2.1. <u>Dactylis glomerata y Trifolium repens</u>	3
2.2.2. <u>Avena byzantina y Lolium multiflorum</u>	4
2.3. COMBINACIÓN FORRAJERA EN TIEMPO Y ESPACIO.....	4
2.3.1. <u>Rotación y su producción</u>	4
2.3.2. <u>Cosecha de forraje</u>	6
2.3.3. <u>Monitoreo de variables de estado para una buena producción y persistencia de las pasturas</u>	7
2.4. EFECTO DE LA CARGA EN PRODUCCIÓN DE LECHE Y COSECHA	8
2.4.1. <u>Efecto de la carga sobre la producción individual de leche y sólidos</u>	9
2.5. EFECTO DEL PASTOREO	10
2.6. ALIMENTACIÓN	11
2.6.1. <u>Composición de la alimentación</u>	11
2.7. IMPLICANCIAS ECONÓMICAS	13
2.8. HIPÓTESIS	14
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	15
3.1. LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL	15
3.1.1. <u>Suelos</u>	15
3.1.2. <u>Clima</u>	15
3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	16
3.2.1. <u>Pasturas</u>	16
3.3. MANEJO.....	17

3.3.1. <u>Rutina de los animales</u>	17
3.3.2. <u>Pastoreo</u>	18
3.4. <u>MEDICIONES</u>	18
3.4.1. <u>Disponibilidad, stock y tasa de crecimiento</u>	18
3.4.2. <u>Animales</u>	19
3.4.3. <u>Composición de los alimentos</u>	19
3.4.4. <u>Estimación del consumo</u>	20
3.5. <u>MARGEN DE ALIMENTACIÓN</u>	20
3.6. <u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u>	20
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	22
4.1. <u>OFERTA Y CONSUMO DE ALIMENTOS</u>	22
4.1.1. <u>Oferta y consumo de alimentos por superficie de plataforma de pastoreo</u> ...	22
4.1.2. <u>Oferta y consumo de alimentos por vaca ordeño</u>	23
4.2. <u>PASTURAS</u>	25
4.3. <u>ESTADO CORPORAL Y PESO VIVO</u>	28
4.4. <u>PRODUCCIÓN DE LECHE Y COMPOSICIÓN</u>	30
4.4.1. <u>Producción de leche y composición por superficie de plataforma de pastoreo</u>	30
4.4.2. <u>Producción de leche y composición por vaca ordeño</u>	31
4.5. <u>MARGEN DE ALIMENTACIÓN</u>	34
5. <u>CONCLUSIONES</u>	36
6. <u>RESUMEN</u>	37
7. <u>SUMMARY</u>	38
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	39

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

Figura No.	Página
1. Consumo por componente de composición de la dieta.....	7
2. Consumo medio por vaca en ordeño de pastura de cosecha directa, reservas y concentrado según estación del año	12
3. Precipitaciones y temperaturas.....	15
4. Descripción de las rotaciones.....	16
5. Rutina de los animales.	17
6. Esquema de transectas.....	18
7. Oferta de forraje por vaca ordeño para el período mayo-setiembre 2019.....	23
8. Consumo de alimentos por vaca ordeño para el período mayo-setiembre 2019.....	24
9. Stock de materia seca para el período mayo-setiembre 2019	26
10. Tasa de crecimiento para el período mayo-setiembre 2019.....	27
11. Evolución del peso vivo para el período mayo-setiembre 2019	29
12. Evolución de la condición corporal en el período mayo-setiembre 2019.....	30
13. Evolución de la producción individual diaria de leche para el período mayo-setiembre 2019.	33

Tabla No.

1. Impacto de la inclusión de una mezcla perenne en la producción otoño-invernal del segundo año.....	2
2. Producción estacional y total de forraje trébol blanco con gramínea perenne (Kg MS/Ha.)	3
3. Producción estacional y total de forraje avena con raigrás (Kg MS/Ha.).....	4
4. Producción de distintas especies forrajeras en sistemas lecheros, datos experimentales y comerciales.....	5
5. Producción y composición de la leche de CONAPROLE y proyecto INIA 10-MIL	9
6. Producción, consumo y margen promedio en sistemas lecheros según eficiencia de cosecha de pasto por vaca en ordeño.....	12
7. Descripción de los tratamientos	16

8. Oferta y consumo de alimentos expresados en Kg MS/Ha. en el área de plataforma de pastoreo para el período mayo-setiembre 2019	22
9. Forraje producido, stock y tasa de crecimiento para el período mayo-setiembre 2019	25
10. Estado corporal y peso vivo para el período mayo-setiembre 2019.	28
11. Producción y composición de la leche por superficie de plataforma de pastoreo para el período mayo-setiembre 2019	31
12. Producción y composición de la leche por vaca ordeñe para el período mayo-setiembre 2019	31
13. Eficiencia de conversión de los alimentos en el período mayo-setiembre 2019.....	34
14. Margen de alimentación en U\$\$/Ha. para el período mayo-setiembre 2019.....	34
15. Comparación margen de alimentación obtenido en el experimento para el período mayo-setiembre 2019 respecto a datos obtenidos de producción competitiva para el período julio 18 - junio 19	35

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la lechería uruguaya se ha caracterizado por una disminución en el número de tambos, sin embargo, la productividad ha aumentado como consecuencia de una mayor intensificación, que ha demandado mayor grado de inversión y presión sobre los recursos naturales. Éste cambio en el sistema de producción hacia mayor intensificación se basó en aumento de la producción individual y en la carga animal, que ha repercutido en la estrategia de alimentación.

La suplementación es una práctica común en los sistemas de producción de leche y estratégicamente se ha insertado en períodos de gran demanda por parte del animal como los primeros meses post parto dónde se da un balance energético negativo (BEN), y/o momentos como el otoño dónde parte de la plataforma de pastoreo está en barbecho, hacen necesario la utilización de suplementos para asegurar una buena performance animal, tanto productiva como en el desempeño reproductivo.

El costo de la tierra y el uso de suplementos ejerce una presión en la capacidad de mejorar la eficiencia del rubro, factor que implica aumentar la producción con los menores costos posibles. Se identifica una brecha para lograr aumentar la productividad por unidad de superficie maximizando la producción y utilización de forraje. Según información a nivel de sistemas de producción proporcionada por CONAPROLE dicha condición que se lograría aumentando la carga, acompañado de un adecuado manejo de las bases forrajeras que no atenten contra la persistencia.

Las pasturas en los sistemas lecheros son el alimento de menor costo que componen la dieta, son ambientalmente aceptables ya que protegen el suelo, además del reciclaje de nutrientes y la fijación de carbono. El maximizar sus beneficios parece ser una alternativa viable para incrementar la competitividad y sostenibilidad del rubro para las condiciones del país, dado que el 70 % de la producción se exporta (INALE, 2020). El bienestar animal, el cuidado del medio ambiente y la seguridad alimenticia del producto, como la inocuidad de la leche, han tomado gran relevancia en el mercado internacional, siendo factores excluyentes para acceder a nuevos mercados. Recientemente la principal industria procesadora, CONAPROLE ha obtenido la certificación Grass Fed (consecuencia de que la mayor cantidad de leche remitida se produce a pasto), lo que remarca la relevancia del forraje para acceder a otros mercados de calidad. En este contexto, es de vital importancia el monitoreo de variables de estado que describan el desempeño productivo de pasturas y verdeos (tasa de crecimiento, producción, fisiología) y proporcionen información para la toma de decisiones para lograr altas eficiencias en la cosecha de forraje con altas producciones.

El siguiente trabajo, tiene como objetivo evaluar a nivel sistema de producción el efecto de dos niveles de cargas y su impacto en la producción de leche y sólidos, individual y por unidad de superficie, producción y cosecha de forraje, la estructura de la dieta y margen de alimentación en sistemas de 1,5 VO/Ha./PP y 2,0 VO/Ha./PP.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 MEZCLAS FORRAJERAS

Una mezcla forrajera, incluye una población artificial, compuesta por dos o más especies, de diferentes características morfológicas y fisiológicas, en las que al menos una presenta hábito de vida perenne (Carámbula 2007a, 2007b).

Según Scheneiter (2005), las razones para el empleo de mezclas forrajeras consisten en obtener mayor uniformidad estacional de la producción de forraje, menor variabilidad interanual y mayor calidad.

La designación de las mezclas a sembrar depende de varios factores. El primordial es la aptitud del suelo que define inicialmente cual o cuales son las especies que pueden progresar en él. También, el tipo de actividad ganadera (cría, invernada, ciclo completo o tambo), la presencia de ciertas especies de malezas, el manejo del pastoreo, etc. (Scheneiter, 2005).

Dentro de las mezclas forrajeras, las gramíneas y las leguminosas aportan ventajas que se tratan de combinar al realizar la mezcla. Por parte de las leguminosas, tienen buena calidad alimenticia, en simbiosis con rizobios aporta nitrógeno al suelo, mejoran el consumo de la pastura, poseen buena semillazón y resiembra anual (Perrachon, 2015). Las gramíneas no producen meteorismo, aportan volumen, mejora la estructura del suelo y se adaptan a la mayoría de los suelos (Perrachon, 2015).

Mezclas forrajeras de rotación cortas como ser raigrás y trébol rojo, conllevan a un período extenso en verano en el cual el suelo esta descubierto, siendo más susceptible al avance de las malezas. Las mayores producciones de praderas se dieron con festuca o alfalfa, además de ser las más longevas y tener en verano mayor proporción de suelo cubierto al ser especies perennes, además, pasturas perennes tienen menos tiempo sin pastoreo en el período estival, 60-70 días, contra 90-110 días (Zanoniani et al., 2004).

La importancia de incluir componentes perennes en las pasturas se muestra en la Tabla No. 1.

Tabla No. 1. Impacto de la inclusión de una mezcla perenne en la producción otoño-invernal del segundo año

Alternativa	Producción otoño-invernal Kg MS/Ha.
Gram. perenne + <i>T. repens</i> + <i>L. corniculatus</i>	6085
Gramínea perenne	4665
<i>Lolium multiflorum</i> + <i>T. pratense</i> + <i>L. corniculatus</i>	2751

Fuente: adaptado de Zanoniani et al. (2004).

Claramente el integrar la mezcla con especies perennes la producción puede aumentar hasta 3000 Kg MS/Ha. como se muestra en la Tabla No. 1. También la competencia que ejerce en verano, reduciendo el enmalezamiento estival, con mayor aprovechamiento de nutrientes.

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS MEZCLAS EVALUADAS

2.2.1 *Dactylis glomerata y Trifolium repens*

Se trata de una mezcla ultra simple, es decir, 1 gramínea en combinación con 1 leguminosa.

El dactylis se asocia muy bien con trébol blanco (García, 1995a). García (1995a), indica que el dactylis es muy eficiente utilizando nitrógeno, considerando el aporte de este nutriente por parte de la leguminosa.

Dactylis tiene buena capacidad de producción invernal, persistencia, buena sanidad y buena capacidad de crecer en verano. El trébol blanco por su parte, tiene muy buena producción invernal, persistencia en general por tres años (variable dependiendo de la resiembra) y su hábito de crecimiento estolonífero lo hacen adaptado al pastoreo (García, 1995b).

El manejo del pastoreo se realiza en función de la gramínea, siendo el criterio de entrada 3 hojas completamente desarrolladas. Según García (1995a), Oberón por su hábito de crecimiento intermedio a semierecto, requiere un manejo rotativo para expresar su potencial. Dactylis es muy versátil al manejo, lo cual estaría explicado por su plasticidad para adaptar su hábito de crecimiento, volviéndose más postrado ante manejos más frecuentes (García, 1995a), esto último, en conjunto con la adaptabilidad de trébol blanco al pastoreo hacen que se comporten muy bien frente a la perturbación por el pastoreo.

A continuación, en la Tabla No. 2 se presentan los valores de producción para trébol blanco en mezcla con gramínea perenne.

Tabla No. 2. Producción estacional y total de forraje trébol blanco con gramínea perenne (Kg MS/Ha.)

	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Total
<i>T. repens</i> + gram. p. (1er. año)	-	450	3150	900	4100
<i>T. repens</i> + gram. p. (2do. año)	2200	2000	4300	1500	10000

<i>T. repens</i> + gram. p. (3er. año)	1400	1120	3500	980	7000
--	------	------	------	-----	------

Fuente: adaptado de Leborgne (1983).

2.2.2 *Avena byzantina* y *Lolium multiflorum*

Dentro de los verdeos de invierno, avena y raigrás son catalogados como especies limpiadoras, avena por su capacidad de crecimiento inicial rápido, el raigrás porque en siembras en líneas, su arquitectura, capacidad de macollaje y estructura de sus plantas confiere buena capacidad de interferencia sobre otras especies (Formoso, 2010).

Respecto a la utilización en conjunto de ambos verdeos, avena tiene mayores tasas de crecimiento promedio durante abril y mayo, pero a partir de junio el raigrás presenta ventajas sustanciales sobre la avena hasta fin de ciclo (García, 1996). Esta complementación en aporte forrajero evidencia la utilidad de verdeos mezclas.

Según Formoso (2010), esquemas de utilización cada 30 días en estas gramíneas sembradas temprano, con buena población y fertilización especialmente nitrogenada, posibilitan realizar un buen número de utilidades, una por mes, con bajas depresiones productivas consecuencia de este manejo.

En la Tabla No. 3 se observa cómo es la distribución estacional y total de la producción del verdeo mezcla.

Tabla No. 3. Producción estacional y total de forraje avena con raigrás (Kg MS/Ha.)

	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Total
Av. + Rg.	1610	2730	2660	-	7000

Fuente: adaptado de Leborgne (1983).

2.3 COMBINACIÓN FORRAJERA EN TIEMPO Y ESPACIO

2.3.1 Rotación y su producción

La rotación es una secuencia de cultivos que se repite sistemáticamente en el tiempo y espacio, depende del objetivo de producción del sistema y es posible predecir sus consecuencias.

Para diferentes rotaciones, dependiendo del largo de rotación y los cultivos que la componen va a estar modificando la producción de forraje del sistema, a mayor cantidad de cultivos anuales y doble cultivo por año, va a haber una mayor producción

de forraje por hectárea, pero la pastura perenne ofrece otra estabilidad, además de un mayor tiempo para amortizar la inversión, y también los beneficios para el cuidado del suelo. En sistemas pastoriles, la utilización de verdeos complementados con pasturas perennes, asegura una producción uniforme a lo largo del año, cubriendo déficit tanto invernales como estivales.

En la Tabla No. 4, se presentan los datos referentes a producción de distintas especies forrajeras utilizadas en los sistemas lecheros pastoriles, datos experimentales de INIA e INASE (2015, 2016, 2017) y comerciales obtenidos de CONAPROLE (2017).

Tabla No. 4. Producción de distintas especies forrajeras en sistemas lecheros, datos experimentales y comerciales

Especie	Experimental	Comercial
	Kg MS/Ha./año	Kg MS/Ha./año
alfalfa*	9602	10395
avena	9574	5224
raigrás	10116	8861
sorgo forrajero	10872	13071

*producción promedio de tres años

Fuente: adaptado de INIA e INASE (2015, 2016, 2017), CONAPROLE (2017).

La brecha entre producción experimental y comercial de forrajeras es pequeña, no teniendo grandes diferencias y pudiendo obtener similares producciones, como lo muestra en la Tabla No. 4 (CONAPROLE, 2017).

Las rotaciones estiman una producción por hectárea según sus componentes, donde rotaciones que incluyen praderas largas (Av./Rg., Sg., PP1, PP2, PP3) tienen menor porcentaje de área en barbecho en otoño (período crítico en la lechería) con respecto a rotaciones que incluyen praderas bianuales. Según CONAPROLE (2017), la diferencia en Kg MS/Ha./año entre estas rotaciones es de 2009 Kg MS/Ha./año, explicado por la duración de la pastura utilizada en la rotación, como también de la inclusión de un mayor número de cultivos anuales en las rotaciones cortas. En relación a esto, estas producciones se lograrían con barbechos adecuados, fertilizaciones ajustadas y manejos correctos del pastoreo considerando altura de entrada y remanente.

Pero en los sistemas intensivos surge una problemática en el otoño-invierno, donde la siembra de verdeos y praderas disminuye el área efectiva de pastoreo en otoño, que como consecuencia se ejerce presión en los demás recursos forrajeros (praderas de segundo y tercer año). Esto se agrava cuando las rotaciones son más cortas, aumentando el porcentaje del área en barbecho y siembra, llevando a una menor persistencia de los recursos perennes dado la presión y sobrepastoreo de estos, y consigo un aumento del uso de verdeos para acompañar el déficit generado (Ernst 2004, Zanoniani et al. 2004).

En un trabajo reportado por Ernst (2004), la mayoría de las siembras de pasturas se dan tarde, donde se monitorearon establecimientos, sólo el 40% pastoreo las praderas de primer año y los verdeos de invierno a partir del mes de mayo. También se identificó que en las rotaciones largas un 32% del área era sembrada en otoño y en rotaciones cortas el 47% del área fue sembrada en otoño.

Por otra parte, Zanoniani et al. (2004), relevaron en diferentes establecimientos información sobre las pasturas y su manejo en la rotación, donde la mayoría de los productores sembraban tarde (mayo o posterior), obteniendo diferencias de hasta 2600 Kg MS/Ha./año, lo que equivale a un 30-45% de la producción. Además de que las siembras de abril, mayo o posteriores recién se comenzaron a pastorear en primavera, reduciendo así la superficie efectiva no sólo en otoño, sino también en el invierno, con problemas en el control de malezas dada su lenta implantación.

Zanoniani et al. (2004), concluyeron que, dado un manejo propuesto de pastoreo y el manejo tradicional del productor, se aumentaba la producción en 3 Kg MS/Ha./día, totalizando un 30,4% más de forraje. Éste manejo propuesto llevó a un aumento en la producción total de la rotación en 1000 Kg MS/Ha./año, aumentando mayormente en el otoño y en las pasturas perennes hasta 3000 Kg MS/Ha./año.

2.3.2 Cosecha de forraje

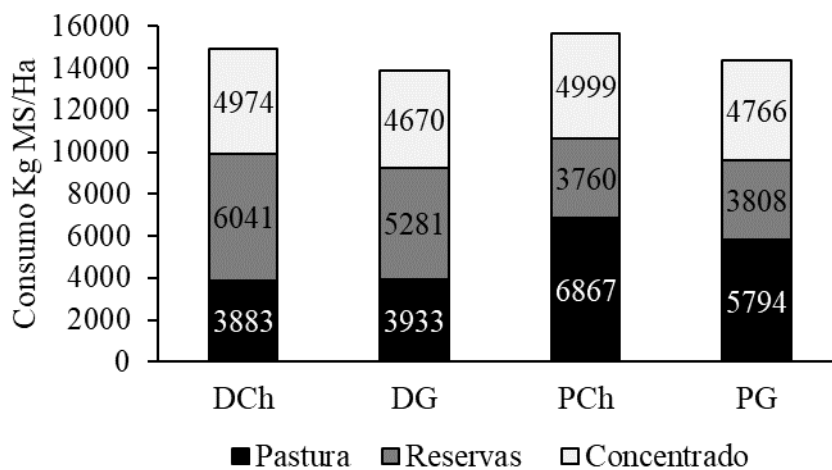
La cosecha de forraje puede ser de forma directa bajo pastoreo, o mecánica, la cual se utiliza en forma de reservas forrajeras. El objetivo en un sistema pastoril es cosechar el crecimiento del forraje, mayor cosecha de forraje significa menor costo y más chance de obtener resultados económicos favorables (Fariña et al., 2017).

CONAPROLE (2017), tras un estudio de simulación, estimo que el consumo de pastura directo bajo forma de pastoreo es de un 30% del forraje producido (con una carga de 1 VM/Ha.), habiendo aquí un área en la cual trabajar para optimizar esta cosecha. Para 500 establecimientos monitoreados en el estudio, con los datos de mediciones, el 50% cosechaba 2917 Kg MS/Ha./año (cosecha directa), llegando a 4484 Kg MS/Ha./año sumando la cosecha mecánica y sólo un 25% cosechaba 4397 Kg MS/Ha./año directamente, llegando a 6737 Kg MS/Ha./año con la cosecha mecánica. Lo que resulta en una utilización entre el 40% y 60%.

Lo más importante de destacar es que la mayoría de los costos de la lechería son de alimentación, tomando una renta de 120 dólares/Ha./año y un costo de implantación y mantenimiento de 220 dólares/Ha, se tiene un total de 340 dólares/Ha., si se cosecha 4484 Kg MS/Ha./año, resulta en un costo de 0,075 dólares/Kg MS y si la cosecha es de 6737 Kg MS/Ha./año, se obtiene un costo de 0,050 dólares/Kg MS. Por tanto, se observa que a mayor producción de forraje hay una dilución de los costos (CONAPROLE, 2017).

Según la rotación establecida va a estar marcado el potencial de cosecha. En el proyecto INIA 10-MIL, se logró superar los 10000 Kg MS/Ha./año, con eficiencias de cosecha del orden de 67-89% dependiendo del tratamiento (cosecha directa y mecánica respectivamente). El balance de reservas fue positivo para algunos tratamientos y negativos para otros (los más pastoriles que tenían dos maíces menos en la rotación y ese tiempo lo alargaban en la vida de la pastura). Además, la eficiencia de producción en los sistemas fue similar entre 10,1 a 10,7 Kg MS/Kg sólidos.

En la Figura No. 1, se muestra el consumo por hectárea de cada sistema.



*la información presentada en cuanto al proyecto INIA 10-MIL trabaja con área de vaca masa
Referencias: DCh= Manda dieta biotipo chico, DG= Manda dieta biotipo grande, PCh= Manda pasto biotipo chico, PG= Manda pasto biotipo grande.

Figura No. 1. Consumo por componente de composición de la dieta

Fuente: tomado de INIA (2019).

Como se observa en la Figura No. 1, cuando el forraje es el que “manda”, se obtienen mejores resultados de cosecha directa de pasturas en comparación que cuando “manda” la dieta y se consume el forraje que se necesita para completar la misma, mientras que el excedente se cosecha mecánicamente. En pastoreo el biotipo chico cosecha más forraje por hectárea, esto puede estar explicado por la carga de 2,4 VM/Ha. respecto a las 2,0 VM/Ha. del biotipo grande, a pesar de que el PV/Ha. es el mismo.

2.3.3 Monitoreo de variables de estado para una buena producción y persistencia de las pasturas

Existen dos indicadores a controlar para ver que el sistema esté funcionando correctamente: estado fisiológico de la pastura y stock de forraje (Fariña et al., 2017).

Referente al estado fisiológico de la pastura, el mismo se mide en hojas completamente desarrolladas para gramíneas y nudos para alfalfa. Siendo lo recomendable, 3 hojas desarrolladas en gramíneas y 8 nudos en alfalfa. Esto permite un buen rebrote dada la acumulación de reservas en las raíces, lo que influye aumentando su persistencia (Fariña et al., 2017).

El segundo indicador es el control del stock de forraje, el mismo interactúa en el predio con los suplementos, es por esto que, en Nueva Zelanda con altas cargas (3,5 – 4,5 vacas/Ha.), se comprobó que, sin utilización de suplemento un stock de por lo menos 2000 Kg MS/Ha. al 1 de julio y 1600 Kg MS/Ha. en sistemas suplementados era lo recomendable para aumentar la producción de primavera y ajustar el pastoreo tratando de consumir la mejor calidad posible con pastoreos consecutivos (McCall y Clark, 1999).

Por otra parte, para estudios nacionales, el stock de forraje objetivo de pastoreo es de 1000 Kg MS/Ha./PP para la entrada a pastorear y de salida 0 Kg MS/Ha./PP (encima de 5 cm.), con información se pueden elaborar gráficos de stock que muestran si el pastoreo es “ideal”, si se debe “acelerar” o “desacelerar” el ritmo de pastoreo y tiempo de rotación de los potreros, según el crecimiento (Fariña et al., 2017).

Por otra parte, para optimizar la producción animal y la producción de forraje se debe mantener en toda el área bajo pastoreo, un valor promedio de stock de pasto (Kg MS/Ha.), y consumir diariamente una cantidad de forraje por unidad de superficie similar a la tasa de crecimiento diaria por hectárea (Berone, 2021). Sistemas donde el consumo exceda la tasa de crecimiento diaria reducen el stock forrajero, afectando rebrotes, deprimiendo la productividad en el corto plazo y arriesgando la perennidad de las pasturas, por otra parte, sistemas donde el consumo sea menor que el crecimiento aumentan el valor promedio del stock forrajero, pero son ineficientes cosechando el forraje de mayor calidad (hojas de mayor calidad nutritiva) provocando que se pierda más forraje por senescencia (Berone, 2021). Además, el monitoreo constante del crecimiento de las pasturas permite ajustar el consumo frente a condiciones ambientales puntuales que pueden manifestarse en forma aleatoria a lo largo del año. En cuanto a los valores de referencia para tasas de crecimiento en el país, para praderas de primer, segundo y tercer año son: 26,5, 15,4 y 14,3 Kg MS/Ha/día respectivamente (Zanoniani et al., 2004). En cuanto a valores para raigrás se encontró datos del INIA en torno a 25-26 Kg MS/Ha/día.

2.4 EFECTO DE LA CARGA EN PRODUCCIÓN DE LECHE Y COSECHA

Los sistemas lecheros en Uruguay desde el 2000/2001 al 2013/2014 han aumentado la remisión de leche a planta en un 80% (INALE, 2013). Chapman et al. (2008), concluyen que el aumento de carga y utilización de forraje es la base para llevar

el crecimiento de la industria, éste aumento es basado en mayor productividad por hectárea.

En sistemas donde la pastura es el principal alimento, altas cargas animales llevan a una mayor cosecha del forraje (McMeekan y Walshe 1963, King y Stockdale 1980, Fales et al. 1995, McCall y Clark 1999, Baudracco et al. 2011). Además, Baudracco et al. (2011), afirman que no se compromete ni varía la producción de la pastura con el aumento de carga, acompañado del aumento de la producción de leche/Ha, aunque perdiendo eficiencia a nivel individual.

Se puede ver que sistemas con mayor carga y diversidad de forrajes desde especies perenne como alfalfa, hierba tropical mejorada, pastizales templados perennes, así como integrar cultivos forrajeros anuales (raigrás) en lugar de suplementación con grano, ayuda al aumento de producción de leche/Ha, obteniendo mayor producción a mayor carga y con menor riesgo económico al ser de base pastoril y depender menos de los concentrados (Chataway et al. 2010, Fariña et al. 2013).

A nivel de predios comerciales aumentos en productividad se basan en aumentos conjuntos de carga, de producción individual y en la relación VO/VM. Al aumentar la carga aumenta el consumo de pasturas por hectárea cosechada directamente (Chilibroste, 2015).

2.4.1 Efecto de la carga sobre la producción individual de leche y sólidos

Se ha constatado, que, a mayor carga animal en los sistemas pastoriles, se produce un aumento en la producción de leche por unidad de superficie, además de un mayor aumento de sólidos/Ha., pero un descenso en la producción individual, esto último, se produce en sistemas sin suplementar o con suplemento mal ajustado a la carga. También se da un descenso en los días de lactancia y menor proporción de sólidos en la composición de la leche individual (Holmes y Roche 2007, Macdonald et al. 2008).

En la Tabla No. 5, se observan datos de producción y composición obtenidos desde CONAPROLE, como también datos del proyecto INIA 10-MIL.

Tabla No. 5. Producción y composición de la leche de CONAPROLE y proyecto INIA 10-MIL

	CONAPROLE	INIA 10-MIL (BCh. a pasto)	INIA 10-MIL (BG a pasto)
Leche (Lts./VO/día)	20,9	25,1	27,3
Grasa (%)	3,87	4,76	4,45
Proteína (%)	3,44	3,79	3,39

Referencias: BCh= biotipo chico, BG= biotipo grande.

Fuente: elaborado en base a datos obtenidos desde CONAPROLE (2017), INIA (2019).

A pesar que el biotipo chico tiene menor producción individual, por unidad de superficie la producción es mayor en biotipo chico, explicado que con la misma cantidad de PV/Ha., entran 2,4 vacas/Ha de biotipo chico vs. 2,0 vacas/Ha. de biotipo grande. Para CONAPROLE la carga del sistema es 1,44 VO/Ha./PP, sin información referente al PV/Ha.

2.5 EFECTO DEL PASTOREO

Las estrategias seguidas por los vacunos para obtener nutrientes en condiciones de pastoreo son determinadas por el estado fisiológico del animal, la disponibilidad, asignación de forraje, el nivel y tipo de suplemento suministrados (Gill y Romney 1994, Chilibroste 2002, Soca et al. 2002).

En vacas lecheras, se han observado dos sesiones principales de pastoreo ubicándose una en la mañana y la mayor en la tarde (Rook et al. 1994, Gibb et al. 1997). En condiciones de pastoreo en franjas diarias, este patrón básico de pastoreo puede ser aún más pronunciado debido a la rápida desaparición del forraje disponible (Chilibroste, 2002).

La intervención en el manejo del pastoreo mediante restricciones en el tiempo o el momento de acceso de los animales a la pastura, genera cambios en la conducta de los animales (Chilibroste, 2002). Los cambios observados en el patrón de ingestión y tasa de consumo, son análogos a los cambios introducidos por la imposición de diferentes tiempos de ayuno previo al pastoreo (Soca et al., 2002). Adicionalmente, se pueden describir efectos positivos de restricciones en el tiempo de acceso a la pastura sobre la producción y utilización de forraje, desde que los efectos negativos del animal sobre la pastura (pisoteo, sobre pastoreo, arrancado de plantas, etc.), son disminuidos. Monitoreos realizados a nivel comercial han demostrado incrementos en la producción de forraje del orden del 30% durante el período otoño–invierno, por efecto de controlar la condición de la pastura para tomar decisiones de ingreso y salida de los animales del pastoreo (Zanoniani et al., 2004).

En muchos casos, un período corto de ayuno incrementa la tasa de consumo (Dougherty et al. 1989a, 1989b) y el tiempo de pastoreo, tanto durante la primera sesión de pastoreo (Chilibroste et al. 1997, Patterson et al. 1998), como a lo largo del día (Greenwood y Demment 1988, Soca et al. 2002). Incrementos en la tasa instantánea de consumo, han sido asociados a una reducción en la masticación de forraje durante la ingestión (Laca et al., 1994), lo que puede derivar en el ingreso de partículas más largas en el rumen y consecuentemente, un mayor tiempo de retención de las mismas.

Los incrementos en la intensidad de defoliación, pueden obtenerse mediante aumentos en la carga animal y/o reducción en la oferta de forraje por vaca (Bransby et al., 1988). El incremento de la carga animal aumenta el porcentaje de utilización del forraje en forma instantánea, esto trae como consecuencia menor altura de remanente y cambios en la tasa de crecimiento, debido a una menor área fotosintéticamente activa con consecuencias en la producción estacional y/o total de forraje (Bryan et al. 2000, Cullen et al. 2006).

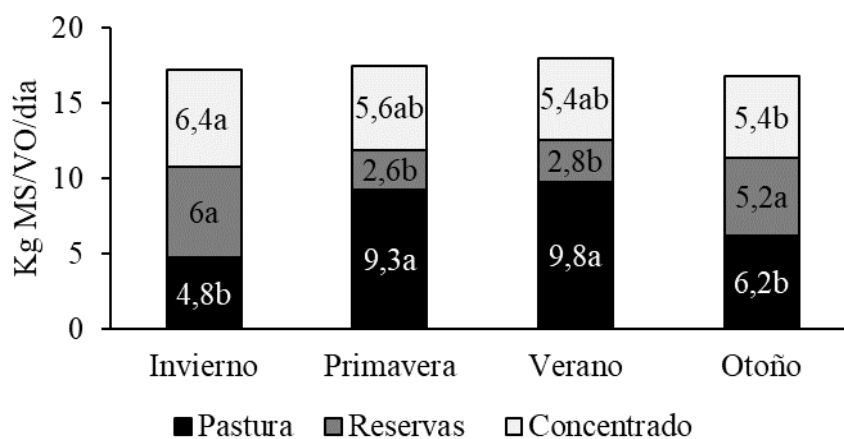
Existen evidencias que demuestran una estrecha relación entre intensidad de pastoreo (IP) y la producción de forraje y de leche (Dillon et al. 1998, Virkajärvi et al. 2002) con la persistencia del recurso forrajero (Cullen et al., 2006).

La intensidad de defoliación afecta el tiempo efectivo de pastoreo dada la recuperación de las pasturas, es por eso que en el trabajo de Mattiauda et al. (2009), los cambios de las alturas de 3 a 12 cm. de remanente, llevaron a un incremento de 70 días de pastoreo efectivo, ya que en menos tiempo se retorna a la parcela 20 días para 12 cm. y 56 días para 3 cm. Los animales de 3 cm. de remanente estuvieron 36 días más fuera de la pastura que el resto, debiendo mantenerlos en otra base forrajera o con reservas y a otro costo. Se produce menos individualmente, pero más por superficie dependiendo siempre de alimentación extra pastura (Mattiauda et al., 2009), es por esto que el manejo del remanente también es importante, ya que una alta intensidad de pastoreo afecta en la fecha de retorno de pastoreo.

2.6 ALIMENTACIÓN

2.6.1 Composición de la alimentación

En un trabajo realizado en 2018 por Aguerre y Chilibroste, muestran la composición de la dieta de un relevamiento de 28 establecimientos lecheros ubicados en la cuenca lechera. Del mismo se concluyó que el consumo de pastura por cosecha directa y el consumo de reservas tuvieron fluctuaciones importantes entre primavera/verano y otoño/invierno. Sin embargo, a lo largo del año la suplementación de concentrados varió en menor medida, sólo encontrándose diferencias entre invierno y otoño como se muestra en la Figura No. 2. Esto muestra que, en promedio para los tambos relevados, el ajuste ante déficit o problemas de consumo de forraje de manera directa se da con las reservas forrajeras y que el uso de concentrados no varía en el correr del año. Esta misma tendencia fue encontrada en trabajos anteriores, aunque con valores promedios menores de suplementación.



*letras diferentes entre estaciones para un mismo tipo de alimento $P < 0.05$ evidencian diferencias significativas.

Figura No. 2. Consumo medio por vaca en ordeño de pastura de cosecha directa, reservas y concentrado según estación del año

Fuente: tomado de Aguerre y Chilibroste (2018).

En invierno se observa esta diferencia, donde el menor consumo de forraje dada las limitantes de pastoreo y crecimiento llevan a un aumento en la utilización de reservas forrajeras para complementar el consumo de los animales.

En la Tabla No. 6, se presentan datos referentes a producción, consumo y margen promedio de sistemas lecheros según eficiencia de cosecha de pasto.

Tabla No. 6. Producción, consumo y margen promedio en sistemas lecheros según eficiencia de cosecha de pasto por vaca en ordeño

	Menor eficiencia	Mayor eficiencia
Producción (Lts./VO/día)	23,1	19,9
Consumo (Kg MS/VO/día)		
Pastura	6,6	8,4
Reserva	4,6	4,0
Concentrado	7,1	5,0
g concentrado/litro de leche	306	250
Margen sobre alimentación (U\$S/VO/día)	4,0	3,9

Fuente: adaptado de Aguerre y Chilbroste (2018).

En la Tabla No. 6, se observa que los establecimientos de mayor eficiencia son los que utilizan una proporción mayor de pasturas en la dieta, obteniendo menor producción individual, pero con menor uso de concentrado por litro de leche. En cuanto a esto, dicho margen es variable según precio de leche y precio de concentrado y granos.

2.7 IMPLICANCIAS ECONÓMICAS

Se observa un aumento de los costos de producción en sistemas de altas cargas, explicado por mayor uso de reservas y concentrados en momentos en que no se puede pastorear, estas altas cargas reducen la cosecha mecánica para reservas pudiendo según el sistema incurrir a la necesidad de comprarlas fuera del predio, además se da un aumento en uso de concentrado por unidad de superficie. También se observa que sistemas de producción más intensivos siguen siendo muy competitivos a nivel internacional teniendo Uruguay unos de los costos de producción de leche más bajos a nivel internacional (ANIL, 2014). Según Chilbroste et al. (2011), el bajo costo de producción se debe a la cosecha directa y la utilización de reservas en la dieta, y de la proporción que estas ocupan en el total de la dieta. Bajo condiciones de pastoreo el consumo total de MS y la ingesta de nutrientes es menor que cuando los animales son alimentados con raciones totalmente mezcladas (RTM), con lo cual el potencial de producción de leche no se explota totalmente (Kolver y Muller 1998, Cajaraville et al. 2012). Es por esto que Cajaraville et al. (2012), citan a los sistemas mixtos como una estrategia para levantar restricciones y mantener la base pastoril que caracteriza al Uruguay. De esta manera (incrementando la proporción de pastura en la dieta) se mantienen y/o aumentan las proporciones de grasa, proteína y lactosa en leche. Este factor repercute en el precio percibido por la industria ya que el mismo se fija por contenido de sólidos.

Para CONAPROLE en el período 2013-2018, los sistemas lecheros uruguayos, muestran un leve aumento del consumo de pasturas en dicho período y una disminución del uso de concentrados y reservas, llevando a un margen económico que a pesar de esto fue menor debido a otros factores (dólar, precio de la leche, precio de granos y raciones), pero que en condiciones iguales hubiera mejorado dicho margen. También se observa que en dicho período se da un aumento del uso de raciones en desmedro del uso de granos y afrechillos y que el uso de reservas forrajeras es constante con pequeñas variaciones según el año, donde predios con mayor cosecha de forraje por hectárea logran mejores márgenes por hectárea a pesar de ocurrencia de años malos.

Internacionalmente, los costos mayores en diferentes países se dan mayormente por comida y fertilizantes marcando las diferencias de costo en la alimentación del

ganado (sistemas estabulados vs. sistemas pastoriles) mostrando que los menores costos están dados en sistemas pastoriles como Uruguay y Nueva Zelanda (Dillon et al., 2005).

En un trabajo reciente Fariña y Chilibroste (2019), muestran además de lo anterior que, las explotaciones nacionales son más competitivas gracias a los sistemas pastoriles mixtos que existen, siendo los que utilizan mayor cosecha de forraje los que han tenido mayor crecimiento, explicado por un aumento en la carga a pesar de que este estudio fue realizado en “años malos” para la lechería. Esto provoca que sean más competitivos internacionalmente, aunque con desafíos ambientales que no escapan en estos tipos de sistemas intensivos, además de la necesidad de seguir investigando.

2.8 HIPÓTESIS

Se espera que los sistemas de mayor carga (2,0 VO/Ha./PP) cosechen más forraje por hectárea de forma directa, con una mayor producción de leche y un mayor margen económico por unidad de superficie. Dicho esto, se espera un menor costo de reservas compradas en el tratamiento de 1,5 VO/Ha./PP, ya que gran parte se cosecha en el sistema. Respecto a la estructura de alimentación, se espera que los sistemas 1,5 VO/Ha./PP consuman en su dieta mayor proporción de pasturas y menor cantidad de reservas (por vaca ordeñe) que los sistemas 2,0 VO/Ha./PP. Se esperan mayores producciones individuales y menores valores de consumo de pasto en los sistemas de menor carga (1,5 VO/Ha./PP).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El experimento se realizó en el Centro Regional Sur (CRS) (Latitud: S 31° 36' 47.63"; Longitud: W 56° 13' 04.03"), perteneciente a la Facultad de Agronomía, ubicado en el departamento de Canelones, sobre camino Folle km. 35.500.

El mismo se llevó a cabo de fines de otoño a principios de primavera del 2019.

3.1.1 Suelos

Los suelos dónde se realizó el experimento están dominados por el grupo CONEAT 10.5a, pertenecientes a la Formación Libertad. Los suelos corresponden a brunosoles éutricos lúvicos, a veces típicos, presentando un índice de productividad de 236. También se encuentran presentes los grupos 03.51 y 03.52.

3.1.2 Clima

A partir de los datos obtenidos desde INIA y CRS se realizó una comparación entre las condiciones climáticas para el ejercicio y el promedio de 47 años. Los datos se detallan en la Figura No. 3.

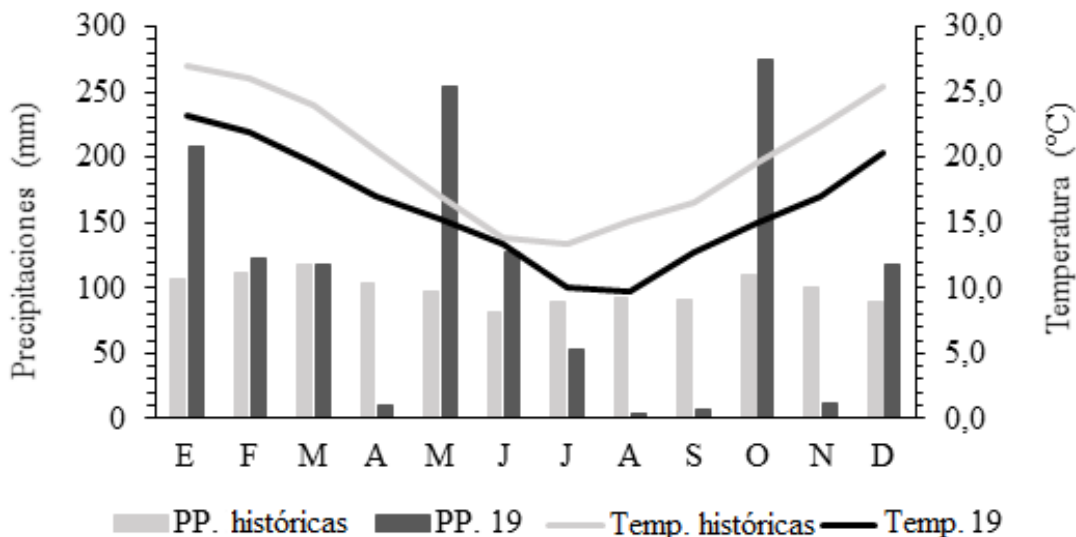


Figura No. 3. Precipitaciones y temperaturas

3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizaron 96 vacas Holando y cruza Jersey, divididas en 4 lotes de 24 vacas cada uno. Dos lotes de 24 vacas se encontraban sobre una superficie de 16 hectáreas cada uno, resultando en una carga de 1,5 VO/Ha/PP, por otro lado, las restantes 48 vacas, fueron divididas también en dos lotes de 24, que pastoreaban sobre una superficie de 12 hectáreas, resultando en 2,0 VO/Ha/PP. Las áreas destinadas correspondían al área de plataforma de pastoreo (área potencial de pastoreo para vacas en ordeño).

Cada carga estaba representada por dos manejos del pastoreo contrastantes, pastoreo laxo (B) y pastoreo intenso (A). Los manejos de pastoreo se diferenciaban por el remanente dejado al momento de retirar los animales, dónde el manejo laxo dejaba una altura de 6 cm. para otoño e invierno, y 9 cm. para primavera. El manejo intenso la altura remanente era de 4 cm. todo el año. A los efectos de este trabajo los manejos oficiaban como repeticiones de las cargas en la estación de estudio.

Tabla No. 7. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Manejo	Remanente (cm)
1,5 B	Laxo	6* - 9**
1,5 A	Intenso	4***
2,0 B	Laxo	6* - 9**
2,0 A	Intenso	4***

* otoño e invierno

**primavera

***otoño, invierno, primavera

3.2.1 Pasturas

La rotación forrajera estuvo compuesta por pasturas perennes, verdeos de invierno y verdeos de verano destinados a pastoreo. El sistema simula la compra de ensilaje de planta entera de sorgo o maíz fuera del área de plataforma de pastoreo.

La rotación tenía una duración total de 4 años y era la misma para los dos tratamientos. La mezcla perenne estaba compuesta por dactylis (*Dactylis glomerata*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). Los verdeos invernales fueron mezclas de avena (*Avena byzantina*) y raigrás (*Lolium multiflorum*). Los verdeos estivales fueron de sorgo (*Sorghum sp.*).

PP1	PP2	PP3	VI/VE
-----	-----	-----	-------

Figura No. 4. Descripción de las rotaciones

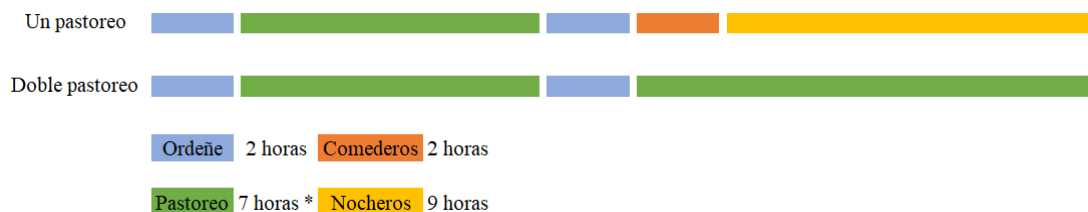
En el espacio las rotaciones estaban representadas en 18 potreros de una superficie entre 2 y 4 hectáreas cada uno, donde estos fueron destinados al azar para cada tratamiento. Los animales siempre pastoreaban dentro del área asignada a cada tratamiento hasta el momento del secado. Como complemento del aporte de las pasturas los animales recibieron ración durante los ordeñes y ensilaje de sorgo luego del segundo ordeño diario en caso que la suplementación fuera necesaria.

Ambos sistemas tenían como objetivo cosechar todo el crecimiento de pasto de manera directa, en caso de que el crecimiento superara la capacidad de consumo de los animales, los excedentes son cosechados mecánicamente mediante reservas (silo pack). De manera contraria, si el crecimiento es insuficiente para cubrir la demanda de los animales se suplementaba para alcanzar niveles de producción según las demandas de estos.

Cada lote del tratamiento pastoreaba siempre en los potreros asignados, 5 y 4 potreros destinados a 1,5 VO/Ha./PP y 2,0 VO/Ha./PP respectivamente. La diferencia esta explicada por las ubicaciones físicas de cada potrero, las cuales hacían necesario en algunos casos dividir en dos ubicaciones geográficas el mismo potrero para lograr la superficie necesaria de cada componente forrajero.

3.3 MANEJO

3.3.1 Rutina de los animales



*en el doble pastoreo el segundo dura 11 horas.

Figura No. 5. Rutina de los animales

Cada lote se identificó claramente mediante collares con colores, manteniéndose separados constantemente. La rutina comenzaba a las 05:00 con el primer ordeño, luego de éste, los animales accedían a las pasturas hasta cercano de iniciar el segundo ordeño, el cual comenzaba a las 15:00. Culminado éste último, las opciones eran pastoreo si las condiciones referentes al stock forrajero lo permitían, de lo contrario, consumían ensilaje de sorgo inmediatamente de la salida de la sala de ordeño. Luego de terminar el consumo en los comederos los animales eran trasladados hacia los poteros “nocheros” dónde se les suministraba fardo y agua *ad libitum*, manteniéndose

hasta el próximo día, iniciando nuevamente la rutina. En el período de estudio no se realizaron dobles encierros, medida utilizada caso ocurrieran excesos hídricos.

3.3.2 Pastoreo

Los animales accedían a la pastura luego del ordeño matutino, permaneciendo en la misma hasta llegado el momento del segundo ordeño. Se debe resaltar la presencia de agua limpia en todas las parcelas.

El pastoreo se realizaba en franjas por comida definidas por una recorrida semanal en que se determinaba el disponible (Kg MS/Ha.) de cada potrero, enfrentándolo con los requerimientos de los animales y con el objetivo de cosechar la mayor cantidad y calidad de forraje en forma directa.

Como criterio de entrada a la parcela se utilizaba la presencia de 3 hojas expandidas en las gramíneas. Las parcelas se recorrían diagonalmente (transecta, Figura No. 6) siempre en el mismo sentido donde se contabilizaba el número de hojas desarrolladas por planta.

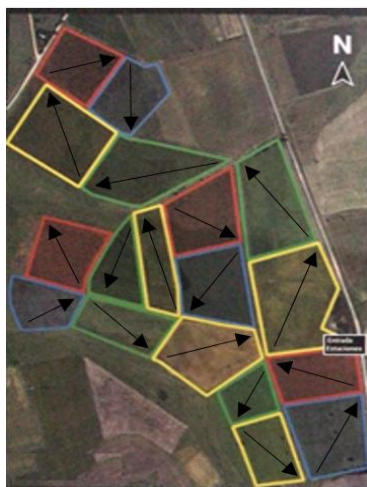


Figura No. 6. Esquema de transectas

3.4 MEDICIONES

3.4.1 Disponibilidad, stock y tasa de crecimiento

La disponibilidad Kg MS/Ha. por potrero se obtenía semanalmente mediante la metodología de doble muestreo. Para el mismo se utilizó una escala de 5 puntos con 3 repeticiones para cada una, donde 1 correspondía a un tapiz poco denso con porcentaje

de suelo descubierto; mientras un 5 correspondía a un tapiz denso con el suelo totalmente cubierto.

Sobre los 5 puntos marcados utilizando rectángulos de 50cm x 30cm, y sus respectivas repeticiones se tomó los datos de altura del forraje dentro del perímetro; tomando como referencia de altura el punto de contacto de la hoja más alta con la regla.

Luego de tomada la altura se procedía a realizar el corte del forraje al ras de suelo. Las muestras se pesaban en fresco y luego en seco pasadas 48 horas dentro de la estufa a 60°C, determinando así el contenido de materia seca (MS) de las mismas.

Para estimar disponibilidad se tomaba un valor promedio por medio de una estimación visual. Las recorridas se realizaban una vez a la semana en el sentido de las transectas (Figura No. 6).

La tasa de crecimiento de las pasturas se cuantificó con el objetivo de consumir el crecimiento. La misma se determinó en base de las diferencias semanales de disponibilidad y se construía el stock de materia seca disponible referente a cada potrero que estaba en la superficie efectiva de pastoreo, pudiendo así planificar las secciones de pastoreo.

3.4.2 Animales

Se realizó determinación mensualmente luego del ordeño de la mañana la condición corporal y peso vivo de los animales. Se utilizó una escala visual de 5 puntos (1 = flaca, 5 = gorda; Ferguson et al., 1994) para el registro de la condición corporal. Se debe resaltar que la misma se realizó por el mismo operario todas las veces, lo cual es importante ya que al ser una apreciación visual subjetiva el entrenamiento por repetición del mismo operador asegura un mismo criterio utilizado y mayor seguridad de los resultados.

También, cada 15 días se realizaban controles lecheros, donde se medían los valores de producción y composición (sólidos) de leche de manera individual. La medición se realizaba durante los ordeños AM y PM.

3.4.3 Composición de los alimentos

Además de las pasturas, los demás alimentos ofrecidos eran muestreados semanalmente. El ensilaje ofrecido luego del segundo ordeño era pesado previo a la llegada de los animales y se repetía el proceso posterior a la salida de los mismos. También se tomaban muestras del ensilaje inmediatamente salido del mixer y posterior a la salida de los animales. Estas muestras eran pesadas en fresco y luego llevadas a estufa a 60°C por 48 horas, donde pasado el intervalo temporal se repetía el proceso para

conocer la materia seca del alimento y composición química, donde se calculaba la energía que tenía dichos alimentos.

3.4.4 Estimación del consumo

El consumo de concentrado fue igual a lo ofertado ya que el mismo se suministraba en la sala de ordeño y no se evidenciaba rechazo. Para cuantificar el consumo de ensilaje se pesaba el alimento previo a la entrada de las vacas a los comederos y se repetía el proceso inmediatamente a la salida de las mismas, por diferencia se obtenía el valor referente al consumo de dicho alimento. Respecto al consumo de forraje el mismo se cuantificó mediante la diferencia del cálculo de NRC (2001) según requerimientos para dicha producción de leche y el consumo de los demás alimentos.

3.5 MARGEN DE ALIMENTACIÓN

El margen de alimentación fue calculado en base a las diferencias de los sistemas, donde se evaluó la renta, los alimentos ofertados por su valor de mercado según registros del Centro Regional Sur (CRS), al igual que el precio de la leche.

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó análisis estadístico para producción de forraje, oferta y consumo de alimentos, estado corporal y peso vivo, producción de leche y composición de leche. Las variables se analizaron con el programa informático RStudio. Los modelos aplicados para las variables se detallan a continuación:

Pastura:

$$\mu = T + \text{bloque } ij + \epsilon ij$$

donde:

T= tratamiento (dos niveles de carga); bloque= manejo A y B (repetición); ϵ = error experimental

Leche:

$$\mu = T + \text{bloque } ij + (1/VO) + (1/\text{bloque}) + \epsilon ij$$

donde:

T= tratamiento (dos niveles de carga); bloque= manejo A y B (repetición); ϵ = error experimental

Se debe aclarar que en la leche se tienen como efectos aleatorios al modelo la vaca individualizada, se realizó un promedio de las 48 mediciones obtenidas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 OFERTA Y CONSUMO DE ALIMENTOS

4.1.1 Oferta y consumo de alimentos por superficie de plataforma de pastoreo

En la Tabla No. 8, se observan los datos obtenidos de oferta y consumo de alimentos para el período de estudio mayo-setiembre 2019.

Tabla No. 8. Oferta y consumo de alimentos expresados en Kg MS/Ha. en el área de plataforma de pastoreo para el período mayo-setiembre 2019

Kg MS/Ha.	Tratamientos		Significancia
	1,5 VO/Ha./PP	2,0 VO/Ha./PP	
<u>Pastura</u>			
Consumo	2276	2656	*
<u>Reservas</u>			
Oferta	2035	3268	*
Consumo	883	1380	*
<u>Concentrado</u>			
Oferta **	1505	1992	*

Referencias: significancia= *, $p < 0,05$.

**toda la oferta de concentrado es igual al consumo ya que se da en la sala y no se evidenciaba desperdicio.

Los consumos son diferentes significativamente para los tratamientos. Como citan McMeekan y Walshe (1963), King y Stockdale (1980), Fales et al. (1995), McCall y Clark (1999), Baudracco et al. (2011), a mayor carga se obtiene mayor consumo de forraje de forma directa, obteniendo mayores eficiencias y cosecha de forraje, dónde los valores de referencia para cosecha directa son de 51,6% para 1,5 VO/Ha./PP y 51,5% para 2,0 VO/Ha./PP. Esto último, comparando con datos obtenidos desde CONAPROLE evidencia el efecto positivo del aumento de carga ya que los datos referentes al proyecto obtenían cosechas entorno al 30% del forraje producido (con 1 VM/Ha.), a su vez, hay información que indican cosechas mayores a las obtenidas en este experimento; tal como exponen los datos obtenidos desde INIA 10-MIL donde la eficiencia de cosecha era entorno al 67%.

Además, como se observa en la Tabla No. 8, se cosecha mayor cantidad de forraje de forma directa bajo pastoreo en el sistema de mayor carga, tal como afirman

Fariña et al. (2017), lo que conllevaría a reducir los costos de producción, dado el mayor consumo de este componente de la dieta.

En cuanto a las reservas forrajeras, se ve un alto consumo de las mismas, como citan Aguerre y Chilibroste (2018), que dadas las limitantes de pastoreo y tasa de crecimiento en el período invernal (Tabla No. 9) el uso de reservas complementa el consumo de los animales, llevando a los tambos con mayor utilización de pasturas sean los más eficientes. Esto último, coincide con lo citado por Aguerre y Chilibroste (2018), que con necesidades de ajustes en la dieta por déficit de forraje el mismo se realiza con reservas; permaneciendo el concentrado prácticamente invariado al correr del año.

Para Aguerre y Chilibroste (2018), en la estación de invierno es en la que se encuentran diferencias de consumo, dicha tesis tiene un alto consumo de concentrado explicado por la estación de invierno. En esta tesis se obtuvieron diferencias entre tratamientos consecuencia de la carga.

4.1.2 Oferta y consumo de alimentos por vaca ordeñe

En la Figura No. 7, se presenta la oferta de forraje en Kg MS/VO/día para el período mayo-setiembre 2019.

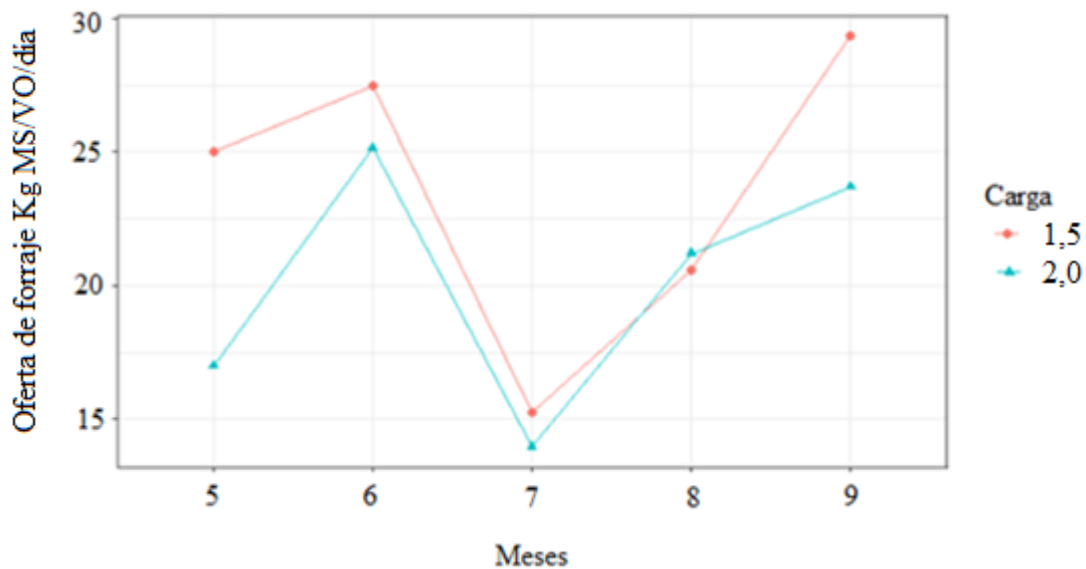


Figura No. 7. Oferta de forraje por vaca ordeñe para el período mayo-setiembre 2019

Se observa una oscilación en la oferta de forraje según los meses, explicado por la tasa de crecimiento de cada uno, dada las condiciones agroclimáticas, al igual que lo obtenido por INIA (2019). Dado el período de estudio el mínimo de tasa de crecimiento

se dará en julio (mes 7) teniendo un aumento hacia setiembre (mes 9). La tasa de crecimiento se detallará en el módulo de pasturas en la Figura No. 10. Las diferencias más resaltantes se observan en los meses de mayo y setiembre. En el mes de mayo la superficie efectiva de pastoreo es menor debido a la implantación de las pasturas, mientras que en setiembre el cierre de áreas para reserva explica el comportamiento observado en la Figura No. 7.

Además, como citan Aguerre y Chilibroste (2018), en invierno con la caída de la oferta forrajera es necesario el aumento de consumo de reservas y concentrado, llevando a los predios menos eficientes en el uso de pasturas a una mayor utilización de reservas y concentrado; lo que conlleva a obtener mayores costos por litro de leche producido.

A continuación, se observa en la Figura No. 8, los valores de consumo expresados en Kg MS/VO/día, para hacerlo comparable con otros trabajos, para el período mayo-setiembre 2019.

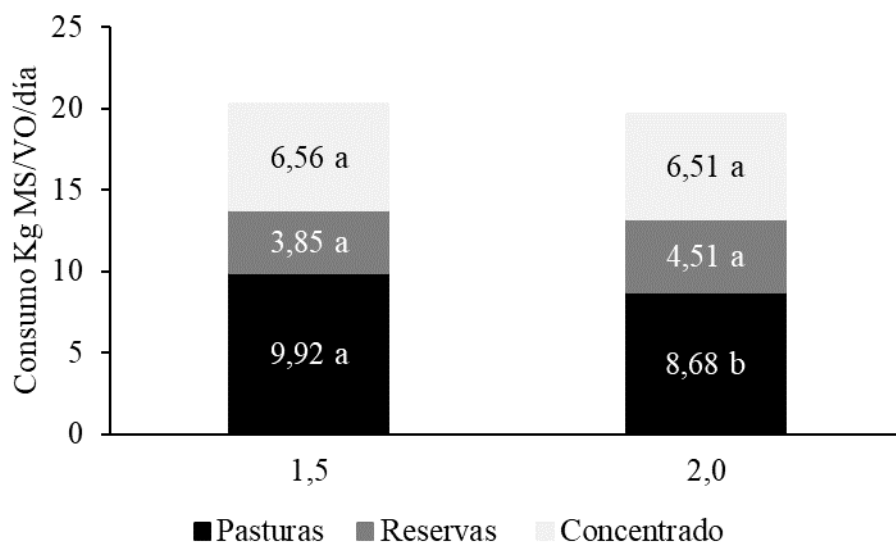


Figura No. 8. Consumo de alimentos por vaca ordeñe para el período mayo-setiembre 2019

En la Figura No. 8, se observa entre tratamientos diferencias significativas en pasturas, sin presentar significancia entre reservas y concentrado. Además, se observa al igual que en la Figura No. 2 el consumo por vaca ordeñe/día en la estación de invierno (Aguerre y Chilibroste, 2018).

En cuanto al consumo de pasturas, se observa que, son valores elevados con respecto al trabajo de Aguerre y Chilibroste (2018), en el cual el valor de consumo de

pasturas es de 4,8 Kg MS/VO/día (Figura No. 2), siendo éste un relevamiento de predios lecheros sin especificación de cargas, mostrando una brecha observada en la Figura No. 8, en torno al doble.

El alto consumo de pastura, como se aprecia en la Figura No. 8, se explica, además de las estrategias adoptadas por los vacunos en pastoreo, por la disponibilidad y asignación de forrajes y el nivel y tipo de suplementos suministrados (Gill y Romney 1994, Chilibroste 2002, Soca et al. 2002). Esto último también coincide con lo citado por Bryan et al. (2000), Cullen et al. (2006), quienes sostienen que incrementos en la carga animal favorecen a la utilización instantánea del forraje; con la debida precaución de controlar la altura del remanente evitando provocar una disminución en el área fotosintéticamente activa y así no perjudicar la tasa de crecimiento.

4.2 PASTURAS

En la Tabla No. 9, se presentan los datos correspondientes a variables de estado: forraje producido, stock y tasa de crecimiento de las pasturas para el período mayo-setiembre 2019.

Tabla No. 9. Forraje producido, stock y tasa de crecimiento para el período mayo-setiembre 2019

	Tratamientos		Significancia
	1,5 VO/Ha./PP	2,0 VO/Ha./PP	
Forraje producido (Kg MS/Ha.)	3213	3091	NS
Stock (Kg MS/Ha.)	1813	1843	NS
Tasa crecimiento (Kg MS/Ha./día)	21	20	NS

Referencias: significancia= NS, $p > 0,05$; *, $p < 0,05$.

Los indicadores no presentaron diferencias significativas ya que el stock desde un principio tuvo como objetivo mantenerlo en torno a 1800 Kg MS/Ha. En cambio, la tasa de crecimiento no presentó diferencias debido a las condiciones agroclimáticas y al manejo de pastoreo. Éste último coincide con lo citado por Zanoniani et al. (2004), los cuales afirmaban que implementando un manejo adecuado se podría aumentar la tasa de crecimiento diaria repercutiendo así en una mayor producción de forraje de la rotación, manteniendo el criterio de entrada de 3 hojas en gramíneas, además de la buena fertilización tanto fosfatada como nitrogenada, fertilizando por niveles críticos para fósforo, ya que en dicho período de estudio esto es fundamental para promover el crecimiento.

Referente al forraje producido para el período de estudio, la producción está por debajo pero similar a lo obtenido por datos de tablas, donde, para Leborgne (1983), la producción para este período en condiciones promedio sería de 3465 Kg/MS/Ha., lo que coincide con los valores observados en la Tabla No. 9, dada las condiciones agroclimáticas (Figura No. 3), donde las precipitaciones fueron por debajo del promedio al igual que las temperaturas. En cuanto al forraje cosechado (Tabla No. 8), en base al forraje producido, se lograron eficiencias de cosecha en torno a 71% para 1,5 VO/Ha./PP y 86% para 2,0 VO/Ha./PP.

En cuanto a la tasa de crecimiento, las obtenidas en la tesis para la rotación, fueron en promedio superior que las citadas por Zanoniani et al. (2004), que para praderas de primer, segundo y tercer año dan un promedio de 18,43 Kg MS/Ha./día, además considerando los datos de praderas y raigrás de INIA (25-26 Kg MS/Ha./día), considerando la misma rotación tendría una tasa de crecimiento de 20,55 Kg MS/Ha./día, con lo cual los valores obtenidos en esta tesis (20 y 21 Kg MS/Ha./día) serían similar a los obtenidos en otros estudios realizados experimentalmente.

A continuación, en la Figura No. 9, se presentan los valores obtenidos referentes al stock forrajero en Kg MS/Ha. para el período mayo-setiembre 2019.

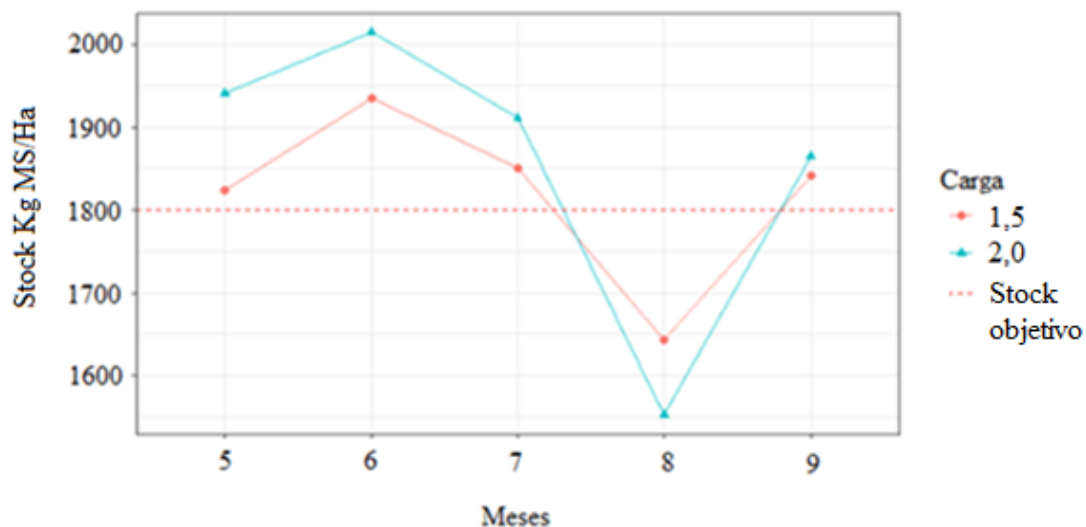


Figura No. 9. Stock de materia seca para el período mayo-setiembre 2019

Según Fariña et al. (2017), el stock forrajero es un indicador a controlar para el correcto funcionamiento del sistema. Además, según McCall y Clark (1999), el stock es una variable importante a controlar para maximizar la producción de primavera y ajustar el pastoreo con el objetivo de consumir la mejor calidad de forraje, independiente del tipo de sistema (suplementado o no). El abrupto descenso observado en el mes de agosto (mes 8) está explicado por la transición de área en no pastoreo a área en pastoreo con

disponibles muy bajos (806 Kg MS/Ha.), que hace referencia a las praderas de primer año. Además, el régimen hídrico y las temperaturas para dicho mes son por debajo del promedio histórico, lo que afecta el crecimiento y por consecuencia el stock. No siendo el aumento de consumo por parte de los animales, ya que fue el mes de menor consumo de forraje para ambas cargas, sin embargo, tal como lo cita Berone (2021), evitar el sobre pastoreo es esencial para no reducir el stock con el cual se maneja el sistema.

En la Figura No. 10, se exponen los datos referentes a tasa de crecimiento en Kg MS/Ha./día para el período mayo-setiembre 2019.

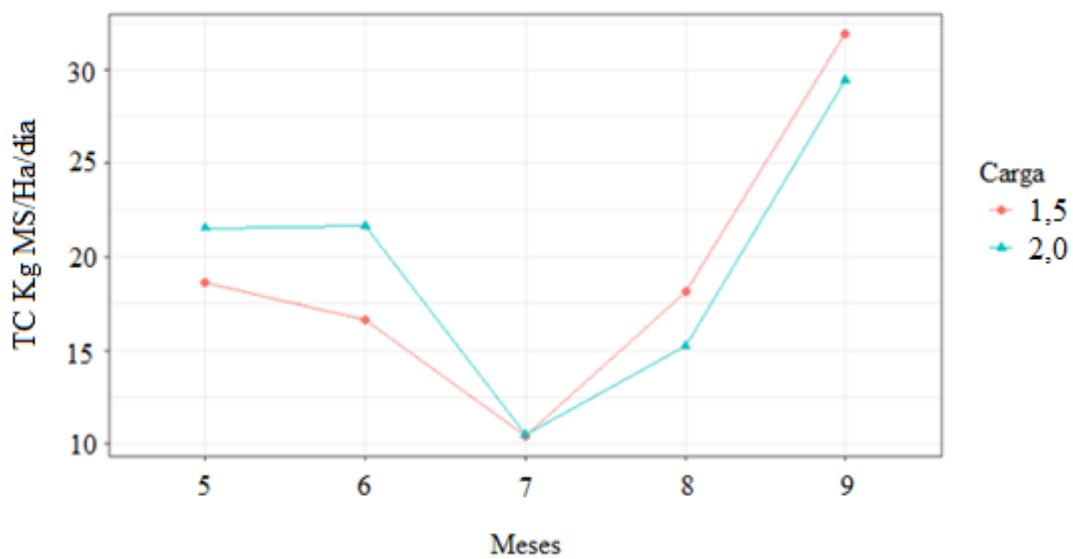


Figura No. 10. Tasa de crecimiento para el período mayo-setiembre 2019

A pesar de la diferencia de carga la tasa de crecimiento es similar, algo esperable ya que los componentes de la rotación son los mismos. Las variaciones de ambas tasas acompañan el cambio de las condiciones agroclimáticas, dónde en junio-julio la intensidad de radiación y las temperaturas son menores, siendo por debajo que el promedio histórico; por ende, disminuyendo la actividad fotosintética. A pesar de no ser significativa la diferencia, el p valor es 0,086, siendo muy cercano a presentar significancia, por lo cual, existe una tendencia a que las tasas sean diferentes; tal como lo citan Bryan et al. (2000), Cullen et al. (2006). Esto puede indicar que con un mayor incremento en la carga se pueda confirmar una diferencia en las tasas de crecimiento, siendo sólo una tendencia en este experimento.

Tal como cita Berone (2021), exceder el consumo por encima de la tasa de crecimiento diario conlleva a reducciones en el stock de forraje; el monitoreo frecuente de la tasa de crecimiento permite realizar ajustes en el consumo frente a condiciones que eviten el ingreso de los animales; disminuyendo así el daño por manejos incorrectos en

las pasturas. Si bien en la Figura No. 9, se observa una reducción en el stock objetivo en el mes de agosto, la misma no está relacionada a los manejos inadecuados citados anteriormente.

4.3 ESTADO CORPORAL Y PESO VIVO

En la Tabla No. 10, se presentan los valores correspondientes al peso vivo expresado por vaca y por hectárea, también los valores de condición corporal.

Tabla No. 10. Estado corporal y peso vivo para el período mayo-setiembre 2019

	Tratamientos		Significancia
	1,5 VO/Ha./PP	2,0 VO/Ha./PP	
PV/VO* (Kg/VO)	497	492	NS
PV/Ha.* (Kg/Ha.)	728	970	*
CC/VO*	2,83	2,85	NS

Referencias: significancia= NS, $p > 0,05$; *, $p < 0,05$.

*estos valores fueron tomados una vez por mes

En cuanto a PV/VO no se encuentran significancia en los datos, ya que se bloqueó en los tratamientos con animales homogéneos, además, las diferencias que se observan son mínimas y los pesos se mantuvieron. En cuanto a la CC/VO, se buscó mantener el estado y no perder para que los tratamientos sean comparables, ya que pérdida de condición corporal significaría que algunos animales no estarían cubriendo sus requerimientos y consecuentemente movilizand reservas para no deprimir la producción, es por esto, que en ambos sistemas se buscaba mantener la condición corporal. Cabe aclarar que son valores promedio del rodeo, donde animales ganaron condición corporal y otros perdieron, al igual que con el peso vivo. En dónde se encontró significancia es en el PV/Ha., explicado por el igual PV/VO y la cantidad de VO/Ha., siendo esto un resultado predecible.

A continuación, en las Figuras No. 11 y 12, se presentan los datos de la evolución de peso vivo y condición corporal para el período mayo-setiembre 2019.

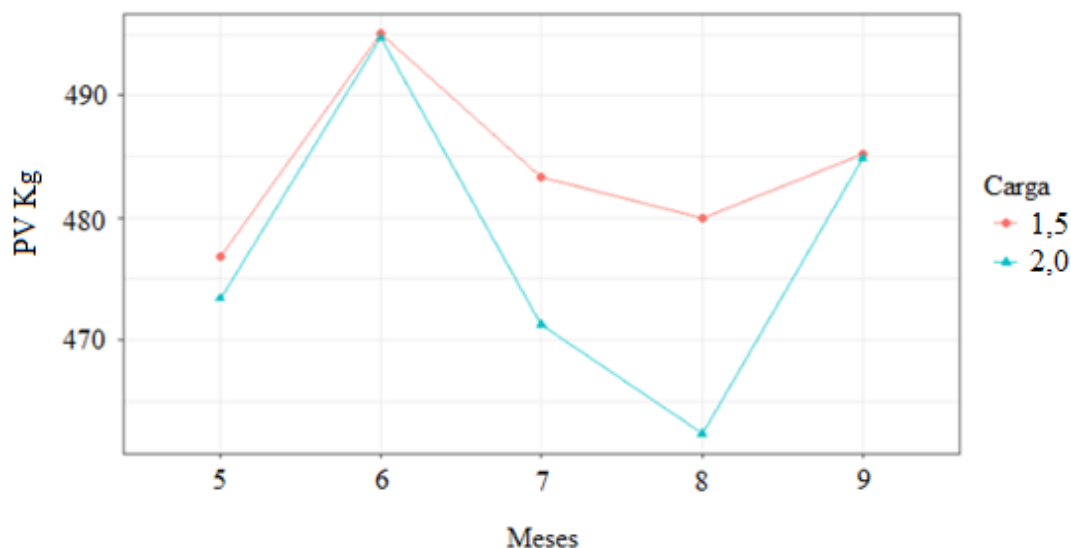


Figura No. 11. Evolución del peso vivo para el período mayo-setiembre 2019

Esta pérdida de peso marcada en agosto puede deberse al menor stock de forraje presentado en agosto (Figura No. 9), además, la oferta dada en este mes indica que se estuvo pastoreando grandes áreas con baja disponibilidad llevando a un mayor costo energético de cosecha, no cubriendo los requerimientos y provocando una pérdida de peso. Tal como lo citan Gill y Romney (1994), Chilbroste (2002), Soca et al. (2002), las estrategias utilizadas por los vacunos van a variar según sea el estado fisiológico de los animales, la disponibilidad y asignación de forrajes y el nivel y tipo de suplemento utilizado. Pero aquí también juegan las condiciones del encierro, ya que en agosto hubo temperaturas más frías que el promedio histórico, llevando a un mayor costo de energía para regular la temperatura corporal. Seguramente, para esto, habría que haber previsto y comenzar con antelación el encierro y no muy abrupto para un acostumbramiento, además de brindarle mayor confort a los animales, con lugares altos, secos y reparo del viento, con cortinas de vientos de árboles, ayudando así a generar un clima más confortable para el animal.

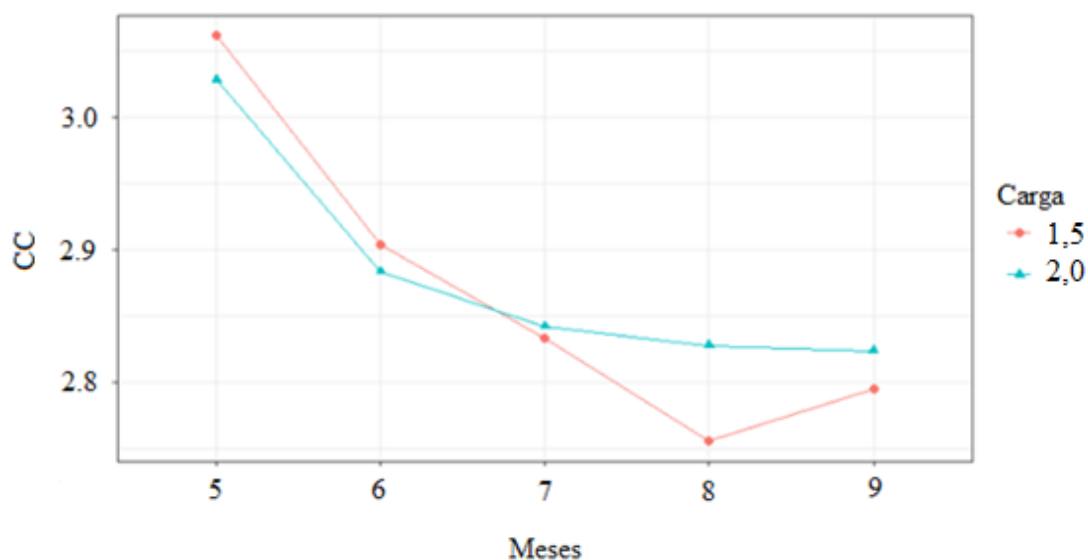


Figura No.12. Evolución de la condición corporal en el período mayo-setiembre 2019

Como se observa en la Figura No. 12, no existen grandes diferencias en la evolución de la condición corporal en el período de estudio. Tal comportamiento era el objetivo para poder extrapolar la información a nivel comercial. La caída de condición corporal a partir de mayo puede explicarse por el balance energético negativo (BEN), ya que son partos de otoño donde comienza a aumentar la producción de estos animales, siendo tal el mérito genético que es tanta la producción que el consumo no logra cubrirlos. Aquí surge una de las problemáticas de la lechería, poder servir la vaca en baja condición corporal para lograr un intervalo inter parto de 12 meses. Luego comienza a mantenerse y recuperar estado desde la primavera, debido a una estabilización y comienzo de descenso de la producción, pudiendo cubrir sus requerimientos para ser secadas en verano y volver a la lactancia con una condición corporal buena al parto.

4.4 PRODUCCIÓN DE LECHE Y COMPOSICIÓN

4.4.1 Producción de leche y composición por superficie de plataforma de pastoreo

En la Tabla No. 11, se presentan los datos obtenidos referentes a la producción y composición de la leche por superficie de plataforma de pastoreo para el período mayo-setiembre 2019.

Tabla No. 11. Producción y composición de la leche por superficie de plataforma de pastoreo para el período mayo-setiembre 2019

	Tratamientos		Significancia
	1,5 VO/Ha./PP	2,0 VO/Ha./PP	
Leche (Lts./Ha.)	5393,25	7160,40	*
Sólidos (Kg/Ha.)	431,46	605,88	*

Referencias: significancia= NS, $p > 0,05$; *, $p < 0,05$.

Se puede observar que, tal como afirman Chataway et al. (2010), Fariña et al. (2013), sistemas con mayor carga y diversidad de forrajes en lugar de suplementación con grano, ayuda al aumento de producción de leche/Ha., obteniendo mayor producción. Además, se comprueba lo citado por Holmes y Roche (2007), Macdonald et al. (2008), Baudracco et al. (2011). Con el aumento de carga se aumenta la producción por unidad de superficie, como también el aumento de sólidos totales por unidad de superficie.

Los buenos valores de producción se refieren al período de estudio y no a todo el período de producción, aun así, son valores muy atractivos lo que indica el campo fértil que tienen los sistemas de mayor carga para crecer en el país. Esto último, comprueba lo citado por Chapman et al. (2008), que el aumento de carga y la utilización del forraje es la base para llevar el crecimiento de la industria, donde el aumento es basado en el incremento de la productividad por hectárea.

4.4.2 Producción de leche y composición por vaca ordeño

En la Tabla No. 12, se presentan los valores referentes a producción y composición de la leche expresados por vaca ordeño para el período mayo-setiembre 2019.

Tabla No. 12. Producción y composición de la leche por vaca ordeño para el período mayo-setiembre 2019

	Tratamientos		Significancia
	1,5 VO/Ha./PP	2,0 VO/Ha./PP	
Leche (Lts./VO/día)	23,50	24,30	NS
Grasa (Kg/VO/día)	1,02	1,13	*
Proteína (Kg/VO/día)	0,88	0,84	NS
Grasa (%)	4,46	4,74	NS
Proteína (%)	3,63	3,52	*
Sólidos (Kg/VO/día)	1,88	1,98	NS

Referencias: significancia= NS, $p > 0,05$; *, $p < 0,05$.

Tal como afirman Mattiauda et al. (2009), se comprueba la mayor producción por unidad de superficie, los mismos autores, también afirman que la producción individual será menor con el aumento de carga siempre dependiendo de la alimentación extra pastura; motivo que podría estar explicando el comportamiento sin diferencias significativas en éste experimento, donde las cargas de 1,5 VO/Ha./PP y 2,0 VO/Ha./PP no difieren en gran medida, además siendo bajas comparadas con algunos sistemas de Nueva Zelanda, donde tienen cargas mayores. Experimentos con mayores cargas pueden explicar y corroborar la sentencia de dicho autor. Dicho esto, es necesario destacar las diferentes épocas de parto de este experimento respecto a las de Nueva Zelanda (otoño vs. primavera), factor a considerar al momento de aumentar la carga basándose en el sistema utilizando en el país de Oceanía.

Respecto a los valores de sólidos en % y Lts./VO/día, los datos obtenidos en el experimento se encuentran por encima del promedio de CONAPROLE para el período julio 18–junio 19; los cuales fueron 3,81% de grasa y 3,39% de proteína y 18,5 Lts./VO/día. En cuanto a los tambos del 25% superior de CONAPROLE, los mismos obtienen 3,87% de grasa y 3,44% de proteína con una producción individual de 20,9 Lts./VO/día. Esta diferencia puede explicarse a que el período de este experimento coincide con el pico de la curva de lactancia (vacas en etapas tempranas de la lactancia), también, a la proporción de cada componente en la alimentación de los animales, siendo mayor la cantidad de concentrado en el experimento y menor el consumo de pasturas; cabe aclarar que el consumo de pasturas en CONAPROLE es estimado.

Respecto a los resultados del proyecto INIA 10-MIL, se puede observar en la Tabla No. 5, que el biotipo chico en pasto produjo mayor % de proteína que el biotipo grande, en cuanto a grasa, el biotipo chico, a pasto produjo más que el biotipo grande. En cuanto a la leche corregida por sólidos el biotipo chico obtuvo menor producción a nivel individual, pero, llevándolo por la carga, la misma fue mayor. Comparando estos resultados con los obtenidos en este experimento, se observa que se obtienen valores similares al biotipo chico a pasto.

Por tanto, los resultados del experimento, comparados tanto con INIA 10-MIL, como con CONAPROLE, pueden ser explicados por el factor alimentación y la interacción determinada por el componente genético, dado el sistema establecido.

En la Figura No. 13, se muestra la producción de leche en litros VO/día para el período mayo-setiembre 2019.

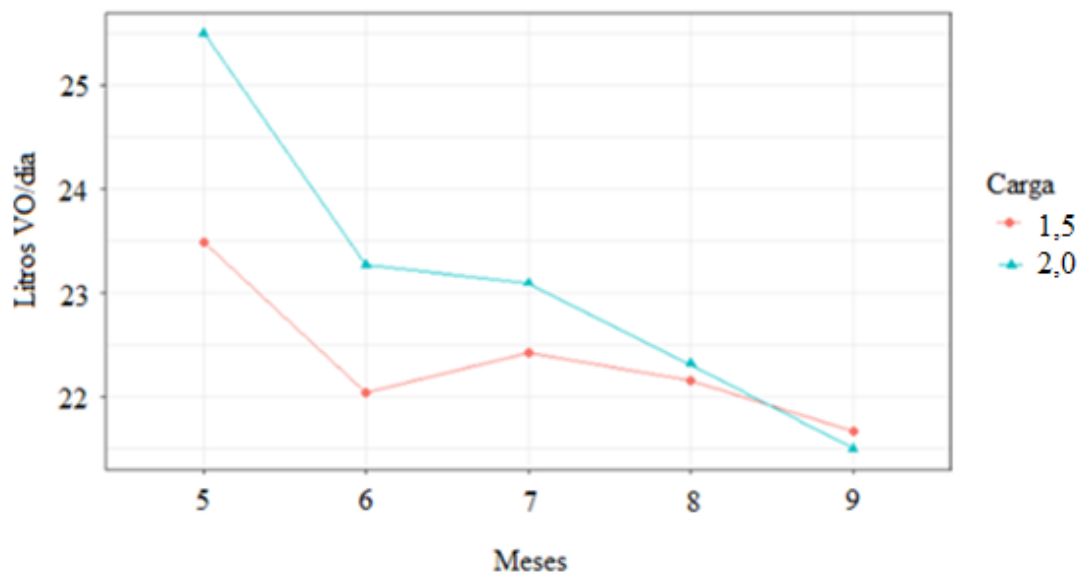


Figura No. 13. Evolución de la producción individual diaria de leche para el período mayo-setiembre 2019

La producción de VO/día presenta un descenso esperable a partir de mayo, ya que las curvas de lactancia presentan un pico entorno a los 90 días post parto y luego un descenso hasta el momento de secado del animal. A diferencia de lo citado por Holmes y Roche (2007), Macdonald et al. (2008), no se encontraron diferencias en la producción individual con el aumento de carga. Esto podría explicarse por la escasa diferencia en las cargas de los tratamientos y la composición de la alimentación de los mismos, ya que para Holmes y Roche (2007), no utilizaron suplementación, mientras que Macdonald et al. (2008), utilizan suplementación solamente con altas cargas.

En la Tabla No. 13, se exponen los valores referentes a las eficiencias de conversión de los alimentos para el período mayo-setiembre 2019.

Tabla No. 13. Eficiencia de conversión de los alimentos en el período mayo-setiembre 2019

	Tratamientos	
	1,5 VO/Ha./PP	2,0 VO/Ha./PP
Consumo Kg MS/VO/día	20,33	19,70
Sólidos Kg VO/día	1,88	1,98
Eficiencia de conversión	10,81	9,95
Concentrado Kg MS/VO/día	6,56	6,51
Leche VO/día	23,50	24,30
g concentrado/litro de leche	279	268

En la Tabla No.13, se observa la eficiencia de conversión de los sistemas evaluados, que comparados con los datos obtenidos del Proyecto INIA 10-MIL (10,1-10,7 Kg MS/Kg sólidos) son similares, obteniendo una buena eficiencia de conversión. Respecto a los valores de g concentrado/litro de leche, los mismos estuvieron por encima de los de menor eficiencia y por debajo de los de mayor eficiencia (250-306 g de concentrado/litro de leche respectivamente, Tabla No. 6) citados por Aguerre y Chilibroste (2018).

4.5 MARGEN DE ALIMENTACIÓN

A continuación, se presentan los datos referentes al margen de alimentación para el período mayo-setiembre 2019.

Tabla No. 14. Margen de alimentación en U\$\$/Ha. para el período mayo-setiembre 2019

U\$\$/Ha.	Tratamientos	
	1,5 VO/Ha./PP	2,0 VO/Ha./día
Ingresos	1617	2148
Costos	933	1277
Margen	684	870

En cuanto al margen de alimentación de estos sistemas es claro que a mayor carga se obtuvo mayor ingreso y a mayores costos, pero que redundan en mayor margen. Cabe aclarar que estos valores son una estimación con valores de referencia, además, es un período que abarca de mayo a setiembre dónde se está produciendo, esto desmejora hacia el verano donde el ganado está seco para parir en otoño ya que el sistema planteado es un sistema estacional con partos otoñales, dónde no existirán ingresos, pero

si costos; tal como citan Dillon et al. (2005), Fariña y Chilbroste (2019), dónde los sistemas mixtos pastoriles son los más competitivos.

A continuación, se presentan comparativamente los márgenes de alimentación obtenidos para los tratamientos respecto a información extraída desde CONAPROLE.

Tabla No. 15. Comparación margen de alimentación obtenido en el experimento para el período mayo-setiembre 2019 respecto a datos obtenidos de CONAPROLE para el período julio 18-junio 19

	Competitiva 18-19	1,5 VO/Ha./PP	2,0 VO/Ha./PP
U\$\$/VO/día			
Margen	3,42	2,98	2,84

El margen extraído desde CONAPROLE hace referencia a todo el año productivo, mientras que los presentados referentes a esta tesis (Tabla No. 15) corresponden al período mayo-setiembre 2019. Si bien de forma individual el tratamiento con mayor carga tiene menor beneficio, observando los márgenes por hectárea (Tabla No. 14), se confirma lo citado por Chataway et al. (2010), Fariña et al. (2013), donde la mayor producción a mayor carga y con menor riesgo económico al ser de base pastoril refleja mejores resultados.

5. CONCLUSIONES

El sistema 2,0 VO/Ha./PP obtuvo mayor cosecha directa por hectárea respecto al sistema 1,5 VO/Ha./PP, siendo la superioridad de 380 Kg MS/Ha., explicado por la diferencia de carga entre los sistemas.

Se lograron los objetivos de cosechar el crecimiento, mantener la condición corporal y producción de leche siguiendo el manejo propuesto de pastoreo. A pesar de esto, no fue posible mantener el stock de 1800 Kg MS/Ha. en el mes de agosto, esto está explicado por las condiciones agroclimáticas y la integración de las praderas de primer año en ese mes, las cuales presentaban un stock por debajo del objetivo, resultando en la disminución abrupta observada.

En cuanto a la estructura de alimentación fue distinta referente a reservas y pasturas, mientras que el concentrado fue constante por VO, siendo el sistema 1,5 VO/Ha./PP con mayor proporción de pasturas y menor utilización de reservas, lo que conlleva a una menor necesidad de compra de reservas externas respecto al sistema 2,0 VO/Ha./PP.

El menor costo de compra de reservas estuvo dado en el sistema 1,5 VO/Ha./PP, como era esperable ya que a menor carga se obtiene una mayor proporción de forraje cosechado mecánicamente, obteniendo el doble de reservas producidas dentro del establecimiento, ya que las producciones son las mismas dada la rotación establecida.

En cuanto a la producción de leche el sistema 2,0 VO/Ha./PP produjo 1767 litros por hectárea más y 174 Kg de sólidos por hectárea más que el sistema 1,5 VO/Ha./PP; siendo de similar composición, dónde las diferencias son explicadas por las cargas, ya que las producciones individuales no presentan diferencias significativas. Dado esto, a pesar de los mayores costos del sistema 2,0 VO/Ha./PP obtiene un margen superior en 1,21 U\$S/Ha./día para el período de estudio respecto al sistema 1,5 VO/Ha./PP.

6. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la estación experimental del Centro Regional Sur (CRS) perteneciente a la Facultad de Agronomía, ubicada en el departamento de Canelones, Uruguay. El experimento tuvo un período de duración de cinco meses, desde mayo a setiembre del 2019. El trabajo se basó en cuatro grupos de 24 animales Holando y Holando cruza Jersey, asignando a dos grupos el área de 16 hectáreas y a los otros dos 12 hectáreas, resultando en cargas de 1,5 VO/Ha./PP y 2,0 VO/Ha./PP respectivamente. El objetivo de este trabajo fue evaluar las diferentes cargas, tanto su consumo de forraje de manera directa, como la composición de la dieta, la producción de leche y sólidos por unidad de superficie, así como también el margen de alimentación. Los animales presentaban grupos homogéneos en peso, condición corporal y número de lactancias, así como fecha de partos de otoño para todos los casos. La alimentación se basó en forraje, reservas y concentrado, siendo este último suministrado en cantidad constante por vaca para todos los tratamientos. Se asignaron 5 potreros para el sistema 1,5 VO/Ha./PP y 4 potreros para el sistema 2,0 VO/Ha./PP, obteniendo así el área total necesaria para cada sistema y su rotación establecida. Cabe aclarar que dicho estudio evalúa solo la superficie de Plataforma de Pastoreo de vaca ordeño. Las cargas animales en peso vivo fueron de 728 Kg PV/Ha. para 1,5 VO/Ha./PP y de 970 Kg PV/Ha. para 2,0 VO/Ha./PP (con un peso promedio similar). Se midió semanalmente el crecimiento del forraje en todos los potreros con la técnica de doble muestreo respetando la recorrida en transectas con igual dirección. La producción de leche fue medida cada 15 días tanto en cantidad como en su composición. Además, mensualmente se registraban peso de los animales y condición corporal. En cuanto a la cosecha de forraje directa por unidad de superficie, la misma fue mayor en el sistema 2,0 VO/Ha./PP siendo la superioridad de 380 Kg MS/Ha. Respecto a las reservas, se constató mayor consumo por unidad de superficie en el sistema de 2,0 VO/Ha./PP. Referente a la producción de leche y sólidos, ambos parámetros fueron superiores en el sistema de 2,0 VO/Ha./PP, siendo la superioridad de 1767 Lts./Ha. y 174 Kg de sólidos/Ha. A pesar de esto, y con los mayores costos de producción a mayor carga, el mayor margen de alimentación es el del sistema 2,0 VO/Ha./PP con 870 U\$S/Ha., contra 684 U\$S/Ha. para 1,5 VO/Ha./PP. Dicho esto, cabe aclarar que sólo es el margen de alimentación faltando costos de recría, salarios entre otros para que sea el margen económico del sistema. Además, el sistema de 2,0 VO/Ha./PP depende más de la compra externa de reservas forrajeras, ya que la cosecha mecánica es baja al poseer una carga superior que el sistema de 1,5 VO/Ha./PP, el cual cosecha más forraje de forma mecánica como reservas y la utilización de estas en la dieta es menor, ya que permanece más tiempo en pastoreo directo. Los resultados por tanto indican que es posible aumentar la carga, obtener un mayor margen económico, manteniendo la base pastoril que caracteriza al Uruguay y con una intensificación sustentable y amigable con el ambiente.

Palabras clave: Carga; Consumo de forraje; Producción de leche y sólidos por unidad de superficie; Margen de alimentación.

7. SUMMARY

The present work was carried out in the experimental station of the South Regional Center (CRS) belonging to the Faculty of Agronomy, located in the department of Canelones, Uruguay. The experiment lasted five months, from May to September 2019. The work was based in four groups of 24 animals Holando and Holando-Jersey, assigning two groups the area of 16 hectares and the other two 12 hectares, resulting in loads of 1.5 VO/Ha./PP and 2.0 VO/Ha./PP respectively. The objective of this work was to evaluate the different loads, both their forage consumption directly, as well as the composition of the diet, the production of milk and solids per unit area, as well as the feeding margin. The animals presented homogeneous groups in terms of weight, body condition and number of lactations, as well as the date of calving in autumn for all cases. The feeding was based on forage, reserves and concentrate, which was supplied in constant quantity per cow for all treatments. 5 paddocks were assigned for the 1.5 VO/Ha./PP system and 4 paddocks for the 2.0 VO/Ha./PP system, thus obtaining the total area needed for each system and its established rotation. It should be clarified that this study evaluates only the area of the grazing platform for cow milking. Live weight animal loads were 728 Kg LW/Ha. for 1.5 VO/Ha./PP and 970 Kg LW/Ha. for 2.0 VO/Ha./PP (with a similar average weight). Forage growth was measured weekly in all paddocks with the double sampling technique, respecting the route in transects with the same direction. Milk production was measured every 15 days both in quantity and composition. In addition, the weight of the animals and body condition were registered monthly. Regarding the direct forage harvest per unit area, it was higher in the 2.0 VO/Ha./PP system, the superiority being 380 Kg DM/Ha. Regarding reserves, higher consumption per unit area was found in the 2.0 VO/Ha./PP system. Regarding the production of milk and solids, both parameters were higher in the 2.0 VO/Ha./PP system, the superiority being 1767 Lts./Ha. and 174 Kg of solids/Ha. Despite this, and with the higher production costs at higher loads, the highest feeding margin is that of the 2.0 VO/Ha./PP system with 870 U\$S/Ha., against 684 U\$S/Ha. for 1,5 VO/Ha./PP. Having said this, it should be clarified that it is only the feed margin, lacking rearing costs, salaries, among others, to be the economic margin of the system. In addition, the 2.0 VO/Ha./PP system depends more on the external purchase of forage reserves, since mechanical harvesting is low as it has a higher load than the 1.5 VO/Ha./PP system, which it harvests more forage mechanically as reserves and the use of these in the diet is less, since it remains longer in direct grazing. The results therefore indicate that it is possible to increase the load, obtain a greater economic margin, maintaining the pastoral base that characterizes Uruguay and with a sustainable and environmentally friendly intensification.

Key words: Load; Consumption of forage; Milk and solids production per unit area; Feeding margin.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguerre, M.; Cajarville, C.; La Manna, A.; Cavestany, D.; Mendoza, A.; Mattiauda, D. A.; Carriquiry, M.; Repetto, J. L.; Meikle, A.; Chilibroste, P. 2015. Estrategia de alimentación de vacas lecheras: ¿qué hemos aprendido de los sistemas comerciales y qué hemos generado desde la investigación en Uruguay? (en línea). s.n.t. 30 p. Consultado 20 jul. 2020. Disponible en <https://n9.cl/6141x>
2. _____.; Chilibroste, P. 2018. Análisis nutricional y manejo de la alimentación en predios lecheros: ¿hay oportunidades de mejoras? In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (46^{as.}, 2018, Paysandú). Memorias. Paysandú, Uruguay, CMVP. pp. 8-13.
3. ANII (Agencia Nacional de Investigación e Innovación, UY). 2014. Sistemas de producción de leche competitivos, sostenibles y simples: el desafío de la lechería uruguaya. Postulación RTS. Montevideo, Uruguay. 107 p.
4. Baudracco, J.; Lopez Villalobos, N.; Romero, L. A.; Scandolo, D.; Maciel, M.; Comeron, E. A.; Holmes, C. W.; Barry, T. N. 2011. Effects of stocking rate on pasture production, milk production and reproduction of supplemented crossbred Holstein–Jersey dairy cows grazing lucerne pasture. *Animal Feed Science and Technology*. 168:131-143.
5. Berone, G. D. 2021. Manejo de pasturas por stock y tasa de crecimiento. (en línea). Buenos Aires, INTA. s.p. Consultado 24 abr. 2021. Disponible en <https://n9.cl/72779>
6. Bransby, D. I.; Conrad, B. E.; Dicks, H. M.; Drane, J. W. 1988. Justification for grazing intensity experiments: analysing and interpreting grazing data. s.n.t. 7 p.
7. Bryan, W. B. E. C.; Prigge, M.; Lasat, T.; Pasha, D.; Flaherty, J.; Lozier, J. 2000. Productivity of Kentucky Bluegrass Pasture Grazed at Three Heights and Two Intensities. *Agronomy Journal*. 92:30-35.
8. Cajarville, C.; Mendoza, A.; Santana, A.; Repetto, J. L. 2012. En tiempos de intensificación productiva... ¿Cuánto avanzamos en el conocimiento de los nuevos sistemas de alimentación de la vaca lechera? *Veterinaria*. 48 (supl. 1):35-39.

9. Carámbula, M. 2007a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 186 p.
10. _____. 2007b. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas, Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 357 p.
11. Chapman, D. F.; Kenny, S. N.; Beca, D.; Johnson, I. R. 2008. Pasture and forage crop systems for non-irrigated dairy farms in southern Australia. 1. Physical production and economic performance. *Agricultural Systems*. 97:108-125.
12. Chataway, R. G.; Walker, R. G.; Callow, M. N. 2010. Development of profitable milk production systems for northern Australia: a field assessment of the productivity of five potential farming systems using farmlets. *Animal Production Science*. 50:246-264.
13. Chilbroste, P.; Tamminga, S.; Boer, H. 1997. Effect of length of grazing session, rumen fill and starvation time before grazing on dry matter intake, ingestive behaviour and dry matter rumen pool sizes of grazing lactating dairy cows. *Grass and Forage Science*. 52:249-257.
14. _____. 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño – invernal. (en línea). In: Jornadas Latinoamericanas de Buiatría (10^{as.}, 2002, Paysandú). Memorias. Paysandú, Uruguay, CMVP. pp. 90-96. Consultado nov. 2020. Disponible en <https://n9.cl/u044r>
15. _____.; Soca, P.; Mattiauda, D. A.; Bentancur, O. 2011. Balance entre oferta y demanda de nutrientes en sistemas pastoriles de producción de leche: potencial de intervención al inicio de la lactancia. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (39^{as.}, 2011, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 1-16.
16. _____. 2015. Carga o productividad individual? ¿Pasto o concentrado?: mitos y realidades en la intensificación de los sistemas de producción de leche en Uruguay. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (44^{as.}, 2015, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 2-6.
17. CONAPROLE (Cooperativa Nacional de Productores de Leche, UY). 2017. El pasto en el tambo. CONAPROLE. Ficha técnica no. 12. 19 p.
18. Cullen, B. R.; Chapman, D. F.; Quigley, P. E. 2006. Comparative defoliation tolerance of temperate perennial grasses. *Grass and Forage Science*. 61

(4):405-412.

19. Dillon, P.; Crosse, S.; Roche, J. R. 1998. The effect of grazing intensity in late summer/autumn on sward characteristics and milk production of spring-calving dairy cows. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 37:1-15.
20. _____; Roche, J. R.; Shalloo, L.; Horan, B. 2005. Optimising financial return from grazing in temperate pastures. Utilisation of grazed grass in temperate animal systems. *In: Satellite Workshop (20th), International Grassland Congress (20th, 2005, Cork, Ireland). Proceedings. Wageningen, Wageningen Academic Publishers. pp. 131-147.*
21. Dougherty, C. T.; Bradley, N. W.; Cornelius, P. L.; Lauriault, L. M. 1989a. Ingestive behavior of beef heifers within grazing sessions. *Applied Animal Behaviour Science*. 23:341-351.
22. _____; _____; _____. 1989b. Short-term fasts and the ingestive behaviour of grazing cattle. *Grass and Forage Science*. 44:295-302.
23. Ernst, O. 2004. Identificación de fugas de eficiencia y validación de estrategias de manejo en los sistemas comerciales de producción de leche. Uso del suelo en los tambos relevados. *In: Proyecto “Interacción Alimentación-Reproducción”. Informe final 2003. Acuerdo de trabajo EEMAC-CONAPROLE. s.n.t. pp. 45-59.*
24. Fajardo, M.; Mattiauda, D. A.; Motta, G.; Genro, T. C.; Meikle, A.; Carriquiry, M.; Chilbroste, P. 2015. Use of mixed rations with different access time to pastureland on productive responses of early lactation Holstein cows. *Livestock Science*. no. 181:51–57.
25. Fales, S. L.; Muller, L. D.; Ford, S. A.; O’Sullivan, M.; Hoover, R. J.; Holden, L. A.; Lanyon, L. E.; Buckmaster, D. R. 1995. Stocking rate affects production and profitability in a rotationally grazed pasture system. *Journal of Production Agriculture*. 8 (23-24):88-96.
26. Fariña, S. R.; Alford, A.; García, S. C.; Fulkerson, W. J. 2013. An integrated assessment of business risk for pasture-based dairy farm systems intensification. *Agricultural Systems*. 115:10-20.
27. _____; Tuñón, G.; Pla, M.; Martínez, R. 2017. Sistema de pastoreo La Estanzuela: guía práctica para la implementación de pastoreo.

Montevideo, Uruguay, INIA. 24 p. (Boletín de Divulgación no. 115).

28. _____.; Chilbroste, P. 2019. Opportunities and challenges for the growth of milk production from pasture: the case of farm systems in Uruguay. *Agricultural Systems*. 176:1-9.
29. Ferguson, J. D.; Galligan, D. T.; Thomsen, N. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. (en línea). *Journal of Dairy Science*. 76(9):2695-2703. Consultado nov. 2020. Disponible en <https://n9.cl/d7of4>
30. Formoso, F. 2010. Producción de forraje y calidad de verdes de invierno y otras alternativas de producción otoño-invernales. (en línea). Montevideo, Uruguay, INIA. 184 p. (Serie Técnica no. 184). Consultado 15 dic. 2020. Disponible en <https://bit.ly/30yM0TM>
31. García, J. 1995a. *Dactylis glomerata* L. INIA LE OBERON. (en línea). Montevideo, Uruguay, INIA. 11 p. (Boletín de Divulgación no. 49). Consultado 15 dic. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3byIHC1>
32. _____. 1995b. Variedades de trébol blanco. (en línea). Montevideo, Uruguay, INIA. 19 p. (Serie Técnica no. 70). Consultado 15 dic. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3ciPuPv>
33. _____. 1996. Mejoramiento de forrajeras en INIA La Estanzuela: mejoramiento genético de raigrás, gramíneas bianuales y perennes, trébol blanco y leguminosas anuales. (en línea). In: Beretta, E. J.; Morón, A.; Risso, D. F. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 129-134 (Serie Técnica no. 80). Consultado 15 dic. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3bA46uX>
34. _____. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. (en línea). Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 1-23 (Serie Técnica no. 133). Consultado 15 dic. 2020. Disponible en <https://bit.ly/30xIFEo>
35. Gibb, M. J.; Huckle, C. A.; Nuthall, R.; Rook, A. J. 1997. Effect of sward surface height on intake and grazing behaviour by lactating Holstein Friesian cows. *Grass and Forage Science* 52:309-321.
36. Gill, M.; Romney, D. 1994. The relationship between the control of meal size and the control of daily intake in ruminants. *Livestock Production*

Science. 39:13-18.

37. Greenwood, G. B.; Demment, M. W. 1988. The effect of fasting on short-term cattle grazing behaviour. *Grass and Forage Science*. 43:377-386.
38. Holmes, C. W.; Roche, J. R. 2007. Pasture and Supplements for Grazing Animals: Pastures and supplements. *Dairy Production Systems*. 13:221-242.
39. INALE (Instituto Nacional de la Leche, UY). 2013. Situación y perspectivas de la lechería uruguaya: enero-diciembre 2013. Montevideo, Uruguay. 32 p. (Informes INALE no. 8).
40. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). s.f. La base pastoril de los sistemas de invernada intensiva: estado actual, desafíos y perspectivas. (en línea). Montevideo. 42 p. Consultado 25 abr. 2021. Disponible en <https://n9.cl/jx4ns>
41. _____.; INASE (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria; Instituto Nacional de Semillas, UY). 2015. Evaluación nacional de cultivares: resultados experimentales de la evaluación de especies forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado 6 dic. 2020. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/
42. _____.; _____. 2016. Evaluación nacional de cultivares: resultados experimentales de la evaluación de especies forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado 6 dic. 2020. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/
43. _____.; _____. 2017. Evaluación nacional de cultivares: resultados experimentales de la evaluación de especies forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado 6 dic. 2020. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/
44. _____. 2019. Proyecto 10 MIL. (en línea). In: Reunión Grupo de Trabajo “Forrajes” (3^a., 2019, Colonia). Resultados 2^o. año. Colonia, Uruguay, s.e. pp. 1-4. Consultado 20 abr. 2021. Disponible en <https://n9.cl/yb66>
45. _____.; INASE (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria; Instituto Nacional de Semillas, UY). 2020. Evaluación nacional de cultivares: resultados experimentales de la evaluación de especies forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado 9 dic. 2020. Disponible en

http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm

46. King, K. R.; Stockdale, C. R. 1980. The effects of stocking rate and nitrogen-fertilizer on the productivity of irrigated perennial pasture grazed by dairy-cows. 2. Animal production. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 20:537-542.
47. Kolver, E. S.; Muller, L. D. 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*. 81:1403-1411.
48. Laca, E. A.; Ungar, E. D.; Demment, M. W. 1994. Mechanisms of handling time and intake rate of a large mammalian grazer. *Applied Animal Behaviour Science*. 39:3-19.
49. Leborgne, R. 1983. Antecedentes técnicos y metodología para presupuestación en establecimientos lecheros. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 8-18.
50. Mccall, D. G.; Clark, D. A. 1999. Optimized Dairy Grazing Systems in the Northeast United States and New Zealand. II. System Analysis. *Journal of Dairy Science*. 82:1808-1816.
51. 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*. 91:2151-2163.
52. 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 Agricultural Science*. 61:147-166.
53. Mattiauda, D. A.; Chilibroste, P.; Bentancur, O.; Soca, P. 2009. Intensidad de pastoreo y utilización de pasturas perennes en sistemas de producción de leche: ¿qué niveles de producción permite y que problemas contribuye a solucionar? In: *Jornadas Uruguayas de Buiatría (37^{as.}, 2009, Paysandú) Memorias*. Paysandú, CMVP. pp. 1-12.
54. Patterson, D. M.; McGilloway, D. A.; Cushnahan, A.; Mayne, C. S.; Laidlaw, A. S. 1998. Effect of duration of fasting period on short-term intake rates of lactating dairy cows. *Animal Science*. 66:299-305.

55. Perrachon, J. 2015. Instalación y manejo de praderas. (en línea). Montevideo, Uruguay, Instituto Plan Agropecuario. 32 p. Consultado 15 dic. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3teb1Qt>
56. Rook, A. J.; Huckle, C. A.; Penning, P. D. 1994. Effect of sward height and concentrate supplementation on the ingestive behaviour of spring-calving dairy cows grazing grass- clover swards. *Applied Animal Behaviour Science*. 40:101-112.
57. Scheneiter, O. 2005. Mezcla de especies forrajeras perennes templadas. (en línea). Buenos Aires, Argentina, INTA. 5 p. Consultado 15 dic. 2020. Disponible en <https://bit.ly/38v4etx>
58. Soca, P.; González, H.; Manterola, H. 2002. Foraging strategy of milk cows. Literature review. *Revista Ciencia Animal*. 25:119-225.
59. Virkajarvi, P.; Sairanen, A.; Nousiainen, J.; Khalili, H. 2002. Effect of herbage allowance on pasture utilization, regrowth and milk yield of dairy cows in early, mid and late season. *Animal Feed Science and Technology*. 97:23-40
60. Zanoniani, R.; Zibil, S.; Ernst, O.; Chilibroste, P. 2004. Identificación de fugas de eficiencia y validación de estrategias de manejo en los sistemas comerciales de producción de leche. Manejo del pastoreo y producción de forraje. In: Proyecto “Interacción Alimentación-Reproducción”. Informe final 2003. Acuerdo de trabajo EEMAC-CONAPROLE. s.n.t. pp. 25-33.