

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN CONTRASTANTES EN BOVINOS DE
LECHE: ANÁLISIS FÍSICO Y ECONÓMICO**

por

Patricia APARICIO MARCUCHI

Lucía ASTIGARRAGA ANZA

Milagros SCREMINI SARTI

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

MONTEVIDEO

URUGUAY

2019

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. (PhD.) Laura Astigarraga

Ing. Agr. Rocío Martínez

Ing. Agr. (MSc.) Ana Bianco

Fecha: 26 de marzo de 2019

Autoras: -----

Patricia Aparicio Marcuchi

Lucía Astigarraga Anza

Milagros Scremini Sarti

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos en primer lugar a INIA y a todos sus colaboradores por el apoyo y ayuda brindados, en especial a la Ing. Agr. Rocío Martínez y al Ing. Agr. (PhD.) Santiago Fariña, quienes fueron los responsables del presente trabajo por parte de la institución.

También, a la Ing. Agr. (PhD.) Laura Astigarraga y demás docentes de facultad que estuvieron siempre receptivos a nuestras consultas a pesar de no tener obligación de hacerlo. Entre todos hicieron posible el desarrollo de esta tesis.

A la Fagro de la cual nos sentimos parte y a la gran cantidad de profesores que nos permitieron formarnos en esta profesión.

Por último, a nuestras familias por su incansable apoyo, así como a nuestros amigos tanto de fuera de facultad como los que nos hicimos en el transcurso de la carrera.

A todos ellos, un saludo y un enorme gracias.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. MARCO DEL PROYECTO	2
2.2. CONTEXTO MUNDIAL.....	2
2.3. SITUACIÓN EN URUGUAY	3
2.3.1. <u>Caracterización de los sistemas lecheros</u>	4
2.3.1.1. Alimentación.....	4
2.3.1.2. Carga	4
2.3.1.3. Genética	5
2.4. RESULTADO ECONÓMICO	7
2.5. CALIDAD DE LA LECHE	8
2.6. HIPÓTESIS	8
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	9
3.1. <u>CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO</u>	9
3.1.1. <u>Diseño del experimento</u>	12
3.1.2. <u>Estimación del consumo</u>	14
3.1.3. <u>Producción y composición de la leche</u>	14
3.1.4. <u>Condición corporal y peso vivo</u>	15
3.1.5. <u>Composición química de los alimentos</u>	15
3.1.6. <u>Margen de alimentación</u>	15
3.1.7. <u>Análisis estadístico</u>	16
4. <u>RESULTADOS</u>	18
4.1. COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS	18
4.2. PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE.....	18
4.3. CONSUMO	21
4.4. PESO VIVO Y CONDICIÓN CORPORAL.....	24
4.5. MARGEN DE ALIMENTACIÓN.....	26
4.5.1. <u>Ingresos</u>	26
4.5.2. <u>Costos de alimentación</u>	27

4.5.3. <u>Margen de alimentación</u>	28
5. <u>DISCUSIÓN</u>	30
5.1. VARIABLES FÍSICAS	30
5.2. VARIABLES ECONÓMICAS	32
6. <u>CONCLUSIONES</u>	37
7. <u>RESUMEN</u>	38
8. <u>SUMMARY</u>	39
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	40
10. <u>ANEXOS</u>	51

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Participación en la dieta (en % de la MS total ofrecida) esperada para cada EA.	10
2. Caracterización de los rodeos al inicio del estudio.	11
3. Ingredientes y composición química promedio para cada una de las EA.	18
4. Producción y composición de la leche de dos sistemas de producción con EA contrastantes	19
5. Producción individual acumulada durante el período experimental.	21
6. PV y CC de los sistemas productivos con EA contrastantes.	24
7. Resultado económico de ambas EA en U\$\$/ha VM/día.	28
8. Comparación de ambas estrategias con PPC.	36
Figura No.	
1. Temperatura y precipitaciones para el período de estudio.....	9
2. Composición de los rodeos en función del número de lactancias para los sistemas MD y MP	11
3. Rotaciones para cada EA	12
4. Esquema de distribución de los potreros.....	13
5. Tamaños de franja posibles para cada potrero	14
6. Producción de leche en kg/VO/día de dos sistemas de producción con EA contrastantes.....	19
7. Contenido de grasa, proteína y lactosa en % y kg/VO/día de dos sistemas de productivos con estrategias de alimentación contrastantes.	20
8. Consumo estimado de concentrados, reservas y pastura (kg MS/VO/día) de las EA contrastantes.	22
9. Consumo de ENL (Mcal/VO/día), de FDN (kg/VO/día) y de PC (kg/VO/día) de los sistemas de producción.....	23
10. Tiempo de pastoreo para ambas estrategias (%).....	24
11. Variación de la CC de dos sistemas de producción con EA contrastantes.	25
12. Variación de PV (kg) de dos sistemas de producción con EA contrastantes.....	25
13. Ingresos (U\$\$/ha VM/día) de dos sistemas de producción con EA contrastantes	26

14. Producción de leche (litros/VO/día) y precio de la leche (U\$\$/litro) de dos sistemas de producción con EA contrastantes	27
15. Costos de alimentación (U\$\$/ha VM/día) de dos sistemas de producción con EA contrastantes	27
16. Participación en porcentaje de los costos por VM/día de cada tipo de alimentos y de suministro en el costo de alimentación total de dos sistemas productivos con EA contrastantes.....	28
17. Ingresos, costos y margen de alimentación para ambas EA (U\$\$/ha VM/día).	29

1. INTRODUCCIÓN

En la última década la lechería en Uruguay ha atravesado un proceso de intensificación en donde la concentración de los sistemas en menor superficie y número de establecimientos ha sido una de las características del proceso. La mayor competitividad de otros sectores frente a la lechería lleva a elevar el costo de la tierra, siendo éste uno de los factores causantes de la concentración. A su vez, se incrementó el uso de concentrados para sostener mayores cargas por unidad de superficie, lo que resultó en elevados costos de producción. Con el objetivo de sostenerse en un contexto de creciente volatilidad, se identifica un espacio para mejorar en la productividad por hectárea mediante la producción y utilización de forraje. Esto ocurre dado que existe una correlación positiva entre el resultado económico y el forraje consumido por hectárea, si bien no se conoce a nivel de sistema cuál estrategia de alimentación (EA) permite ser más sustentable desde el punto de vista productivo y económico.

Es por esto que el “Proyecto 10-MIL” de Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) La Estanzuela, en el cual se enmarca el presente trabajo, tiene como objetivo evaluar sistemas con alta cosecha de forraje de producción propia (con un mínimo de 10 tt de materia seca (MS) por hectárea vaca masa (VM)) y alta producción de leche (con un mínimo de 1.000 kg de sólidos/ha VM) con EA y genotipos animales contrastantes (Holstein grande, con genética norteamericana y Holstein chico, con al menos 75% de genética neozelandesa).

En esta tesis de grado en particular se evalúa sólo el genotipo Holstein chico, bajo dos EA: Manda Dieta (MD) y Manda Pasto (MP). La primera, se basa en una asignación fija de pastura por pastoreo directo, aproximadamente un 33% de la dieta promedio anual. La segunda, en cambio, se basa en una asignación máxima de pastura, en función de la tasa de crecimiento (TC) y del stock de la plataforma de pastoreo.

Se realizó un análisis productivo y de margen de alimentación de los dos sistemas (Holstein chico bajo estrategia MD y Holstein chico bajo estrategia MP) durante la primavera 2017 y verano 2018. El objetivo general de este trabajo es determinar cuál es la EA más adecuada para dicho genotipo. Si bien los resultados obtenidos están estrechamente relacionados a las condiciones del período en evaluación y al hecho de que consiste en un estudio de sistemas donde la repetición estará dada por los años, se considera que puede aportar información valiosa sobre alternativas de intensificación adaptables a las condiciones del Uruguay para el referido genotipo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. MARCO DEL PROYECTO

El siguiente trabajo se enmarca en una investigación basada en el análisis de sistemas que permite realizar un estudio multidisciplinario; el mismo consiste en el estudio de las partes a través del conocimiento del todo, poniendo énfasis en las relaciones entre los elementos (Ruiz y Oregui, 2001).

Hasta la aparición de la “Teoría General de Sistemas” todos los fenómenos eran estudiados mediante principios de reduccionismo, análisis y desglose en partes más elementales, con la consiguiente pérdida de visión del conjunto (Ruiz y Oregui, 2001). La teoría sistémica aporta un enfoque expansionista, donde un sistema es más que la suma de sus componentes y es definido como “*un conjunto de cosas que ordenadamente relacionadas entre sí contribuyen a determinado objeto*” (RAE, 2017).

El interés de la investigación en el estudio de sistemas está dado porque permite considerar de manera simultánea muchas variables que definen un sistema y el entorno de éste. Anteriormente, los estudios se limitaban al análisis de los procesos productivos, es decir, a un análisis de enfoque parcial pero, como los sistemas son estructuras complejas, eran insuficientes para el análisis de la explotación agropecuaria (Ruiz y Oregui, 2001).

2.2. CONTEXTO MUNDIAL

Según Hemme, citado por Chilibroste y Fariña (2018) Uruguay se encuentra en el puesto No. 7 del ranking de países exportadores de productos lácteos, luego de Nueva Zelanda, Irlanda-Holanda (ambos en 2º. lugar), Estado Unidos de América, Australia, Argentina y Bielorrusia. Dado los resultados presentados por Chilibroste y Fariña (2018) Uruguay, en comparación con estos países, presenta menor productividad por hectárea expresada en leche corregida por grasa y proteína. Esto se asocia principalmente a la baja carga que se maneja en los sistemas uruguayos (alrededor de 1 vaca/ha) y no tanto a la producción individual, que se encuentra en torno a los 6.000 litros corregidos por grasa y proteína superando la producción de algunos de los países mencionados (Nueva Zelanda, Irlanda y Australia). En comparación con sus competidores Uruguay, al igual que Irlanda, presenta el valor más bajo de forraje consumido por superficie de tambo: alrededor de 4.000 kg MS/ha (Chilibroste y Fariña, 2018). La baja utilización de pasturas es un problema en los sistemas uruguayos (Chilibroste, 2015).

Los sistemas de producción de leche enfrentan nuevas limitantes como la variación en el precio de productos lácteos e insumos y la variabilidad climática (Fariña, 2016), lo que obliga a ser cada vez más eficientes en el proceso productivo. A su vez, la industria ha modificado su forma de pago valorizando más la calidad del producto, ya sea que se trate de su composición química o de su calidad bacteriológica, razón fundamental para que los productores comiencen a darle más importancia a este aspecto (Hoden y Coulon, 1991).

2.3. SITUACIÓN EN URUGUAY

La primera expansión de la producción de leche en Uruguay ocurrió entre los años 1935 y 1955, siendo su principal destino el mercado interno. Ésta se debió a un aumento tanto en el número de productores como en el área dedicada al tambo. En esa época la leche remitida a la industria era aproximadamente un 30% de la producción (Viera et al., 2013).

La segunda expansión tuvo lugar a partir del año 1975 hasta aproximadamente el 2014, basándose en una transformación tecnológica de los tambos apoyada en el suministro de más alimento por vaca. Esto permitió aumentar la producción por animal y simultáneamente aumentar la dotación, a diferencia de la expansión anterior que se basaba fundamentalmente en un aumento del área (Viera et al. 2013, MGAP. DIEA 2018).

Chilibroste (2015) presentó datos en los que fue posible observar que los tambos con mejor performance son aquellos con cargas más elevadas y con producciones individuales también altas. Si bien la carga ha ido en aumento, los mayores niveles de producción están asociados principalmente a incrementos en la producción individual. En los últimos 15 años el consumo de concentrados aumentó 347% y el de reservas un 115% en kg/ha VM (CONAPROLE, 2017b), lo que explica la mayor producción.

Los concentrados han pasado a ser un componente importante de la dieta, representando gran parte de los costos de alimentación de los sistemas (CONAPROLE, 2017b). Dado que son los alimentos más caros, esta estrategia disminuye el margen de ganancia por litro de leche, lo que limita el crecimiento en un contexto de volatilidad creciente (Fariña, 2016). Dicha volatilidad se asocia a la concentración de productos y mercados que se ha dado durante los últimos años, en donde el mercado interno no puede ejercer un efecto amortiguador debido a la menor importancia que presenta frente al mercado internacional (Artagaveytia et al., 2016), así como también al desmantelamiento de los mecanismos de protección de precios de las principales regiones exportadoras de leche (recientemente la Unión Europea y en menor medida Estados Unidos) y la presencia de nuevos actores de economías en vías de desarrollo por el lado de la demanda (Fariña, 2016).

Por todo esto, resulta clave para el sector lograr bajos costos de producción para mantenerse competitivo ante estos escenarios. En tal sentido, se plantea la idea de aumentar la producción maximizando en la dieta el uso de alimentos más baratos, como pasturas y reservas. Las primeras, según se ve reflejado en el crecimiento acumulado promedio de 5 años del sistema de monitoreo satelital de la Cooperativa Nacional de Productores de Leche (CONAPROLE), tienen el potencial de producir 11.000 kg MS/ha/año (gramíneas) y 12.000 kg MS/ha/año (*Medicago sativa*). Sin embargo, la MS cosechada por pastoreo directo y por reservas, en los sistemas analizados en el “Proyecto de Producción Competitiva” (PPC), se encuentra entre los 3.000 y los 6.000 kg de MS

ha/año (Chilibroste, 2015). La cosecha de forraje se puede mejorar aumentando la carga animal e implementando un sistema de manejo del pastoreo (Chilibroste, 2015).

2.3.1. Caracterización de los sistemas lecheros

2.3.1.1. Alimentación

Según CONAPROLE (2017a) la dieta típica que presentan los tambos uruguayos se caracteriza por estar compuesta de un 50% de pasto, 28% de concentrados y 22% de reservas. La proporción de estos componentes repercute directamente en el costo de alimentación que representa alrededor de un 65% de los costos totales del tambo.

A partir de un estudio realizado por Artagaveytia et al. (2016) se clasificaron los sistemas de producción lecheros uruguayos en varios grupos. Según el manejo alimenticio del rodeo se realizó una primera división: alto consumo de pasto (10 kg MS/VM/día que representan un 68% de la dieta) al cual pertenecen 986 tambos de los 1619 analizados y por otro lado, alto consumo de concentrado (6 kg MS de pasto/VM/día que representan un 45% de la dieta) en el cual se encuentran los restantes 633 tambos del estudio. Los mismos se siguieron subdividiendo en base a otras características llegando a un total de 7 grupos. Se analizó también el costo de producción llegando a la conclusión de que los sistemas con alto consumo de pasto presentan un costo inferior a los de alto consumo de concentrado, expresado como centavos de U\$\$/litro de leche producida.

Dillon et al. (2005) mencionan que en sistemas lecheros que presentan como dieta base la pastura es de esperar inferiores costos unitarios, asociados a un menor costo de alimentación y mano de obra. A su vez, el costo de suministro de alimentos adquiere menor relevancia en sistemas pastoriles en relación a sistemas intensivos.

A su vez, remarcan que estos sistemas son aplicables en regiones en donde el potencial de producción de las pasturas es alto, con baja variabilidad entre estaciones tanto en producción como en calidad. Uruguay presenta una producción de pasturas con una marcada estacionalidad (CONAPROLE, 2017a), por ende los sistemas de producción de leche de base pastoril existen en el país con distinto nivel de inclusión de reservas y concentrados para hacer frente a los momentos del año en que la producción de las pasturas es baja.

2.3.1.2. Carga

Durante las últimas dos décadas la carga de los sistemas lecheros expresada en VM/ha VM se ha visto incrementada. Esto surge a raíz del proceso de intensificación que atraviesa la producción en este período, en el cual se buscó aumentar la producción de leche por ha. Según los datos de MGAP. DIEA (2017) la carga pasó de ser 0,85 VM/ha VM en 1996 a 1,16 VM/ha VM en 2016.

Otro factor que determina este aumento de la carga es el incremento en el precio de la tierra en los últimos años como consecuencia de la expansión del rubro agrícola (Vasallo, 2011). En este sentido, se muestra una tendencia alcista de la cantidad de litros necesarios para adquirir una hectárea de tierra desde el año 2000 hasta el 2014 inclusive. Al inicio del período se necesitaban 3.000 litros, mientras que al final eran necesarios 9.500 litros aproximadamente (MGAP. DIEA, 2018).

Por otra parte, Durán (2004) menciona que para obtener sistemas pastoriles eficientes se deben alcanzar altas producciones de forraje acompañadas de altas utilidades, manejadas a través de la carga animal y además lograr buenas transformaciones en leche. También reconoce que, debido a la variación en crecimiento que presentan las pasturas entre y dentro de las estaciones, no se podrían mantener altas cargas en los sistemas sin el uso de reservas y concentrados como variables planificadas para el ajuste de dietas. Estas herramientas permiten hacer un buen manejo del pastoreo evitando sobrepastoreos y entradas a potreros con baja disponibilidad de MS, lo cual dificulta alcanzar el potencial de producción de las pasturas. El reporte de CONAPROLE (2017a) advierte que obtener una alta cosecha de forraje es una condición necesaria pero no suficiente para obtener buenos resultados económicos, ya que también es importante tener una elevada producción del mismo.

Kolver y Muller (1998) explican que la pastura, como única fuente de nutrientes, no sería capaz de cubrir los requerimientos energéticos de las vacas lecheras de alta producción. Por la misma razón, Schöbitz et al. (2013) opinan que la suplementación es necesaria para poder mejorar la producción. CONAPROLE (2017b) menciona que efectivamente el aumento de la carga dado en Uruguay en los últimos años ha sido acompañado por un aumento en el consumo de concentrados y reservas/ha VM. De esta manera, teniendo en cuenta que los litros producidos/ha aumentan conjuntamente con la carga, el margen de alimentación (expresado por ha VM) es mayor en aquellos sistemas que manejan cargas superiores (CONAPROLE, 2017b).

2.3.1.3. Genética

Históricamente en Uruguay la raza utilizada para la producción de leche ha sido Holstein con origen norteamericano y canadiense, que fue seleccionada para sistemas confinados (Pereira et al., 2010). Estos animales se caracterizan por ser más pesados, producir un mayor volumen de leche, menores porcentajes de proteína, grasa y lactosa y menor fertilidad que las vacas Holstein con origen neozelandés (Laborde et al. 1998, Mwansa y Peterson 1998, Harris y Kolver 2001, Pereira et al. 2010). Además, son animales que tienen consumos superiores y menos terneros a igual largo de vida en comparación con otras razas (Camargo, 2012). Suelen padecer de problemas importantes de patas debido al tamaño y peso (Pereira et al., 2010), lo que genera un alto porcentaje de descarte.

La menor fertilidad y por lo tanto la imposibilidad de mantener un intervalo de partos de 365 días, parece ser una de las razones clave de la reducción de la supervivencia de las vacas Holstein norteamericanas dentro de un sistema de producción lechera estacional (Harris y Kolver, 2001). La selección exclusiva por producción de leche, como se practicó por mucho tiempo, en donde la genética norteamericana había ganado lugar, trajo consigo una disminución en la rentabilidad de los sistemas lecheros en países de base pastoril, dado que los costos asociados al descarte de animales por problemas reproductivos se incrementaron en mayor medida que los ingresos obtenidos (McCarthy et al., 2007). Existen correlaciones genéticas negativas entre producción – fertilidad y producción – salud, lo que dificulta el cumplimiento de metas reproductivas, sanitarias e incluso en algunos casos productivas (Camargo, 2012).

En la actualidad, la raza lechera que predomina en el país es la Holstein norteamericana, representando un 83% del rodeo nacional. Le siguen las cruizas con 9% y la Holstein neozelandesa con 6% (INALE, 2014). En los últimos años se ha empezado a incorporar en Uruguay genética de origen neozelandés, dado que en dicho país las condiciones de producción son de base pastoril (Pereira et al., 2010) por lo que se espera que tengan una mejor adaptación que la genética norteamericana. Estos animales por ser de inferior tamaño presentan menores requerimientos de mantenimiento (Pereira et al., 2010) y menores variaciones de peso durante la lactancia (Roca y González, 2012).

La genética neozelandesa se caracteriza por una alta producción de sólidos (grasa y proteína) aunque presenta un menor potencial de producción de leche, menor peso vivo y mejor condición corporal durante la lactancia en comparación con la raza Holstein de origen norteamericano. Son animales que se adaptan muy bien a sistemas que cuentan con bajo nivel de insumos y alta proporción de forraje verde en la dieta (Horan et al., 2005). Esta genética tolera cargas más elevadas sin afectar de manera importante la producción de leche en comparación con la americana, pero tiene menor respuesta al concentrado en litros que ésta última (0,55 kg de leche por kg de concentrado vs 0,91 a 1,15 kg de leche por kg de concentrado, McCarthy et al., 2007).

Los índices de selección han evolucionado a escala mundial cambiando el foco desde la producción a un objetivo de crianza más balanceado. Se busca mejorar la producción, especialmente el rendimiento en proteína, así como también la longevidad, salud de la ubre, conformación y reproducción (Miglior et al., 2005). Durante muchos años la selección estuvo dirigida a lograr animales de mayor producción en volumen de leche y como ya se mencionó, esto tuvo consecuencias negativas que repercuten directamente en los costos de producción. Los nuevos índices de selección tratan de evitar dicha problemática (Oltenucu y Algers, 2005).

Se está comenzando a utilizar en el país un índice de selección conocido como “Índice Económico Productivo” (IEP) a partir del cual se resume en un sólo valor información económica y genética conocida, facilitando de esta manera el proceso de selección. Con este índice se busca alcanzar un balance óptimo entre las características

biológicas de interés teniendo en cuenta el aporte económico de cada rasgo para así maximizar la rentabilidad (Urioste et al., 2016). El objetivo del IEP es lograr identificar los animales que transmitan a su progenie la combinación genética más eficaz para lograr alta rentabilidad productiva en Uruguay (Aguilar, 2015).

Según Fernando Sotelo, gerente de Mejoramiento y Control Lechero del Uruguay, en la entrevista realizada por Ferreira (2017), *“el índice conjuga todo el potencial genético para producción de leche, grasa y proteína, y un rasgo reproductivo, que es la tasa de preñez de hijas, combinado con valores económicos, tanto de costos como de ingresos de un establecimiento lechero tipo”*. La capacidad de transmitir a la progenie se expresa a través de la “Diferencia Esperada de Progenie” (DEP) para cada característica, las cuales multiplicadas por su valor económico conforman el índice mencionado, en base a la siguiente fórmula:

$$\text{Índice U\$S} = (\sum \text{DEP Característica} * \text{Valor Económico}) \text{ (MU, 2018).}$$

No todas las características evaluadas influyen de igual manera en el resultado final del IEP. Éste está explicado en un 50% por la DEP de proteína, un 13% por la DEP de producción de grasa, y pondera de forma negativa el volumen de leche con cerca del 30%. La característica reproductiva expresada como tasa de preñez de hijas (TPH), se valora positivamente con un 11% del total (MU, 2018).

Las vacas de genética neozelandesa en general presentan valores de IEP superiores a las vacas de genética norteamericana. Por ejemplo, en la Unidad de Lechería de INIA La Estanzuela, el rodeo de genética neozelandesa tiene un valor de IEP promedio de 120 y el de genética norteamericana de 109.

Según las características del ganado Holstein de origen neozelandés, se podría esperar que se adapte mejor a las condiciones pastoriles y de producción del país, así como al sistema de pago establecido por la industria uruguaya donde, en general, se paga por kg de sólidos y se penaliza por volumen, células somáticas y recuentos bacterianos.

2.4. RESULTADO ECONÓMICO

Para pensar en el resultado económico de una explotación lechera es indispensable tener en cuenta el precio obtenido por unidad de producto y los costos generados para obtenerlo. Es necesario que los costos permitan alcanzar un margen positivo frente a diferentes escenarios de precios (Fariña, 2016).

Dentro de los costos, el de alimentación se podría considerar uno de los más importantes, ya que representa por lo menos un 50% del costo por litro de leche (Hazard, 2017). Debido a esto, surge un indicador de gran utilidad que es el margen de alimentación. CONAPROLE, en el marco del PPC, especifica que se trata del dinero que queda libre procedente de la venta de leche, una vez que se descontaron los costos de

alimentación para producirla. Este indicador es el factor que define en mayor medida el ingreso de capital obtenido en el sistema (CONAPROLE, s.f.).

El margen de alimentación expresado por ha VM presenta una correlación alta y positiva ($r^2 = 0,91$) con el ingreso de capital (IK). El IK es la remuneración del total de activos involucrados en el proceso productivo o, dicho de otra forma, el resultado de la operación -como monto absoluto- en sentido económico durante un ejercicio agrícola (Molina y Álvarez, 2011). Es la diferencia entre el producto bruto y los costos totales, tanto en efectivo como en no efectivo, sin considerar la renta e intereses por el uso de capital ajeno (Molina y Álvarez, 2011).

Aquellos sistemas que presentan una baja eficiencia en el consumo de pasto por vaca en ordeño (VO), manejan mayores niveles de suplementación con un uso más ineficiente del concentrado. A pesar de aumentar la producción por vaca, la combinación de menos consumo de pasto con una baja eficiencia en el uso de concentrado no permite mejorar el margen de alimentación por vaca o por hectárea (Aguerre y Chilbroste, 2018).

La productividad y subsecuente retorno económico de una vaca lechera están determinados por el ambiente y el manejo, en especial por la alimentación y por el estado sanitario, así como también por el potencial de producción determinado por la genética (McCarthy et al., 2007). Ésta, para ser óptima, tiene que resultar en las mayores ganancias dentro del sistema y sólo puede ser identificada combinando todas las características productivas y de salud, de importancia económica pertinentes para el ambiente de producción (McCarthy et al., 2007).

2.5. CALIDAD DE LA LECHE

Dado que en la industria uruguaya se paga por sólidos es necesario mantener una alta producción de los mismos. Una vía posible para lograrlo es aumentando la ingesta de MS dado que incrementa el nivel de producción individual hasta llegar a su máxima capacidad o potencial (Castillo, s.f.) por lo tanto, la alimentación constituye el medio más eficaz a corto plazo para hacer variar el contenido de grasa y proteína en la leche (Linn y Minn, 1989). Según Campabadal (1999) la grasa, proteína, lactosa, los minerales y el agua son los nutrientes que utilizan las células de la glándula mamaria para la síntesis de los componentes de la leche.

2.6. HIPÓTESIS

La hipótesis en la que se basa el presente trabajo es que la EA afecta la producción, la composición de la leche y el margen de alimentación.

Se espera que los animales bajo la EA con mayor participación de pasto cosechado directamente presenten un menor costo de alimentación y por lo tanto obtengan un mayor margen de alimentación.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la Unidad de Lechería de INIA La Estanzuela ubicada en el km 11 de la Ruta 50 del Departamento de Colonia, entre el 1ro. de setiembre de 2017 y el 31 de marzo de 2018.

El clima en esta región se caracteriza por ser templado a semi húmedo, con temperaturas promedio para el período analizado de 15,5 °C en primavera y 22,2 °C en verano como puede verse en la figura No. 1.

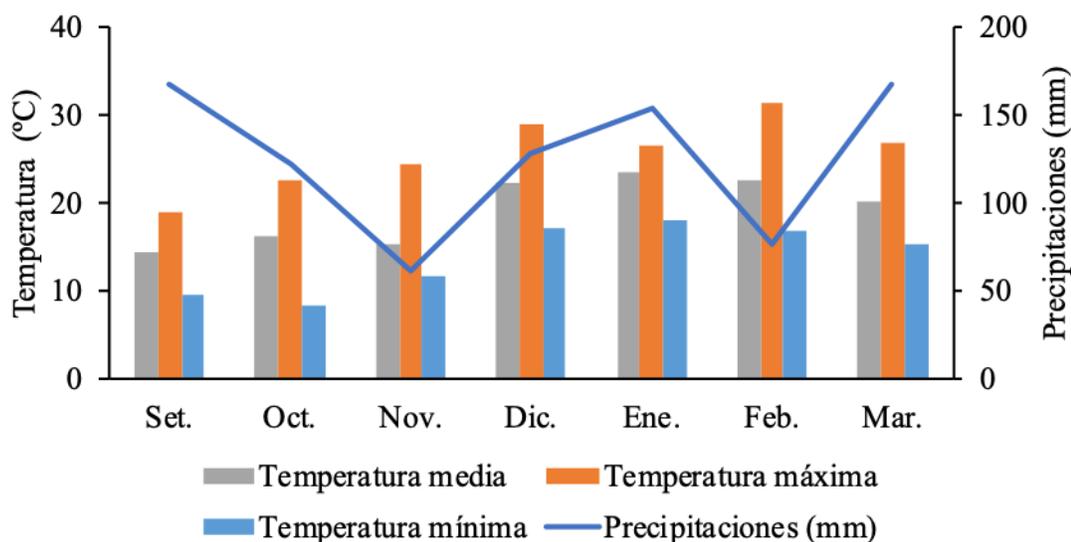


Figura No. 1. Temperatura y precipitaciones para el período de estudio.

Fuente: adaptado de INIA (2018).

3.1. CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO

En el estudio se compararon 2 sistemas de producción que difieren en la EA que utilizan.

Los sistemas son:

- **MD**: la participación de la pastura es fija para cada mes e independiente de la TC, abarcando aproximadamente 33% de la dieta promedio anual. El 66% restante se compone por los concentrados y reservas en igual proporción. El concentrado tiene una pequeña variación mensual en función del momento de la lactancia (cuadro No. 1). En caso de que el crecimiento de las pasturas superase la asignación propuesta por animal se confeccionaban reservas (henolaje). Por el contrario, si el crecimiento

de las pasturas era inferior a la asignación propuesta se incrementaba la participación de reservas en la dieta.

- **MP:** la participación de la pastura en la dieta es máxima, en función de la TC, mientras que los concentrados presentan participación fija mensual distribuida en función del momento de la lactancia. En cuanto a las reservas, éstas se suministraban sólo cuando la pastura y el concentrado no eran suficientes para alcanzar el consumo potencial (calculado para cada mes). En caso de que el crecimiento de las pasturas superase la asignación propuesta por animal se confeccionaban reservas (henolaje).

En el cuadro No. 1 se puede observar la participación de cada tipo de alimento (en % de la MS total ofrecida) esperada para cada EA.

Cuadro No. 1. Participación en la dieta (en % de la MS total ofrecida) esperada para cada EA.

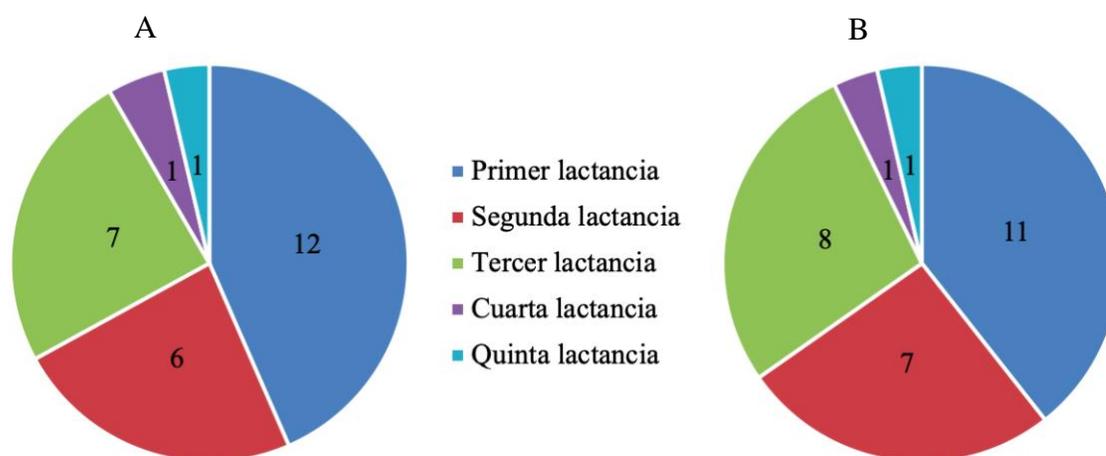
	MD	MP
Pastoreo directo	33,3 %	60 %
Concentrado	33,3 %	33 %
Reservas	33,3 %	7 %
Forma de suministro	Reservas junto con concentrados con mixer, en pista de alimentación	Concentrado en sala de ordeño, reservas con vagón forrajero en pista de alimentación

Cada sistema está compuesto por 30 vacas con al menos 75% de genética neozelandesa. En el cuadro No. 2 se presenta la caracterización de cada uno de los rodeos al inicio del estudio.

Cuadro No. 2. Caracterización de los rodeos al inicio del estudio.

	MD	MP
No. VO	30	30
Superficie (ha VM)	12,1	12
Carga (kg PV/ha VM)	1235	1208
Días en lactancia	139	140
Peso vivo (PV, en kg)	498 ± 52,4	483 ± 67,1
Condición corporal (CC, 1 a 5)	2,5 ± 0,18	2,43 ± 0,19
IEP	118,9	120
DEP de grasa	6,4	6,3
DEP de proteína	4,6	4,3

La composición de los rodeos en función del número de lactancias es similar (figura No.2) en los dos sistemas.



A) MD y B) MP.

Figura No. 2. Composición de los rodeos en función del número de lactancias para los sistemas

Cada uno de los sistemas en estudio funciona como un tambo comercial independiente, con una superficie fija asignada. Los potreros fueron caracterizados en base a variables de suelo y distribuidos a los sistemas de manera equitativa. Los dos

tambos fueron manejados por el mismo personal, tienen igual infraestructura (aguadas, sombras, áreas de descanso) e igual manejo tanto en lo agronómico como en el pastoreo. Las rotaciones para cada EA se pueden ver en la figura No. 3.

	Año 1				Año 2				Año 3				Año 4				Año 5			
	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V
MD	Alfalfa + dactylis												Maíz	Avena	Maíz					
	Festuca												Maíz	Avena	Maíz					
MP	Alfalfa + dactylis													Avena	Maíz					
	Festuca														Maíz					

Figura No. 3. Rotaciones para cada EA.

La asignación y distribución del forraje se realizó siguiendo el sistema de pastoreo propuesto por INIA La Estanzuela: "las 3 R". El mismo consiste en un conjunto de reglas que resultan en óptima calidad, producción y persistencia de la pastura, como también en máxima transformación de pasto en producto animal, si se aplican de manera consistente (Fariña et al., 2017). El referido sistema consta de 3 pasos:

- 1) Recorrida: monitoreo semanal de stock y crecimiento de la plataforma de pastoreo;
- 2) Rotación: ajuste de la rotación de pastoreo de acuerdo al crecimiento esperado;
- 3) Remanentes: control de remanentes de pastoreo con un objetivo de 15-20% de área de matas de rechazo y 4-5 cm de altura entre matas (excepto en verano que se apunta a 7-8 cm).

3.1.1. Diseño del experimento

Los dos sistemas en estudio tenían como objetivo cosechar diariamente todo el crecimiento de pasto, ya sea en forma de pastoreo directo o de reservas.

Todos los lunes, dentro del período del experimento, se realizó la recorrida de la totalidad de los potreros de cada tambo para obtener una estimación de cuanto forraje disponible había. De esta forma, se calculó el crecimiento diario total de cada sistema, explicado por la tasa de crecimiento promedio diaria y por la superficie efectiva de pastoreo. Todos estos datos fueron registrados de manera individual para cada sistema.

Para estimar la disponibilidad en cada potrero se tomaba el valor promedio de la transecta (línea diagonal que atraviesa los potreros, figura No. 4) por medio de una estimación visual. Cabe destacar que todas las semanas se recorrió la misma transecta. Por otro lado, se evaluó también el estado fenológico de las pasturas contabilizando el número de hojas desarrolladas por planta desde el último pastoreo o corte para las gramíneas, en este caso *Avena sativa*, *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata* (avena, festuca y

dactylis respectivamente), y el número de nudos para *Medicago sativa* (alfalfa), única leguminosa instalada en los sistemas.

En forma simultánea a la estimación visual de MS, para complementar y aportar más información en la toma de decisiones, se midió la disponibilidad de cada potrero con un pasturómetro C-dax[®]. Este implemento es tirado por un cuatriciclo y mide la altura de la pastura por medio de rayos infrarrojos. Luego, el valor de altura promedio es convertido por medio de ecuaciones a valores de disponibilidad. Cabe destacar que en este estudio se utilizaron ecuaciones generadas en INIA para las condiciones locales.

Con la información de la recorrida se calcularon las TC (kg MS/ha/día) ponderadas de cada sistema y el stock promedio (kg MS/ha), utilizando esta información es que se asignó el pasto por día. Se pretende que el stock se encuentre siempre en valores cercanos a los 500 kg MS/ha (por encima de los 5 cm) y que diariamente se aproveche todo el pasto que crece (ya sea en forma directa o de reservas).

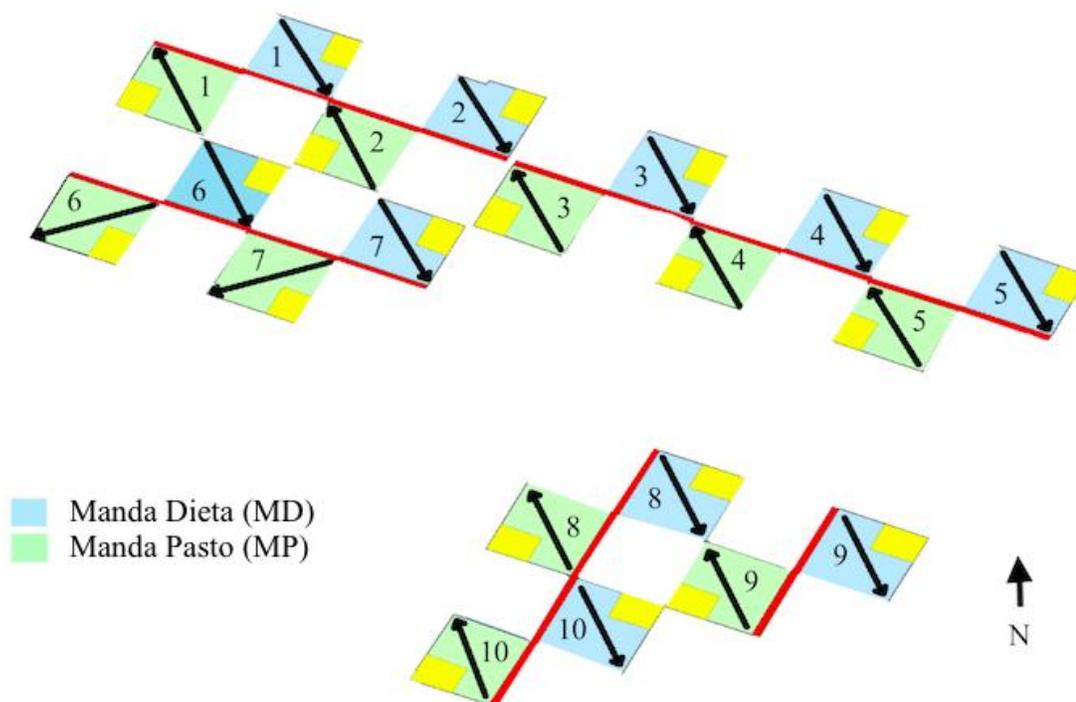
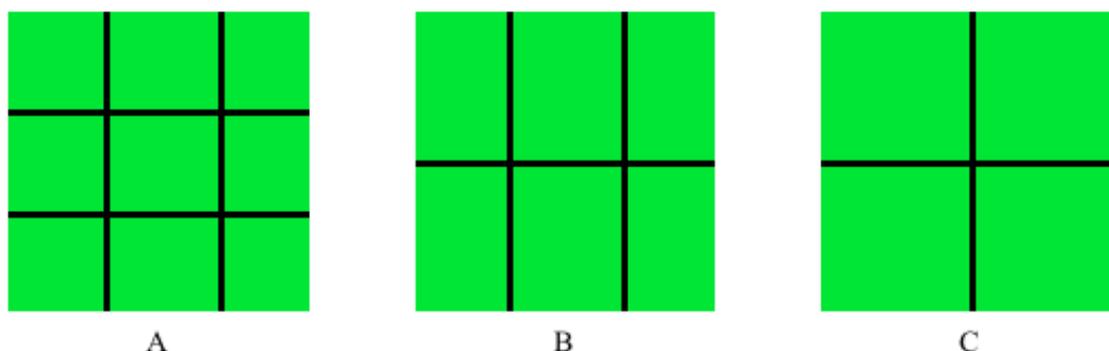


Figura No. 4. Esquema de distribución de los potreros.

El orden de entrada a los potreros se definió principalmente por el disponible, aunque también se tuvieron en cuenta el número de hojas de las plantas para gramíneas y el número de nudos para la leguminosa.

Cuando el pasto disponible por vaca resultó menor a 8 kg MS/VO/día se ofreció en 1 turno de pastoreo. En cambio, cuando resultó mayor se ofreció en 2 turnos. El tamaño de franja diario se calculó teniendo en cuenta los kg de MS de pasto del potrero, el número de animales y el pasto disponible por animal (figura No.5).



A) franjas de 40 m x 40 m, permiten 9 pastoreos B) franjas de 40 m x 60 m, permiten 6 pastoreos y C) franjas de 60 m x 60 m, permiten 4 pastoreos.

Figura No. 5. Tamaños de franja posibles para cada potrero.

3.1.2. Estimación del consumo

Tanto el consumo individual de concentrado en la sala para las MP, como el de los alimentos entregados en la pista de alimentación (reservas + concentrados en estrategia MD y reservas en estrategia MP), se estimó semanalmente por diferencia entre ofrecido y rechazado. Luego, se llegó al consumo individual dividiendo la MS desaparecida por el número de vacas.

El consumo de pastura se estimó por diferencia entre biomasa pre y post pastoreo, de la siguiente forma: A) previo a la entrada de los animales (nunca más de 72 hs. antes) se realizaba una pasada en zigzag por la franja con el pasturómetro C-dax®, con el fin de capturar la mayor cantidad de variabilidad posible dentro de la parcela, para estimar la MS disponible y B) a la salida de la parcela, se volvía a realizar otra pasada (manteniendo los mismos criterios que a la entrada y considerando los repasos de la parcela) para medir la MS remanente. El pasto desaparecido grupal se calculó por diferencia entre la MS disponible y la MS remanente. Se estimó el consumo de pastura individual dividiendo la pastura desaparecida por el número de vacas.

3.1.3. Producción y composición de la leche

La producción de leche diaria se registró de manera automática e individual mediante un sistema electrónico. Cada quince días se realizó un control lechero en el cual se tomaron muestras de leche individuales, tanto en el ordeño de la mañana como en el de la tarde. Las muestras se analizaron en el laboratorio de calidad de leche de INIA La Estanzuela, para conocer los contenidos de grasa butirosa (GB; ISO 9622:2013 (IDF141)),

proteína bruta (PB; ISO 9622:2013 (IDF141)), lactosa (ISO 9622:2013 (IDF141)), sólidos totales (FIL208/1987) y urea (Boletín FIL383/2003), utilizando un análisis infrarrojo medio (Bentley Model 2000, Bentley Instruments Inc.) según metodología propuesta por IDF (2000).

3.1.4. Condición corporal y peso vivo

En forma quincenal se efectuó la estimación de la condición corporal utilizando la escala de 5 puntos de Edmonson et al. (1989). La misma fue realizada siempre por el mismo observador (previamente entrenado). Una vez por mes se realizó la medición del peso vivo individual para cada uno de los lotes.

3.1.5. Composición química de los alimentos

Se tomaron muestras semanales de todos los alimentos ofrecidos. Las pasturas fueron evaluadas utilizando el método de muestreo de “hand clipping”, que imita la forma de cosecha del animal. Luego de muestreados, los alimentos húmedos fueron secados en una estufa a 65 °C durante 48 hs. para obtener el contenido de MS parcial. Una vez terminado este proceso todas las muestras se molieron utilizando un molino Willey con malla de 1 mm. A partir de las muestras generadas durante un mes se formó un pool para cada alimento que se envió al laboratorio para su análisis químico. Se determinaron los contenidos de: MS absoluta y cenizas (AOAC, 1984), fibra insoluble en detergente neutro (FDN), fibra insoluble en detergente ácido (FDA) y lignina (Van Soest et al., 1991) en un equipo Ankom modelo 220. Por otro lado, se determinó el contenido de nitrógeno total mediante el método de Kjeldahl (AOAC, 1984) en un equipo ProNitro (JP Selecta, Barcelona, España). Por último, el contenido de proteína cruda (PC) fue estimado mediante la multiplicación del nitrógeno total por el factor 6,25.

3.1.6. Margen de alimentación

El margen de alimentación se calculó por diferencia entre los ingresos y los costos de alimentación de cada sistema. Para calcular los ingresos se usaron los datos de producción y composición de la leche registrada y se tomaron los precios pagados por CONAPROLE para cada mes. En Uruguay el precio de la leche está determinado por la industria. Se llega al mismo por medio de ponderaciones de cada componente. Por un lado, se calcularon los kilogramos de grasa y proteína que fueron remitidos. Los mismos se multiplicaron por sus precios unitarios 58,18 \$U/kg y 159,17 \$U/kg, respectivamente. A su vez, se realizó una corrección por los litros que fueron remitidos, teniendo los mismos un valor de - 0,756 \$U/kg. La suma de estos componentes redundó en el llamado total básico. Al mismo, se le sumaron dos tipos de bonificaciones, la correspondiente a la calidad (que toma en cuenta el recuento bacteriano y el número de células somáticas) y la bonificación invierno-verano. A su vez, se agregó la prima por ser socio cooperario, así como la prima extra de respaldo. Una vez terminado este cálculo, se llegó al total de la remesa. A la misma se le restaron las retenciones legales, compuestas por IMEBA (1,10%), INIA (0,40%), el fondo para la vacuna antiaftosa y el seguro de enfermedades

prevalentes en bovinos, lo que lleva a la remesa neta, es decir, el precio que obtiene el productor por cada litro remitido.

Para el cálculo de los costos de alimentación se tomaron los precios de los alimentos ofrecidos ya que, independientemente de que los animales los consuman o no, forman parte de los costos, y los gastos de suministro. Para los concentrados se tomó el valor de compra de los mismos en el mercado y se ponderó por los kg ofrecidos. En lo que respecta a las reservas y pastura se tomaron en cuenta los costos de producción. Para las reservas se consideraron los costos de implantación y confección ponderados por el rendimiento para obtener el costo por kg de MS. En el caso de las pasturas se tomó en cuenta el costo de la siembra y su mantenimiento, a su vez se utilizó el rendimiento promedio esperado y se llegó a un costo por año, que finalmente fue llevado a costo por ha y por kg de MS. Los gastos de suministro se calcularon en función de los días del mes con alimentación en pista (100 % en MD, variable en MP) y el combustible consumido durante los mismos.

El PPC ofrece a los productores una herramienta que sirve de ayuda para la toma de decisiones y para la gestión de la empresa lechera. De todos los tambos que remiten a dicha empresa, los que deciden participar (alrededor de 500) brindan determinada información que permite el cálculo de indicadores. Entre ellos se encuentran el costo de alimentación, los ingresos, el precio de la leche y el margen de alimentación. Para tener una aproximación de cómo son los indicadores de los sistemas en estudio en relación a otros, se compararon con los reportados en el PPC.

3.1.7. Análisis estadístico

Los datos de producción y composición de leche se analizaron estadísticamente, utilizando un modelo lineal mixto (Proc Mixed; SAS Institute, 1996), donde los efectos fijos fueron la EA (MD y MP) y la fecha de medición (1 a 16, correspondiente a la fecha de cada control lechero) y el efecto aleatorio cada animal. Se utilizó como covariable el momento de la lactancia (temprana, media y avanzada).

El modelo fue;

$$Y_{ijk} = \mu + Cov + E_i + F_j + E_i * F_j + Error_{ijk}$$

donde:

μ = media; Cov = covariable (momento de la lactancia); E = estrategia de alimentación (MD; MP); F = fecha de medición (1 a 16) y Error = error experimental.

El modelo para las variables PV y CC fue:

$$Y_{ij} = \mu + E_i + F_j + Error_{ij}$$

donde:

μ = media; E = estrategia de alimentación (MD; MP); F = fecha de medición y Error = error experimental.

Para la producción individual acumulada se utilizó un modelo lineal general (Proc GLM; SAS Institute, 1996).

El modelo fue;

$$Y_{ij} = \mu + E_i + F_j + E_i * F_j + \text{Error}_{ijk} \quad \mu + E_i + \text{Error}_{ij}$$

donde:

μ = media; E = estrategia de alimentación (MD; MP); F = fecha de medición y Error = error experimental.

Para este análisis no se tuvieron en cuenta las vacas que parieron dentro del período, es decir de parto 2018 ya que se encontrarían en lactancia temprana produciendo un sesgo en los resultados. Tampoco se tuvieron en cuenta los animales que pasaron menos de 150 días en el ensayo. Para el análisis se mantuvo la misma cantidad de vacas en cada estrategia (n = 28).

4. RESULTADOS

4.1. COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS

En el cuadro No. 3 se presentan los ingredientes y la composición química de la dieta para las dos EA. Se observa que ambas son similares en cuanto a las características químicas, aún estando compuestas por diferentes alimentos y proporciones de los mismos. En anexo No. 1 se adjunta las características químicas de los alimentos para ambas estrategias de manera mensual.

Cuadro No. 3. Ingredientes y composición química promedio para cada una de las EA.

	MD	MP
Ingredientes (kg MS/VO/día)		
Cáscara de soja	1,75	-
Ensilaje de maíz	4,44	3,51
Grano húmedo de maíz	2,54	-
Harina de soja	2,31	-
Henolaje	1,89	1,51
Pastura	6,11	9,03
Ración sala	-	6,34
Total	19,05	20,39
Composición química (% MS)		
PC	17,74	17,75
FDA	24,40	22,13
FDN	38,92	40,07
Cenizas	7,11	8,64
Energía neta de lactación (ENL; Mcal/kg MS)	1,59	1,66

4.2. PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

En el cuadro No. 4 se presentan los resultados de producción y composición de la leche de los sistemas en estudio. La fecha de medición afectó de manera significativa todas las variables estudiadas ($p < 0,05$). La EA (o tratamiento) hizo variar significativamente el contenido (%) y la producción (kg/VO/día) de proteína bruta y la producción de sólidos (grasa más proteína en kg/VO/día). Estas variables fueron superiores para las vacas bajo la estrategia MP. Además, se encontró una tendencia ($p < 0,10$) a mayor producción de leche (kg/VO/día) y lactosa (en kg/VO/día) en la misma

estrategia. En cambio, el contenido y la producción de grasa no presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($p>0,05$).

Cuadro No. 4. Producción y composición de la leche de dos sistemas de producción con EA contrastantes.

Variable	MD	MP	EEM**	Significancia*	
				Grupo	Fecha
Leche (kg/VO/día)	20,8	21,9	0,43	†	(*)
GB (kg/VO/día)	0,90	0,97	0,031	NS	(*)
PB (kg/VO/día)	0,76	0,83	0,021	(*)	(*)
Lactosa (kg/VO/día)	0,99	1,05	0,028	†	(*)
GB + PB (kg/VO/día)	1,64	1,80	0,049	(*)	(*)
GB (%)	4,43	4,42	0,079	NS	(*)
PB (%)	3,68	3,79	0,038	(*)	(*)
Lactosa (%)	4,89	4,85	0,018	NS	(*)

* Significancia: NS, $p>0,05$; (*), $p<0,05$; †, $p<0,10$.

**Error estándar de la media.

En las figuras No. 6 y 7 se puede observar la evolución de cada variable mes a mes. En la mayoría de los meses las MP presentan una mayor producción de leche medida en kg/VO/día. Con respecto a la grasa (en % y en kg/VO/día) parece diferir mensualmente entre EA pero resulta estadísticamente similar. Para el caso de la proteína y lactosa los porcentajes fueron muy similares entre ambos tratamientos. En cambio, en kg/VO/día, las MP presentan una mayor producción para ambos sólidos.

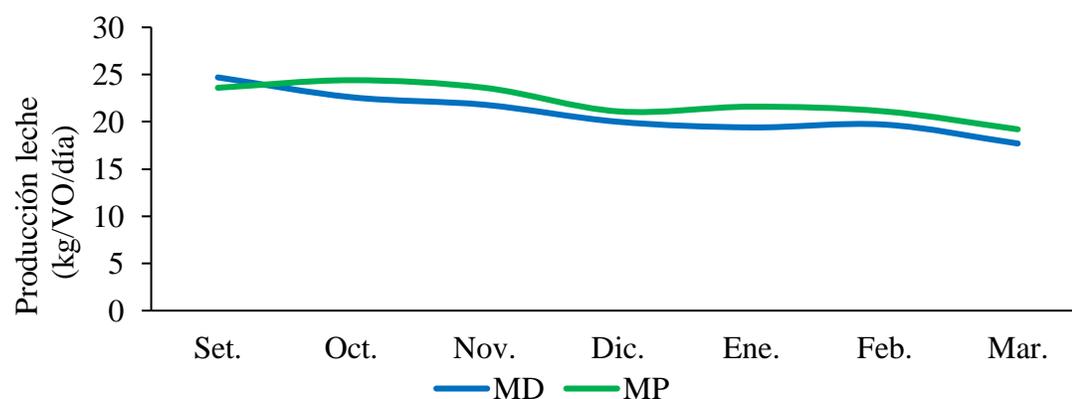


Figura No. 6. Producción de leche en kg/VO/día de dos sistemas de producción con EA contrastantes.

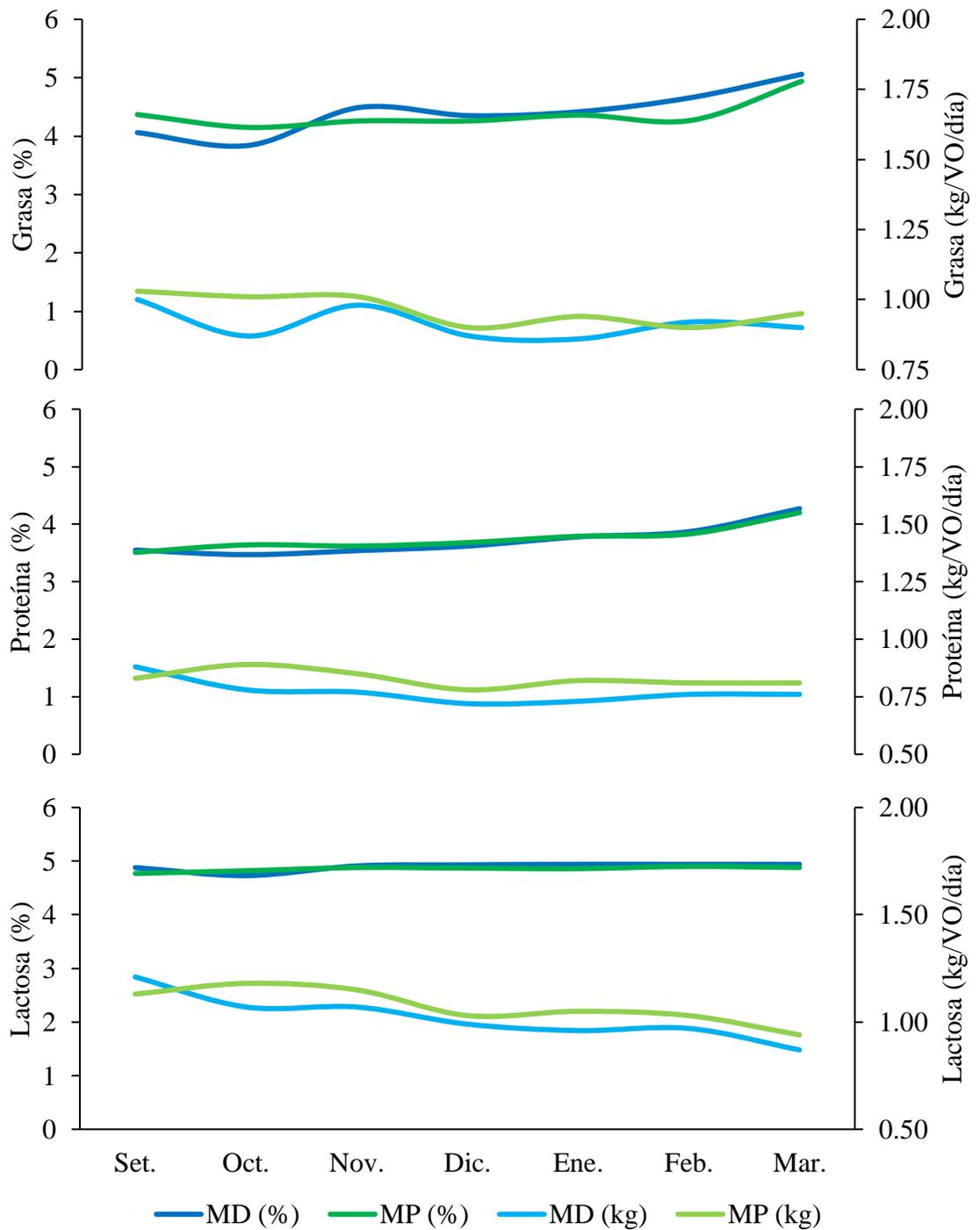


Figura No. 7. Contenido de grasa, proteína y lactosa en % y kg/VO/día de dos sistemas de productivos con EA contrastantes.

Analizando la producción acumulada individual para el período (cuadro No. 5), se observa que el sistema MP presenta valores significativamente mayores ($p < 0,05$) para todas las variables, a excepción de la grasa acumulada, en la cual presenta una tendencia a mayor producción ($p < 0,10$).

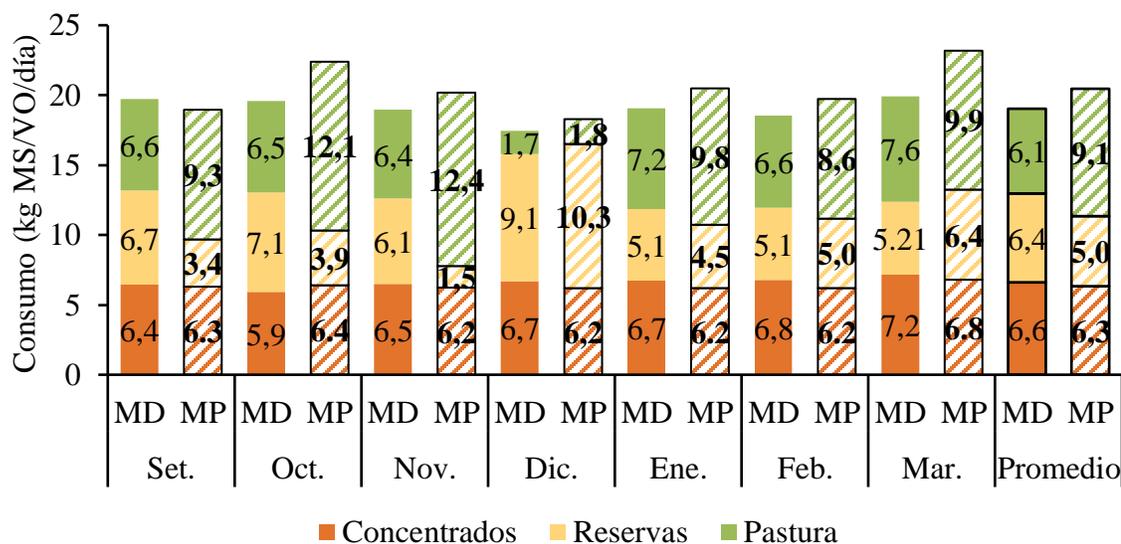
Cuadro No. 5. Producción individual acumulada durante el período experimental.

Variable	MD	MP	EEM**	Significancia*
				Grupo
Leche acumulada (kg/VO)	4.096	4.501	138,8	(*)
GB acumulada (kg/VO)	176,1	194,2	6,65	†
PB acumulada (kg/VO)	149,3	165,6	4,83	(*)
GB+PB acumulada (kg/VO)	325,5	359,8	10,97	(*)

Significancia: (), $p < 0,05$; †, $p < 0,10$.
 **Error estándar de la media.

4.3. CONSUMO

En la figura No. 8 se presentan los consumos de cada tipo de alimento (en kg MS/VO/día) para ambas EA. Se deduce que las MD consumen en promedio 32% de pasto, 33% de reservas y 35% de concentrados en el período de estudio. Estos valores son muy similares a los esperados. En cambio, las MP consumen un 45% de pasto, 25% de reservas y 30% de concentrados, difiriendo de la dieta teórica. Las MP presentan un consumo total superior y una mayor ingesta de pasto por cosecha directa que las MD.



Barras sólidas indican estrategia MD y barras rayadas indican estrategia MP.

Figura No. 8. Consumo estimado de concentrados, reservas y pastura (kg MS/VO/día) de las EA contrastantes

En lo que respecta al consumo de energía de la dieta (figura No. 9) se vio que para todo el período las MP se encuentran por encima de las MD, lo mismo ocurre con el consumo de FDN. En cambio, para la proteína, se encuentran por arriba en los meses de setiembre y octubre, igualándose en el resto del período.

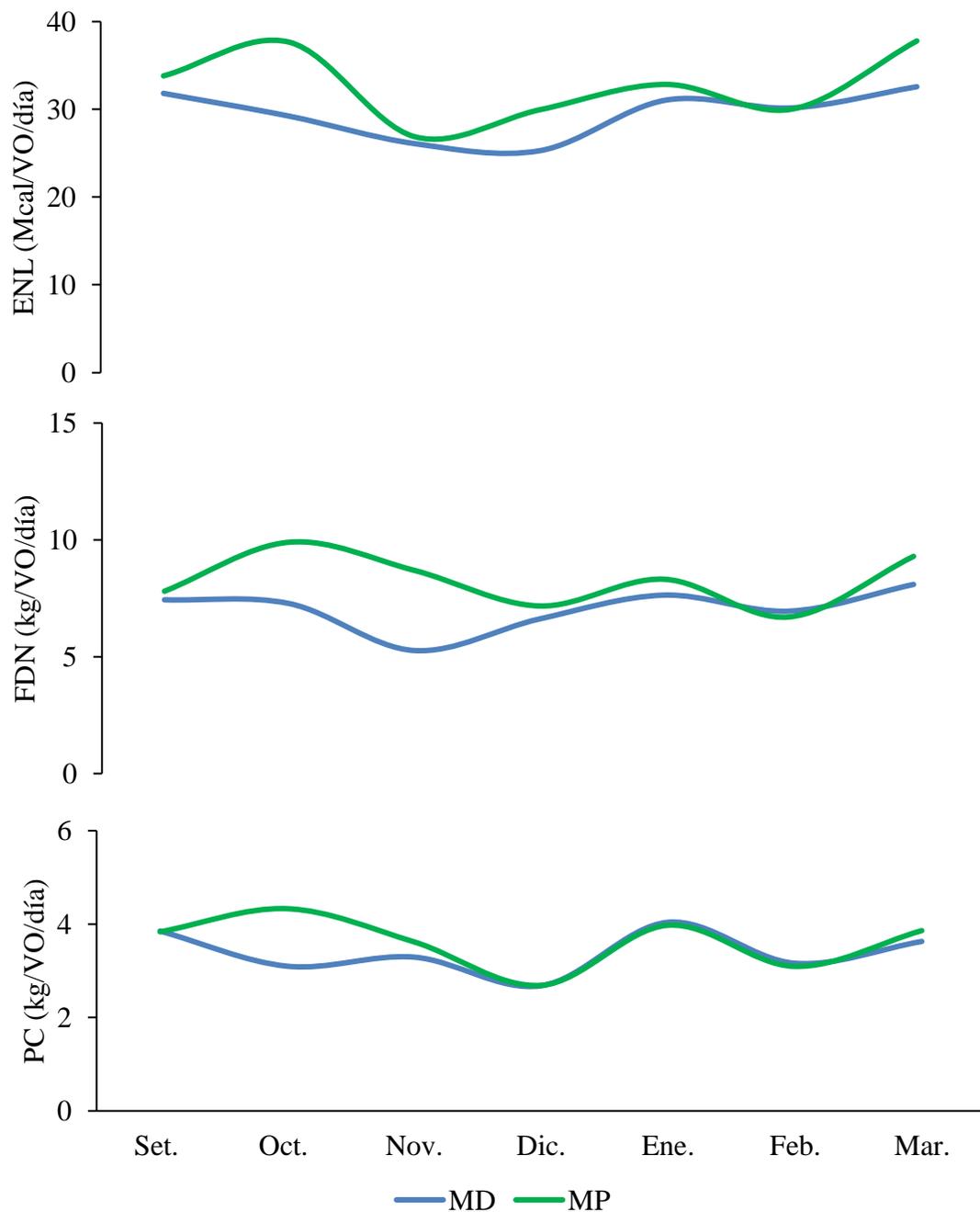


Figura No. 9. Consumo de ENL (Mcal/VO/día), de FDN (kg/VO/día) y de PC (kg/VO/día) de los sistemas de producción.

En todos los meses las MP pasan más tiempo por día pastoreando (figura No. 10). Cuando no están en la pastura los animales se encuentran en la pista de alimentación

(dejando de lado los momentos del día dedicados al ordeño). Las MD pasan 56% de su tiempo encerradas, mientras que las MP sólo lo están un 35% del tiempo.

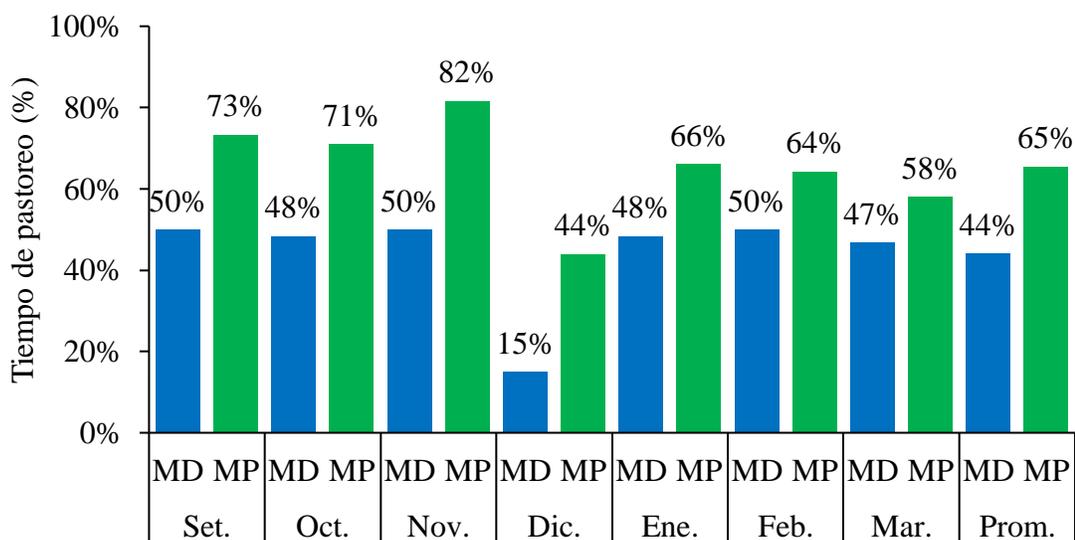


Figura No. 10. Tiempo de pastoreo para ambas estrategias (%).

4.4. PESO VIVO Y CONDICIÓN CORPORAL

Se observa en el cuadro No. 6 que tanto el PV como la CC son significativamente superiores en las vacas MD ($p < 0,05$).

Cuadro No. 6. PV y CC de los sistemas productivos con EA contrastantes.

Variable	MD	MP	Significancia*	
			EEM**	EA***
PV (kg)	520	497	2,7	(*)
CC (escala 1 a 5)	2,7	2,6	0,01	(*)

Significancia: (), $p < 0,05$.

**Error estándar de la media.

***EA = Estrategia de alimentación.

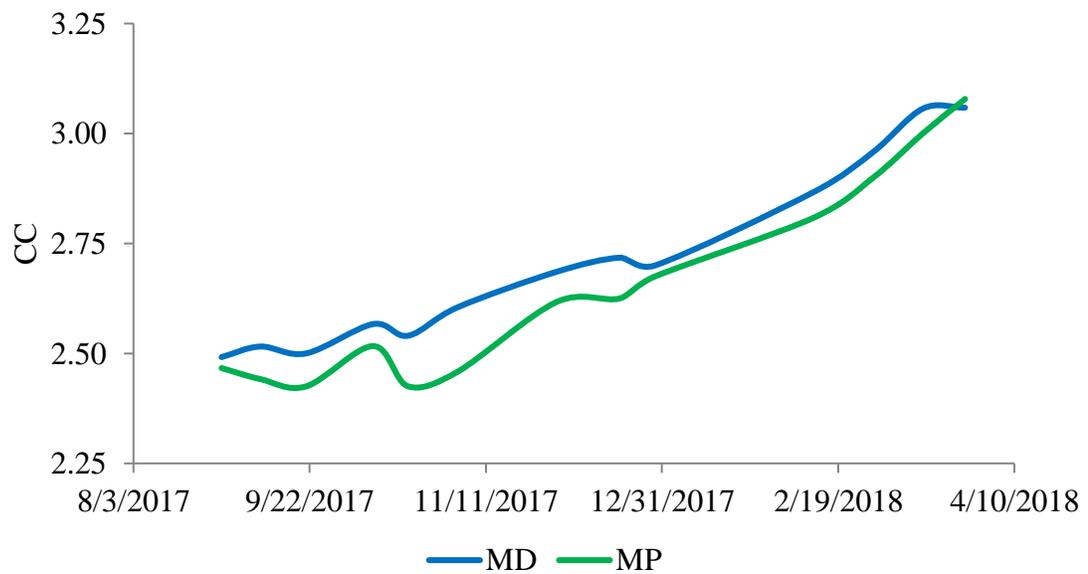


Figura No. 11. Variación de la CC de dos sistemas de producción con EA contrastantes.

Observando la evolución de la CC (figura No. 11) y del PV (figura No. 12) se ve que la mayoría de los meses las MD se encuentran por encima. Como es de esperar al momento del parto ambas pierden peso, pero las MP lo hacen en menor medida. Esta pequeña diferencia se mantiene cuando se empiezan a recuperar.

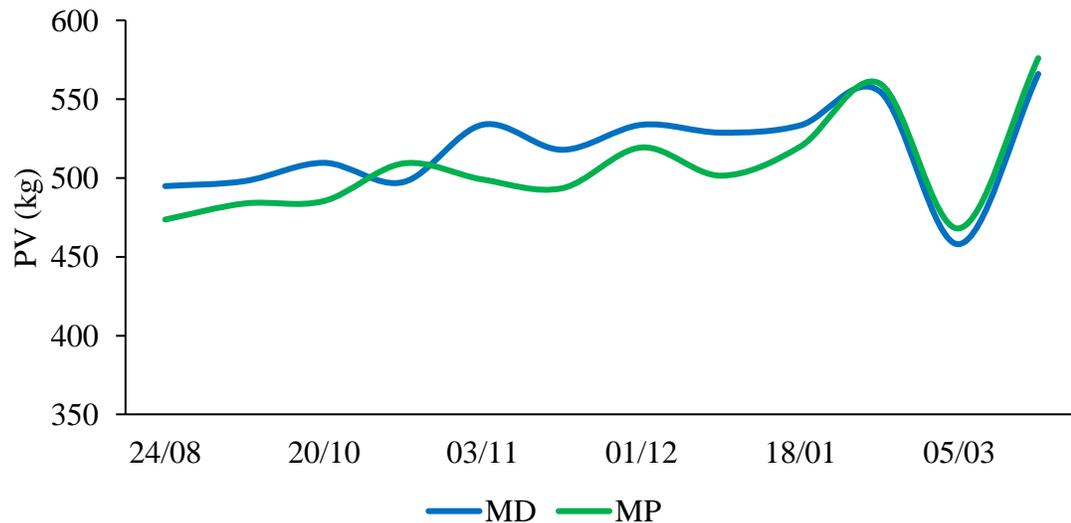


Figura No. 12. Variación de PV (kg) de dos sistemas de producción con EA contrastantes.

4.5. MARGEN DE ALIMENTACIÓN

4.5.1. Ingresos

En la figura No. 13 puede observarse que las vacas bajo la estrategia MP presentan, la mayor parte de los meses en estudio, ingresos numéricamente superiores. Esto está explicado principalmente por una diferencia en producción de leche a favor de esa estrategia, ya que el precio recibido por litro de leche fue similar casi todos los meses (figura No. 14).

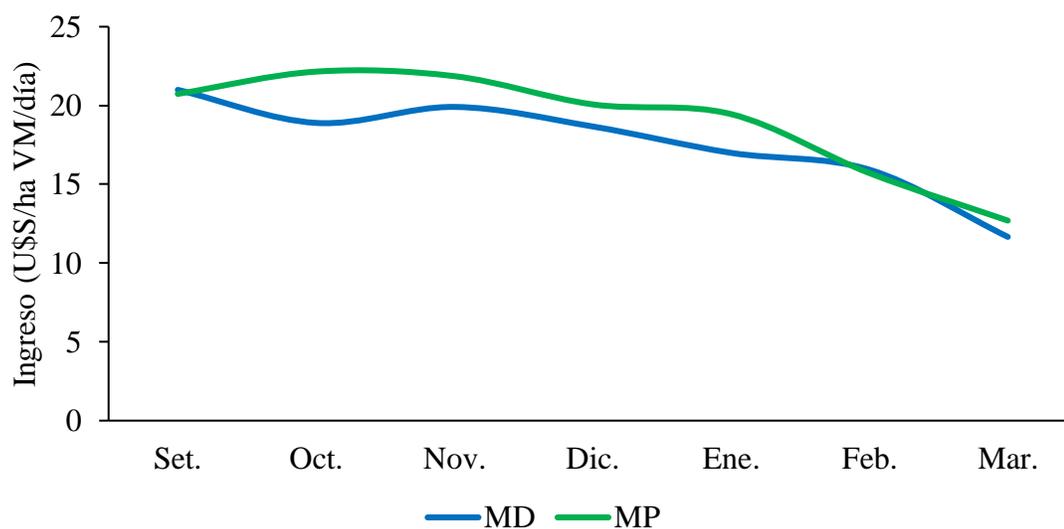


Figura No. 13. Ingresos (U\$/ha VM/día) de dos sistemas de producción con EA contrastantes.

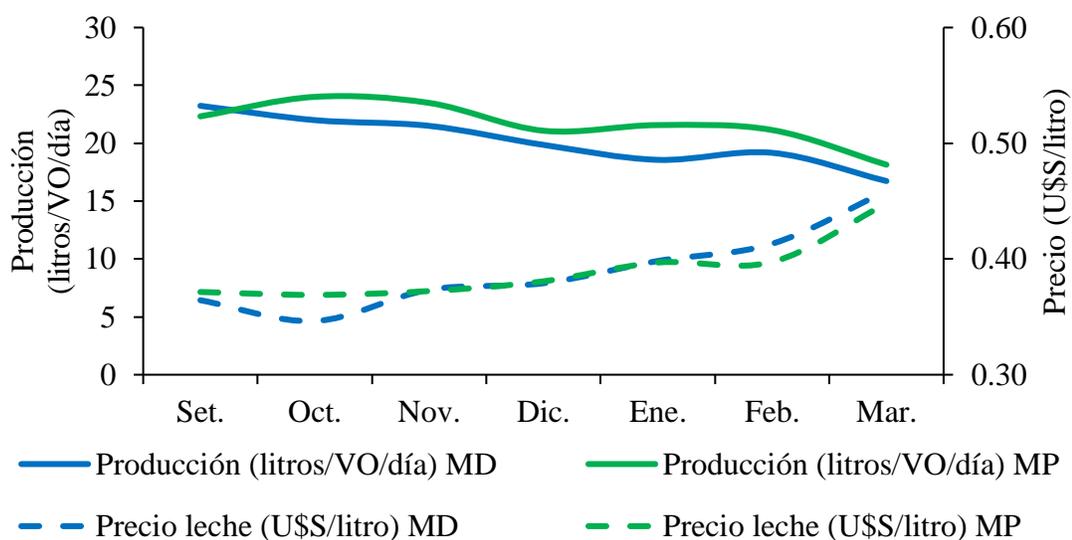


Figura No. 14. Producción de leche (litros/VO/día) y precio de la leche (U\$S/litro) de dos sistemas de producción con EA contrastantes

4.5.2. Costos de alimentación

En todos los meses los costos de alimentación de MD en U\$S/ha VM/día fueron superiores a los de MP, como puede verse en la figura No. 15. Estos valores se obtienen multiplicando los costos por animal por la carga.

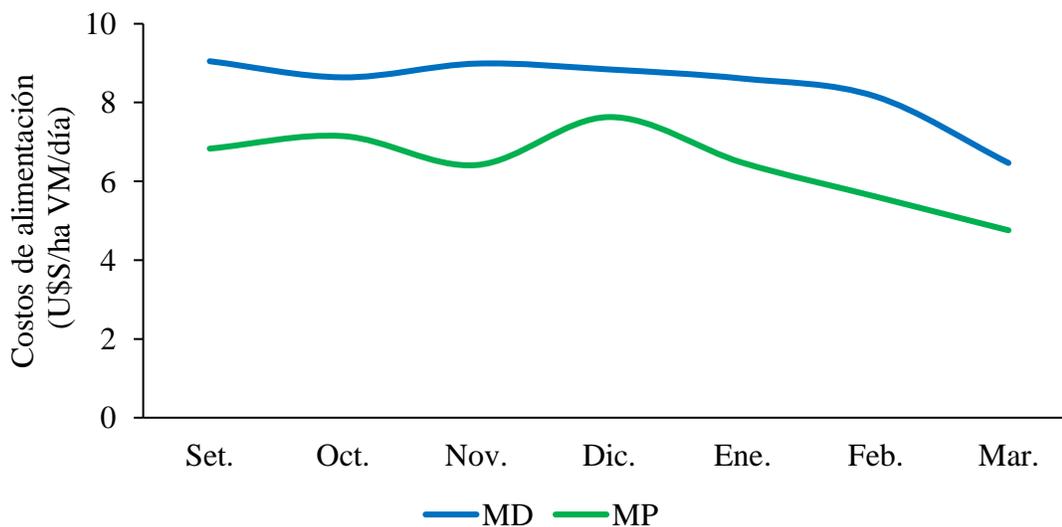
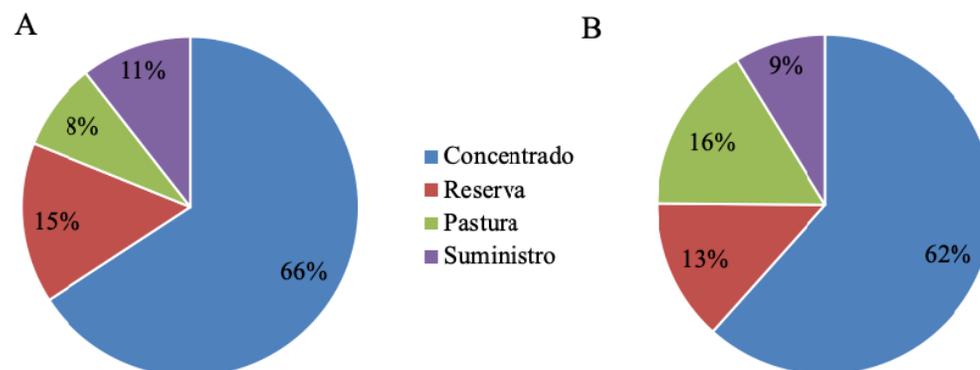


Figura No. 15. Costos de alimentación (U\$S/ha VM/día) de dos sistemas de producción con EA contrastantes.

Se destaca que la pastura es el insumo más barato en la dieta de los animales, la misma representa un 8% de los costos para las MD y un 16% para las MP (figura No. 16), mientras que los concentrados son el insumo más caro. Las diferencias en los porcentajes representados por cada componente, así como el suministro, se explican por la diferente composición de la dieta y precio de cada componente. En el anexo No. 2 se adjuntan los costos de cada alimento por tonelada.



A) MD y B) MP.

Figura No. 16. Participación en porcentaje de los costos por VM/día de cada tipo de alimentos y de suministro en el costo de alimentación total de dos sistemas productivos con EA contrastantes

4.5.3. Margen de alimentación

En el cuadro No. 7 se presentan los datos del margen de alimentación promedio para cada estrategia en el período de estudio. Éste es superior para el tratamiento MP en relación al MD. En forma acumulada para el total del período resultó de 2.558 U\$\$/ha VM para la estrategia MP y de 1.851 U\$\$/ha VM para la MD, lo que da una diferencia de 707 U\$\$/ha VM.

Cuadro No. 7. Resultado económico de ambas EA en U\$\$/ha VM/día.

Variables	MD	MP
Ingreso (U\$\$/ha VM/día)	17,6	19,0
Producción (l/ha VM/día)	45,0	48,8
Precio (U\$\$/l)	0,39	0,39
Costo de alimentación (U\$\$/ha VM/día)	8,7	6,7
Pastura (U\$\$/ ha VM/día)	0,7	1,1
Reservas (U\$\$/ha VM/día)	1,4	0,9
Concentrados (U\$\$/ha VM/día)	5,7	4,2
Suministro (U\$\$/ha VM/día)	0,9	0,6
Margen de alimentación (U\$\$/ha VM/día)	8,9	12,3

Se observa en la figura No. 17 para ambas EA la evolución del margen de alimentación y sus componentes.

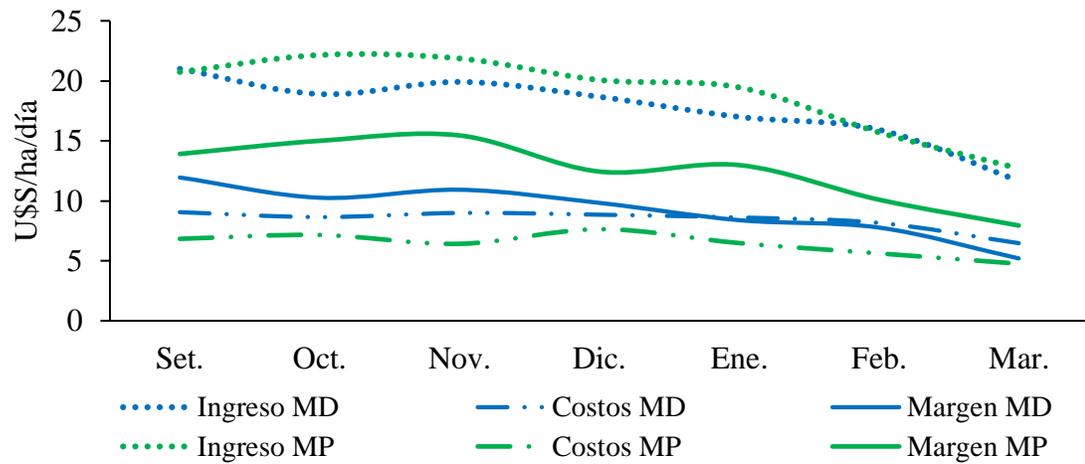


Figura No. 17. Ingresos, costos y margen de alimentación para ambas EA (U\$/ha VM/día).

5. DISCUSIÓN

5.1. VARIABLES FÍSICAS

En la mayoría de los meses las MP presentan una mayor producción de leche y sólidos (figuras No. 6 y 7) asociada a un consumo de MS superior que el de las MD como puede verse en el cuadro No. 3 y la figura No. 8. Esto condice con la bibliografía, dado que Wilkins, citado por O'Neill et al. (2012), menciona que el consumo de MS es el factor más importante en afectar la producción de leche y sólidos. En general, se estima que explica más de un 70% de la producción animal según Waldo, citado por Chilbroste (1998). Macdonald et al. (2017) encontraron que la respuesta marginal en la producción de leche a un consumo adicional (ya sea pastura o suplemento) está entre 0,8 y 1,2 kg leche/kg MS ofrecida, valor similar al que se obtuvo en este ensayo en el cual las MD produjeron en promedio 0,84 kg leche/ kg MS consumida menos que las MP (cuadro No. 4).

Gráficamente se observa en todos los meses que las vacas MP producen más kilogramos de lactosa por día (figura No. 7), si bien esta diferencia no es significativa se encontró una tendencia a mayor producción individual (cuadro No. 4). Este resultado, junto con la mayor producción de leche en esa EA concuerda con las afirmaciones de Campabadal (1999), que explica que la lactosa determina el volumen de leche producido.

En la figura No. 7 se observa que ambas EA tienen similares porcentajes de proteína en leche aunque son significativamente diferentes (cuadro No. 4). Debido a este mayor porcentaje y a la mayor producción de leche de las MP, la producción de proteína en kg/VO/día es superior a la de las MD durante casi la totalidad del período en estudio. Esto se puede atribuir al mayor consumo de energía que presenta dicha EA (figura No. 9). Tanto Alais (1985) como Troncoso (2014) mencionan que un aumento en el consumo de energía es la vía más efectiva para aumentar la proteína sintetizada en la glándula mamaria. La dieta promedio consumida por las MP presenta una concentración energética numéricamente mayor que la de las MD (1,66 vs. 1,59 Mcal/kg MS, cuadro No. 3) y, a su vez, al tener un mayor consumo, terminan ingiriendo una cantidad más elevada de energía.

En el estudio no se encontraron diferencias en los contenidos de grasa de la leche. Considerando que el aporte de fibra de la dieta es el principal factor que determina la concentración de ese sólido (Houden y Coulon, 1991) el hecho de que ambas EA tengan similar valor (cuadro No. 3) podría ser la causa de la ausencia de diferencias. Las dos EA están por encima del requerimiento mínimo de FDN propuesto por el NRC (2001) que se ubica entre un 25-28% (cuadro No. 3). En el caso de FDA, se necesita un mínimo de 17% para una dieta balanceada (NRC, 2001) lo que también es cubierto, ya que las MD se encuentran en 24,4% y las MP en 22,1%. En la figura No. 9 se observa que, expresada en kg/VO/día, el aporte de fibra es superior en las MP, por lo que sería de esperar que éstas tuvieran una mayor producción de grasa. Sin embargo, las MD presentan un mayor consumo de reservas (6,4 vs 5,0 kg de MS/VO/día, figura No. 8), de las cuales el 70%

corresponde a silo de maíz. Este alimento, según reportan Pordomingo et al. (2001), favorece la producción de grasa de la leche dado que mantiene una elevada producción de acético y butírico, precursores de la grasa, lo que podría contribuir a igualar los tenores producidos por ambas EA. Cabe destacar que no es suficiente considerar sólo el contenido de fibra, sino que también tener en cuenta la capacidad que ésta presenta de estimular la rumia (Mertens, 1997). La fibra efectiva puede definirse como la fracción del alimento con capacidad real de estimular la rumia y la salivación (Sudweeks et al. 1981, Santini et al. 1983). Si bien no se ha evaluado el aporte de fibra efectiva de los distintos componentes de la dieta, se puede suponer que los requerimientos de la misma han sido cubiertos para las EA, dado que ambas alcanzaron la misma concentración de grasa en leche.

El mayor consumo de pastura que presentan las MP puede estar explicado debido a que pasan un 65% del tiempo pastoreando, a diferencia de las MD que sólo lo hacen un 44% del mismo (figura No. 10). El tiempo de pastoreo es una de las tres variables que determina el consumo de pastura, por lo tanto, al presentar mayor tiempo de pastoreo a una tasa de consumo dada, van a tener una mayor capacidad de ingestión de MS (Galli et al., 1996). Dicho de otra manera, las MP al pasar más tiempo en la parcela tuvieron una mayor oportunidad de cosechar pasto, lo que lleva a un consumo superior. Por otro lado, las MD al consumir más cantidad de reservas que las MP (figura No. 8), con un contenido de FDN de 44%, presentan una tasa de pasaje más lenta con la consecuente disminución del consumo voluntario, ya que cuando se utilizan forrajes conservados con contenidos de FDN superiores al 40% dicha tasa es el primer factor limitante del consumo (Pordomingo et al., 2001). Esto explica la mayor tasa de pasaje de la pastura que, junto con el mayor tiempo de pastoreo, redundan en un consumo superior de la misma por parte de las MP. Dicho lo anterior, el mayor consumo de reservas de las MD respecto a las MP no es suficiente para compensar la menor cantidad de pastura ingerida, lo que sumado a un mismo aporte de concentrado para ambas EA resulta en un consumo total de MS inferior para las primeras.

Dado los porcentajes expresados en el párrafo anterior referentes al tiempo de pastoreo de las MP y MD (figura No. 10), se puede decir que estas últimas pasan el 56% del tiempo en la pista de alimentación. Esto las pondría en una situación de desventaja dado que asegurar el confort de los animales significa permitirles expresar su comportamiento natural y como lo explica Delaval (2006) esto ocurre en las pasturas, al estar encerradas o en la pista de alimentación la expresión del mismo se ve limitada (Blanco et al., 2017). A su vez, los animales confinados tienen más problemas sanitarios como mastitis o afecciones en las patas (Blanco et al., 2017). El pastoreo permite que los animales expresen un comportamiento natural de búsqueda y consumición de alimentos que redundan en una dieta de mayor calidad (Blanco et al., 2017), por lo tanto las MP no sólo consumen más sino que teóricamente podrían seleccionar dentro de la pastura una dieta de mejor calidad.

El bienestar animal afecta la performance de las vacas lecheras, según Albright (1987), la productividad está adversamente afectada por la falta de confort, que no permite explotar el máximo potencial de producción (Jonson, s.f.). Es decir, que en condiciones de encierro estratégico o semiestabulación se debe prestar especial cuidado para poder mantener niveles adecuados de producción (La Manna et al., 2015). Como fue presentado por INIA (2014), las vacas más productivas tienen una gran demanda de confort y de descanso echadas que va en desmedro del tiempo de consumo. Los descansos más largos se asocian a más tiempo y efectividad de la rumia lo que aumenta la digestibilidad de lo consumido y disminuye la acidosis. Además, aumenta el flujo sanguíneo a la ubre, lo que genera una mayor proporción de sólidos en la leche y disminuye la presión sobre las patas.

Al analizar el PV y la CC se observa que las vacas en la estrategia MD presentan valores superiores que las MP para ambas variables (figuras No. 11 y 12 y cuadro No. 6), lo que a su vez está acompañado por una menor producción de leche (figura No. 6). Esta diferente partición de la energía podría llegar a explicarse por una situación de acidosis, debido a que el propionato aumenta y gracias a él la glucosa, produciendo un incremento en la insulina (Istasse y Orskov 1984, Sutton et al. 1986). Ésta promueve la lipogénesis en el tejido adiposo favoreciendo el engrasamiento de los animales (Martin et al., 2006).

5.2. VARIABLES ECONÓMICAS

La estrategia MP es la que presenta los ingresos más altos (figura No. 13) asociados principalmente a la mayor producción, ya que el precio que reciben ambas EA es muy similar (figura No. 14). Estos animales no sólo presentan una mayor producción en kg de leche sino que también en proteína (tanto en kg como en porcentaje), sin presentar diferencias en el porcentaje de grasa. Se podría pensar, dado que en la industria uruguaya se paga por sólidos, que las vacas bajo la estrategia MP recibirían un precio mayor. A diferencia de lo esperado, esto no ocurrió probablemente porque la variación en proteína es muy baja (0,11%), si bien es estadísticamente significativa. En promedio ambas estrategias reciben 0,39 U\$S/litro remitido, lo que se explica porque son animales del mismo genotipo y por lo tanto presentan similar contenido de sólidos en la leche. En cambio, al comparar con el precio promedio obtenido por los productores participantes del PPC para el período estudiado, ambas estrategias se encuentran por encima (0,34 vs. 0,39 U\$S/l). Esto se puede atribuir a la diferencia en la genética utilizada para ambos estudios, dado que el 83% del rodeo nacional está compuesto por ganado de origen norteamericano (INALE, 2014) y como los tambos incluidos en PPC son representativos de los del país, se asume que la proporción de la genética se mantiene. Las vacas de origen neozelandés se caracterizan por tener una mayor producción de sólidos, aunque menor potencial de producción de leche en comparación con las norteamericanas (Horan et al., 2005). Esto se ve reflejado en los resultados ya que ambas EA se encuentran por arriba del promedio de PPC en la concentración de sólidos totales: 8,11% las MD y 8,21% las MP vs 7,03% las del PPC. A su vez, como fue mencionado por Hanrahan et al. (2017) muchos estudios han reportado que en los sistemas basados en el uso de pasturas la calidad

del producto es muy alta. Esto podría llevar a un mayor precio recibido, sin embargo, Tozer et al. (2003) al comparar 3 EA encontraron que el precio era mayor en las estrategias basadas en el uso de TMR en comparación con la de pastura más concentrado, dado que está determinado tanto por el rendimiento en leche como por sus componentes y, en este caso, los animales alimentados con TMR producen una mayor cantidad tanto de grasa como de proteína, ya sea en porcentaje como en kg.

En referencia a los costos, las MD se encuentran durante todo el período por encima de las MP (figura No. 15) lo que se atribuye principalmente a la menor participación que tiene la pastura en el total de la dieta ofrecida (32% para el caso de las MD y 45% para el de las MP). Según Stojanović et al. (2014) los sistemas con alta inclusión de pasturas presentan menores costos de alimentación, dado que suelen ser la fuente más barata de nutrientes, mientras que los concentrados son generalmente los alimentos más caros. Además, en sistemas de menor uso de insumos como los pastoriles, los costos de implantación de la pastura y fertilizante son los que toman mayor importancia mientras que, en los sistemas con mayor nivel de suplementación, adquieren relevancia los costos del suplemento en sí mismo, la maquinaria, reparación y mantenimiento de la misma y el suministro, según exponen Dillon et al. (2005). Por lo tanto, en comparación con los sistemas pastoriles el beneficio de la suplementación disminuye cuando se utilizan alimentos comprados, es decir provenientes de fuera del sistema (Macdonald et al., 2017). Los resultados presentados anteriormente concuerdan con esto, dado que la estrategia MP es la que tiene los menores costos de alimentación asociados a menores costos de concentrados (4,2 vs. 5,7 U\$S/ha VM/día), reservas (0,9 vs. 1,4 U\$S/ha VM/día) y suministro (0,6 vs. 0,9 U\$S/ha VM/día, cuadros No. 7 y 8). Debido a la mayor proporción de alimento ofrecido en la pista de alimentación el sistema MD tuvo mayores costos de distribución y suministro que el sistema MP, no sólo cuantitativamente sino que también como porcentaje (cuadro No. 7, figura No. 16).

En cuanto al margen de alimentación se puede decir que la estrategia MP supera en 3,4 U\$S/ha VM/día al de las MD, como se desprende del cuadro No. 8. Esto se asocia, en primera medida, al mayor ingreso que presentan las primeras fundamentado en la mayor producción en litros/VO/día y no al precio. En segunda medida, a que los costos de las MP son inferiores a los de las MD, asociado principalmente a la mayor proporción que ocupa el pasto en la dieta de las primeras (45%) y consecuentemente, menores costos de reservas y suministro. Estos resultados concuerdan con la bibliografía citada, Stockdale (2000), Bargo et al. (2003) establecen que el margen por litro de leche producido disminuye con el aumento del consumo de suplementos.

El ingreso por hectárea obtenido por ambas EA es superior al que logran los tambos que forman parte del PPC. Estas diferencias se deben principalmente a las cargas superiores que se utilizaron en este estudio en comparación con la carga reportada por el PPC (2,24 vs. 0,85 VO/ha VM, cuadro No. 9). Los ingresos superiores también se explican porque tanto en MP como en MD, el precio por litro y la producción individual son

superiores a los promedios del PPC. La carga animal de los MD y MP comparada con la promedio de países competidores, resultó ser superior a la de Irlanda (1,5 VO/ha) y muy próxima a la de Nueva Zelanda (2,5 VO/ha), ambos países con sistemas de producción muy similares a los uruguayos (Chilibroste y Fariña, 2018). El manejo de altas cargas es una de las vías para obtener sistemas pastoriles eficientes ya que permite alcanzar una elevada utilización directa de la pastura por ha (Durán, 2004). Dicho de otra forma, mediante el aumento de la carga se logra aumentar la capacidad de cosecha de pasto por pastoreo directo (CONAPROLE, 2017a), incrementando también el margen de alimentación por hectárea (Fossatti y Román, 2017). Los tambos del PPC presentan mayor consumo de pastura que el sistema MD pero similar al MP (8,6 vs. 6,1 para las MD y 9,1 kg MS/VO/día para las MP), y menor consumo de concentrado (4,8 vs. 6,6 para las MD y 6,3 kg MS/VO/día para las MP).

En relación a esto, el costo de alimentación por litro de leche producida (U\$S/l, cuadro No. 8) es similar entre los valores del PPC y la estrategia MP (0,13 y 0,14 respectivamente), siendo mayor para la estrategia MD (0,19). Esto último se explica porque las MD aún teniendo una relación producido/consumido igual a la de las MP (1,06 l/kg MS para ambas EA) consumen una cantidad mayor de concentrados (alimentos de mayor costo), lo que trae aparejado además un costo de suministro más elevado, llevando a un costo de producción por litro mayor. Por otro lado, dado que el consumo reportado por PPC es menor que el de las MP y consumen una mayor proporción de los alimentos más baratos, como fue mencionado en el párrafo anterior, se llega a un costo por litro de leche inferior.

Otra forma de comparar a nivel global es en base a los costos por hectárea, que se construyen partiendo del costo/l de leche producido, la producción y la carga. Los del PPC son muy inferiores al que presentan los sistemas estudiados (2,0 vs. 8,7 para las MD y 6,7 U\$S/ha VM/día para las MP cuadro No. 9). La diferencia, al igual que en los ingresos, radica principalmente en las altas cargas de este ensayo, lo que hace que el costo de los concentrados/ha VM, reservas y suministro sufra un incremento importante con respecto al del PPC. Esto concuerda con lo explicado por Hanrahan et al. (2017): los costos de producción por hectárea aumentan con cada tonelada adicional de pastura utilizada, sin embargo, este aumento está asociado a cargas mayores que son el factor más influyente en el uso de las pasturas. A su vez, esto está significativamente asociado con una reducción en los costos de producción de grasa y proteína, demostrando que aumentar la producción de leche a partir de un mayor uso de la pastura mejora la eficiencia de los costos. En referencia a los de suministro Dillon et al. (2005) mencionan que aumentan linealmente en la medida que disminuye la proporción de la dieta ocupada por la pastura cosechada de manera directa. También demuestran que los mayores costos de producción se asocian con sistemas que incorporan más reservas y concentrados, mientras que en los sistemas con un pastoreo más intenso los costos de producción son menores. Esto último coincide con lo observado en el presente estudio, donde se alcanzó un menor costo en MP en comparación con MD.

Producto de lo mencionado anteriormente, el margen de alimentación reportado por el PPC resulta inferior al obtenido en las EA estudiadas en este ensayo (3,5 vs 8,9 para las MD y 12,3 U\$S/ha VM/día para las MP). Dentro del ingreso la producción parece ser la variable que tiene mayor importancia, mientras que en los costos la mayor relevancia la adquieren los concentrados (cuadro No. 8). Si se comparan los sistemas MP y MD con el promedio de PPC se observa que, si bien en los primeros la carga animal se duplica, los costos de alimentación aumentan alrededor de 4 veces, es decir que no aumentan en la misma relación que la carga animal. Esto se debe a que cuando se manejan cargas más altas los costos asociados a cubrir los déficits de forraje son superiores como lo expresa Hanrahan et al. (2017), ya que los déficits en el crecimiento de las pasturas que suelen ocurrir a finales de verano, otoño e invierno son más importantes a medida que aumenta la carga (Macdonald et al., 2008), por lo que habría que recurrir al uso de alimentos de mayor costo como lo son las reservas y concentrados. De todos modos, las MD y MP presentan márgenes de alimentación superiores al del PPC, lo que indica que el impacto positivo en el aumento en los ingresos es superior al efecto negativo del aumento de los costos.

Este ensayo demuestra que, aún partiendo de mayores costos/l producido, es viable alcanzar márgenes superiores que los del PPC debido al rol fundamental que juega la carga en este proyecto, la cual se transforma en la variable motriz de los resultados.

Cuadro No. 8. Comparación de ambas estrategias con PPC.

	MD	MP	PPC*
Ingreso (U\$S/ha VM/día)	17,6	19,0	5,5
Precio (U\$S/litro)	0,39	0,39	0,34
Producción (litros/VO/día)	20,2	21,7	18,9
Carga (VO/ha VM)	2,24	2,24	0,85
Costo de alimentación (U\$S/ha VM/día)	8,7	6,7	2,0
- Concentrados	5,70	4,15	1,12
- Reservas	1,37	0,93	0,25
- Pasturas	0,72	1,07	0,47
Combustible (U\$S/ha VM/día)	0,90	0,57	0,13
Costo de alimentación (U\$S/l)	0,19	0,14	0,11
- Concentrados	0,12	0,09	0,06
- Reservas	0,03	0,02	0,02
- Pasturas	0,02	0,02	0,02
Combustible (U\$S/l)	0,02	0,01	0,01
Margen de alimentación (U\$S/ha VM/día)	8,9	12,3	3,5

*Fuente: CONAPROLE (2017b).

A modo de reflexión, algunos autores destacan que los sistemas de producción basados mayoritariamente en el uso de la pastura como principal alimento pueden ser más sustentables a nivel global, debido a un uso más reducido de combustible, herbicidas y pesticidas y a su vez, a una mayor calidad de producto, un mejor bienestar de los animales y una eficiencia del trabajo aumentada (Dillon et al., 2005).

6. CONCLUSIONES

La estrategia de alimentación Manda Pasto (MP) parece ser la más adecuada para el genotipo animal estudiado. Esto se debe a que obtiene un mayor margen de alimentación explicado principalmente por un mayor ingreso producto de una mayor producción de leche. Además, los costos son inferiores debido principalmente a la alta proporción de pastura en la dieta, y por ende a la menor importancia que presentan los costos de concentrados, reservas y suministro.

Un aspecto a destacar es la alta carga (2,5 VO/ha) que se manejó en ambos sistemas en relación a la carga promedio que predomina actualmente en los sistemas lecheros del país (1,1 VO/ha). Ésta es la principal razón por la cual los indicadores económicos calculados (ingreso, costos y margen) son superiores a los obtenidos por el promedio del sector lechero nacional.

Es bien conocida actualmente la importancia que presenta la sustentabilidad de un sistema visualizada desde tres dimensiones, económica, social y ambiental. La estrategia MP presenta mejor resultado económico, reflejado en un mayor margen de alimentación. La dimensión social en esta tesis no fue estudiada, pero podría ser una futura línea de investigación para desarrollar en estos sistemas. Desde el punto de vista ambiental dicha estrategia podría favorecer la sustentabilidad dado que presenta una mayor participación del componente pastura perenne por lo que puede disminuir el riesgo de erosión, el uso de combustibles y agroquímicos.

7. RESUMEN

El objetivo de esta tesis de grado fue evaluar cuál estrategia de alimentación se adapta mejor a las condiciones productivas del Uruguay. El ensayo se realizó en la Estación Experimental de INIA, “La Estanzuela”, Colonia, Uruguay desde el 1 de setiembre de 2017 a 31 de marzo de 2018. Se asignaron 30 vacas con como mínimo 75% de genética neozelandesa a dos estrategias de alimentación contrastantes: Manda Dieta (MD; 33,3% concentrados, 33,3% reservas y 33,3% pasturas) y Manda Pasto (MP; 33% concentrados, 7% reservas y 60% pasturas). Las pasturas se componían por: *Medicago sativa* + *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacia* y *Avena sativa*, teniendo ambas estrategias una carga de 2,24 VO/ha VM. Todos los animales fueron manejados de manera similar pero como dos tambos independientes. Se registró diariamente la producción de leche y quincenalmente se tomaron muestras para determinar la composición de la misma (grasa, proteína y lactosa). A su vez, se midió la condición corporal cada quince días y el peso de las vacas una vez por mes. Se encontró una tendencia a mayor producción de leche para las MP (21,9 kg/VO/día) que para las MD (20,8 kg/VO/día), en cambio, se observó una diferencia significativa a favor de las MP en proteína (3,79% vs. 3,68%), mientras que no difirieron significativamente en grasa y lactosa (%). Desde el punto de vista de las variables económicas, las MP son las que reciben mayores ingresos aún teniendo el mismo precio por litro de leche que las MD, debido a su mayor producción; a su vez, sus costos son inferiores dado que consumen una mayor proporción de alimentos más baratos (pasturas), lo que resulta en un mayor margen de alimentación. De igual manera, ambas estrategias son superiores al promedio del país dado que por ser animales más adaptados a sistemas pastoriles logran producir más litros y recibir un mejor precio, aunque la variable de mayor impacto en el resultado económico es la elevada carga de los sistemas. Por ende, la estrategia de alimentación que más se adapta a las condiciones del país es MP, dado que es la que obtiene los mayores márgenes de alimentación (tanto por ha como por litro).

Palabras clave: Estrategias de alimentación; Genética neozelandesa; Margen de alimentación; Carga; Pasturas.

8. SUMMARY

The aim of this degree thesis was to evaluate which feeding strategy is more adapted to the productive conditions of Uruguay. The trial was carried out at the Estación Experimental de INIA, “La Estanzuela”, Colonia, Uruguay from the 1st. of September 2017 to the 31st. of March 2018. 30 cows with a minimum of 75% New Zealand holstien fresian genetics were assigned to two contrasting feeding strategies: Manda Dieta (MD; 33,3% concentrates, 33,3% conserved forage and 33,3% pastures) and Manda Pasto (MP; 33,3% concentrates, 7% conserved forage and 60% pastures). The pastures contained: *Medicago sativa* + *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacia* and *Avena sativa*, having both strategies a stocking rate of 2,24 cows/ha. Every animal was handled in a similar way but as two different farmlets. Milk production was registered on a daily basis and samples were taken every fortnight in order to determine milk quality (milk fat, protein and lactose). In addition, body condition score was observed every fortnight and body weight on a monthly basis. A tendency for higher milk production was found for MP (21,9 kg/cow/day) than for MD (20,8 kg/cow/day), instead, a significant difference in favor of MP regarding protein (3,79% vs. 3,68%) was observed, meanwhile they did not differ in milk fat and lactose (%). Regarding economic variables, MP are the ones receiving the higher income despite having the same price as MD, due to their higher production; in addition, its costs are inferior because they consume a greater proportion of cheaper feed (pastures), which result in a surpassing feed margin. Likewise, both strategies are superior to the country mean since being more adapted to pastoral systems, manage to produce more liters and receive an enhanced price, although the variable of higher impact in the economical result is the elevated stocking rate of these systems. Thereby, the feeding strategy mostly adapted to the country conditions is MP, considering it is the one obtaining the largest feed margin (in ha and liters).

Key words: Feeding strategies; New Zealand holstien fresian genetics; Feed margin; Stocking rate; Pastures.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguerre, M.; Chilbroste, P. 2018. Análisis nutricional y manejo de la alimentación en predios lecheros: hay oportunidades de mejoras?. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (46as., 2018, Paysandú). Memorias. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 137-147.
2. Aguilar, I. 2015. Sistema de evaluación genética nacional. (en línea). Montevideo, INIA. 49 diapositivas. Consultado 17 oct. 2018. Disponible en http://www.inale.org/innovaportal/file/4005/1/inia-florida_abril2015.pdf
3. Alais, C. 1985. Ciencia de la leche: principios de técnica lechera. Barcelona, Reverté. 873 p.
4. Albright, J. 1987. Dairy animal welfare: current and needed research. (en línea). Journal of Dairy Science. 70(12): 2711-2731. Consultado 2 oct. 2018. Disponible en [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(87\)80345-4/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(87)80345-4/pdf)
5. Artagaveytia, J.; Giudice, G.; Pedemonte, A.; Baraibar, M.; Gravina, V. 2016. ¿Cómo se comportan los sistemas de producción uruguayos?. (en línea). In: Foro INALE (5^{ta}, 2018, Montevideo, Uruguay). Tendencias y desafíos de la lechería mundial. Montevideo, INALE. 23 diapositivas. Consultado 25 mar. 2018. Disponible en http://www.inale.org/innovaportal/file/5811/1/sistemas_de_produccion_uruguayos.pdf
6. Bargo, F.; Muller, L. D.; Kolver, E. S.; Delahoy, E. 2003. Invited Review: production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture. (en línea). Journal of Dairy Science. 86(1): 1-42. Consultado 4 ene. 2019. Disponible en [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(03\)73581-4/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(03)73581-4/pdf)
7. Blanco, I.; Xercavins, A.; Roca, A. I. 2017. Pastoreo y bienestar animal, dos piezas clave para la sostenibilidad de la producción de leche. (en línea). Afriga. 127: 90-100. Consultado 7 ene. 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/314281795_Pastoreo_y_bienestar_animal_dos_piezas_clave_para_la_sostenibilidad_de_la_produccion_de_leche
8. Camargo, O. 2012. La vaca lechera: entre la eficiencia económica y la ineficiencia biológica. (en línea). Archivos de Zootecnia. 61: 13-29. Consultado 4

mar. 2018. Disponible en
<http://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/2955/1725>

9. Campabadal, C. 1999. Factores que afectan el contenido de sólidos de la leche. (en línea). Revista de Nutrición Animal Tropical. 5(1): 67-92. Consultado 18 jun. 2018. Disponible en
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/11103/10464>
10. Castillo, E. s.f. Comportamiento ingestivo de ganado bovino de doble propósito. (en línea). Buenos Aires, s.e. s.p. Consultado 18 ene. 2019. Disponible en
http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/07-ingestivo.pdf
11. Chilibroste, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero: I. Predicción del consumo. (en línea) *In*: Jornadas Uruguayas Buiatría (26as., 1998, Paysandú). Memorias. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 1-7. Consultado 3 nov. 2018. Disponible en
https://www.researchgate.net/publication/281209792_Fuentes_comunes_de_error_en_la_alimentacion_del_ganado_lechero_I_Prediccion_del_consumo
12. _____. 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 Buiatría (63as., 2015, Paysandú). Memorias. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 158-162.
13. _____.; Fariña, S. 2018. Lechería uruguaya: el desafío de una intensificación sostenible y competitiva. (en línea). *In*: Foro INALE (7º., 2018, Montevideo, Uruguay). Presentaciones. Montevideo, INALE. 45 diapositivas. Consultado 15 jul. 2018. Disponible en
<http://www.inale.org/innovaportal/v/6856/4/innova.front/presentaciones-foro-inale-2018.html>
14. CONAPROLE (Cooperativa Nacional de Productores de Leche, UY). s.f. Producción competitiva. (en línea). Montevideo. 2 p. Consultado 18 set. 2018. Disponible en <http://www.eleche.com.uy/files/produccion-competitiva?es>
15. _____. 2017a. El pasto en el tambo. (en línea). 12a. ed. Montevideo, CONAPROLE. 22 p. Consultado 10 set. 2018. Disponible en
<https://www.google.com.uy/search?q=el+pasto+en+el+tambo&oq=el+pa>

[sto+en+el+tambo&aqs=chrome..69i57.4383j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8#](http://fucrea.org/system/comfy/cms/files/files/000/000/524/original/Resultados_Proyecto_de_Producci3n_Competitiva_Guillermo_Battegazzore.pdf)

16. _____. 2017b. Proyecto de producci3n competitiva. (en l3nea). Montevideo. 28 diapositivas. Consultado 5 jul. 2018. Disponible en: http://fucrea.org/system/comfy/cms/files/files/000/000/524/original/Resultados_Proyecto_de_Producci3n_Competitiva_Guillermo_Battegazzore.pdf
17. DeLaval, FR. 2006. Guide du confort de la vache DeLaval. (en l3nea). Les Clayes-sous-Bois, DeLaval. 76 p. Consultado 6 ene. 2019. Disponible en https://www.delaval.com/globalassets/france/about-us/catalogues-et-guides/guide_du_confort_de_la_vache.pdf
18. Dillon, P.; Roche, J. R.; Shallo, L.; Horan, B. 2005. Optimising financial return from grazing in temperate pastures. *In*: Murphy, J. ed. Utilisation of Grazed Grass in Temperate Animal Systems. Wageningen, Wageningen Academic Publishers. pp. 131-148.
19. Dur3n, H. 2004. Cambios tecnol3gicos e intensificaci3n en los sistemas pastoriles de producci3n de leche en Uruguay. *In*: Resultados experimentales de lecher3a. Montevideo, INIA. pp. 115-121 (Actividades de Difusi3n no. 361).
20. Edmonson, A. J.; Lean, I. J.; Weaber, L. D.; Farver, T.; Webster, G. 1989. A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. (en l3nea). Journal of Dairy Science. 72(1): 68-78. Consultado 17 jul. 2018. Disponible en [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(89\)79081-0/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(89)79081-0/pdf)
21. Fari3a, S. 2016. Desaf3os futuros para los sistemas de producci3n de leche de Uruguay. *In*: Jornadas Uruguayas Buiatr3a (44º, 2016, Paysand3). Memorias. Paysand3, Centro M3dico Veterinario de Paysand3. pp. 65-69.
22. _____.; Tu33n, G.; Pl3, M.; Mart3nez, R. 2017. Sistema de pastoreo La Estanzuela: gu3a pr3ctica para la implementaci3n de un sistema de pastoreo. (en l3nea). Montevideo, INIA. 24 p. (Bolet3n de Divulgaci3n no. 115). Consultado 3 may. 2018. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7228/1/bd-115-2017.pdf>
23. Ferreira, C. 2017. Uruguay avanza en herramientas para la selecci3n de gen3tica lechera. (en l3nea). Montevideo, Lecher3aUY. s.p. Consultado 14 may.

2018. Disponible en <http://www.lecheriauy.com/produccion/uruguay-avanza-herramientas-la-seleccion-genetica-lechera/>
24. Fossatti, M.; Román, L. 2017. Importancia económica de las pasturas en la producción de leche. (en línea). Colonia, INIA/CREA/INALE. 20 diapositivas. Consultado 22 ene. 2019. Disponible en http://fucreea.org/system/comfy/cms/files/files/000/000/522/original/Importancia_econ%C3%B3mica_de_las_pasturas_Fossatti-Rom%C3%A1n.pdf
25. Galli, J. R.; Cangiano, C. A.; Fernández, H. H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. (en línea). Revista Argentina de Producción Animal. 16(2):119-142. Consultado 6 ene. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/15-ingestivo_y_consumo_bovinos.pdf
26. Harris, B. L.; Kolver, E. S. 2001. Review of Holsteinization in intensive pastoral dairy farming in New Zealand. (en línea). Journal of Dairy Science. 84(E. Suppl): E56 – E61. Consultado 14 may. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/242050529_Review_of_Holsteinization_on_Intensive_Pastoral_Dairy_Farming_in_New_Zealand
27. Hanrahan, L.; Geoghegan, A.; O'Donovan, M.; Griffith, V.; Ruelle, E.; Wallace, M.; Shalloo, L. 2017. PastureBase Ireland: a grass-land decision support system and national database. (en línea). Computers and Electronics in Agriculture. 136: 193-201. Consultado 10 ene. 2019. Disponible en <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0168169916304781?token=D610E06956F13D4CFA3468C6E7D25F0A94C22C11B410C57F3E3FBD4D8ACAFCD0AEECEB8CC01E91F1A8F33663FBB68B60>
28. Hazard, S. 2017. Alimentación de las vacas lecheras. (en línea). Lima, Infolactea. s.p. Consultado 25 abr. 2018. Disponible en <http://infolactea.com/biblioteca/alimentacion-de-vacas-lecheras/>
29. Hoden, A.; Coulon, J. B. 1991. Maîtrise de la composition du lait: influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. (en línea). INRA Productions Animales. 4(5): 361-367. Consultado 26 set. 2018. Disponible en <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00895954/document>
30. Horan, B.; Dillon, P.; Faverdin, P.; Delaby, L.; Buckley, F.; Rath, M. 2005. The interaction of strain of Holstein-Friesian cows and pasture-based feed

systems on milk yield, body weight, and body condition score. (en línea). Journal of Dairy Science. 88(3): 1231-1243. Consultado 5 oct. 2018. Disponible en [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(05\)72790-9/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(05)72790-9/fulltext)

31. INALE (Instituto Nacional de la Leche, UY). 2014. Encuesta lechera INALE 2014: resultados preliminares. (en línea). Montevideo, INALE. 46 diapositivas. Consultado jun. 2018. Disponible en <http://www.inale.org/innovaportal/file/4086/1/encuesta-lechera-2014--presentacion-resultados-preliminares-foro.pdf>
32. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2014. Las bases de la competitividad en lechería: destacados INIA 2014. (en línea). Revista INIA. no. 37: 7-10. Consultado 18 set. 2018. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3132/1/Rev.INIA-2014-No37-p.7-10-UCTT.pdf>
33. _____. 2018. Banco de datos agroclimáticos. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado may. 2018. Disponible en <http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico>
34. Istasse, L.; Orskov, R. 1984. The effects of intermittent and continuous infusions of propionic acid on plasma insulin. (en línea). Canadian Journal of Animal Science. 64: 148-149. Consultado 19 nov. 2018. Disponible en <http://www.nrcresearchpress.com/doi/pdf/10.4141/cjas84-198>
35. Jonson, A. P. s.f. El confort de las vacas lecheras incrementa los beneficios. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción. s.p. Consultado 10 ene. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/60-confort_incrementa_beneficios.pdf
36. Kolver, E. S.; Muller, L. D. 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. (en línea). Journal of Dairy Science. 81: 1403-1411. Consultado 30 set. 2018. Disponible en [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(98\)75704-2/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(98)75704-2/fulltext)
37. Laborde, D.; Holmes, C. W.; Garcia-Muniz, J. G.; Wichtel, J. 1998. Reproductive performance of Holstein-Friesian cows differing genetically in live weight. (en línea). Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 58: 73-75. Consultado 7 set. 2018. Disponible en <http://www.nzsap.org/system/files/proceedings/1998/ab98022.pdf>

38. La Manna, A.; Román, L.; Morales, T.; Pla, M.; Acosta, Y. 2015. Sistema de alta producción de leche de INIA La Estanzuela: la importancia del entorno animal (bienestar, sustentabilidad del ambiente e instalaciones). Revista INIA. no. 40: 30-33.
39. Linn, J.; Minn, S. 1989. Altering the composition of milk through management practice. *Feedstuffs*. 61(29):18-23
40. McCarthy, S.; Horan, B.; Dillon, P.; O'Connor, P.; Rath, M.; Shalloo, L. 2007. Economic comparison of divergent strains of Holstein-Friesian cows in various pasture-based production systems. (en línea). *Journal of Dairy Science*. 90(3): 1493-1505. Consultado 18 jul. 2018. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17297123>
41. Macdonald, K. A.; Penno, J. W.; Lancaster, J. A. A.; Roche, J. R. 2008. Effect of stocking rate on pasture production, milk production and reproduction of dairy cows in pasture-based systems. (en línea). *Journal of Dairy Science*. 91(5): 2151-2163. Consultado 16 ene. 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/5431359_Effect_of_Stocking_Rate_on_Pasture_Production_Milk_Production_and_Reproduction_of_Dairy_Cows_in_Pasture-Based_Systems
42. _____.; _____.; _____.; Bryant, A. M., Kidd, J. M., Roche, J. R. 2017. Production and economic responses to intensification of pasture-based dairy production systems. (en línea). *Journal of Dairy Science*. 100(8): 6602-6619. Consultado 4 ene. 2019. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030217305702>
43. Martin, C.; Brossard, L.; Doreau, M. 2006. Mécanismes d'apparition de l'acidose ruminale latente et conséquences physiopathologiques et zootechniques. (en línea). *INRA Productions Animales*. 19(2): 93-108. Consultado 15 oct. 2018. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/242428982>
44. Mertens, D.R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. (en línea). *Journal of Dairy Science*. 80: 1463- 1481. Consultado 26 dic. 2018. Disponible en <https://pubag.nal.usda.gov/pubag/downloadPDF.xhtml?id=14839&content=PDF>
45. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2017. Anuario

- estadístico agropecuario. (en línea). Montevideo. 214 p. Consultado 7 oct. 2018. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/diea-anuario2017web01a.pdf>
46. _____. _____. 2018. Anuario estadístico agropecuario. (en línea). Montevideo. 211 p. Consultado 4 oct. 2018. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/oficina-de-programacion-y-politica-agropecuaria/estadisticas-y-documentos/29-08>
47. Miglior, F.; Muir, B.; Van Doormaal, B. 2005. Selection indices in Holstein cattle of various countries. (en línea). *Journal of Dairy Science*. 88(3): 1255-1263. Consultado 14 may. 2018. Disponible en [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(05\)72792-2/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(05)72792-2/fulltext)
48. Molina, C.; Álvarez, J. 2011. Contabilidad agropecuaria: estados contables e indicadores económico-financieros. In: Álvarez, J.; Falcao, O. eds. *Manual de gestión de empresas agropecuarias*. 2ª. ed. Montevideo, UdelaR. pp. 25-46.
49. MU (Mejoramiento y Control Lechero Uruguayo, UY). 2018. Catálogo de semen lechero. (en línea). Montevideo. 21 diapositivas. Consultado 10 may. 2018. Disponible en <http://www.mu.org.uy/catalogo-de-semen-lechero-disponible-2018/?format=pdf>
50. Mwansa, P.; Peterson, R. 1998. Estimates of GxE effects for longevity among daughters of Canadian and New Zealand sires in Canadian and New Zealand dairy herds. (en línea). *Interbull Bulletin*. 27(17): 110 – 114. Consultado 30 mar. 2018. Disponible en <https://journal.interbull.org/index.php/ib/article/view/594/587>
51. NRC (National Research Council, US). 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. (en línea). 7th. ed. Washington, D. C., National Academies Press. 408 p. Consultado 18 dic. 2018. Disponible en <https://books.google.com.uy/books?hl=es&lr=&id=EgWw2Kd9mb4C&oi=fnd&pg=PT16&dq=NRC+2001.+Nutrient+Requirements+of+Dairy+Cattle.+7th+rev.+ed.+Natl.+Acad.+Press,+Washington,+DC.&ots=pPETJr9Vrd&sig=599eEzcyj5iJqzr-toDlzXNkNSys#v=onepage&q=NRC%202001.%20Nutrient%20Requirements%20of%20Dairy%20Cattle.%207th%20rev.%20ed.%20Natl.%20Acad.%20Press%2C%20Washington%2C%20DC.&f=false>

52. Oltenacu, P. A.; Algers, B. 2005. Selection for increased production and the welfare of dairy cows: are new breeding goals needed?. (en línea). *Ambio*. 34(4): 311-315. Consultado 15 abr. 2018. Disponible en <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1579/0044-7447-34.4.311>
53. O'Neill, B. F.; Lewis, E.; O'Donovan, M.; Shalloo, L.; Mulligan, F. J.; Boland, T. M.; Delagarde, R. 2012. Evaluation of the GrazeIn model of grass dry-matter intake and milk production prediction for dairy cows in temperate grass-based production systems. 1–Sward characteristics and grazing management factors. (en línea). *Grass and Forage Science*. 68(4): 504-523. Consultado 23 may. 2018. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/gfs.12023>
54. Pereira, I.; Laborde, D.; Carriquiry, M.; López-Villalobos, N.; Meikle, A. 2010. Productive and reproductive performance of Uruguayan Holstein x New Zealand Holstien Fresian cows in a predominantly pasture-based system. (en línea). *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 70: 306-310. Consultado 10 may. 2018. Disponible en <http://www.nzsap.org/proceedings/2010/productive-and-reproductive-performance-uruguyan-holstein-and-uruguyan-holstein-x>
55. Pordomingo, A. J.; Juan N. A.; Azcarate, M. P. 2001. Evaluación de dietas basadas en grano entero, sin fibra larga, en engorde a corral. (en línea). *Revista Argentina de Producción Animal*. 21(1): 31-33. Consultado 18 dic. 2018. Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/evaluacion-dietas-basadas-grano-t26101.htm>
56. RAE (Real Academia Española, ES). 2017. Diccionario de la lengua española. (en línea). Madrid. s.p. Consultado set. 2018. Disponible en <http://dle.rae.es/?id=Y2AFX5s>
57. Roca, A.; González, A. 2012. Influencia de la raza sobre el rendimiento del ganado vacuno lechero. (en línea). *Albeitiar* 154: 20. Consultado 25 set. 2018. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/razas_lecheras/05-Influencia_raza.pdf
58. Ruiz, R.; Oregui, L. M. 2001. El enfoque sistémico en el análisis de la producción animal: revisión bibliográfica. (en línea). *Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animales*. 16(1): 30-61. Consultado 8 abr. 2018. Disponible en http://www.inia.es/gcontrec/pub/ruiz_1161096418109.pdf

59. Santini, F.; Hardie, A.; Jorgensen, N. 1983. Proposed Use of Adjusted Intake Based on Forage Particle Length for Calculation of Roughage Indexes. (en línea) *Journal of Dairy Science*. 66(4): 811- 820. Consultado 10 ene. 2019. Disponible en [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(83\)81861-X/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(83)81861-X/pdf)
60. Schöbitz, J.; Ruiz-Albarrán, M.; Balocchi, O.; Wittwer, F.; Noro, M.; Pulido, R. G. 2013. Effect of increasing pasture allowance and concentrate supplementation on animal performance and microbial protein synthesis in dairy cows. (en línea). *Archivos de Medicina Veterinaria*. 45: 247-258. Consultado 6 may. 2018. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/259692602_Effect_of_increasing_pasture_allowance_and_concentrate_supplementation_on_animal_performance_and_microbial_protein_synthesis_in_dairy_cows
61. Stockdale, C. R. 2000. Levels of pasture substitution when concentrates are fed to grazing cows in northern Victoria. (en línea). *Animal Production Science*. 40(7): 913-921. Consultado 17 ene. 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/262984897_Levels_of_pasture_substitution_when_concentrates_are_fed_to_grazing_cows_in_northern_Victoria
62. Stojanović, B.; Grubić, G.; Dorđević, N.; Božičković, A.; Ivetić, A. 2014. Supplementary feeding of grazing dairy cows. (en línea). In: *International Symposium on Animal Science (14th., 2014, Belgrado)*. Proceedings. Belgrade, University of Belgrade. pp. 265-271. Consultado 15 jun. 2018. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Zoran_Popovic10/publication/291351022_Proceedings_of_the_International_Symposium_on_Animal_Science_2014/links/56a200e908ae27f7de28920b/Proceedings-of-the-International-Symposium-on-Animal-Science-2014.pdf
63. Sudweeks, E. M.; Ely, L. O.; Mertens, D. R.; Sisk, L. R. 1981. Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminant diets: roughage value index system. (en línea). *Journal of Animal Science*. 53(5): 1406-1411. Consultado 26 dic. 2018. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/237493707_Assessing_Minimum_Amounts_and_Form_of_Roughages_in_Ruminant_Diets_Roughage_Value_Index_System
64. Sutton, J. D.; Hart, I. C.; Broster, W. H.; Elliot, R. J.; Schuller, E. 1986. Feeding frequency for lactating cows: effects on rumen fermentation and blood

- metabolites and hormones. (en línea). *British Journal of Nutrition*. 56: 81-192. Consultado 19 nov. 2018. Disponible en https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/FD5D004F6E033A183866B485464B95B9/S0007114586000995a.pdf/feeding_frequency_for_lactating_cows_effects_on_rumen_fermentation_and_blood_metabolites_and_hormones.pdf
65. Tozer, P. R.; Bargo, F.; Muller, L. D. 2003. Economic analyses of feeding systems combining pasture and total mixed ration. (en línea). *Journal of Dairy Science*. 86(3): 808-818. Consultado 13 ene. 2019. Disponible en [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(03\)73663-7/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(03)73663-7/pdf)
66. Troncoso, H. 2014. Producción de leche y biosíntesis. (en línea). *Entorno Ganadero*. 44: 1-6. Consultado 7 ago. 2018. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/59-Produccion_Leche_y_Biosintesis.pdf
67. Urioste, J.; Rovere, G.; Frioni, N. 2016. Nuevo índice de selección para la raza Holando incorpora fertilidad en hijas. (en línea). *In: Jornada Anual de Genética Lechera (2a., 2016, Colonia). Memorias. s.n.t. 13 diapositivas*. Consultado 22 may. 2018. Disponible en <http://www.inia.uy/Documentos/P%C3%BAblicos/INIA%20La%20Estanzuela/Presentaciones/Urioste.pdf>
68. Van Soest, P. J.; Robertson, J. B.; Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. (en línea). *Journal of Dairy Science*. 74(10): 3583-3597. Consultado 25 abr. 2018. Disponible en [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(91\)78551-2/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(91)78551-2/pdf)
69. Vasallo, M. 2011. Precio y arrendamiento de la tierra en Uruguay. *In: Vasallo, M.; Bruno, Y.; Carriquiry, M. R.; Courdin, V.; Durán, V.; García, F.; Hernández, A.; Rodríguez, N.; Tomasiunas, M. eds. Dinámica y competencia intrasectorial en el agro Uruguay 2000-2010*. Montevideo, UdelAR. pp. 137-146.
70. Viera, E.; Bengoa, F.; Bagnato, G.; Arbolea, I. 2013. El sector lechero uruguayo: Contribuciones de las políticas públicas y la institucionalidad sectorial a su desarrollo. (en línea). *In: Reunión Especializada de Agricultura Familiar (20a., 2013, Caracas). Actas*. Montevideo, s.e. p.irr.

Consultado set. 2018. Disponible en
http://fidamercosur.org/site/images/BIBLIOTECA/2013/Publicaciones/El_sector_lechero_uruguayo.pdf

10. ANEXOS

Anexo No.1. Composición química mensual de los alimentos para ambas estrategias.

Composición química (%)		Set.				Oct.			
		MS	FDN	PC	ENL	MS	FDN	PC	ENL
MD	Cáscara soja	91	63	12	0,98	91	67	12	0,99
	Ensilaje maíz	95	42	8	1,64	95	44	8	1,55
	GH maíz	93	6	7	2,24	95	7	7	2,24
	Harina soja	90	14	49	1,80	90	14	49	2,04
	Henolaje	93	42	21	1,30	94	40	16	1,22
	Pastura	93	48	20	1,54	95	51	19	1,46
MP	Pastura	93	43	21	1,57	95	53	22	1,57
	Ración sala	89	30	20	1,97	89	28	19	2,01

Composición química (%)		Dic.				Ene.			
		MS	FDN	PC	ENL	MS	FDN	PC	ENL
MD	Cáscara soja	95	59	17	1,15	94	65	12	0,94
	Ensilaje maíz	91	42	10	1,51	94	37	9	1,67
	GH maíz	94	10	11	2,21	94	15	10	2,17
	Harina soja	95	12	50	2,05	95	14	51	2,03
	Henolaje	93	56	12	1,21	94	68	7	0,98
	Pastura	93	49	18	1,40	95	44	24	1,54
MP	Pastura	93	45	20	1,50	94	42	24	1,55
	Ración sala	95	26	20	2,02	92	32	19	1,69

Composición química (%)		Ene.				Feb.			
		MS	FDN	PC	ENL	MS	FDN	PC	ENL
MD	Cáscara soja	94	65	12	0,94	90	12	65	0,95
	Ensilaje maíz	94	37	9	1,67	90	8	37	1,69
	GH maíz	94	15	10	2,17	91	9	17	2,16
	Harina soja	95	14	51	2,03	90	49	14	2,05
	Henolaje	94	68	7	0,98	96	15	53	1,21
	Pastura	95	44	24	1,54	95	19	44	1,49
MP	Pastura	94	42	24	1,55	94	20	47	1,47
	Ración sala	92	32	19	1,69	90	21	25	2,03

Composición química (%)		Mar.			
		MS	FDN	PC	ENL
MD	Cáscara soja	97	15	48	2,02
	Ensilaje maíz	88	38	7	1,62
	GH maíz	96	13	10	2,18
	Harina soja	97	65	11	0,94
	Henolaje	95	45	16	1,37
	Pastura	96	44	19	1,51
MP	Pastura	95	50	19	1,46
	Ración sala	98	28	19	2,00

Anexo No. 2. Costos en U\$\$/tonelada de los diferentes componentes de la dieta.

Ingredientes	MD	MP	U\$\$/ton
	kg/MS/VO/día		
Cáscara de soja	1,75	-	0,23
Aditivos	0,4	-	0,98
Grano húmedo de maíz	2,54	-	0,3
Harina de soja	2,31	-	0,45
Ración sala	-	6,34	0,3
Precio concentrados (U\$\$/ton)	0,37	0,3	
Henolaje	1,89	1,51	0,09
Ensilaje de maíz	4,44	3,51	0,09
Pastura	6,11	9,03	0,06
Total	7	6,34	
Precio (U\$\$/ton)	0,18	0,14	