

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

INTENSIFICACIÓN EN LA LECHERÍA URUGUAYA: ANÁLISIS FÍSICO,
ECONÓMICO Y AMBIENTAL DE DIFERENTES SISTEMAS PRODUCTIVOS

por

Marcos FETTER BOVE

Daniel FILIPPINI IRAZUN

Joaquín SECCO ARMAS

Ignacio QUEIROLO DERÍO

Santiago VERA YOUNG

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2014

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. Phd Pablo Chilbroste

Ing. Agr. Gabriel Giudice

Ing. Agr. Ricardo Mello

Ing. Agr. Jorge Artagaveytia

Fecha: 02 de julio de 2014

Autor: -----

Marcos Fetter Bove

Daniel Filippini Irazun

Ignacio Queirolo Derio

Joaquin Secco Armas

Santiago Vera Young

AGRADECIMIENTOS

El grupo de tesis le agradece al apoyo incondicional de todos los familiares y amigos que hicieron posible de la realización de esta carrera. Que siempre supieron estar en todos los momentos y principalmente en los difíciles. También hacer un énfasis en la generación de la EEMAC 2011 de la cual se pudieron conocer varios amigos y rescatar muy buenos recuerdos.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1 <u>OBJETIVOS</u>	3
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	4
2.1 <u>MARCO CONCEPTUAL</u>	4
2.2 <u>PROCESOS DE INTENSIFICACIÓN EN ESTADOS UNIDOS</u>	4
2.2.1 <u>Dinámica estructural y productiva</u>	4
2.2.2 <u>Actualidad y perspectivas</u>	5
2.3 <u>PROCESOS DE INTENSIFICACIÓN EN AUSTRALIA</u>	6
2.3.1 <u>Dinámica estructural y productiva</u>	6
2.3.2 <u>Caracterización y evolución de modelos productivos</u>	7
2.4 <u>PROCESOS DE INTENSIFICACIÓN EN NUEVA ZELANDA</u>	9
2.4.1 <u>Dinámica estructural y productiva</u>	9
2.4.2 <u>Caracterización y evolución de modelos de producción</u>	10
2.5 <u>PROCESOS DE INTENSIFICACIÓN EN ARGENTINA</u>	11
2.5.1 <u>Dinámica estructural y productiva</u>	11
2.5.2 <u>Evolución reciente y perspectivas</u>	12
2.6 <u>PROCESOS DE INTENSIFICACIÓN EN URUGUAY</u>	13
2.6.1 <u>Dinámica estructural y productiva</u>	13
2.6.2 <u>Actualidad de la lechería nacional</u>	17
2.7 <u>RESULTADOS Y ASPECTOS DE LA INTENSIFICACIÓN</u>	18
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	24
3.1 <u>METODOLOGÍA DE TRABAJO</u>	24
3.1.1 <u>Criterios y determinación de los modelos</u>	24
3.1.2 <u>Criterios generales para comparar sistemas</u>	24
3.2 <u>DESCRIPCIÓN DE INDICADORES</u>	26
3.2.1 <u>Rotaciones</u>	26
3.2.2 <u>Producción y consumo de forraje</u>	27
3.2.3 <u>Producción y consumo de reserva</u>	28
3.2.4 <u>Suministro y consumo de suplementos</u>	29
3.2.5 <u>Inversión</u>	30

3.2.6	<u>Costos</u>	30
3.2.6.1	Costos asociados a la rotación.....	30
3.2.6.2	Costos de distribución de concentrados y reservas	31
3.2.6.3	Costo forrajes y reservas.....	32
3.2.6.4	Costo de concentrados.....	33
3.2.7	<u>Producción</u>	34
3.2.8	<u>Cálculo de márgenes de alimentación y ratio</u>	34
3.2.9	<u>Balance de nutrientes y eficiencia de uso</u>	35
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	36
4.1	<u>DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS</u>	36
4.1.1	<u>Generalidades</u>	36
4.1.2	<u>Sistema 1 (S1)</u>	36
4.1.2.1	Caracterización.....	36
4.1.2.2	Manejo del rodeo.....	37
4.1.2.3	Infraestructura	38
4.1.2.4	Maquinaria.....	38
4.1.2.5	Recursos humanos.....	39
4.1.3	<u>Sistema 2 (S2)</u>	39
4.1.3.1	Caracterización.....	39
4.1.3.2	Pasturas y reservas.....	39
4.1.3.3	Concentrados	40
4.1.3.4	Manejo del rodeo.....	40
4.1.3.5	Infraestructura	41
4.1.3.6	Maquinaria.....	41
4.1.3.7	Recursos humanos.....	41
4.1.4	<u>Sistema 3 (S3)</u>	42
4.1.4.1	Caracterización.....	42
4.1.4.2	Pasturas y reservas.....	42
4.1.4.3	Concentrados	43
4.1.4.4	Manejo del rodeo.....	43
4.1.4.5	Infraestructura y maquinaria.....	44
4.1.4.6	Recursos humanos.....	44
4.1.5	<u>Sistema 4 (S4)</u>	44
4.1.5.1	Caracterización.....	44
4.1.5.2	Pasturas y reservas.....	44
4.1.5.3	Concentrados	45

4.1.5.4	Manejo del rodeo.....	46
4.1.5.5	Infraestructura y maquinaria.....	46
4.1.5.6	Recursos humanos.....	46
4.1.6	<u>Manejo de efluentes para los sistemas</u>	47
4.2	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS	48
4.2.1	<u>Indicadores físicos</u>	48
4.2.1.1	Superficie y producción.....	48
4.2.1.2	Rotaciones.....	50
4.2.1.3	Producción y consumo de forraje.....	51
4.2.1.4	Consumo y tipo de concentrados.....	52
4.2.1.5	Consumo individual.....	53
4.2.1.6	Consumo total y eficiencia de conversión de los sistemas.....	54
4.2.1.7	Mano de obra.....	55
4.2.2	<u>Costos</u>	56
4.2.2.1	Pasturas y cultivos.....	56
4.2.2.2	Alimentación.....	56
4.2.3	<u>Inversión</u>	58
4.2.4	<u>Análisis económico de los márgenes de alimentación</u>	60
4.2.4.1	Márgenes de alimentación.....	60
4.2.4.2	Análisis de sensibilidad.....	61
4.2.5	<u>Ratio</u>	63
4.2.6	<u>Análisis ambiental</u>	64
4.2.6.1	Entradas de nitrógeno (N).....	64
4.2.6.2	Entradas de fosforo (P).....	64
4.2.6.3	Entradas de potasio (K).....	65
4.2.6.4	Balance de nutrientes.....	65
4.2.6.5	Eficiencia en el uso de N y P.....	66
4.2.6.6	Dinámica de nutrientes.....	66
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	68
6.	<u>RESUMEN</u>	71
7.	<u>SUMMARY</u>	72
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	73
9.	<u>ANEXOS</u>	81

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Sistemas productivos en Australia	8
2. Suministro de concentrados y reservas a diferentes productividades por hectárea	16
3. Evolución de la lechería en los diferentes países.....	18
4. Resultados productivos	49
5. Rotaciones	50
6. Producción y consumo de fibra	51
7. Consumo y tipo de concentrado	52
8. Consumo	53
9. Consumo total	54
10. Eficiencia de conversión.....	55
11. Mano de obra	55
12. Costos de pasturas y cultivos	56
13. Costos de distribución	57
14. Costo alimentación	57
15. Inversión.....	59
16. Márgenes de alimentación	60
17. Ratio de los sistemas	63
18. Entrada de Nitrógeno	64
19. Entrada de Fosforo.....	64
20. Balance de nutrientes.....	65
21. Eficiencia de uso de nutrientes.....	66

Figura No.

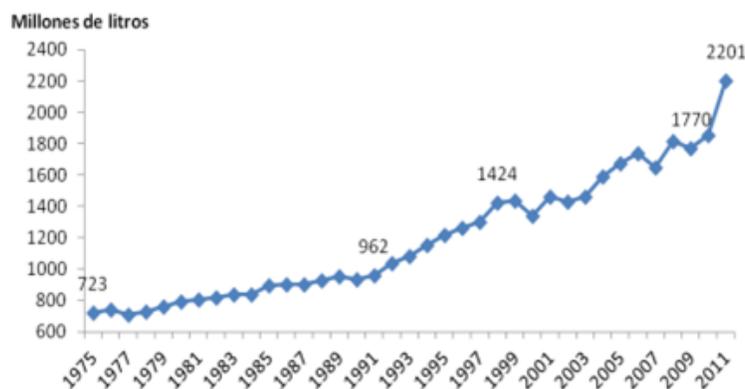
1. Producción de leche en Uruguay.....	1
2. Precios internacionales de lácteos (2002-2004=100).....	2
3. Evolución del número de establecimientos y VM/ha en EEUU.....	4
4. Sistemas productivos en Nueva Zelanda.....	11
5. Evolución del número de establecimientos y producción de leche en Uruguay.....	14
6. Producción de leche y destino.....	15
7. Evolución de superficie y vaca masa.....	15
8. Margen de alimentación por hectárea frente a cambios en precio de la leche y concentrado.....	64

1. INTRODUCCIÓN

El sector lechero uruguayo ha desarrollado durante la segunda mitad del siglo XX una etapa de continuo crecimiento. Dicho crecimiento fue impulsado por varios factores, entre ellos se destacan la oferta de innovaciones, eliminación de subsidios (Ronda GATT Uruguay, OMC), políticas económicas fuertemente orientadas a insertarse en el contexto internacional y la gestión de la industria. Producto de los citados factores entre otros se desencadenan una serie de cambios de reorientación productiva y una creciente corriente comercial de exportación (MGAP. DIEA, 2001).

El crecimiento en producción fue notable, con tasas del 4 % promedio anual durante el periodo 1970-2000. Para el año 1998 la producción de leche remitida se duplico con respecto al año 1975 pasando de producir 723 millones de litros a 1424 millones de litros respectivamente. Dicho aumento de producción estuvo caracterizado por una fuerte incorporación de tecnología y conocimientos, principalmente en lo referente a aumentos de la eficiencia productiva por animal y por unidad de tierra. La cantidad de leche por vaca masa (VM) más que se duplica en el período (1970-2000), mientras que la productividad global por hectárea de 1990 al 2000 se registró un incremento del 61% (MGAP. DIEA, 2001).

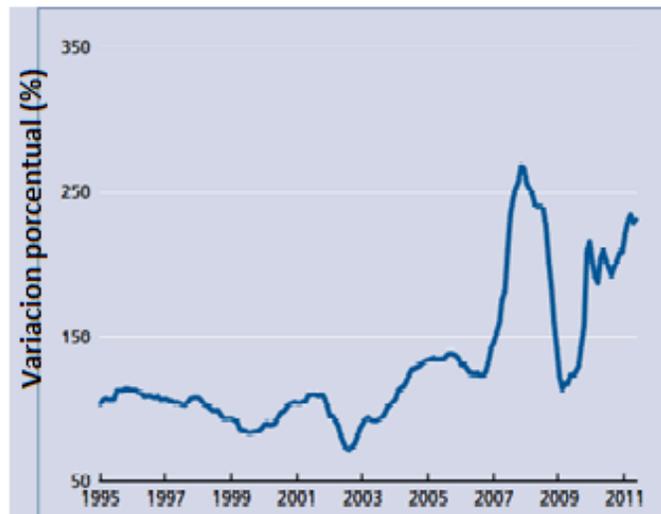
Figura No. 1. Producción de leche en Uruguay



Fuente: MGAP. DIEA (2012)

Luego de la crisis económica ocurrida a principios del siglo XXI la lechería uruguaya ha atravesado una serie de impactos de magnitud considerable, liderados por el aumento del precio internacional de la leche que generó precios extraordinarios a la producción, como ejemplo de ello se destaca el incremento del precio de la leche al productor de 0,11 U\$S/Litro promedio en 2002 a 0,41 U\$S/Litro promedio en 2011 (INALE, 2012). A partir de dichos cambios se observa un escenario completamente diferente, en donde a nivel general la utilidad extraordinaria generada a partir de dichos cambios en precios apuestan a un potencial cambio en el paradigma de la producción lechera uruguaya (Antúnez, 2010).

Figura No. 2. Precios internacionales de lácteos (2002-2004=100)



Fuente: FAO (2012)

Este trabajo es impulsado por la falta de antecedentes en lo que respecta al estudio de modelos de producción de leche en Uruguay. Se realiza en forma descriptiva una síntesis de ciertos modelos de producción reinantes en la actualidad, característicos por su alto grado de intensificación (elevada productividad por hectárea), con diferencias en lo que refiere a estrategias de alimentación y utilización de recursos. Se analizan y comparan los sistemas en términos físicos, económicos y ambientales, para intentar comprender tendencias que puedan marcar el destino de la producción nacional.

1.1 OBJETIVOS

El objetivo general es la descripción de diferentes sistemas de producción lechera en el Uruguay, que en términos de producción por hectárea, se encuentren en un nivel mayor a la media nacional (MGAP. DIEA, 2012). A partir de la descripción de los mismos y de los datos productivos para el ejercicio 2011/2012, realizar un análisis de los aspectos productivos, económicos y ambientales más relevantes para los sistemas.

La consecución de este objetivo general viene secuenciada por los siguientes objetivos específicos:

- Caracterización estructural y de procesos de cada sistema de producción.
- Establecer parámetros de producción y alimentación de cada sistema de producción.
- Análisis económico basado en márgenes de alimentación para establecer fortalezas y debilidades, caracterizando los costos en lo que refiere a alimentación y mano de obra de los sistemas. Analizar la estabilidad económica ante escenarios de cambio de precios, mediante análisis de sensibilidad.
- Determinar dinámica y balance de nutrientes de cada sistema de producción.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 MARCO CONCEPTUAL

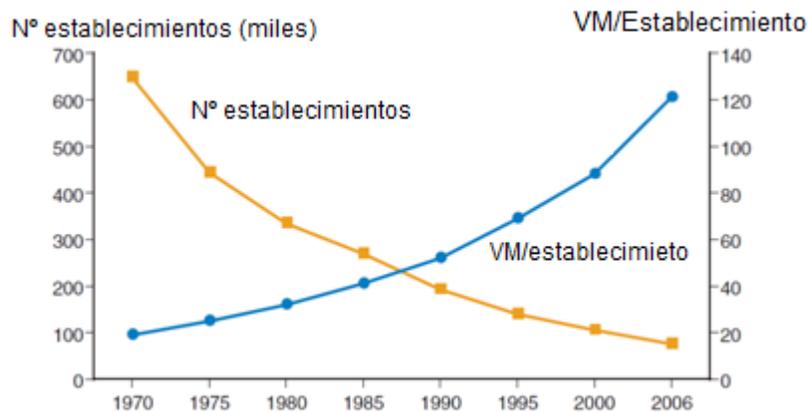
Para analizar la evolución tecnológica de los principales sistemas de producción lechera en Uruguay es importante contextualizar la información tomando como referencia los principales modelos de producción de alguno de los países con mayor historia y participación mundial en producción de leche. Por tanto se realiza una revisión bibliográfica indagando los procesos de intensificación que han experimentado los sistemas de producción de leche en Estados Unidos, Nueva Zelanda, Argentina, Australia y por ultimo en Uruguay desde mediados del siglo XX hasta la actualidad.

2.2 PROCESOS DE INTENSIFICACIÓN EN ESTADOS UNIDOS

2.2.1 Dinámica estructural y productiva

En EEUU trabajos como el de Muller (2004) evidencian al igual que lo que ha venido ocurriendo en los últimos años en la lechería uruguaya una disminución significativa en el número de establecimientos (40%), un aumento significativo en el tamaño promedio del rodeo por establecimiento (60%) y un aumento en la producción por animal (20%). Y que dicho aumento en el tamaño del rodeo brinda una mayor eficiencia de producción basada en un aprovechamiento de las economías de escala.

Figura No. 3. Evolución del número de establecimientos y VM/ha en EEUU



Fuente:
USDA (2007)

Según Muller (2004) la lechería en dicho país ha atravesado un proceso continuo de cambio. En sus inicios la lechería se realizaba en base a pasturas cuando a partir de la década de 1950 se comienza a incursionar en el régimen de estabulación. El periodo factible de pastoreo directo se encuentra acotado en extensas superficies, principalmente por condiciones climáticas que obligan a encerrar los rodeos, específicamente por nieve en el invierno (Muller, 2004).

Luego de la segunda guerra mundial el avance de la tecnología posibilitó la incorporación del ordeño mecánico por lo que los rodeos se extendieron en número. Debido a factores como la aparición del ordeño mecánico con rodeos en crecimiento, mejoramiento de tecnologías asociadas a la conservación y suministro de forraje y el corto periodo disponible en el año para pastoreo directo se comenzó una nueva etapa en la lechería estadounidense con la estabulación durante todo el año, modelo que fue popularizándose con el correr de los años subsiguientes (Moynihan, 2006). Desde 1970 a la fecha se duplicó la producción de leche y se redujo en un 25% el número de vacas en producción (USDA. ERS, 2012).

2.2.2 Actualidad y perspectivas

En la actualidad la mayoría de la producción lechera estadounidense se desarrolla en la zona oeste y norte (California, Idaho, Washington, Wisconsin, Michigan, etc). En las últimas décadas (80's y 90's) la zona oeste a crecido en términos productivos mientras que el resto del país a decrecido o se ha mantenido, esto debido fundamentalmente a menores costos de producción promedio por factores, principalmente organizacionales y climáticos (Barham et al. 2005, USDA 2007, Cabrera et al. 2008). En la zona oeste (California, Idaho, Washington) la producción es mayoritariamente corporativa con rodeos de más de 1000 vacas promedio (USDA. ERS, 2012), mientras que en los estados del norte se destaca a grandes rasgos una producción familiar con establecimientos de menos de 100 vacas y una superioridad en relación a la zona oeste en lo que respecta a sistemas "pastoriles" o "mixtos" (USDA. ERS, 2012). Como dato relevante el 23 % de los tamberos del estado Wisconsin (norte) y el 15 % de los tamberos del noreste de los Estados Unidos poseen algún periodo en el año en donde se alimenta en base a pasturas (Muller, 2004). Datos del USDA en 2012 confirman la necesidad de aumentar escala y aumentar los volúmenes de producción para disminuir costos de producción. Por lo antedicho, aparecen nuevos sistemas como los free-stall, que son sistemas de confinamiento que

proveen a los animales un área seca, limpia y cómoda para el descanso, fácil acceso al agua y a los alimentos (Reynolds, s.f.), y requieren elevados volúmenes de producción para su viabilidad económico-financiera.

Los resultados indican que cuatro de cada cinco vacas en producción en EEUU se encuentran en régimen de estabulación en donde eventualmente el forraje es cosechado mecánicamente y suministrado en el sistema de confinamiento (USDA. NASS, 2013). La producción promedio por vaca en EEUU es de 9610 litros de leche por vaca/año (USDA. NASS, 2013). Hall (2011) señala eficiencias de conversión para los tambos comerciales de EEUU que van desde 80 a 130 kg de sólidos por tonelada de materia seca consumida. Por otra parte trabajos realizados en la universidad de California señalan un promedio de FDN% en las dietas de los tambos de 34,6 % para producciones promedio de 31 Litros por vaca por día (Castillo et al., 2013).

Los grandes sistemas estabulados poseen sistemas organizacionales avanzados y una importante estandarización de procesos por lo que se facilita la gestión, escenario propicio para inversiones corporativistas con gran poder de inversión.

En cuanto a las perspectivas de la lechería en Estados Unidos, se espera según OCDE. FAO un crecimiento de la producción a tasas del 1,6 % anual para 2012-2022, tasa similar al 1,8 % anual de la década anterior (2002-2012). Dicho incremento se adjudica fundamentalmente al aumento de rendimiento individual, no previéndose aumentos en número de animales totales.

2.3 PROCESOS DE INTENSIFICACIÓN EN AUSTRALIA

2.3.1 Dinámica estructural y productiva

Australia centra su producción a base de pasto, ya que el 98% de los tamberos australianos realizan pastoreos directos con su rodeo en algún momento del año y solamente el 2% de los establecimientos lecheros en Australia son completamente estabulados a base de ración totalmente mezclada (RTM) (Little, s.f.).

La lechería en Australia también ha experimentado bajas importantes en el número de establecimientos, pasando de 22.000 en 1980 a 9.600 en 2004.

Por otra parte, el tamaño de rodeo promedio pasó de 85 a 211 VM en el mismo período (Dairy Australia, 2005), por lo que el fenómeno de concentración ha sido preponderante.

La lechería en Australia ha crecido a partir de 1980 en términos productivos a una tasa del 4% anual alcanzando en el año 2000 11.000 millones de litros. A partir de ese año la producción ha tenido leves retracciones para ubicarse en los 9.000 millones de litros en el año 2008. Ya en los últimos años ha existido una recuperación de la producción, alcanzando los niveles de principios del siglo XXI (Dairy Australia, 2013). El estancamiento en la producción sufrido por Australia en los últimos años, radica en la eliminación de la intervención del estado el 1 de julio de 2000, desapareciendo los subsidios a la producción, lo que significó que ya no habría control estatal sobre la cantidad y el precio de la leche a recibir por los productores, permitiendo que los lácteos se orienten únicamente por las señales del mercado (Padilla, 2010). Además una extensa sequía entre 2002 y 2004 provocó una reducción en la producción de leche y en el ganado vacuno que debió adaptarse a la disminución de alimentos, observándose efectos residuales en las siguientes campañas por lo menos hasta 2006 (Jesse, 2006).

2.3.2 Caracterización y evolución de modelos productivos

Las 200 millones de hectáreas de área productiva en Australia (Jayasuriya, 2004), ocasionan que la producción y los sistemas de producción varíen de una zona geográfica a otra, al igual a lo que se observa para el caso de EEUU. El 74% de los establecimientos lecheros se encuentran en el estado de Victoria y Nueva Gales del sur (sureste), en donde se produce el 76% del total de la producción (ADC, 2002). En Victoria y Tasmania (Sur), la producción es mayormente pastoril con buenas condiciones para la producción de forrajes y una producción de carácter familiar, mientras que al avanzar hacia el norte comienza a aumentar la proporción de establecimientos estabulados a base de concentrados y reservas (Little, s.f.).

Australia se caracteriza por ser uno de los países más competitivos en producción de leche a escala mundial, debido principalmente a sus condiciones naturales que le permiten operar con costos de producción muy bajos. A pesar de lo anterior, entre 1995 y 2004, el precio de la leche aumentó a una tasa del

0,3% anual, mientras que los precios de los insumos aumentaron a razón de 2,6% anual, por lo que los productores se han visto obligados a intensificar sus sistemas de producción para mantener o elevar sus ganancias, mediante el empleo de una amplia gama de tecnologías de alimentación y/o aumentos de escala (Padilla, 2010). La adopción de las nuevas tecnologías y las prácticas de gestión, ha dado lugar a aumentos apreciables en la productividad del trabajo y de la producción de leche por vaca como por hectárea (Dairy Australia, 2005).

En la actualidad se destacan 5 modelos de producción basados en la alimentación del rodeo. En donde la diferencia entre los mismos radica en el aumento del capital invertido en infraestructura, maquinaria y la constitución de las dietas.

Cuadro No. 1. Sistemas productivos en Australia

	%Establ	Dieta y manejos	Carga s	Prod .
Sist. 1	30	-Pastoreos todo el año -Reservas -Suministro de concentrados no mayores a 1T/VM/año	?	?
Sist. 2	50	-Pastoreos todo el año -Reservas -Suministros de concentrados mayores a 1T/VM/año	?	?
Sist. 3	1	-Pastoreos todo el año o mayor parte -Concentrados en sala o bajo RTM en plazas alimentación	?	?
Sist. 4	5	-Pastoreo por menos de 9 meses al año -Concentrados exclusivos bajo RTM en plazas alimentación	?	?
Sist. 5	2	-Confinamiento todo el año -Dieta 100% RTM	?	?

Fuente: Little (s.f.)

Se destaca a partir de las estadísticas (Little, s.f.), el aumento en el tamaño promedio de los rodeos a medida que avanzamos de los sistemas 1 y 2 a los sistemas 3, 4 y 5. Las razones por las cuales los productores pasan de los modelos 1 y 2 a los modelos 3, 4 y 5 son entre otras la necesidad de aumentar la ingesta de materia seca y llevar mejor control sobre dietas, proveer refugios frescos a las vacas en los veranos, encierros en momentos de grandes precipitaciones para evitar daño por pisoteo en pasturas entre otras razones. Cambios que se hacen viables con una gran oferta tecnológica y precios en alza que permiten avanzar a inversiones en infraestructura y alimentación (Little, s.f.). Entre las adopciones de tecnologías se destacan tecnologías para la suplementación, asesoramiento por nutricionistas para calibrar dietas, avances en genética que elevan potenciales individuales, programas de inseminación artificial, incorporación de nuevos equipos de ordeño, mejoras en tecnologías asociadas a la conservación de forrajes entre otras (Dairy Australia, 2013).

Por otra parte, se pueden diferenciar sistemas que funcionan con pariciones estacionales y con doble parición estacional. En el primero, las vacas están acopladas a parir y comenzar la lactancia en el período de la mayor disponibilidad de pasto. Se utiliza en casi dos tercios de los establecimientos australianos, con mayor preponderancia en los modelos de producción 1 y 2. El otro sistema de doble parición (partos en primavera y otoño) ha ido aumentando en popularidad, con fuerte adopción en los sistemas 3, 4 y 5 (Dairy Australia, 2005).

En lo referente a perspectivas según OCDE-FAO para el 2022, se espera un crecimiento de la producción de leche del 1 % anual, producto de aumentos en rendimientos individuales. Se prevé un ligero descenso en el número de animales debido fundamentalmente a una caída en los rendimientos marginales (-5,7 % anual), lo que elimina los incentivos para que los tamberos amplíen sus rebaños.

2.4 PROCESOS DE INTENSIFICACIÓN EN NUEVA ZELANDA

2.4.1 Dinámica estructural y productiva

En Nueva Zelanda la producción de base pastoril ha tenido un crecimiento sostenido desde la década de los 70's (Fairweather et al., 2008).

Desde 2000 al 2012, el número de establecimientos se redujo cerca de un 10 %, mientras que el resto de los indicadores como producción de sólidos promedio por vaca por año, número de vacas por hectárea y tamaño promedio de los rodeos aumentó significativamente 16, 65% y 57% respectivamente para dicho periodo (IFCN).¹ Desde 1980 al 2006 la principal vía de crecimiento de los sistemas neozelandeses se basó en un aumento de escala, aumento sostenido en la carga animal por hectárea y un aumento en la producción de sólidos por vaca (Fairweather et al., 2008).

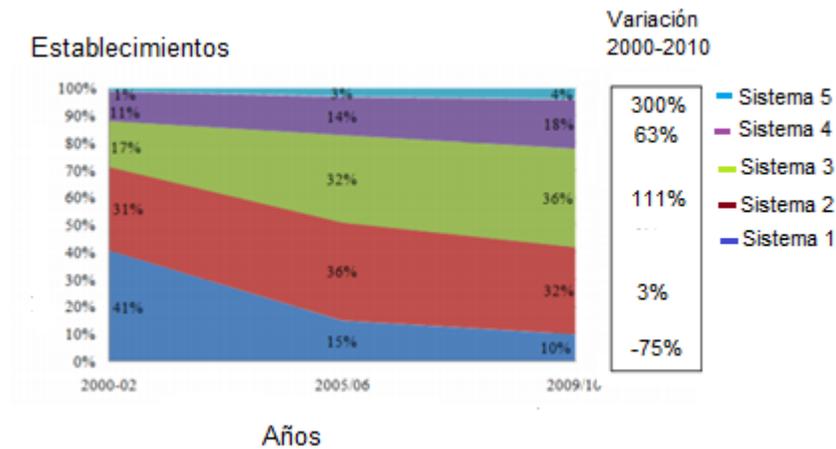
2.4.2 Caracterización y evolución de modelos de producción

A comienzos del siglo XXI se realizó un trabajo dirigido a establecer los principales modelos de producción lechera del país. Se elaboraron 5 sistemas en donde la diferencia radica fundamentalmente en el nivel de suplemento que es importado al sistema. El sistema número uno es netamente pastoril, en el sistema dos entre un 5 a un 15 % del alimento total del rodeo es importado al sistema, el sistema tres entre un 10 y un 20%, el cuatro 20 a 30% y finalmente el sistema cinco con más de 30% del alimento total importado.

A partir del nuevo siglo, las rutas de la intensificación parecen virar considerablemente. En el 2011 se evaluó la variación dentro de cada sistema de producción para el periodo 2000-2010 (Hedley et al., 2011). Los resultados arrojaron un aumento significativo de los sistemas 3, 4 y 5 con 111, 63 y 300 % respectivamente. Un nivel estable del sistema 2 que solo aumentó un 3% y una disminución significativa del sistema 1 netamente pastoril del orden del 75%.

¹ IFCN (International Farm Comparison Network, US). 2014. Estadísticas internacionales de la lechería (sin publicar).

Figura No. 4. Sistemas productivos en Nueva Zelanda



Fuente: Hedley et al. (2011)

Esta información marca la tendencia a un aumento de la producción individual, con suplementación la producción avanza de 4000 litros por lactancia a 7000 litros por lactancia, lo que permite triplicar el ingreso por animal (Hedley et al., 2011). En la isla norte el silo de maíz se ha transformado en un pilar importante en la alimentación animal, mientras que en la isla sur donde la producción de maíz es escasa, la cebada, el trigo y la melaza son complementos fundamentales en la dieta animal. La oferta tecnológica ha sido también un factor determinante a favor del cambio en la producción. Por otra parte el aumento del precio de la tierra representa 176% en valor para el periodo 1998-2009, por lo que consecuentemente, la suplementación radica en una necesidad de aumento de ingreso como factor relevante para competir por dicho recurso (LIC, 2010).

2.5 PROCESOS DE INTENSIFICACIÓN EN ARGENTINA

2.5.1 Dinámica estructural y productiva

Como ha ocurrido en EEUU, Australia y Nueva Zelanda se vuelve a repetir la incidencia de una mayor concentración y especialización en la producción primaria de lácteos, y un aumento de la productividad. Esta concentración repercute en una disminución considerable del número de establecimientos lecheros y un aumento del tamaño promedio de los establecimientos. A priori existen tres factores que permitieron aumentar la

productividad con menos tambos, se da un aprovechamiento de economías de escala, un aumento en la eficiencia por vaca y un aumento en la eficiencia por unidad de superficie sumado al gran avance de las ofertas de tecnologías de productos y procesos disponibles sobre todo a partir de la década de los noventa (Castignani y Zehnder 2002, Castignani et al. 2012)

La cadena láctea argentina se ha caracterizado por una fuerte diversidad productiva y tecnológica. Durante los setenta y los ochenta la productividad ha crecido a un ritmo del 2,5 % anual promedio, mientras que en la década del noventa el crecimiento por año se duplicó a 5% anual (Castellano et al., 2009). Esto se debió al continuo avance de la calidad genética del ganado lechero juntamente con nuevas tecnologías para todos los “ítems” del tambo: alimentación, ordeño, manejo reproductivo, control de mastitis, etc. Simultáneamente se empezó a difundir el ensilaje de maíz como reserva forrajera. Estos cambios en la alimentación requirieron de nuevas formas de suministro de alimentos, siendo insuficiente el uso de comederos durante el ordeño (López, s.f.). Cuando aparece la necesidad de suministrar fuera de la sala de ordeño se comienza a invertir en mixers, plazas de alimentación e infraestructura, observándose una tendencia al aumento de horas de encierre de los rodeos (Oddino, 2013).

Oddino (2013) resalta la necesidad que enfrentan los sistemas de producción argentinos de aumentar sus producciones por hectárea, si pretenden mantener las rentabilidades logradas algunos años atrás, debido fundamentalmente al aumento del precio de la tierra, activo principal en los sistemas de producción animal de base pastoril. Para esto el autor indica un óptimo económico y productivo de 10.000 litros por hectárea, que le posibilite a las explotaciones lecheras competir con la agricultura emergente por el factor tierra.

2.5.2 Evolución reciente y perspectivas

Otros trabajos reafirman los mismos procesos de cambio en el nuevo milenio. Los cambios tecnológicos producen cambios en la asignación de recursos productivos (tierra, capital y trabajo) que modifican la importancia de uno y otro en los nuevos modelos productivos (Centeno, 2013). Desde 2004 al 2011 se recabaron datos reales de establecimientos lecheros, destacándose

una disminución en la proporción de pasturas en el total de las dietas, pasando de 50% a 27%, mientras que los consumos de concentrados pasaron de 25% a 43% sobre el total de las dietas y las reservas de 25% a 30%. Con respecto a los datos de producción se destaca un aumento en la carga (23%), en la producción individual (35%) y en la producción por hectárea (72%). Los cambios en la producción de los sistemas, se debieron principalmente por un cambio en los patrones de alimentación de los rodeos (Centeno, 2013).

Baudracco et al. (2010) destacan que la baja productividad promedio de los sistemas lecheros de Argentina, se debe principalmente a las bajas producciones de forraje por hectárea, a una moderada a baja suplementación por hectárea, y a la baja eficiencia de cosecha del forraje producido por hectárea, lo cual es principalmente una consecuencia de la baja carga animal. La eficiencia de cosecha de las pasturas producidas en Argentina se ubicaría entre 50% y 65% (Guaita y Gallardo 1995, Romero et al. 1998).

Finalmente en la actualidad de la lechería Argentina encontramos un aumento continuo de productividad individual y por superficie. Por otra parte los costos de producción en los ítems compra de alimentos (concentrados) y costo de suministro de alimentos (gasoil, mantenimiento, etc) van tomando una participación mayor dentro de los costos totales de los sistemas (Centeno, 2013). Por lo que la lechería Argentina se encuentra inmersa en la disyuntiva de si el óptimo económico se alcanza con la continuación del proceso de intensificación y estabulación de los rodeos a base de RTM o a partir de sistemas productivos con menores producciones y menores costos (Centeno, 2013).

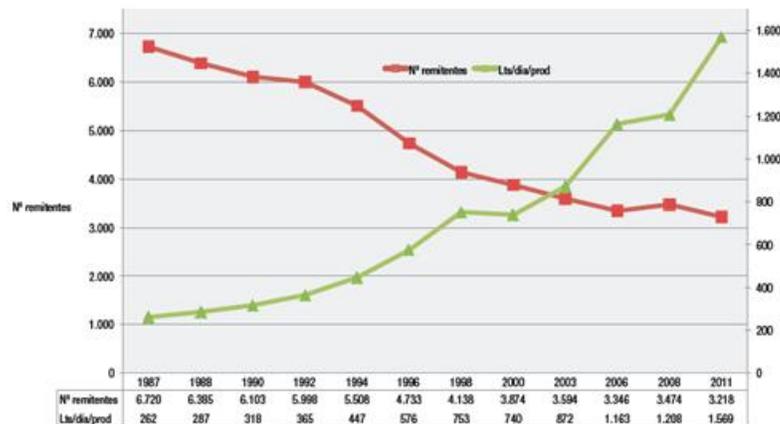
2.6 PROCESOS DE INTENSIFICACIÓN EN URUGUAY

2.6.1 Dinámica estructural y productiva

La producción lechera en Uruguay no es la excepción a lo que ha venido ocurriendo en los países mencionados anteriormente en lo que a estructura de producción y concentración de la producción refiere. A grandes rasgos el número de establecimientos comerciales ha disminuido a la mitad en los últimos veinticinco años y la producción de leche remitida aumento por siete para el mismo periodo. Lo que es aun más llamativo es el aumento de la pendiente en

producción de leche (gráfico No. 5) que desde el 2008 ha aumentado considerablemente (MGAP. DIEA, 2012).

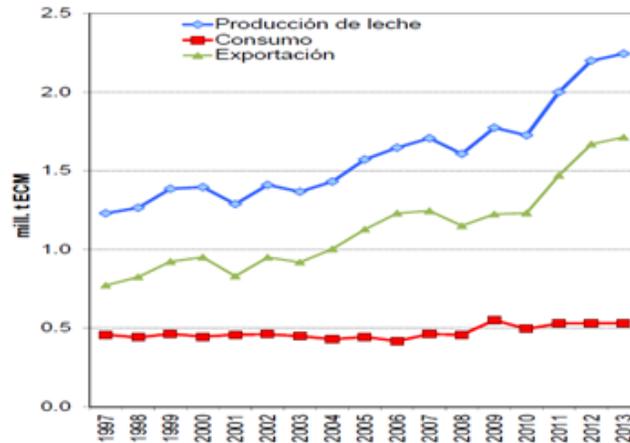
Figura No. 5. Evolución del número de establecimientos y producción de leche en Uruguay



Fuente: MGAP. DIEA (2012)

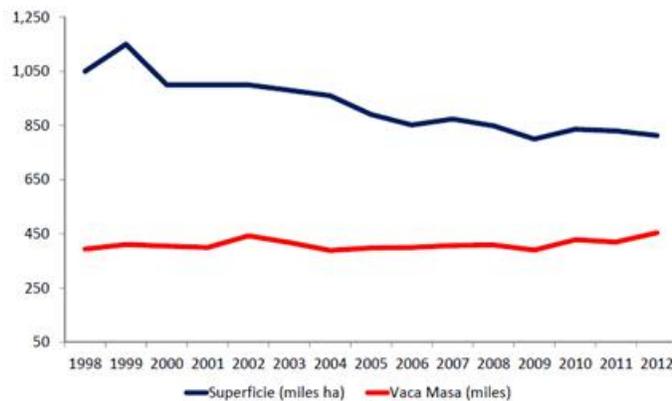
Es interesante destacar como la producción total de leche en 1998 fue de 1300 millones de litros y para 2013 la producción total se elevó a 2300 millones de litros, es decir que casi se duplicó la producción en 15 años. Por otra parte encontramos que la totalidad de vacas masa a nivel país se mantuvo prácticamente estable para el mismo periodo con aproximadamente 450 mil VM (Chilibroste, 2013a). De esta información podemos concluir que existieron a priori dos factores importantes que explican el aumento en producción con la misma cantidad de VM, por un lado existió un incremento considerable en la producción individual y por otra parte es probable que haya ocurrido una mejora en los índices asociados a la reproducción, es decir un aumento de la proporción de vacas productivas con respecto al total del rodeo. Para el mismo periodo existió un aumento de 42% en sólidos por vaca masa, un 23% de aumento en la carga animal por hectárea, un 7% de aumento en la relación VO/VM (Chilibroste, 2013a). La oferta de tecnologías disponibles, con énfasis en el aumento del suministro de concentrados y reservas parece ser un indicador fuerte de lo que ha venido ocurriendo en el Uruguay desde principios de siglo.

Figura No. 6. Producción de leche y destino



Fuente: Chilibroste (2013a)

Figura No. 7. Evolución de superficie y vaca masa



Fuente: Chilibroste (2013a)

La producción lechera en Uruguay se ha caracterizado a lo largo de la historia por la utilización de pasturas como base alimenticia para los rodeos, en donde la producción y cosecha directa de forraje son centrales en el negocio (Chilibroste, 2013b). Por otra parte, similar son las tendencias a lo que se ha visto para otros países, que reflejan un aumento de escala sostenido en los establecimientos, los cuales indudablemente se trasladan a una mayor concentración de animales, una industrialización de los procesos y una

industrialización organizativa y de gestión. Esto pone de manifiesto si es posible una lechería a base de pasturas a gran escala (Oddino, 2013).

Desde principios del siglo XXI el ingreso de capital por hectárea ha aumentado considerablemente junto con la producción como se vio líneas arriba. Como consecuencia de las buenas señales de mercado y del aumento en el precio internacional de la leche comenzaron a ocurrir una serie de acontecimientos de importancia. En primer lugar se observa un aumento significativo en el uso de concentrados pasando de 461 Kg de materia seca por hectárea en el año 2001 a 1687 Kg de materia seca por hectárea para el año 2013 (Chilibroste, 2013b). Se presenta a continuación un cuadro que ilustra los diferentes niveles de suministro de concentrados y reservas según productividad por hectárea, para el año 2007. Se observa claramente como aumentan los suministros totales de dichos componentes a medida que aumenta la productividad por hectárea.

Cuadro No. 2. Suministro de concentrados y reservas a diferentes productividades por hectárea

Rangos de productividad	Heno	Silo planta entera	Concentrados
(lt/ha/año) ⁽¹⁾	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)
Promedio	594	1.565	1215
De 1.500 a 2.000	393	1.136	614
De 2.000 a 2.500	483	1.180	680
De 2.500 a 3.500	562	1.254	1.216
De 3.500 a 4.500	611	1.634	1.620
Más de 4.500	920	2.621	1.945

(1) superficie lechera.

Fuente: MGAP. DIEA (2007).

Por todo esto se observa cómo se generan nuevos sistemas de producción que combinan alto uso de concentrados y reservas con pasturas. En donde factores como el comportamiento animal, la nutrición, el manejo de la alimentación, infraestructura y recursos humanos entre otros requieren

amoldarse a los nuevos sistemas en curso para mantener una viabilidad productiva, económica y ambiental.

2.6.2 Actualidad de la lechería nacional

Finalmente el modelo de lechería tradicional extensiva a base de pasturas naturales y artificiales con baja producción y bajo uso de reservas y concentradas se ha visto amenazada a partir del nuevo siglo por varios factores. Por un lado el aumento en el precio de la tierra producto de una competencia por el recurso que aumento significativamente a partir de la introducción del modelo sojero argentino a inicios del siglo XXI. Por otra parte el contexto internacional benigno con precios alcistas de commodities, generó condiciones sin precedentes para una explosión productiva. Dichos acontecimientos se caracterizaron por una fuerte incorporación de tecnología, elevada inversión, aumentos significativos en la utilización de concentrados y un cambio importante en el paradigma sobre el modelo productivo a seguir.

Trabajos de Artagaveytia (2013) en el marco del proyecto de costos de Conaprole demuestran como la intensificación de los sistemas en los últimos años ha venido de la mano de una fuerte inversión en los procesos de alimentación, capacidad de ordeño, infraestructura y manejo del ganado. El autor señala que a partir del 2010 entre el 50 y el 75 % del ingreso de capital de los tambos se ha destinado a inversión directa en activos (infraestructura y animales). Por otra parte el proceso de intensificación en los últimos años ha generado una demanda importante de mano de obra calificada producto de aumentos en la complejidad organizacional del trabajo.²

² Chilibroste, P. 2014. Sistemas de producción de leche competitivos, sostenibles y a escala humana: el desafío de la lechería uruguaya (sin publicar).

2.7 RESULTADOS Y ASPECTOS DE LA INTENSIFICACIÓN

Cuadro No. 3. Evolución de la lechería en los diferentes países

	No. Explotaciones			VM/tambo		
	2000	2012	Var. %	2000	2012	Var. %
Uruguay	5021	3119	-38	77	102	32,5
Argentina	16500	11880	-28	150	170	13,3
Australia	13860	6770	-51	276*	300	8,7
Nueva Z.	12890	11800	-8,5	222	348	56,8
EEUU	105060	57710	-45	350**	500	42,9

	Carga (VM/Ha)			Litros/VM/año		
	2000	2012	Var. %	2000	2012	Var. %
Uruguay	0,57	0,75	31,6	3318	4857	46,4
Argentina	0,65	0,75	15,4	4320	6662	54,2
Australia	1,5*	1,65	10	5170	5940	14,9
Nueva Z.	1,79	2,95	64,8	4300	5000	16,3
EEUU	1,27**	1,45	14,2	7770	9330	20

*Datos para el ejercicio 2009

**Datos para el ejercicio 2005

Fuente: IFCN¹, MGAP. DIEA (2011)

En el cuadro se resume información para la primera década del siglo XXI, en donde se observa a nivel general las tendencias que se trataron en esta revisión de bibliografía internacional, como son la disminución en el número de explotaciones y aumento en lo que respecta a tamaño de rodeos, carga y producción individual.

Como se observa en la bibliografía consultada, ha existido en las últimas décadas un fenómeno de concentración de la producción en dichos países, con tendencia a establecimientos de mayor superficie y mayor carga. Por otra parte, el avance genético ha elevado los potenciales de producción, por lo que la alimentación exclusiva a base de pasturas se convierte en una limitante para alcanzar los máximos potenciales individuales. Estos factores, sumado al precio

de la leche, costos de oportunidad por la tierra y otros ya mencionados, han generado una tendencia al aumento de la proporción de suplementos y forrajes conservados sobre el total de la dietas. Consecuentemente, se observa una tendencia en algunos de los sistemas más intensivos, al aumento de tiempo de encierro de los rodeos, para finalizar en algunos casos con la estabulación total.

A raíz de lo anterior se detallan a continuación algunas consideraciones acerca de los procesos de intensificación para estos países, que surgen a partir de la bibliografía consultada.

Para los sistemas pastoriles, es siempre motivo de discusión cual debería ser la carga óptima para los mismos. Bryant et al. (2003) remarcan que en un sistema de baja carga, hay mayor asignación y producción individual que en un sistema de alta carga. Sin embargo, más forraje es desperdiciado y por lo tanto la producción de sólidos por hectárea es menor. En contraste, en un sistema de alta carga, menor es el consumo de forraje y la producción por vaca, estando más predispuestos a perder más peso vivo en el comienzo de la lactancia, mientras que las lactancias suelen ser más cortas. Sin embargo, aumenta la utilización de forraje por hectárea y la producción por hectárea tiende a ser mayor. Baudracco et al. (2010) destacan que es posible conseguir un efecto sinérgico entre el aumento de la carga y el suministro de concentrados. Esta combinación puede permitir alta utilización del forraje producido, niveles moderados de producción de leche por vaca, altos niveles de producción de leche por hectárea y las mayores rentabilidades. Sin embargo, resaltan que el nivel de suplementación necesario por vaca y la carga óptima dependerá del potencial genético del rodeo, el precio de la leche y el costo de los suplementos, como también de la capacidad de gestión de las vacas adicionales.

A través de los antecedentes, se observa como en todos los países en algún momento se ha producido un proceso de aumento del uso de concentrados y forrajes conservados en el total de la dieta. Esto trae como implicancia el aumento del suministro del alimento como RTM, con mayores costos implícitos. Con respecto a esto, en trabajos realizados por Centeno (2013) se remarca como el costo por suministro de alimentos, ha cobrado protagonismo en la definición de los costos de alimentación, debido principalmente a dos cuestiones: el incremento del precio del gasoil y mayor

cantidad de horas diarias en que son utilizados los equipos para el suministro (tractores y mixer principalmente), llegando en algunos casos a representar el 8% del ingreso bruto por venta de leche.

En cuanto a los márgenes, Chapman et al. (2008) remarcan para Australia, que la cantidad consumida de forraje producido internamente explica el 30-45% de la variación en los mismos. Ya que en algunos casos, la producción de forraje adicional, se asoció con costos en la conservación y el suministro, por lo que la mejora en el forraje consumido no siempre se traduce estrechamente en una mejora de las ganancias. Para Uruguay en el entorno del 47% de las variaciones en los márgenes es explicado por el forraje consumido directamente.³ En Nueva Zelanda, Hedley et al. (2011) destacan que sistemas de entrada más altas de alimentos (3, 4 y 5) pueden proporcionar una mayor consistencia en la producción, pero estos sistemas también pueden ser más complejos de gestionar, y que el tipo de sistema no es un buen indicador de la rentabilidad, siendo la capacidad de gestión el factor clave para su determinación. En este sentido, en trabajos realizados en dicho país, citados por Garibotto (2006), se observó que predios con “alto” nivel de suplemento, produjeron casi un 25% más de sólidos totales/ha que los establecimientos del grupo de “bajo” nivel de suplementación, pero no se vieron mejoras claras en cuanto al resultado económico.

Trabajos realizados por Astigarraga (2004) en Uruguay, destacan una fuerte asociación entre el margen bruto (MB) con el producto bruto leche (PBL), con un coeficiente de determinación del 60%, mientras que señala una influencia relativamente menor del monto de los insumos variables por hectárea en la determinación del MB. Se remarca también como la productividad está altamente correlacionada con la carga (VM/ha), mientras que la producción individual (litros/VM/año) mostró una correlación mucho más débil. La autora, concluye para los sistemas de producción en Uruguay, que para aquellos que se encuentran por debajo de determinados niveles de producción (en este trabajo 6000 litros/haVM), en el corto plazo pueden crecer más rápido por aumento de carga que producción individual. Mientras que para los sistemas de mayor productividad (mayor a 8000 litros/haVM en dicho trabajo), parecen tener más margen por productividad por vaca para mejorar los márgenes,

³ Chilibroste, P. 2014. Com. personal.

explorando el potencial genético del rodeo y apuntando a producciones superiores a los 20 litros/VO, ya que muchos de los costos variables de la producción lechera están directamente vinculados al número de vacas en producción.

Al aumento de importación de alimentos y suministro de forrajes conservados, se le asoció una tendencia en estos países, a excepción del caso de Nueva Zelanda, a aumentar las horas de encierro de los rodeos. Pardini (2010) remarca la aparición de problemas emergentes junto a esto, destacando la necesidad de aumentar las estrategias de tratamiento de efluentes y contaminación ambiental, como también el aumento de enfermedades asociadas a la concentración y encierro de animales (problemas de patas, mastitis ambientales, entre otras). Garibotto (2006) señala que estas prácticas han creado problemas de manejo de mayores volúmenes de estiércol, de contaminación de aguas y traslado de fertilidad (con un desperdicio importante de nutrientes) y posibles problemas sanitarios, entre otros.

Cuando se sustituye las pasturas de la dieta y se pasa a estabulación total, trabajos realizados por Bretschneider (2010) remarcan que el costo de producir un litro de leche se incrementa significativamente y que además, los sistemas confinados demandan más mano de obra que los sistemas pastoriles. Por otra parte, se indica también que se pasa a un sistema con una inversión inicial mucho mayor, con altos costos operativos para lograr un adecuado mantenimiento del sistema, mayores riesgos sanitarios (disminución de longevidad del rodeo) y un sistema muy sensible que necesita de un manejo muy profesional, donde cualquier error puede ocasionar pérdidas muy grandes. Andrews et al. (2006) por su parte, señalan que requieren más conocimientos especializados en la gestión del personal, bienestar animal, balanceo de raciones y la gestión ambiental. En cuanto a la sensibilidad de estos sistemas, en experimentos llevados a cabo por Bretschneider (2010) concluyeron que en escenarios de bajo precio de la leche y de alto costo del alimento, incrementos en la producción de leche de hasta un 36% en vacas de alta producción (45 Lt/día) confinadas y alimentadas con RTM, no fueron suficientes para revertir la mejor rentabilidad a favor del sistema pastoril. Esto explicado fundamentalmente por los costos en alimentación, mano de obra, mantenimiento y por la mayor incidencia de enfermedades. También advierten que el pasaje a estos sistemas no sólo llevaría a la pérdida de las ventajas

competitivas que tiene el pasto para producir leche a un bajo costo sino que también produciría el alejamiento de los potenciales mercados diferenciados que buscan leche y/o productos lácteos de vacas alimentadas sobre pasturas por su mayor contenido de ácido linoleico conjugado (CLA), el cual es considerado un potente anti cancerígeno. Se ha demostrado que el aumento en la ingesta de la pastura fresca resulta en un aumento de 2 a 3 veces en el contenido CLA en la leche (Stanton et al. 1997, Kelly et al. 1998).

Finalmente, son diversos los artículos que destacan los avances en la genética en el aumento de la producciones individuales en estos países. En EEUU los objetivos de selección apuntaron durante décadas a aumentar la producción individual (Broom, 2010). La selección genética de los animales para incrementar la producción de leche tiene un dramático incremento de la carga metabólica y está relacionado a la incidencia de problemas reproductivos y enfermedades infecciosas (Grummer, 1995). Según Broom (Universities Federation for Animal Welfare) el aumento en la producción de leche por vaca se correlaciona positivamente con la incidencia de enfermedades como mastitis ($r=0,15$ a $0,68$), cetosis ($r=0,26$ a $0,65$) y problemas de patas ($r=0,24$ a $0,48$) en los rodeos. También señala mermas en la reproducción, asociadas a tales enfermedades y a la mayor partición de nutrientes para la producción de leche. Con respecto a esto último, trabajos realizados por Lucy (2001) sobre un estudio de 143 rodeos comerciales, remarcan un aumento del intervalo entre partos de 13 a más de 14,5 meses, mientras que el número de inseminaciones por concepción pasó de 2,0 a ser mayor a 3,5 entre el período 1980-2000. Estos factores inciden negativamente en la longevidad de las vacas, especialmente en sistemas de elevada intensificación (Broom, 2010). Experimentos realizados por Harris y Winkelman (2000), Verkerk et al. (2000) destacan diferencias significativas entre holando neozelandés (HNZ) y Holando Norteamericano (HN), con mejores resultados del primero en lo que refiere a tasa de concepción, servicios por concepción y días a primer servicio.

Trabajos realizados por Laborde (2012) en Uruguay, destacan que en sistemas de base pastoril, con niveles de suplementación medianos a altos (1500-2000 kg/Vaca), el uso HNZ sobre vacas holstein uruguayas (HU), permite lograr un animal adulto de menor peso vivo (40-50kg menos), con menores producciones en litros por lactancia, con una mayor concentración de sólidos (especialmente grasa) que posibilita equiparar la producción de sólidos totales.

Esto genera un animal más eficiente en términos energéticos. Por otra parte, también reporta mejoras en la performance reproductiva, indicando que el uso de esta línea genética se transforma en una buena herramienta para contrarrestar la caída de fertilidad y el aumento de tamaño del HU. En el mismo trabajo se destaca que el uso de Jersey (J) sobre HU, da como resultado un animal adulto de menor peso aún que la HU-HNZ, que produce menos litros de leche que esta última, pero con una concentración de grasa y proteína considerablemente mayor; los kilos de grasa totales producidos son mayores pero no así los de proteína. La fertilidad de dicho biotipo fue superior (menor intervalo parto concepción), concluyendo dicho autor que la cruce JNZ-HU es una buena herramienta para sistemas de producción de leche que busquen alta dotación/ha, alta producción de sólidos por unidad de peso vivo y donde la reproducción y en especial, la parición temprana sean claves del sistema.

En Australia por su parte, Doyle y Stockdale (2002) señalaban como en las dos últimas décadas la fuerte incorporación del holando dentro de los rodeos (principalmente HN), provocó un significativo aumento en el tamaño y el potencial de producción de vacas. Citando como ejemplo el peso de vacas maduras en el sur de Australia, el cual pasó de alrededor de 400 a 550 kg durante este período, mientras que la producción individual pasó de 3000 a 5000 litros anuales por vaca. Los autores cuestionan la utilización de genética norteamericana para los sistemas pastoriles australianos, por evidencia de que los potenciales de producción por la mejora genética, sólo se pueden lograr cuando se incrementa la intensidad de la alimentación, asociado según ellos a mayores costos por unidad de alimento. Argumentando por otra parte, que si la ingesta de nutrientes es inadecuada, se puedan producir trastornos metabólicos, reducción en la performance reproductiva y reducción de la longevidad en el rodeo. Similar podría ser la discusión para países con sistemas "pastoriles" como Argentina y Uruguay, característicos por el alto uso de genética de origen norteamericana, donde como ya se vio en EEUU el confinamiento representa el régimen de producción preponderante en la actualidad.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.1.1 Criterios y determinación de los modelos

Inicialmente se realizó un proceso de selección de predios, a los que posteriormente se visitaría y se relevaría información. El criterio fue seleccionar predios que se ubicaran entre el 25% de mayor productividad por hectárea nacional, abarcando los diferentes niveles de producción (dentro del 25%) para los que se tenía información al momento (MGAP. DIEA, 2007).

Luego de la elección de predios, se establecieron los criterios acerca de la información que se relevaría en cada visita. Para cada predio se relevaron los datos físicos de producción lechera para el ejercicio 2011-2012 (producción, superficie, insumos, stock, etc.). Además se realizó un relevamiento a campo de la infraestructura de cada establecimiento y de los procesos de funcionamiento del mismo, que posibilitaron posteriormente realizar una descripción global de cada uno de ellos.

Las visitas de campo se efectuaron en diferentes establecimientos lecheros comerciales de la zona litoral (Rio Negro) y centro sur del Uruguay (Flores y Florida). Fueron 6 los predios visitados, de los cuales se relevó información.

Posteriormente, ya con los resultados del relevamiento de campo, al observarse en algunos de los establecimientos visitados similitudes importantes en cuanto a los procesos y resultados productivos, se definieron cuatro modelos diferentes de producción.

3.1.2 Criterios generales para comparar sistemas

Para el análisis de los datos, se excluye la información acerca de la cría y recría de los ejemplares de reemplazo y el área en donde se desarrollan las mismas. Ya que el objetivo del trabajo se enfoca en diferenciar las posibles eficiencias o ineficiencias económico-productivas que puedan existir entre los sistemas, pero exclusivamente en lo que respecta al área destinada a la alimentación de las vaca masa (vacas en ordeño y vacas secas, VM)

Dentro de los sistemas lecheros comerciales se destacan dos productos, la leche y como producto secundario la carne vacuna. El producto bruto leche es aproximadamente de 90% para tambos intensivos en el país.⁴ Con respecto a la producción de carne por HaVM para el trabajo, se asume que los kilogramos de carne que ingresan al sistema por efecto de los ejemplares de reemplazo son iguales a los kilogramos de carne que egresan del sistema por venta de animales. Por tanto se asume para este trabajo, que el producto bruto se constituye únicamente por la leche producida en el sistema.

La maquinaria utilizada para siembras y labores de cultivos, no se consideran en este trabajo como parte del sistema de producción, sino que se asumen como un costo de contratación. La maquinaria empleada en el suministro de alimentos si se toma como maquinaria propia del sistema, en donde se asumen costos de reparación y mantenimiento. Estas suposiciones se asumen debido a que no se considera requisito fundamental de estos sistemas la necesidad de contar con maquinaria para labores de pasturas y cultivos, no siendo así para el caso de maquinaria para el suministro de alimentos (tractor, mixer, etc).

Como forma de estandarización, en el área de cultivos no se elaboran concentrados. Se asume que el 100% de los mismos son comprados por los sistemas, con un precio de mercado establecido según ciertos parámetros, los cuales se detallaran más adelante. Esto es debido a que se interpretó que para los sistemas en estudio, no significa una característica determinante el tener que producirse sus propios concentrados.

Los costos de los insumos productivos se estandarizan en valores únicos. Esto para evitar posibles diferencias puntuales en precios de comercialización. Los mecanismos de estandarización son diferentes para cada insumo, por tanto se explicitan posteriormente dentro de la descripción de cada indicador. Con el precio de la leche también se realiza una estandarización. Esta se basa en la adjudicación de precios según los datos de Conaprole ejercicio 2011-2012 para grasa y proteína asumiendo un 18% de calidad para

⁴ Giudice, G. 2014. Com. personal.

todos los casos (menos de 400.000 células somáticas y menos de 50.000 de recuento bacteriano).

A continuación se detallan los indicadores generados a partir de la información de los establecimientos.

3.2 DESCRIPCIÓN DE INDICADORES

3.2.1 Rotaciones

Se tiene dentro de los sistemas dos medidas de superficie diferente, en primer lugar el área en rotación (HaRot), que refiere a la superficie donde se implantan las pasturas, verdeos y cultivos, para producción de forraje o reservas para VM. En segundo lugar el área vaca masa (HaVM), que abarca toda la superficie del predio destinada a dicha categoría. Es decir que las HaVM incluyen las HaRot más toda el área que no entra en rotación como caminos, montes, espejos de agua, zonas improductivas, etc., la cual no se destaca por ser una característica inherente a cada sistema de producción, sino se vincula a características particulares de cada establecimiento.

Se trabajo principalmente con las HaRot, ya que a priori parecería ser un indicador más propicio para medir el área efectiva donde se lleva a cabo la producción, ya que se elimina el porcentaje de área no utilizada en la producción. De lo contrario si utilizamos el area vaca masa se subestimaría el consumo directo de forraje de la pastura sembrada debido a que el área de rotación es el área donde se produce la pastura y donde se consume.

Porcentaje de área sembrada anualmente sobre HaRot, el porcentaje de área sembrada anualmente es el número de hectáreas que se siembran en el ejercicio sobre el total de la superficie en rotación. En casos extremos el porcentaje de área sembrada anualmente puede superar el área total del establecimiento, esto debido a que en el doble cultivo, ejemplo: verdeo de invierno-verdeo de verano, dichas hectáreas son sembradas más de una vez en el lapso de un ejercicio.

Porcentaje área con disponibilidad sobre HaRot. El dividendo corresponde a la proporción del área ponderada que se encuentra con crecimiento vegetal promedio anual y se calcula tomando el área pasturas y

verdeos menos las hectáreas en las cuales no hay crecimiento vegetal (barbechos y periodos de emergencia de especies sembradas). El divisor es el área en rotación de cada sistema, que como se explicó anteriormente, representa el área donde se implantan las pasturas, verdeos y cultivos para la producción de reservas.

3.2.2 Producción y consumo de forraje

Kilogramos de materia seca utilizable (KgMSU) sobre HaRot. La MSU refiere a la cantidad teórica de MS de forraje que podría ser consumida en todo el sistema a partir de las pasturas y verdeos implantados, establecida de acuerdo a los trabajos de producción de forrajes de Leborgne en 1984, con una utilización que establece el autor de entre 60 y 70%, la cual se vincula con el tipo de pastura y estación del año.

Energía neta de lactación (Enl) y %FDN sobre kilogramos de materia seca (Kg MS) Se utiliza el valor ponderado de Enl y FDN por tipo de alimento, extraído de la planilla de alimentación de Lecheraw.⁵

Kg MS de pasturas consumidos sobre HaRot, KgMS de pastura consumidos sobre vacas en ordeño (VO) y KgMS de pastura consumidos sobre vacas masa (VM) comparten el mismo dividendo en donde su forma de cálculo se detalla a continuación.

Para el cálculo del consumo de forraje directo, se trabaja con equivalentes lecheros (EVL) (Leborgne, 1984) debido a que es a partir de este valor que se puede inferir el consumo en kilogramos de materia seca por animal por día.

En primer lugar se calcula EVL según vaca en ordeño de acuerdo a la producción de leche por día y al peso vivo promedio del rodeo. Este mismo procedimiento se realiza para las vacas secas (VS). Con estos dos valores de EVL/VO y EVL/VS se desprende el valor de EVL/VM ponderado según la proporción de VO y VS respectivamente. Para alcanzar el valor de EVL/hectárea se multiplica EVL/VM por el número de VM por hectárea.

⁵ Acosta, Y. 2008. Planilla Lecheraw. Datos extraídos de proyecto de alimentación-reproducción de CONAPROLE (sin publicar).

De esta manera asumiendo que un EVL consume 15 KgMS por día arribamos al consumo total de MS por hectárea. Este valor se desglosa en consumo de reservas, concentrados y forrajes, por tanto se restan los consumos de reservas-concentrados (suministro corregido por % utilización, lo cual se detalla más adelante) y por diferencia obtenemos el dato de KgMS de forrajes consumidos. El mismo se multiplica por el número total de hectáreas, y se obtiene el total de KgMS consumidos anualmente para cada sistema.

Para el primer indicador se utiliza HaRot debido a que se asume que el 100% del consumo directo de forraje se da en el área sembrada. Para VO y VM se utiliza el promedio anual.

Consumo directo sobre utilizable. Compara a la MS cosechada directamente en el ejercicio, con los valores teóricos posibles de consumo (MSU) que se estiman de acuerdo a las pasturas establecidas, tomando como referencia trabajos de Leborgne (1984). Es decir, cuanto de lo que se podía esperar de consumo de forraje directo total en el sistema, realmente fue cosechado.

3.2.3 Producción y consumo de reserva

KgMS consumidos (reservas) sobre HaRot. Se desprenden del total de las reservas producidas corregidas por el desperdicio generado en etapas de almacenamiento y suministro de la reserva.

Porcentaje de utilización. Es una medida de eficiencia en el aprovechamiento de las reservas y mide el desperdicio del sistema. Contabiliza la proporción del material original que es consumido finalmente por el rodeo. Es una estimación que mide las pérdidas durante el almacenaje y suministro de la reserva. Se estima según el tipo de reserva, el manejo y la infraestructura que corresponde a cada sistema de producción. Como valor estándar se toma para el caso de ensilajes suministrados en plazas de alimentación, una pérdida del 25%, mientras que para el caso de henos y henilajes se asume una pérdida del 35%.³

Enl y %FDN sobre KgMS consumidos. Es un dato ponderando de acuerdo al tipo de reserva que se consume dentro del sistema.

KgMS de reservas consumidas sobre VO-VM. Se calcula como el total de kilogramos de reservas producidos corregido por el porcentaje de desperdicio; sobre las VO promedio mensual del ejercicio y sobre las VM promedio mensual del ejercicio en cuestión.

3.2.4 Suministro y consumo de suplementos

KgMS de concentrado suministrado, se compone de las compras realizadas durante el ejercicio, corregidas por la humedad (porcentaje de materia seca de cada tipo de concentrado) y por la diferencia de stock a inicio y fin del ejercicio 2011/12.

KgMS consumidos sobre KgMS suministrados (% utilización). El dato de kilogramos consumidos se estima de acuerdo a la corrección de lo suministrado por las pérdidas de alimento en los procesos, es decir el porcentaje de utilización. Las pérdidas varían de acuerdo a la infraestructura y el método empleado para el suministro. Para el cálculo del porcentaje de utilización de cada sistema de producción se utilizaron valores teóricos estándar de 10% de pérdidas cuando se suministra en plazas de alimentación, 5% de pérdidas cuando se suministra en sala de ordeño y 25% de pérdidas cuando se suministra a campo.³

KgMS de concentrado consumido sobre HaRot. Se utiliza el mismo dato de los KgMS consumidos descrito líneas arriba y como divisor las hectáreas en rotación. Esto nos da una idea de cuánto concentrado se consume de acuerdo al área de producción de pasturas para consumo directo y reservas.

El dato de energía neta de lactación y el %FDN se extraen de la planilla Lecheraw.⁵ Para establecer este indicador se realiza una ponderación de acuerdo al tipo de suplemento y a la cantidad del mismo con respecto al total de suplementos suministrados.

Los concentrados se agrupan según la clasificación publicada por Marichal (2009) diferenciándose en alimentos energéticos (FC<18%, FDN<32% o FDA<22% y PC<20%) y alimentos proteicos (PC>20%).

3.2.5 Inversión

En lo que tiene que ver con la inversión se contabiliza para el análisis el activo tierra, infraestructura, animales y maquinaria.

Con respecto a el activo tierra se asume un valor de hectárea de rotación de U\$S 4500 dólares en base a un promedio del valor de la tierra para el ejercicio en cuestión de las zonas en estudio (MGAP. DIEA, 2012).

Para el cálculo del valor de una vaca masa se asumen 1300 dólares (Fucrea, 2012).

Para el cálculo de la inversión en infraestructura se contabiliza únicamente inversión destinada a la infraestructura de alimentación, debido a que son los aspectos de mayor relevancia de acuerdo a los objetivos del presente trabajo. Para corrales y plazas de alimentación, se estiman los metros cuadrados de concreto, de acuerdo a relevamiento de campo y necesidades indispensables para el suministro de alimentos, lo cual se asocia a la cantidad de animales y manejo general. Se asume un valor de 150 dólares por metro cuadrado de construcción, según datos de relevamiento de campo del ejercicio en cuestión.

En lo que refiere a la inversión en maquinaria agrícola se asumen valores a nuevo para el ejercicio en cuestión, de toda la maquinaria necesaria para la alimentación de los diferentes rodeos (MGAP. DIEA, 2012).

3.2.6 Costos

3.2.6.1 Costos asociados a la rotación

U\$S/ha sembrada. Toma el costo de siembra de praderas, verdes y cultivos, donde posteriormente se pondera por las hectáreas sembradas. Dicho costo insume la contratación de una sembradora directa, dos pulverizadoras (CUSA, 2012) y por otra parte el costo de semilla, fertilizante, herbicidas y gasoil (MGAP. DIEA, 2012). Para este indicador no se toma en cuenta el dato de mantenimiento y re fertilización, es decir solo se trabaja en base a la siembra. Dentro del costo de siembra de los verdes y cultivos, se incluye el

mantenimiento (re fertilización) debido a que el cultivo transcurre dentro del lapso del ejercicio.

Dólares sobre HaRot. En este caso, se le suman a los costos descritos líneas arriba la re fertilización de praderas la cual incluye costos de contratación de maquinaria (CUSA, 2012), fertilizante y herbicidas (MGAP. DIEA, 2012). La re fertilización es válida solo para praderas que presentan una duración que excede al ejercicio. Se toman HaRot para el cálculo de este indicador debido a que se trabaja sobre el total del área sembrada en el ejercicio en cuestión y en los ejercicios anteriores (siembra y mantenimiento).

3.2.6.2 Costos de distribución de concentrados y reservas

La tonelada suministrada corresponde a la sumatoria del total de KgMS de reservas (heno + ensilaje) y los KgMS de concentrados suministrada. Los KgMS consumida es igual a lo suministrado menos los desperdicios.

El costo de distribución de concentrado y reservas, refiere a los gastos vinculados directamente al proceso de suministro de concentrados y reservas de los sistemas, compuestos por costos de gasoil, mano de obra, maquinaria (reparación, mantenimiento y depreciación) e infraestructura (amortización y mantenimiento).

Con respecto al cálculo del combustible, se estima según las horas de mixer y/o acarreo de henos de cada sistema. Se utiliza una medida estándar de consumo de combustible por hora de 7 litros extraído de la cámara uruguaya de servicios agropecuarios, a un precio de 1,80 U\$S por litro de gasoil (MGAP. DIEA, 2012) para calcular el costo total respectivo a este insumo.

En lo que refiere a la mano de obra, el costo se deduce del total de horas implicadas en mixer y acarreo de henos, multiplicado por el costo por hora. El valor de mano de obra por hora, se calculó en base a un promedio de relevamiento de campo (\$U 15.000 líquidos mensuales) y se presenta a continuación:

$$-(\$U\ 15.000\ \text{líquidos} * 1.15\ (15\% \text{ BPS}) + 3000\ \$U\ (\text{vivienda y alimentación})) * 13\ (12\ \text{meses más aguinaldo y salario vacacional}) = \$U\ 263.250$$

$-263.250/19.57$ (U\$\$ dólar promedio del ejercicio 11/12)= U\$\$ 13.451

$-(13.451/12$ (meses)) / 192 (horas mensuales por asalariado, 8 diarias por 24 días contabilizados)= 5.8 U\$\$/hora de trabajo.

Reparación y mantenimiento de maquinaria. Los cálculos de costos se realizan por hora, en base a la multiplicación del valor a nuevo de la maquinaria por coeficientes de $0,00007 \text{ h}^{-1}$ para el caso de un tractor neumático de 85 HP y $0,000035 \text{ h}^{-1}$ para el caso del mixer (Hartschuh y Raggio, 1995). Dados estos valores junto a las horas anuales de cada implemento se arriba al costo total de reparación y mantenimiento.

Depreciación de la maquinaria. Se asume una vida media de 15 años para la maquinaria y un valor residual del 25%.

Amortización de la inversión. Se toma un período de 10 años, a amortizaciones constantes. Por otra parte, frente a un sistema de producción donde el rodeo se mantiene estabulado, se asume el costo de mantenimiento de corrales, con un valor mensual de 4 U\$\$/VM.³

Con la sumatoria de estos costos, sobre el total de toneladas de concentrados y reservas consumidos por cada sistema, se obtiene el costo de distribución por tonelada consumida del mix reserva-concentrado.

3.2.6.3 Costo forrajes y reservas

Costo por tonelada de fibra consumida (pastoreo) Se incluyen los costos anuales de implantación y mantenimiento de pasturas y verdeos, mientras que las toneladas de fibra consumidas, engloban el consumo directo de forraje total anual. Además se le suma a los costos la mano de obra, implicada en los traslados del rodeo desde la parcela a la sitio de ordeño y viceversa, medida en cantidad de horas diarias (5,8 U\$\$/Hora).

Costo por tonelada de reserva producida; el monto en dólares se establece para cada tipo de reserva producida y refiere al total de costos de cada uno de los procesos involucrados en dicha producción sobre las toneladas producidas.

Heno: costo de contratación de corte e hilerado, enfardadora; costo de gasoil (CUSA, 2012).

Henilaje: costo de producción de fardos mas el costo de la contratación de la envoltura y el costo del nylon (CUSA, 2012).

Ensilaje en bolsa: incluye los costos desde la preparación del barbecho hasta el ensilaje del cultivo. A estos costos se le suma la contratación de embolsadora, costo de bolsa, gasoil, etc.

A estos costos se los relaciona con la tonelada producida y no por hectárea producida debido a la variabilidad de producción existente entre cultivos y entre hectáreas.

Dólares por tonelada de reserva consumida (incluye costo distribución), este indicador corresponde a los costos totales de la producción de reservas, es decir a la sumatoria de los costos de reserva de cada sistema, siguiendo los parámetros descritos anteriormente. Este dato se relaciona con el total de toneladas de materia seca de reservas consumidas (corresponde a lo producido corregido por la utilización) dentro del sistema. Al resultado, se le suma el costo de distribución por tonelada consumida, que se detalló anteriormente.

3.2.6.4 Costo de concentrados

Costo por tonelada de concentrado suministrada. Para su cálculo se realizaron algunas consideraciones importantes. Se calcularon las relaciones de precios concentrado/leche mensuales para el período julio de 2008 a junio 2011. Los precios de concentrados se obtuvieron a través de MGAP. DIEA (2012), mientras que los precios de la leche se obtuvieron a partir de datos del Instituto Nacional de la leche (2012). Posteriormente se realizó un promedio diferenciado por tipo de concentrado para dicho período. Con esta relación se ajustó al precio de leche establecido para el trabajo, obteniéndose los costos por tipo de concentrado. Finalmente se corrige por humedad, para obtener así el costo por tonelada de MS para cada suplemento utilizado.

Costo por tonelada de suplemento consumida. Se corrige el costo promedio de la tonelada de MS del concentrado suministrado por el porcentaje

de utilización, y se le agrega el costo referido a la distribución (U\$\$/tonelada consumida)

3.2.7 Producción

Para estandarizar los parámetros de comparación de producción de leche entre sistemas se realiza una corrección mediante la utilización de una fórmula que corrige por 4% de grasa y 3,3% de proteína, lo que da como resultado la leche corregida por energía (IFCN, 2012)

ECM: (Producción (Litros)) * (0,383 * % grasa + 0,242 * % proteína + 0,7832))

3,1138

Litros de leche por HaVM. Se relaciona el total de la producción anual (corregida por energía) sobre el total del área vaca masa.

VM por ha. Se calculan utilizando el promedio mensual de vacas (secas y en ordeño) en el ejercicio y las hectáreas totales al igual que en el indicador anterior.

3.2.8 Cálculo de márgenes de alimentación y ratio

El ingreso total de cada sistema de producción se desprende del total de la producción real de grasa y proteína por el valor asignado a dichos componentes según datos de Conaprole para el ejercicio 2011/12. Por otra parte los costos se definen como el total de insumos destinados únicamente a lo que refiere a la alimentación del rodeo (Ítems tratados en sección costos). Para contar con mayores herramientas en la comparación de resultados entre sistemas de producción, dichos márgenes son expresados por HaRot, VM y por litro corregido producido.

En cuanto al ratio, se calcula dividiendo el margen de alimentación por HaRot sobre la inversión por HaRot (ya se explicita cuales se toman en cuenta en el ítem inversión) Se diferencian dos ratio distintas. En primer lugar Ratio 1, incluye el activo tierra dentro de las inversiones, mientras que el margen de alimentación se mantiene intacto. En segundo lugar Ratio 2, no contabiliza el

activo tierra dentro de las inversiones, mientras que se le suma a los costos (para el cálculo de margen de alimentación/HaRot) una renta anual fija para todos los sistemas de 250 U\$S/HaRot.

3.2.9 Balance de nutrientes y eficiencia de uso

Balance de N, P y K por HaVM. Consta de las entradas de cada nutriente al sistema, menos las salidas de cada uno. Las entradas que se asumen son fertilizantes, suplementos y FBN para el caso del nitrógeno, donde se asumen 30 Kg de N por tonelada de leguminosa producida tomando como base una relación gramínea – leguminosa 60/40 respectivamente dentro de la pradera (Sawchik, 2001). Dentro de las salidas se asumen los productos del establecimiento, es decir la producción de leche.

Se utilizan las HaVM para realizar los balances, debido a que se toma el sistema cerrado de tipo “caja negra” , no se utiliza el área de rotación ya que el objetivo de este indicador es establecer las entradas y las salidas en forma macro.

La eficiencia de uso para cada nutriente, refiere a salidas/entradas, y se desprende de la división entre los kg anuales que salen del sistema en la leche sobre los kg que ingresan al sistema. Luego se multiplica por 100, para expresarlo en %.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El trabajo se presenta en dos partes. La primera incluye una caracterización general de los sistemas de producción en estudio mientras que la segunda corresponde a un análisis comparativo de los mismos en lo que respecta a resultados físicos, económicos y ambientales.

4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS

4.1.1 Generalidades

El conjunto de establecimientos productivos que se tomaron para la posterior generación de sistemas o modelos de producción se ubican en el cuartil superior de producción de leche por hectárea a nivel nacional (MGAP. DIEA, 2007), por lo que a priori cuentan con un elevado nivel de intensificación. Como se observó en la sección antecedentes, para el año 2007 los predios ubicados en los mayores niveles de producción a nivel nacional, presentaban valores de suministro de concentrados y reservas en el entorno de 1945 y 3440 Kg/Ha respectivamente.

No utilizan maíz como fuente de reserva, argumentando que no es utilizado debido a sus mayores costos y mayores requerimientos hídricos en comparación al sorgo para la concreción de un rendimiento aceptable.

Los análisis de suelos junto con los niveles críticos de nutrientes para cada cultivo se hacen indispensables para el manejo sustentable de cada sistema de producción.

Se observó, que todos los sistemas incursionan últimamente en técnicas nuevas para la detección de celo, como el uso de pinturas y “parches detectores”, argumentando dificultades con la detección visual tradicional por problemas de escala y personal.

4.1.2 Sistema 1 (S1)

4.1.2.1 Caracterización

Tiene la particularidad de que el rodeo se mantiene bajo régimen de estabulación durante todo el año en forma estructural, es decir que se sustituye

totalmente el pastoreo directo en el sistema, por una alimentación de “ración totalmente mezclada” (RTM), compuesta por ensilajes de cultivos de verano y/o invierno y por concentrados. Estos sistemas apuntan a una elevada producción individual por vaca.

En cuanto a la rotación que se realiza, es importante destacar que el sistema se enmarca en una empresa cuyo rubro principal es la agricultura, donde se realiza una secuencia de cultivos agrícolas para la producción de granos y fibra, esta última exclusiva para el rodeo lechero. Se compone dicha rotación de dos años de cultivos agrícolas, seguido por uno de cultivos de invierno y verano para producir la fibra necesaria para el ejercicio. De la secuencia de cultivos para reserva se produce normalmente ensilaje de trigo en el invierno y ensilaje de planta entera de sorgo en verano.

En lo referente a concentrados, se componen por un 50% de grano húmedo de maíz y sorgo, y el restante 40% se divide entre cascarilla de soja, ración (PC 18%) y pellet de girasol. El consumo individual de concentrados promedio anual es alto, aproximadamente 10 Kg de MS/VO, representando un 47% de la dieta total por VM. Las reservas junto con los concentrados se suministran con el mixer en los comederos ad libitum, es decir sin restricciones alimentarias.

4.1.2.2 Manejo del rodeo

Se practica inseminación artificial con preponderancia de semen americano. Los objetivos de selección radican en altos potenciales de producción individual y sólidos en leche. Se utiliza semen sexado solo en la categoría de vaquillonas.

El rodeo se divide en lotes debido fundamentalmente a diferentes requerimientos nutricionales producto de diferencias por potencial productivo. Para la formulación de los lotes es necesario tener en consideración la capacidad de albergue por corral.

El periodo de inseminaciones se extiende desde mayo hasta febrero.

4.1.2.3 Infraestructura

El sistema debe contar con corrales de encierro permanentes, con una superficie que puede variar entre 50-70 metros cuadrados por vaca y un sector de suministro de alimentos de 0,6-0,7 metros lineales por vaca (Pendini, 2010). Se construye un camino afirmado (hormigón) por donde circula el tractor y el alimento se distribuye a ambos lados de esta calle central. Hacia adentro del corral, se extiende el hormigón algunos metros para proporcionar piso firme en el lugar de consumo de los animales.

Se requieren estructuras permanentes de sombra, dimensionadas según la cantidad de animales a albergar, tomando como referencia 3 a 4 metros cuadrados por animal (INIA, 2007). Se dispone de bebederos distribuidos en el corral.

Por lo tanto se conforma un encierro a cielo abierto, expuesto a las variaciones climáticas como estrés térmico y precipitaciones, siendo estas últimas de más difícil manejo para asegurar un buen confort animal.

Es necesidad indispensable un trabajo de mantenimiento sostenido de los corrales en todos los meses del año, lo que se refleja en los costos totales, y se analizará en la segunda parte del trabajo. A la hora de realización de los corrales, es importante tener en cuenta grado de pendiente que favorezca un correcto drenaje de efluentes, como también la ubicación de los mismos para direccionar el drenaje a los sitios de tratamiento. La viabilidad en términos de sustentabilidad de estos sistemas, solo puede llegar a ser comprendida bajo un manejo muy cuidadoso de los drenajes para días de lluvias.

4.1.2.4 Maquinaria

Para la viabilidad de este sistema son necesarios al menos dos mixers y dos tractores en funcionamiento constante, únicamente con el objetivo de suministrar el alimento (de acuerdo al volumen de alimentos que se suministran diariamente). El mantenimiento de corrales, fundamental en este tipo de sistemas se realiza periódicamente con uno de los tractores mencionados anteriormente que cumple ambas funciones y consiste en extracción de sólidos y nivelación del terreno. Posteriormente se distribuyen los sólidos en el campo.

4.1.2.5 Recursos humanos

En lo que refiere a este ítem, es un sistema altamente demandante de mano de obra (24.5 EQ mano de obra/1000 hectáreas) Existe un número alto de tareas diarias y una alta especificación del personal en las mismas. Es decir que se requiere de mano de obra capacitada para tareas como confección y distribución de RTM, mantenimiento y limpieza de corrales y comederos, ordeño (mayor número de vacas y alta producción), reproducción y sanidad animal (riesgo alto por encierro y concentración de animales) principalmente. Se requiere de un alto control de los procesos individuales de consumo y confort de los animales, para lograr las altas producciones individuales objetivo del sistema.

4.1.3 Sistema 2 (S2)

4.1.3.1 Caracterización

Este sistema apunta a lograr una elevada producción individual a base de un alto uso de alimentos concentrados manteniendo una carga promedio en el entorno de una vaca masa por hectárea.

Por otra parte se caracteriza por tener doble pastoreo en los meses de otoño y primavera y un pastoreo con encierros estructurales la mayor parte de los meses de verano e invierno. Durante los encierros se administra el heno y el henilaje producido y se aumenta la asignación de ensilaje.

4.1.3.2 Pasturas y reservas

En este tipo de sistemas existen dos rotaciones en donde la reserva se extrae de las mismas. La primera consta de pasturas compuestas por festuca, trébol blanco y lotus, o por raigrás perenne, trébol rojo y achicoria, a las que le siguen un verdeo de invierno (raigrás o avena) y luego un verdeo de verano, que consta de sorgo forrajero o eventualmente sorgo silero para completar requerimientos de reservas para el ejercicio. Esta rotación abarca aproximadamente un 70% del área de rotación.

Por otra parte la segunda rotación abarca un área menor (30% aprox.) y se ubica espacialmente en un área periférica más alejada de la sala de ordeño.

Esta se compone de praderas cortas de raigrás perenne con trébol rojo, seguida de un verdeo de invierno y luego un sorgo silero como cultivo de verano.

Además de ensilajes de sorgo (55%), se realizan ensilaje de pasturas (23%), de las pasturas permanentes de la segunda rotación en su mayoría. Por otra parte, se realiza también henos y henilajes (22%), pero en menor proporción ya que estos dificultan la operativa al momento de suministro.

En lo que respecta a la fertilización y las tecnologías asociadas al manejo de las pasturas, los análisis de suelos no son una práctica generalizada y en promedio se aplican dosis de fertilizantes estandarizadas a la siembra de las praderas y cultivos. Para el caso de las praderas con leguminosas se aplican fertilizantes a la siembra con predominancia de fosforo a una dosis de 60 unidades de fosforo (UP) con re fertilizaciones en los otoños subsiguientes a la siembra a una dosis similar a la empleada en siembra. Para el caso de verdeos de invierno y verano se utilizan fertilizantes con 50 UP a la siembra para luego re fertilizar con urea.

4.1.3.3 Concentrados

La mayor parte del concentrado consumido corresponde a los alimentos clasificados como energéticos, mientras que el consumo de concentrados proteicos ronda el 20%. El consumo individual anual es alto, y se aproxima a los 10 kg de MS/VO, representando un 43% de la dieta total por VM. El suministro se realiza dos o tres veces al día en plazas de alimentación bajo forma de RTM.

4.1.3.4 Manejo del rodeo

Se practica inseminación artificial con semen americano y canadiense. Los objetivos a la hora de la elección del semen son aumentar sólidos en leche y se buscan genotipos de menor porte dentro del promedio de la genética norteamericana. A la mayor parte de las vaquillonas se las insemina con semen sexado.

La separación de lotes dentro del rodeo en ordeño se realiza por diferencia en requerimientos nutricionales con el objetivo de realizar una alimentación diferencial.

Se busca concentrar pariciones en otoño, por lo que el periodo de inseminación va desde principios de mayo a septiembre-octubre. El objetivo principal es obtener la mayor relación vaca ordeño/vaca masa en primavera, momento en que se da la mayor producción de forraje en la rotación.

4.1.3.5 Infraestructura

Este sistema se caracteriza por poseer alimentación del rodeo fuera de la sala de ordeño, por lo que cuenta con plaza de alimentación con piso, comederos y bebederos de hormigón. La confección de los comederos se estima en base a 1 metro lineal por vaca al momento de suministro. Al trasladar los metros lineales por vaca en ordeño se reduce a la mitad esta medida, ya que al manejarse diferentes lotes en forma estructural a lo largo del año, los momentos de alimentación no son los mismos para todo el rodeo.

Cuenta con otras plazas, menos avanzadas con piso de tierra y comederos de lona, que son utilizadas para el encierro de las vacas durante invierno y verano. El alimento se ofrece como RTM mediante la utilización de un mixer.

4.1.3.6 Maquinaria

Se hace necesario para el correcto funcionamiento de los procesos que se enmarcan en el sistema, tractor/es, mixer/s y accesorios para la distribución del alimento y el mantenimiento de plazas de alimentación y caminería, que dependerá del total de alimentos a suministrar diariamente, vinculado al tamaño de rodeo.

4.1.3.7 Recursos humanos

Es un sistema demandante de mano de obra (18,8 EQ mano de obra/1000 hectáreas), donde el objetivo de alta producción individual exige de personal con capacidad para confección de RTM, lectura de comederos, estimación de disponibilidad de forraje, manejo del rodeo para lograr mayores consumos, etc. Por otra parte, al igual que el S1, se tiende a una especificación de las tareas, debido principalmente a la demanda de tiempo requerido para

cada una, principalmente para tareas como el manejo de la reproducción y manejo de mixer/s.

4.1.4 Sistema 3 (S3)

4.1.4.1 Caracterización

Tiene por objetivo intensificar la producción por hectárea basándose en cargas mayores a la de los otros sistemas pastoriles, con menores producciones individuales. Se maneja con doble pastoreo estructural salvo en las horas de máxima temperatura en el verano y en momentos que se puedan provocar déficits forrajeros.

4.1.4.2 Pasturas y reservas

Al igual que para el caso del S2, se pueden diferenciar dos rotaciones. Una que se compone de una pastura de tres años, seguida por una secuencia de verdeos de invierno (avena) y verano (sorgo forrajero). Dos son las praderas que componen la rotación, una de festuca y trébol blanco (70%) y otra de alfalfa y dactylis (30%). Por otra parte, en la superficie más alejada de la sala de ordeño, la rotación tiene como objetivo la producción de reservas, en donde aumenta la proporción de alfalfa y disminuyen las gramíneas en las pasturas permanentes. Luego la misma es continuada por un verdeo de invierno y un cultivo de sorgo silero en el verano.

Se caracteriza por utilizar ensilaje de planta entera de sorgo y pasturas. No se realiza henilaje o henolaje, principalmente para facilitar la operativa al momento de suministro del mismo, ya que se caracteriza por ser de tipo RTM en plazas de alimentación.

En lo que tiene que ver con la fertilización se realizan análisis de suelo con frecuencia principalmente para la corrección del fósforo a la siembra de praderas y cultivos. Observándose en este sistema una tendencia a utilizar mayores dosis de fertilizantes.

Como descripción general se fertiliza a razón de 90 UP por hectárea a la siembra de praderas y luego se re fertilizan con la misma dosis. Para el caso de

verdeos se utilizan alrededor de 50 UP y se re fertilizan luego de pastoreos con urea.

4.1.4.3 Concentrados

Con respecto a los concentrados, la participación de suplementos energéticos es relevante alcanzando un 80%, con una alta participación de sorgo grano húmedo (50 %). El restante 20 % corresponde a suplementos proteicos. En cuanto a los consumos individuales, se ubica entre 7 y 8 kg de MS/VO promedio anual, representando un 40% del total de la dieta por VM.

4.1.4.4 Manejo del rodeo

Las reservas y concentrados, se suministran bajo forma RTM a lo largo de todo el año. La composición de la misma varía dependiendo de la cantidad y calidad del forraje para cosecha directa, como también del largo de lactancia del rodeo. Por otra parte, como se mencionó anteriormente, se maneja doble pastoreo todo el año, exceptuando horas de máxima temperatura en verano y momentos puntuales de déficits forrajeros.

En cuanto al manejo del rodeo, se destaca la concentración de partos desde mediados de mayo hasta mediados de agosto, existiendo un período en que se secan todas las vacas en ordeño del sistema, como se realiza en la mayoría de los establecimientos lecheros de Nueva Zelanda. Esto repercute en un acortamiento del período en que se deben preñar todas las vacas (o las que se quieran mantener en el próximo año), periodo que va desde finales de agosto hasta finales de noviembre. Es fundamental por tanto no fallar en esos meses, para evitar grandes descartes por fallas en la reproducción. Se realiza inseminación artificial y no se utiliza semen sexado.

Se caracteriza por la realización de cruzamientos, para explotar vigor híbrido y se opta por genética de ganado de menor porte, con altos rendimientos en la producción de sólidos. Para ello se utiliza genética jersey, holando de origen neozelandés y sueca roja y blanca.

La separación de lotes dentro del sistema se realiza por tamaño y numero de crías con el objetivo de mantener dos lotes iguales de forma estructural, que facilite la operativa de suministro de concentrados y reservas.

4.1.4.5 Infraestructura y maquinaria

Se cuenta con una plaza de alimentación de hormigón (piso y comederos). Se utiliza el mismo criterio que para el S2 para estimar los metros cuadrados necesarios, ya que también maneja diferentes lotes de forma estructural todo el año. Además cuenta con otras dos plazas de alimentación más elementales con piso de balastro y comederos de lona para utilizar en días con excesos hídricos.

En cuanto a la maquinaria es indispensable al menos un mixer y un tractor para el suministro de alimentos. El tamaño de los mismos y eventualmente que se requieran más de uno, dependerá del tamaño de rodeo, lo que determinará las cantidades diarias a suministrar.

4.1.4.6 Recursos humanos

Sistema demandante de mano de obra (18,6 EQ mano de obra/1000 hectáreas), similar al S2 en cuanto a la especificación de tareas por tiempo requerido, por ejemplo en lo referido a confección y suministro de RTM. Se caracteriza por una mayor estacionalidad en tareas referidas a la reproducción y cría de terneras, existiendo ciertos meses con alta demanda de personal y dedicación a dichas tareas. Por otra parte, cargas altas implican rodeos de ordeño más grandes, por lo que los tiempos de ordeño se incrementan.

4.1.5 Sistema 4 (S4)

4.1.5.1 Caracterización

Este sistema se caracteriza por la producción en base a pastoreo directo todo el año con un alto uso de concentrado por vaca. La rotación se piensa y se concibe principalmente para su uso bajo pastoreo, es decir, que no se incluyen cultivos para la producción de reservas, bajo forma de ensilaje u otras.

4.1.5.2 Pasturas y reservas

La rotación consta de pasturas permanentes de diferente composición, seguidas de un verdeo de invierno (avena o raigrás) y luego por un verdeo de verano (sorgo forrajero). Aquí es importante resaltar la diferencia en las mezclas utilizadas para las pasturas permanentes, ya que hay una proporción de las

mismas con especies como festuca y alfalfa que permiten, de no ocurrir algún suceso climático o de manejo, lograr el objetivo de la rotación de tres años de pasturas y uno de verdeos, mientras que otras mezclas se componen de especies de mayor producción en los primeros años, pero con grandes dificultades para lograr arribar al tercer año de persistencia con buenas producciones, como ser el raigrás perenne y trébol rojo. Para paliar esta situación generalmente se realiza una inter-siembra de raigrás en el comienzo del tercer año, para completar los tres años de pradera.

Se realizan reservas con el excedente de las pasturas que se dan a lo largo del año (principalmente en primavera), bajo forma de heno y henilaje. Son utilizadas de acuerdo a la disponibilidad de forraje del momento, para lograr consumos mayores del rodeo cuando la disponibilidad de pastura sea limitante para el momento o para los días presupuestados para la vuelta de pastoreo.

Se aplican dosis de 70 UP por hectárea a la siembra de praderas y verdeos, y se fertilizan con similar dosis para las pasturas de más de un año. Se aplica entre 3 y 4 veces urea, a razón 80kg/ha, por verdeo de invierno. Esporádicamente se realizan análisis de suelos para evaluar el pool de nutrientes en suelo y corregir deficiencias.

4.1.5.3 Concentrados

Con respecto a los concentrados la proporción de concentrados energéticos dentro del sistema oscila entre un 90 y 100%, constituidos en su mayoría por lex o germen de maíz, con un contenido de proteína que oscila entre 14 y 18%. El consumo individual anual es de 9 kg MS/VO, representando un 42% del total de la dieta por VM.

Los concentrados se suministran en sala, con comederos automáticos o de forma manual. Por otra parte, al lote de vacas de alta producción, se le agrega una tercera suplementación en la parcela sin comedero, donde se asumen mayores pérdidas, con el fin de potenciar altas producciones individuales en lactancias tempranas.

4.1.5.4 Manejo del rodeo

Es característico el doble pastoreo a lo largo del año, exceptuando las horas de máxima temperatura en verano, donde se mantiene el rodeo bajo sombra, y en alguna situación particular en donde exista una situación crítica de déficit de forraje.

Se maneja con inseminación artificial, con semen importado de origen americano seleccionando en la búsqueda de mayor producción y disminución del porte, no se utiliza semen sexado. Se busca la concentración de partos en otoño, aunque la inseminación se da desde mayo hasta los últimos días de enero.

Generalmente el rodeo en ordeño se divide en dos lotes y se realiza por diferencias en requerimientos nutricionales para la producción (“alta y baja” producción)

4.1.5.5 Infraestructura y maquinaria

Por lo mencionado anteriormente, la infraestructura necesaria para la alimentación del ganado no es de gran magnitud, compuesta por los comederos automáticos en sala. Este sistema no presenta plazas de alimentación. En cuanto a la maquinaria, se caracterizan por la ausencia de mixer, ya que con un tractor y una pala racionadora, ya es posible cumplir con el acarreo y suministro de henos, como también la suplementación en chacra al lote de alta.

4.1.5.6 Recursos humanos

Sistema con menor demanda de personal que los anteriores (16,3 EQ mano de obra/1000 hectáreas) Las capacidades necesarias son menores, sobre todo en lo que refiere al suministro de alimentos, ya que gran mayoría de estos son suministrados en sala con comederos automáticos. Hay menor especialización en las tareas que los sistemas anteriores, por menor tiempo implícito de las mismas. Menores cargas requieren de menor trabajo en reproducción, sanidad y tiempo de ordeño.

4.1.6 Manejo de efluentes para los sistemas

En los sistemas estudiados es imprescindible para ser sustentable, un sistema de manejo de efluentes adecuado, para que no se acumulen los efluentes de modo que no escurran hacia cursos de agua, o se percolen hacia zonas subterráneas.

Existen dos tipos de sistemas de manejos de efluentes. En primer lugar un sistema de aplicación al terreno, que consta de aplicación directa mediante riego de los efluentes. Mientras que en segundo lugar se encuentra el sistema de tratamiento parcial, en el cual los efluentes se almacenan en lagunas, trampa de sólidos y humedales. Este sistema permite la reutilización del agua en lavado de instalaciones así como también puede ser utilizada en riego. Por otra parte los sólidos quedan disponibles para su distribución en el campo (MGAP. PPR, 2008).

Dentro de los distintos sistemas de producción, se puede planificar y evaluar distintos métodos de manejos de los efluentes, teniendo en cuenta, la cantidad de vacas, la sala de ordeño, la sala de espera, las plazas de alimentación, y el tiempo que se encuentran los animales en cada unos de ellos.

En el sistema 1, el método de manejo de efluentes más adecuado para los corrales, la sala de ordeño y lugar de espera, es el sistema de tratamiento parcial. Este método comprende sistemas de lagunas en serie con separación primaria de materiales gruesos (trampa de sólidos). Las ventajas de este sistema es que no es muy dependiente de mano de obra, solo se necesita para la limpieza de la trampa de sólidos. El residuo líquido se utiliza mediante riego o bien se puede realizar la reutilización de ese líquido para lavar las instalaciones, mientras que los sólidos se distribuyen en el campo. Para la realización de estos sistemas de efluentes, hay que tener en cuenta la infraestructura del tambo y los corrales. La pendiente de los corrales como la de la planchada del tambo, tiene que ser entre 2-5 %, con conducción adecuada de los efluentes hacia la entrada de la trampa de sólidos. La dimensión de las lagunas debería ser entre 2,5-3 m³ por VO y la trampa un ancho donde se pueda introducir la pala frontal de tractor disponible en el establecimiento (MGAP. PPR, 2008).

El sistema 2 tiene la particularidad de, generar encierres estratégicos del rodeo en distintas épocas del año. El diseño de las plazas de alimentación, al igual que los corrales en el sistema 1, debe tener una pendiente que genere una buena conducción de los efluentes hacia un sistema de tratamiento de efluentes, donde puede ser igual al del sistema 1.

Los sistema 3 y 4, se diferencian del resto ya que no cuentan con lugares de encierro para el rodeo. A pesar de esto, los efluentes del tambo al igual que para el sistema 1 y 2 requieren de un tratamiento parcial debido a los volúmenes de estiércol con los que se manejan, variando las dimensiones de las instalaciones de acorde a la carga de los mismos.

4.2 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS

Se evalúa el desempeño de los cuatro sistemas mediante la comparación de resultados físicos, económicos y ambientales de cada uno de ellos. Se presentan a continuación los indicadores en busca de una descripción interpretativa y comparativa.

4.2.1 Indicadores físicos

4.2.1.1 Superficie y producción

La superficie “Vaca Masa” para los sistemas en estudio, es mayor que la media de los establecimientos lecheros del país (MGAP. DIEA, 2012), existiendo una diferencia no mayor a 15% entre el S2 y el S3, los cuales son los de menor (671 has.) y mayor (754 has.) superficie respectivamente. En lo que refiere a la producción real de los mismos, se observa una brecha por hectárea que define el grado de intensificación, destacándose el S1 sobre los otros como el de más productividad por hectárea con 10.800 litros, mientras que con menor producción aparece el S4 con 5.265 litros.

Cuadro No 4. Resultados productivos

	S1	S2	S3	S4
Has VM	734	671	754	675
Has rotación	587	550	625	566
Lts/ha VM*	10800	8218	7095	5265
VM/ha	1,48	1,08	1,31	0,78
Relación VO/VM	0,85	0,85	0,81	0,84
Lts/VM/año*	7308	7684	5419	6793
Lts/VO/día*	24,1	24,7	18,4	22,2
Proteína %	3,20%	3,28%	3,65%	3,39%
Grasa %	3,71%	3,57%	4,19%	3,43%
Lts/VO/día (Prod. real)	24,6	26,2	17,6	23,7

*Litros corregidos por grasa y proteína (leche corregida 4% Grasa; 3,3% Proteína)

La productividad por hectárea se compone por tres factores y a partir de estos surgen diferentes combinaciones. Estos refieren a la carga animal (VM/ha.), relación VO/VM y lts/VO/día. Para este caso, las mayores variaciones en productividad por hectárea son explicadas principalmente por la carga y la producción individual.

Si se compara el S1 frente al resto, se observa como aumenta su carga en forma significativa, no así la producción individual, siendo incluso más baja que la del S2. Aquí habría que hacer una mención particular, ya que por el hecho de la sustitución del pastoreo por una RTM, lo que conlleva la disminución de los requerimientos por animal en lo que refiere al costo de cosecha, es un sistema donde se esperarían mayores producciones que el resto. Esto no se dio así, y se podría explicar entre otros factores por la falta de infraestructura para el confort animal que se observó a nivel de campo.

El S2 tiene una carga de 1.08 VM/haVM y la mayor productividad individual. El S3 se caracteriza por mayor carga de 1.31 VM/haVM, alta dentro de los sistemas de base pastoril y por una productividad por VM significativamente menor. Por último el S4 aparece con una carga baja de 0.78 VM/haVM y una productividad por VM intermedia entre los sistemas que presentan mayores valores (S1 y S2) y el S3.

La relación VO/VM no difiere entre los sistemas, salvo para el S3 que resultó algo por debajo, lo cual puede deberse a una situación puntual del ejercicio y no a algo propio y estructural del sistema.

En cuanto a la grasa y proteína, acorde a lo que se mencionó como objetivo de producción del S3, obtiene mejores porcentajes de sólidos por litro. Estas diferencias en los sistemas en los porcentajes de sólidos, provoca que las diferencias de producción medida en litros reales, sea mayor que cuando se compara en litros corregidos. Se observa como la productividad individual en litros reales, se dispersa entre un rango de 17.6 y 26.2 lts/día entre el S3 y S2 respectivamente, mientras que esta brecha se achica cuando se trata de litros corregidos a 18.4 y 24.7.

4.2.1.2 Rotaciones

En esta sección se hará a un lado los indicadores que refieren al S1, ya que la producción de fibra del mismo se enmarca dentro de una rotación agrícola, la cual no tiene significancia analizar a los efectos del objetivo de este trabajo.

Cuadro No. 5. Rotaciones

	S1	S2	S3	S4
%Pasturas permanentes	-	35%	50%	37%
%Verdeos de verano	-	28%	21%	17%
%Verdeos de invierno	-	20%	8%	15%
%área sembrada anualmente/HaRot	144%	115%	80%	91%
%área con disponibilidad/HaRot		77%	85%	80%

En cuanto a los tres sistemas que si incluyen pasturas en sus rotaciones, es el S3 que presenta mayor porcentaje de pasturas permanentes, 50% frente al 35 y 37% en el S2 y S4 respectivamente. Esto se debe a mayores persistencias de las pasturas implantadas, explicado principalmente por la composición de las mezclas, que como se resaltó en el capítulo anterior, se constituyen por especies de mayor persistencia que las que componen las mezclas de los S2 y S4. Sabido es también la influencia en la persistencia de las mismas, del clima o el manejo que se realiza, pero no se tiene información que pueda indicar diferencias en estas variables entre el S3 frente a los otros,

que nos posibilite explicar las diferencias anteriormente mencionadas. Aunque se podría inferir que el S3 haría un manejo más adecuado de la pastura gracias a su mayor carga, pero falta investigación en esta área en el país, que posibilite hacer tal afirmación.

La baja persistencia de las pasturas, deriva en una mayor proporción de cultivos anuales en las rotaciones, lo que explica los porcentajes más altos de superficie sembrada anualmente del S2 y S4 frente al S3. Por otra parte, también la persistencia explica las diferencias que aparecen en la disponibilidad de forraje sobre el área en rotación, donde el S3 tiene un 85% promedio anual con forraje disponible, frente a 80 y 77% del S2 y S4 respectivamente. Existen ciertos meses que se tornan críticos en rotaciones más anualizadas, cuando el área con disponibilidad desciende con respecto al total o al promedio anual, aumentando por consiguiente considerablemente las cargas instantáneas.

4.2.1.3 Producción y consumo de forraje.

Cuadro No. 6. Producción y consumo de fibra

	S1	S2	S3	S4
Kg MS utilizable (MSU)/HaRot	-	5376	5462	5732
Consumo directo de MS/HaRot *	-	2997	3523	3080
Consumo directo/MSU	-	0,56	0,64	0,54
Consumo de reservas/HaRot	6281	2669	1827	449
Consumo total/HaRot	6281	5666	5350	3529

*Solo bajo pastoreo directo

A partir de las pasturas y verdeos de las rotaciones de los tres sistemas pastoriles, calculando la producción y utilización a través de los datos de Leborgne (1984), no se encontraron diferencias importantes entre los Kg de MSU por hectárea de rotación, rondando los 5.500 kg de MS.

Aparecen diferencias en cuanto a la cosecha de forraje directo por hectárea, presentando el S3 los valores más altos, con 3500 kg de MS/ha rotación. El consumo se conforma por la producción y utilización de lo producido. En cuanto a la producción, no se cuenta con información de crecimiento real de las pasturas para afirmar que efectivamente el S3 logró mayores performances. En cuanto a la utilización, se puede inferir que el S3

aprovechó mejor lo producido, en base a diversos estudios que marcan una correlación positiva entre la carga y la utilización de forraje, principalmente en los meses de mayor crecimiento de las pasturas, donde sistemas con baja carga como S4, ven satisfechos anteriormente los requerimientos de consumo del rodeo. Acorde a lo anterior, se observa en el cuadro una mayor utilización de la MSU bajo pastoreo directo por el S3 con un 64%. En tanto el S2 (56%) presenta una utilización algo mayor al S4 (54%), pudiendo verse reflejado también el efecto de la carga.

Por otra parte, se observa como para todos los sistemas son bajos los valores de consumo de la MSU, lo que plantea la interrogante si realmente los sistemas subutilizan las producciones de la rotación o si las rotaciones no producen lo que en teoría se esperaría que produzcan.

En cuanto a las reservas de los sistemas, las diferencias del S1 frente a los demás, se deben a que el 100% de la superficie es destinada a la producción de reservas. Los sistemas que incluyen cultivos para confección de ensilajes dentro de sus rotaciones de pasturas, como el S2 y S3, logran aumentar los consumos por hectárea total, aproximándose al consumo total (producido intra-sistema) que se logra bajo el sistema de cero pastoreo (S1). Muy por debajo se encuentran los consumos totales del S4, lo que se explica por la ausencia de implantación de cultivos para la producción de reservas.

4.2.1.4 Consumo y tipo de concentrados

Cuadro No. 7. Consumo y tipo de concentrado

	S1	S2	S3	S4
Kg MS consumidos/HaRot	5607	4046	3599	2597
%Energéticos	86%	83%	79%	100%
Maíz y derivados	0	40	0	78
Afrechillos	36	16	19	7
Grano húmedos	50	28	60	15
%Proteicos	14%	17%	21%	0%

Existen diferencias importantes en cuanto a las cantidades y calidades de los suplementos suministrados. En primer lugar, se destaca el S1 con el consumo más elevado por hectárea rotación con 5607 kg MS. En segundo

lugar, se encuentran los S2 y S3 con niveles similares, aunque algo mayores en el caso del primero. Por último, en el S4 se consume menos cantidad por hectárea, 2597 kg MS.

En cuanto al tipo de concentrado, se observa como varían entre un 15 y 20% la proporción de los proteicos, a excepción del S4 que no suplementa con los mismos. Este se caracteriza por el alto uso de derivados del maíz, principalmente lex y germen, que no entran dentro de la consideración de los proteicos, pero que tienen valores entre 14 y 18% de proteína. El S1 y S3 se caracterizan por el alto uso de grano húmedo, mientras que el S2 maneja altas cantidades tanto de grano húmedo como de derivados del maíz.

4.2.1.5 Consumo individual

Cuadro No. 8. Consumo

	S1	S2	S3	S4
Kg MS consumido de pastura/VM	-	2257	2232	3225
Kg MS consumido de reserva/VM	3400	1981	1158	561
Kg MS consumido de concentrado/VM	3035	3001	2280	2747
Kg MS consumido/VM	6435	7239	5669	6533
Enl/kg MS (Mcal/KgMS)	1,48	1,54	1,58	1,60
FDN%	51	46	46	45

Si comparamos los consumos del rodeo, se observa una correlación positiva con los niveles de intensificación de los sistemas en lo que refiere a los consumos de MS de reservas por vaca. Es decir, se puede destacar que los sistemas tienen una alta tendencia a aumentar la proporción de reservas en la dieta por animal, a medida que aumentan la productividad por hectárea.

Sobresale el S4 con los mayores consumos de forraje directo, con 3225 kg MS/VM, lo cual es de esperar teniendo en cuenta la carga que se maneja, que al ser significativamente más baja que la de los S2 y S3, provoca un aumento en las asignaciones individuales, siempre que lo producido sea semejante.

Los consumos totales por VM difieren entre sí, ubicándose el S2 por encima de los otros, con 7239 kg MS/VM, mientras que en el otro extremo el S3 presenta un consumo total de 5669 kg MS/VM.

No se encontraron grandes diferencias entre la energía de lactación por kg de MS consumido entre los sistemas, pero si se marca una tendencia a ser menor a mayor nivel de intensificación. Esto es explicado por el aumento en la proporción de reservas en la dieta. Mertens (1994) sugiere que porcentajes mayores de 35% de FDN restringen el consumo de materia seca por lo que se deduce que los cuatro sistemas presentan restricciones para lograr los consumos potenciales, especialmente el S1. Esto explicaría el hecho de que el S1 con suministro ad libitum de RTM logra menores consumos de materia seca que lo que presenta el S2.

4.2.1.6 Consumo total y eficiencia de conversión de los sistemas

Cuadro No. 9. Consumo total

	S1	S2	S3	S4
Kg MS consumido/ha rotación	11888	9712	8949	6126
%Pastura	0	31	39	50
%Reserva	53	27	21	7
%Concentrado	47	42	40	43

Si se analiza la composición de la dieta general de los diferentes sistemas, se observa como existe una tendencia a disminuir la proporción total de las pasturas a medida que aumentamos el nivel de intensificación, ocurriendo lo contrario en lo que refiere a las reservas. En cuanto a los concentrados, se observa una variación en las proporciones del total en la dieta significativamente menor que los volúmenes suministrados por hectárea, lo que estaría indicando que estas diferencias están explicadas en mayor medida por el aumento de carga de los sistemas y no por el aumento de los consumos individuales. Específicamente los concentrados varían entre un 47% del total de la dieta en el S1 frente a un 40% del S3, mientras que las reservas se ubican entre un rango de 7 y 53% entre el S4 y S1 respectivamente, y las pasturas entre 50% en el S4 y 31% en el S2, haciendo a un lado lógicamente el S1.

Cuadro No. 10. Eficiencia de conversión

	S1	S2	S3	S4
Kg MS consumido/litro producido (corregido)	0,88	0,95	1,05	0,95
Kg de sólidos de leche/tt MS alim. consumido	86	80	72	80
Grs concentrado consumidos/litro corregido	0,42	0,39	0,42	0,40
Grs concentrado suministrados/litro corregido	0,46	0,44	0,47	0,45

En lo que respecta a la eficiencia de los sistemas, el S3 aparece por debajo del resto en cuanto a producción de sólidos por unidad de alimento consumida. El S1 es el que logra mejores transformaciones de lo consumido en producto final, con 86 kg de sólidos por tonelada de MS consumida, aunque si se compara con los datos bibliográficos acerca de eficiencia de conversión en rodeos estabulados, se encuentra muy por debajo de los valores considerados como óptimos, 110 Kg/ton (Little, s.f.). Finalmente, con la misma eficiencia de conversión, se ubican en un nivel intermedio entre el S1 y S3, el S2 y S4, convirtiendo 80 kg de sólidos por tonelada de MS consumida.

4.2.1.7 Mano de obra

Cuadro No. 11. Mano de obra

	S1	S2	S3	S4
Mano de Obra E.H/1000 has	24.5	18.8	18.6	16.3
VM/EH	60	57	70	48
Litros corregidos/EH	440.504	431.925	381.898	326.561

Se observa que los sistemas más intensivos aumentan la cantidad de mano de obra por unidad de superficie. Esto aumenta los costos por hectárea e implica que los sistemas se vuelven más complejos, necesitando mejor gestión y dedicación en el manejo del personal. Por otra parte, se destaca una correlación positiva entre la intensificación de los mismos y la producción de leche por E.H., es decir que los sistemas incrementan en mayor medida la producción por hectárea que el equivalente en mano de obra. Una tendencia semejante se observa en cuanto a las VM por EH, con un desfase del S3 debido a las altas cargas que maneja, que le posibilita lograr mejores resultados en este aspecto.

4.2.2 Costos

4.2.2.1 Pasturas y cultivos

Cuadro No. 12. Costos de pasturas y cultivos

	S1	S2	S3	S4
U\$\$/ha sembrada (solo siembra)	351	300	315	304
U\$\$/ha rotación	505	377	320	305

Analizando los costos de las pasturas y cultivos de los diferentes sistemas, encontramos similitud en cuanto al costo por hectárea sembrada entre S2, S3 y S4 (entre 300 y 315 U\$\$). Esto se debe a que las tecnologías utilizadas en el proceso son muy semejantes entre uno y otro, ya que el precio de los insumos es el mismo en todos los casos. En el caso del S1, el precio es algo mayor, 351 U\$\$/hectárea sembrada, por mayores costos en la siembra de cultivos para reservas.

Los costos por hectárea de rotación en los sistemas con base pastoril, dependen de la relación entre hectáreas sembradas anualmente, los costos por hectárea sembrada y los costos de mantenimiento de las pasturas de más de un año. Si analizamos los valores obtenidos, se diferencia únicamente el S2 sobre los otros dos, con mayores costos por hectárea, debido a la mayor proporción sembrada anualmente (115%).

Por último, por encima se ubica el costo del S1, con 505 U\$\$/ha rotación, debido al mayor costo por hectárea sembrada y la mayor proporción que se siembra anualmente frente a los sistemas que incluyen pasturas.

4.2.2.2 Alimentación

En primer lugar, se analizaron los costos implicados en el suministro de reservas y concentrados de los sistemas.

Cuadro No. 13. Costos de distribución

	S1	S2	S3	S4
U\$\$ totales/ tonelada RTM suministrada	52	31	24	25
U\$\$ totales/ tonelada RTM consumida	63	37	29	29
Costo distribución en el total de costos	16,9%	9,0%	7,5%	5,7%

Se observa que no existe demasiada diferencia en cuanto a los costos por tonelada consumida entre los sistemas, a excepción del S1 frente a los demás. Esto explicado por un mayor gasto en mantenimiento de corrales, y mayores horas diarias implicadas en el suministro, que implican mayores costos en combustibles y mano de obra.

En cambio se observa una correlación positiva entre el grado de intensificación y el porcentaje que representa el costo de distribución en el total de los costos de alimentación. Es decir que a mayor intensificación adquieren una relevancia mayor los costos vinculados al suministro de los alimentos.

Cuadro No. 14. Costo alimentación

	S1	S2	S3	S4
U\$\$/tt MS consumida pastoreo	-	127	106	117
U\$\$/tt MS reserva consumida*	194	156	149	143
U\$\$/tt MS concentrado consumido*	577	475	399	429
U\$\$/tt MS consumida	375	280	233	251
U\$\$/lt producido	0,33	0,27	0,24	0,23

*Incluye costo distribución

En cuanto a los costos de alimentación de los diferentes sistemas, se desprende que para cada uno de ellos, el kg de MS más económico lo representa el pasto cosechado directamente, a excepción del S1 donde el kg de MS más económico lo es el de la reserva. En un segundo orden, aparecen las reservas y muy por encima de estos, el costo por tonelada de MS de concentrado consumida para el caso de todos los sistemas.

Por otra parte el costo del kg MS de forraje difiere entre los sistemas. Aparece con el menor costo el kg de MS del S3, con 106 U\$\$ la tonelada, explicado fundamentalmente por la mayor cosecha por hectárea.

En cuanto a las reservas, el costo más elevado lo tiene el S1 con 194 U\$\$/tonelada, debido a los mayores costos en la distribución.

Promediando lo anterior, de acuerdo a las proporciones consumidas para cada caso, obtenemos el costo por tonelada total consumida. Existe una tendencia clara a aumentar el costo por kg de MS consumida a mayor intensificación de los sistemas, a excepción del S3, el cual tiene el costo más bajo por tonelada consumida (233 U\$\$) menor que el S4 (251U\$\$), lo cual se explica por un porcentaje menor en el uso de concentrados (40 frente a 43 del S4) y costos más bajos por tonelada de forraje y concentrados. Por otra parte, con el costo más alto se ubica el S1 con 375 U\$\$ por tonelada consumida, lo cual es de esperar de acuerdo a lo que se ha manejado anteriormente en cuanto a los mayores costos por kg de reserva-concentrado, y la mayor utilización de concentrados.

De la combinación entre el costo por tonelada consumida y eficiencia productiva por kg de MS consumida, se obtiene el costo total por litro producido. Se observa una tendencia positiva entre los niveles de intensificación de los sistemas y el costo por litro producido. Es decir, que los sistemas aumentan las producciones por hectárea VM, pero también los costos de alimentación totales por litro producido. El S1 presenta un costo de 0,33 U\$\$/lt producido, el cual sería incluso superior si no se logran las eficiencias de 1,14 litros por kg de MS consumido, que podemos considerar como buenas si se compara a la de los otros sistemas. Se observa cómo a pesar de que el S3 tiene el menor costo por tonelada consumida, el S4 tiene un costo de un centavo menos por litro producido, lo que se explica fundamentalmente por la baja eficiencia del S3 en el uso de la MS (0,95 litros producidos/kg MS consumido)

4.2.3 Inversión

Se analiza en este punto lo que refiere a la inversión en la tierra, el rodeo, la infraestructura y maquinaria con que cuentan para la alimentación del rodeo, a fin de comparar más adelante las diferentes rentabilidades de los sistemas en lo que refiere a los márgenes de alimentación.

En primer lugar, el costo de la tierra se estandariza para todos los sistemas. No se cuenta con información que pueda indicar diferentes valores del recurso tierra utilizado por los mismos.

Cuadro No. 15. Inversión

	S1	S2	S3	S4
U\$S tierra/rotación	4500	4500	4500	4500
U\$S VM/rotación	2402	1692	2052	1216
U\$S infraestructura/rotación	1108	82	95	45
U\$S maquinaria/rotación	306	247	217	155
TOTAL	8316	6522	6865	5916

En cuanto al rodeo, aparecen diferencias explicadas por la carga de los sistemas. Como ya se vio el S1 aumenta la carga al encerrar el rodeo, mientras que también el S3 se caracteriza por el manejo de cargas altas, por lo que estos son los que tienen mayores valores por hectárea con 2402 y 2052 U\$S respectivamente. Seguido por S2 con cerca de 1700 U\$S/ha rotación y por último el S4 con 1216 U\$S.

En lo que respecta a la inversión en infraestructura para alimentación del ganado, el S1 con 1108 U\$S/ha rotación, se diferencia claramente a lo invertido por los otros tres sistemas. Como se sabe, la necesidad de suministro de la dieta 100% RTM incrementa notablemente los metros cuadrados necesarios, no solo para lograr el suministro total, sino también para que tengan acceso al alimento en el corral las 24 horas. Muy por debajo en segundo orden, el S2 y S3 aparecen con 82 y 95 U\$S/ha, conformado por el total de metros cuadrados de plazas para alimentación del rodeo. Finalmente, con 45 U\$S/ha se ubica el S4, representado por la inversión de los comederos automáticos en sala de ordeño.

En lo que respecta a la maquinaria, la tendencia es similar a lo que sucede con la infraestructura, es decir al aumentar el nivel de intensificación se observa un aumento en la inversión por ha. En el caso del S4 a diferencia del resto, se pueden explicar los menores valores por hectárea debido a la ausencia de RTM, mientras que con respecto a los otros tres sistemas, las diferencias son explicadas por las diferentes necesidades en cuanto al suministro de alimentos por hectárea.

En consecuencia de lo anterior, surge la inversión total de los sistemas por hectárea. Claramente se observa como aumenta la inversión total a medida que se intensifican los sistemas, a excepción de un pequeño desfase entre el S3 y el S2, con 343 U\$S más por hectárea el primero, lo que se explica por las mayores cargas que maneja el mismo.

4.2.4 Análisis económico de los márgenes de alimentación.

4.2.4.1 Márgenes de alimentación

A través de todo lo que se viene manejando de los sistemas, en cuanto a producción y costos de alimentación, se procede a continuación a un análisis de los márgenes de alimentación que se desprenden de cada modelo productivo, según los precios fijados para el ejercicio 11/12.

Cuadro No. 16. Márgenes de alimentación

	S1	S2	S3	S4
U\$S/HaRot	1435	1771	1782	1396
U\$S/VM	777	1354	1129	1465
U\$S/litro	0.11	0.18	0.21	0.22

En cuanto a los márgenes por hectárea rotación, aparecen en primer lugar, con los valores más altos y sin diferencias entre ellos, el S2 y S3 con 1771 y 1782 U\$S respectivamente. En un segundo nivel, se ubican el S1 con 1435 y el S4 con 1396 U\$S. Entonces podemos remarcar a la luz de los resultados, la falta de relación entre productividad y margen para el caso del S1, ya que como se vio anteriormente, logra las mayores producciones por hectárea, mientras que los márgenes de alimentación se equiparan a los del S4 y son menores que los del S2 y S3. Por otra parte, es interesante mencionar como el S2 y S3, logran márgenes similares por hectárea, con diferentes estrategias de producción, principalmente en lo que refiere a la carga y los consumos por VM.

Las relaciones de márgenes visualizadas anteriormente se modifican en su orden si se realizan por VM. El valor más alto, 1465 U\$S, se da en el S4, seguido por S2 con 1354 U\$S, el S3 1129 U\$S y el S1 777 U\$S/VM. Este

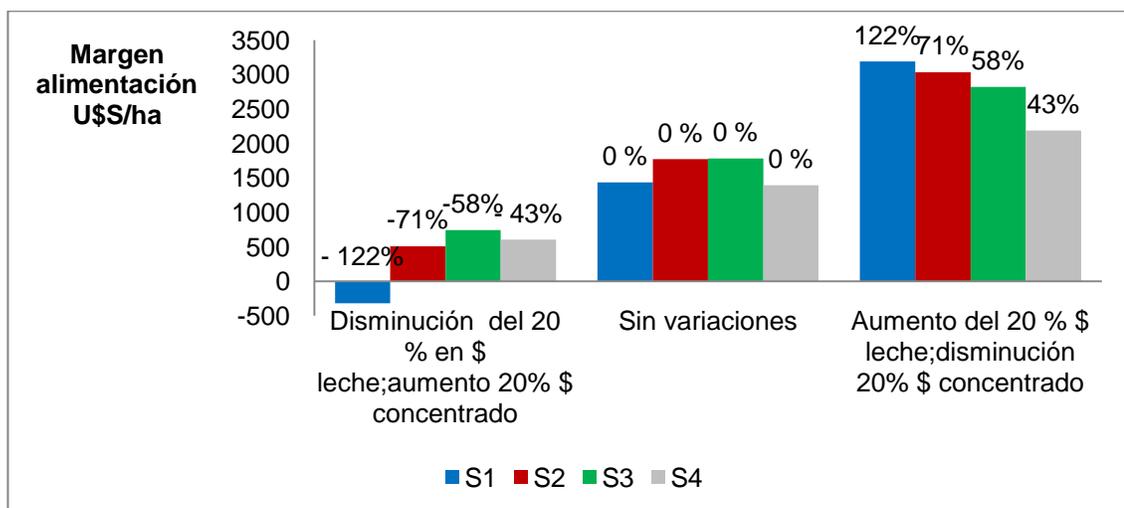
indicador no es muy relevante en primera instancia, pero resulta útil y cumple un rol relevante en la determinación de la rentabilidad de los sistemas, sobre todo si no se incluye el costo de la tierra en la inversión, es decir considerando como campo arrendado.

Por último en lo que refiere a márgenes, se tiene la ganancia por litro producido. Aquí se observa una correlación negativa entre lo producido por hectárea y la ganancia por litro. Es decir que los sistemas aumentan su producción por hectárea, pero a su vez también aumentan los costos de alimentación por cada litro producido. En un extremo, el S4 obtiene 0.22 U\$S/litro, mientras que por el otro lado, el S1 tiene un beneficio por sobre los costos de 0.11 U\$S/litro. Lógicamente, entre la relación de estos valores y las cantidades producidas por hectárea, se desprenden los márgenes totales de alimentación, que se analizaron previamente.

4.2.4.2 Análisis de sensibilidad

Para la realización de este análisis se toma un posible escenario de variación del precio de leche, lo cual junto con la producción define el producto bruto de los sistemas y posible variaciones en el precio de los concentrados, ya que representa el insumo con mayor relevancia en la definición de los costos de alimentación.

Figura No. 8. Margen de alimentación por hectárea frente a cambios en precio de la leche y concentrado



Se deduce de la gráfica como los márgenes de los sistemas varían en diferentes magnitudes frente a un escenario de cambio de precio. Es decir, que difiere la sensibilidad de los mismos a estos cambios. En un extremo, el S1 es el que posee mayor variabilidad aumentando en gran magnitud sus márgenes en escenario de relación de precios favorables ocurriendo a la inversa en un escenario de precios desfavorables. Es interesante observar que para el caso analizado de situación de precios desfavorables (disminución del precio de la leche en un 20% y aumento del mismo porcentaje en el precio de los concentrados), caso este que no parece tan improbable, los márgenes alimenticios se hacen negativos. Por lo que el riesgo en este sistema es realmente elevado.

En el otro extremo, el S4 presenta las menores variaciones en los márgenes ante escenarios de cambios de precios. Esto significa que ante condiciones favorables de precios, las oportunidades de capitalizar los mismos en mayores márgenes sea menor que la de los otros sistemas. Ocurriendo lo contrario ante condiciones desfavorables, es decir menores mermas en los márgenes, lo que provoca que lleguen prácticamente a igualarse a los de sistemas más intensivos, como el S2 y S3, y sean muy superiores a los del S1. Por lo que representa el sistema más estable ante variaciones en las condiciones de precios de la leche y concentrados.

4.2.5 Ratio

Se presentan a continuación los ratio de los sistemas, incluyendo la tierra como activo (ratio 1) y por otra parte sin incluir la misma (ratio 2). Es importante resaltar que lejos están de ser las rentabilidades reales de los mismos, ya que se trabaja solo con márgenes alimentación, mientras que la inversión considera solo aquellas necesarias para todo lo que refiere a la alimentación del rodeo (maquinaria, infraestructura y VM), lo que no significa que el análisis de los valores obtenidos no tenga valor alguno, ya que nos dará una idea de las relaciones entre ganancias e inversión, dependiendo de las características de producción de cada sistema.

Cuadro No. 17. Ratio de los sistemas

	S1	S2	S3	S4
Ratio 1	17	27	26	24
Ratio 2	31	88	75	99

En primer lugar, observando los ratio 1, se desprende como el S2 y el S3 tienen los mayores ganancias por sobre el capital invertido, con un 27 y 26% anual respectivamente. El S4 a pesar del menor capital invertido por hectárea frente a los dos primeros, en lo que refiere a ganado, maquinaria e infraestructura, se ubica en un segundo nivel con 24%, lo que se explica por los márgenes menores por hectárea rotación. Por último, el S1 con 17%, ve muy disminuida su ratio frente a los otros sistemas, debido al capital invertido por hectárea superior y a los menores márgenes en el caso de compararse con el S2 y S3.

Diferente es la situación si se compara los ratio 2, suponiendo una renta por hectárea igual para todos los sistemas. En este punto, el S4 con un valor de 99%, es el de mayor ratio. Esto esta explicado por lo mencionado en la sección anterior, donde las inversiones en ganado, infraestructura y maquinaria adquieren mayor relevancia al quitar el activo tierra. Lo que repercute en que el S4, que maneja baja carga, baja infraestructura y menos maquinaria, aún teniendo menor margen por hectárea tenga el mayor ratio. Se diferencian luego el ratio entre el S2 y el S3, 88 frente a 75%, lo que se debe al mayor capital invertido en ganado por hectárea para el S3. Por último muy por debajo se ubica el S1 con 31%, la cual no se diferencia del ratio 1 en la misma magnitud

que lo hacen los otros sistemas. Hecho que se explica por el alto valor de capital invertido en infraestructura, maquinaria y ganado.

4.2.6 Análisis ambiental

4.2.6.1 Entradas de nitrógeno (N)

Se observa que los sistemas pastoriles tienen tres entradas de N, que son los fertilizantes, la fijación biológica (FBN) y lo que ingresa por los concentrados. En cuanto al S1, lógicamente carece del ingreso a través de la FBN.

Cuadro No. 18. Entrada de nitrógeno

	S1	S2	S3	S4
Kg Totales	207	172	155	128
Por Fertilizantes %	41	26	38	39
Por FBN %	0	15	20	23
Por Compra de concentrados %	59	59	42	38

Se observa una correlación positiva entre el nivel de intensificación y las entradas de N (kg/ha) de los sistemas. Por otra parte para S2, S3 y S4, se observa como disminuyen las proporciones de los ingresos a través de los fertilizantes y de la FBN a mayor intensificación de los mismos, aumentando la proporción de N proveniente de los concentrados.

4.2.6.2 Entradas de fósforo (P)

Cuadro No. 19. Entrada de fósforo

	S1	S2	S3	S4
Kg Totales	55	36	32	31
Por fertilizantes %	44	50	61	69
Compra de concentrados %	56	50	39	38

Para el caso del P, las entradas se deben a la aplicación de fertilizantes y el ingreso con los concentrados. Al igual que para el caso del N, aumentan los

kg/ha que ingresan a los sistemas a mayor intensificación, como también la proporción de las entradas por vía de los concentrados.

4.2.6.3 Entradas de potasio (K)

Las entradas de potasio se deben exclusivamente a lo ingresado por intermedio de los concentrados, ya que no adoptan estos sistemas como medida tecnológica estructural la aplicación de fertilizantes potásicos.

4.2.6.4 Balance de nutrientes

Es una herramienta que se utiliza como indicador de manejo de nutrientes. Este sirve para cuantificar los nutrientes, estimar la eficiencia de uso y el impacto potencial de los sistemas productivos en el medio ambiente.

Se analiza para el caso de cada sistema el balance entre entradas y salidas de los principales macro nutrientes (NPK). Ya se analizó por que se componen las entradas, mientras que las salidas se desprende del porcentaje en leche de cada sistema por lo remitido total.

Cuadro No. 20. Balance de nutrientes

	S1	S2	S3	S4
Kg N /ha VM	146	128	114	99
Kg P /ha VM	44	28	25	25
Kg K /ha VM	30	19	12	4

Podemos diferenciar tres patrones claros de los elementos en los sistemas. En primer lugar, los balances en todos los sistemas son siempre positivos. En segundo lugar, si se observa lo que sucede dentro de cada sistema, surge que para todos los casos es el N el que tiene mayores ganancias en kg por hectárea, seguido por el P y por último el K. En tercer lugar, si se compara lo que sucede entre sistemas, se observa una correlación positiva entre el grado de intensificación de los sistemas y los balances para los tres elementos, esto se encuentra en concordancia con los resultados obtenidos para los predios lecheros a nivel nacional (MGAP. PPR, 2008) que reportan un aumento de los balances por hectárea tanto de nitrógeno como de fosforo a medida que aumenta el grado de intensificación.

4.2.6.5 Eficiencia en el uso de N y P

Cuadro No. 21. Eficiencia de uso de nutrientes

	S1	S2	S3	S4
Eficiencia de uso Nitrógeno	29%	26%	27%	22%
Eficiencia de uso Fosforo	20%	22%	22%	17%

La eficiencia en el uso (EU) del N y P, representan la proporción del nutriente que sale en el producto final sobre el total de nutriente que ingresa al sistema. En primera instancia se destaca que en ningún caso la misma supera el valor de 30%, es decir que las ineficiencias dentro de los sistemas son elevadas. En segunda instancia se destaca una tendencia a mejorar las EU de ambos nutrientes a mayor intensificación de los sistemas, contrariamente con los resultados obtenidos para el caso del P, en los predios lecheros (MGAP. PPR, 2008), donde se muestra una disminución de las eficiencias al aumentar el grado de intensificación de los mismos. Mientras que para el caso del N, en la bibliografía nacional (La Manna y Durán, 2008) se mencionan resultados similares de aumentos de eficiencia de uso a mayor grado de intensificación aunque con valores algo por debajo, ubicándose en un rango entre 18 y 22% para los sistemas que incluyen pasturas.

Los suelos poseen la capacidad de acumular nutrientes dentro de ciertos niveles lo que significa que no necesariamente el superávit del balance se pierde en el ambiente, sino que una parte se acumula en este, otra se acumula en partes donde el rodeo descansa y parte se pierde hacia el ambiente (Aarts et al., 1992)

4.2.6.6 Dinámica de nutrientes

En este punto se abordara a grandes rasgos, las diferencias en cuanto a la dinámica de los nutrientes dentro de los sistemas. Como se vio en el capítulo anterior, en la descripción de cada sistema, existen diferencias entre los mismos en cuanto a los manejo de rodeos, en lo que refiere a horas de pastoreo y momentos de encierro, también difieren las rotaciones, existiendo inclusive rotaciones diferentes dentro de un mismo sistema como ocurre en el S2 y S3. Todo esto conlleva a que la distribución en la superficie en el área total, no sea la misma entre los mismos.

Para el caso del S1, la ausencia de pastoreo implica que no haya un retorno a chacra de nutrientes por medio de heces, que se acumulan en corrales y zonas de ordeño. Por tanto la devolución al campo genera costos mayores que sistemas bajo pastoreo, a lo que se le suman mayores riesgos de que no se de en forma uniforme para toda la superficie en rotación.

Por su parte el S2 tendrá zonas del área total con mayor concentración de nutrientes, debido a los momentos del año donde el ganado se mantiene bajo encierre al menos la mitad del día (invierno y verano). Dentro del área de rotación, también se diferencian dos zonas diferentes, una con mayor incidencia de pastoreo frente a otra con mayor proporción de praderas cortas y cultivos para reservas. Esto seguramente generará que difiera entre ellas el balance, con mayor riesgo a tener valores deficitarios para el segundo caso.

Se observa algo similar para el S3 que lo detallado para el S2, especialmente con las diferentes rotaciones que se desarrollan en el área. Difiere en lo que respecta al S2, en la proporción de heces que vuelven directamente a la chacra, ya que las horas de encierre anual son significativamente menor.

Por último el S4, que cuenta con una sola rotación, no habría motivo para esperar diferencias en la dinámica de nutrientes entre diferentes zonas del área en rotación. Al igual que el S3, los momentos de encierre son puntuales en el año, con tendencia a que el rodeo se encuentre el máximo tiempo posible en la pastura, lo que generará que la proporción de heces que es devuelta a las pasturas directamente, sea mayor que la de S1 y S2.

Por tanto, como se vio anteriormente, a medida que aumenta la intensificación de los sistemas, los balances de NPK aumentan los valores medidos en kg por hectárea. Pero también se observa cómo se forman sistemas más complejos en lo que refiere a la dinámica de nutrientes, generando mayores variaciones en la distribución de los mismos dentro de cada sistema. Esto requiere mayor monitoreo de los procesos, asociado a mayores costos en lo referido a tratamiento y distribución de efluentes.

5. CONCLUSIONES

Al igual que lo reportado en los antecedentes, los sistemas analizados aumentan las producciones por hectárea modificando la carga, la producción individual o a través de la combinación de ambas. Dicho crecimiento en producción se basa principalmente en el aumento de la participación de los consumos de reservas por animal. Los concentrados también aumentan aunque en menor proporción, siendo considerable cuando se calcula lo suministrado por hectárea, debido a aumentos de carga. Por tanto se produce una disminución de la participación de la pastura en la dieta cuando es analizado por animal. Esto se asoció con aumento de la utilización de RTM en los sistemas.

Conforme a la bibliografía consultada, al relevamiento a nivel de campo y el resultado del análisis, la mayor participación de RTM en la dieta aumenta los niveles de inversión por hectárea, costos de funcionamiento, necesidad y especialización de mano de obra, así como también mayor control de los procesos, con resultados económicos con alta variabilidad.

Los sistemas son dinámicos y tienen sus propias características; estos definen mediante diferentes objetivos de producción que marcan disímiles procesos y manejos, que derivan en diferentes grados de exigencia para lograr la sustentabilidad económica y ambiental de los mismos. Con respecto a esto se puede observar a grandes rasgos como sistemas “pastoriles” que manejan bajas cargas y producciones medias a altas, logran mejores consumos de pastura por vaca con respecto a sistemas con cargas altas, pero disminuye la cosecha directa de pastura por hectárea. Las reservas cobrarían poca importancia en los mismos (frente a concentrados y pastura), mientras que los concentrados suministrados en sala son un pilar fundamental en su funcionamiento. Sistemas “pastoriles” que apuntan a altas producciones individuales con cargas medias a altas, encuentran el desafío principal en el manejo diario de los rodeos para lograr los consumos individuales requeridos. Ante esta situación, es donde se insertan los encierros estructurales, asociado a su vez a nuevos retos en lo que respecta a confort y sanidad animal. Estos encierros también se asocian a mayores exigencias en lo referido a manejo de efluentes. Sistemas “pastoriles” que apuntan a cargas altas y baja producción

individual, encuentran su problemática en conocer el valor óptimo de carga, que posibilite buenos resultados económicos y lograr a su vez buenos desempeños reproductivos. Como se menciona en los antecedentes, bajas cargas imposibilitan el óptimo económico-productivo como también altas cargas, debido en este último caso al elevado costo energético de mantenimiento de los rodeos y mayores costos asociados al número de vacas. Los cruzamientos se vuelven una herramienta útil para este tipo de sistemas.

Es concordante como los sistemas se han vuelto más exigentes desde el punto de vista económico (mayores inversiones y costos operativos), en recursos humanos (aumenta EQH por unidad de superficie y calificación de los mismos), manejo de los rodeos y dietas, y en lo que refiere a la planificación y manejo de los efluentes dentro de los mismos. Como se ha mencionado, cada uno encuentra desafíos a superar, surgiendo a su vez cuestiones comunes que plantean interrogantes a seguir analizando de cara al futuro. Por un lado queda claro que la MS de cosecha directa sigue siendo la más económica y que en Uruguay tiene alta correlación con los resultados económicos de los sistemas, mientras que sigue la interrogante si los consumos de pastura directa por hectárea podrían ser mayores, partiendo de los valores que se manejan a nivel país (3000-4000 kgMS/Ha) Aparece información que indicaría que si, por lo que se abre lugar a seguir trabajando sobre este aspecto, combinando factores como las especies que conforman las rotaciones (que influyen en producción, persistencia y área con disponibilidad promedio), manejo de las pasturas, cargas de los sistemas y manejo de nutrientes del suelo. Diferente es la situación en lo que respecta a las reservas, ya que no está claro hasta qué punto deberían aumentar su participación en los sistemas ni tampoco cual es el óptimo de calidad de las mismas, debido a la alta variabilidad de la relación entre sus niveles de consumo y los resultados económicos. Por otra parte, siempre es importante tener en cuenta de qué manera se insertan en las rotaciones y su posible impacto en la erosión de suelo, si no se practica un manejo ajustado.

En cuanto a los sistemas estabulados, no se está en condiciones de sacar una conclusión definitiva con lo trabajado en el informe. Pero si se pueden vislumbrar algunas características que permitan enfocar posibles discusiones a futuro, donde se prevé por diversos actores del sector que estos sistemas tengan más participación. Es claro que su sustentabilidad solo es

viable bajo una gestión detallada en lo que refiere confort animal y manejo del suelo y efluentes. Por otra parte la calidad de las reservas promedio que se manejan a nivel país (principalmente a partir de cultivo de sorgo) son muy inferiores a los requerimientos acorde a una buena nutrición de una vaca holando de alta producción y muy inferior a lo que manejan en países con este tipo de sistemas (Ej. EEUU), lo que puede reflejarse en problemas para lograr las producciones individuales necesarias para los mismos, por menor concentración energética por kg de MS y menores consumos totales. Otro aspecto de discusión sería si las rotaciones para la producción de fibra necesaria para estos sistemas, podrían ser viables en Uruguay, de acuerdo a sus condiciones de precipitaciones, tipo de suelos y topografía del terreno. Por último, quedaría por considerar los mayores riesgos económicos a lo que se enfrentarían estos sistemas en situaciones de precios desfavorables y la pérdida eventual de mercados que priorizan la leche de sistemas pastoriles.

6. RESUMEN

A partir de un estudio llevado a cabo en el período 2011/2012, se caracterizaron diferentes sistemas de producción de leche, con diferentes grados de intensificación a nivel nacional. Para ello se realiza una descripción global de los sistemas a través de visitas a campos donde se detalla manejo, rutina y procesos que caracterizan estos sistemas productivos. En dichas visitas se recabaron datos solamente físicos, y para el cálculo de indicadores se tomaron precios estándar para todas las actividades y productos, con el fin de evaluar solamente el proceso productivo de cada establecimiento. Como resultado global se pudo apreciar que el proceso de intensificación está acompañado de un aumento del consumo de MS por hectárea, explicado principalmente por el mayor uso de reservas. Lo que permite asegurar una estabilidad en el sistema en el transcurso del año y en algunos casos permite aumentar la carga animal. En cuanto a lo económico se pudo observar que los sistemas más intensificados son los que invierten más cantidad de dinero por ha y por animal, obteniendo un resultado variable en cuanto a lo económico, no siendo los que más invierten los que más se benefician. Pero si son los que asumen un nivel de riesgo mayor al ser más dependientes de los precios de los commodities. Por otra parte se analizaron los sistemas en cuanto al uso de nutrientes, pudiéndose apreciar una mayor eficiencia en el uso de los mismos por parte de los sistemas más intensivos, relacionado al mayor control de los procesos y de la alimentación principalmente. No siendo esto reflejo del impacto contra el medio ambiente que provocan, ya que es muy variable entre establecimientos el uso de los efluentes.

Palabras clave: Lechería; Cuencas; Tambos; Diagnóstico técnico-económico; Intensificación.

7. SUMMARY

From a study carried out in the period 2011/2012, different milk production systems with different degrees of intensification were characterized nationally. To do a comprehensive description of the systems is done through visits to areas where management and routine processes that characterize these production systems is detailed. During these visits only physical data were collected, and the calculation of indicators were taken standard prices for all activities and products, in order to evaluate only the production process of each establishment. As an overall result it was observed that the process of intensification is accompanied by increased intake of DM per hectare, mainly due to the increased use of reserves. Which ensures stability in the system during the year and in some cases can increase the stocking. In terms of economics, it was observed that more intensified systems are investing more money per hectare and per animal, obtaining variable results in terms of economics, not being those that invest the most benefit. But if you are assuming a higher level of risk to be more dependent on commodity prices. Moreover the systems are analyzed for nutrient use, being able to see a greater efficiency in the use of the same by the more intensive systems related to greater process control and food mainly. Where that is not reflecting the impact to the environment that cause, as it is very variable among establishments using effluent

Keywords: Dairy; Basins; Herds; Technical diagnosis– economic; Intensification.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Aarts, H. F. M.; E. E. Biewinga, E. E.; van Keulen, H. 1992. Dairy farming systems based on efficient nutrient management. *Netherlands Journal of Agricultural Science*. 40: 285-299.
2. ADC (Australian Dairy Corporation, AU). 2002. Annual reports, 1990-2001. Melbourne. 15 p.
3. Antúnez, P. 2010. Aconsejan usar más granos en la lechería para crecer. (en línea). *El País*, Montevideo, UY, nov. 14: s.p. Consultado 05 may. 2014. Disponible en <http://historico.elpais.com.uy/101114/pecono-528591/economia/aconsejan-usar-mas-granos-en-la-lecheria-para-crecer/>
4. Artagaveytia, J. 2013. Proyecto de costos y seguimiento de empresas lecheras. *In: La Lechería en Estos Días (2013, San José). Resultados económicos de tambos en San José.* s.n.t. s.p.
5. Astigarraga, L. 2004. Desafíos técnicos de la intensificación. *In: CIPIL (2004, Montevideo). Intensificación en lechería; la alternativa rentable.* Montevideo, s.e. pp. 33-58.
6. Barham, B.; Foltz, J.; Aldana, U. 2005. Expansion, modernization, and specialization in the Wisconsin dairy industry. *In: Status of Wisconsin agriculture.* Madison, WI, Wisconsin University. pp. 42-48.
7. Baudracco, J.; López-Villalobos, N.; Holmes, C.W. 2010. Efectos de la suplementación y la carga animal sobre el resultado físico y económico de sistemas lecheros argentinos. *Animal Feed Science and Technology*. 168: 131-143.
8. Bretschneider, G.; Salado, E. 2010. Sistemas confinados vs. pastoriles; ventajas y desventajas. INTA. EEA Rafaela. Ficha técnica no. 8. 22 p.
9. Broom, D.; Oltenacu, P. 2010. The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Animal Welfare*. 19(suppl.): 39-49.
10. Bryant, J.; Holmes, C.W.; Lopez-Villalobos, N. 2003. How much feed should I offer to my herd so that they can meet my targets for the farm? And how many cows should I be milking on my total feed supply? *In: Dairy*

Conference (3rd., 2003, Palmerston North). Proceedings. Palmerston North, NZ, Massey University. pp. 165-184.

11. Cabrera, V. E.; Hagevoort, R.; Solís, D.; Kirksey, R.; Diemer., J. A. 2008. The New Mexico dairy industry; an economic engine. *Journal of Dairy Science*. 91: 2144-2150.
12. Castellano, A.; Issaly, L.; Iturrioz, G.; Mateos, M.; Terán, J. 2009. Análisis de la cadena de la leche en Argentina. Rafaela, INTA. s.p. (Estudios Socioeconómicos de los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales no.4).
13. Castignani, H.; Zehnder, R.; Gambuzzi, E.; Chemicz, J. 2005. Caracterización de los sistemas de producción lecheros argentinos, y de las principales cuencas. *In*: Reunión de la AAEA (35^a., 2005, Lomas de Zamora). Trabajos presentados. Lomas de Zamora, AR, casa editora. s.p
14. _____.; Marino, M.; Sánchez, C.; Suero, M.; Terán, J. C. 2012. La lechería argentina: estado actual y su evolución. *In*: Reunión de la AAEA (42^a., 2005, Lomas de Zamora). Trabajos presentados. Lomas de Zamora, AR, casa editora. s.p.
15. Castillo, A.; Silva-del-Río, N.; St-Pierre, N.; Weiss, W. 2013. Composition of diets feed to different groups of lactating cows on California dairies. (en línea). San Francisco, University of California. s.p. Consultado ene. 2014. Disponible en <http://cemerced.ucanr.edu/files/149683.pdf>
16. Centeno, A. 2013. Intensificación en el tambo, ¿qué cambió?. INTA Manfredi. Ficha técnica no. 30. 3 p.
17. Chapman, D.F.; Kenny, S.N.; Beca, D.; Johnson. I.R. 2008. Pasture and forage crop systems for non-irrigated dairy farms in southern Australia. 1. Physical production and economic performance. *Agricultural Systems*. 97: 108-125.
18. Chilibroste, P. 2013a. Intensificación Competitiva de los sistemas de producción de leche en Uruguay. *In*: FOPROLE (1^o., 2013, Punta Cala, Montevideo, Uruguay). Más eficientes, más competitivos, más amigables. Montevideo, s.e. pp. 1-3.

19. _____. 2013b. El sistema pastoril uruguayo. In: FOPROLE (1º., 2013, Punta Cala, Montevideo, Uruguay). Más eficientes, más competitivos, más amigables. Montevideo, Uruguay, Conaprole. pp. 180-197.
20. CUSA (Cámara Uruguaya de Servicios Agropecuarios, UY). 2012. Precios sugeridos de labores agrícolas. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 17 jul. 2012. Disponible en <http://cusa.org.uy/cusa/precios>
21. Dairy Australia. 2005. Production systems, productivity and profit. Australian Dairy. 05: 1-16.
22. _____. 2013. Australian dairy farming overview-2012; milk production. (en línea). Dunedin. pp. 1-4. Consultado 24 jul. 2013. Disponible en <http://www.thedairysite.com/articles/3497/australian-dairy-farming-overview2012-milk-production>
23. Doyle, P.T.; Stockdale, C. R. 2002. Seasonal, pasture-based - dairy cow breeds. In: Dairy Farm Management Systems (3rd., 2002, Sydney). Proceedings. Sydney, s.e. pp. 672-679.
24. Fairweather, J.R.; Mulet-Marquis, S. 2008. New Zealand farm structure change and intensification. Lincoln University, NZ. Research Report no. 301. 33 p.
25. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT) s.f. Mercados de productos agrícolas, leche y sus productos. (en línea). Roma. s.p. Consultado ene. 2014. Disponible en <http://www.fao.org/economic/est/est-commodities/leche-y-productos/es/>
26. Gariboto, G. 2006. Impacto de la intensificación en sistemas pastoriles de producción; el modelo de la lechería en el Uruguay. Tesis de maestría. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. s.p.
27. Greig, B. 2012. Changing NZ dairy farm systems. In: South Island Dairy Event (2nd., 2012, Dunedin). Proceedings. Dunedin, s.e. pp. 217-228.
28. Grummer, R. R. 1995. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. Journal of Animal Science. 73: 2820-2833.

29. Guaita, M. S.; Gallardo, M. 1995. Utilización de la pastura de alfalfa en un sistema intensivo de producción de leche. EEA INTA Rafaela. Publicación Miscelánea. no. 81: 93-100.
30. Hall, T. 2011. Define and improve your herd's. Feed conversion ratio. (en línea). New York, Dairybusiness. s.p. Consultado mar. 2014. Disponible en http://dairybusiness.com/features/Feeding: Define_and_improve_your_herd%E2%80%99s_feed_conversion_ratio
31. Harris, B.; Winkelman, A. 2000. Influence of North American Holstein genetics on dairy cattle performance in New Zealand. *In*: New Zealand Large Herds Conference (6th., 2000, Palmerston North). Proceedings. Palmerston North, s.e. pp. 122-136.
32. Hartschuh, R. E.; Raggio, J. B. 1995. El coeficiente de gastos de conservación y reparaciones del tractor agrícola. Revista de la Facultad de Agronomía. 15 (2-3): 233-240.
33. Hedley, P.; Kolver, E.; Glassey, C.; Thorrold, B.; Van Bysterveldt, A.; Roche, J.; MacDonald, K. 2011. Achieving high performance from a range of farm systems. *In*: Dairy Conference (1st., 2011, Wellington). Proceedings. Wellington, s.e. cap. 4, pp. 147 – 166.
34. INALE (Instituto Nacional de la Leche, UY). 2012. Precios de la cadena láctea. Precio al productor. (en línea). Montevideo. pp. 22-24. Consultado 3 mar. 2013. Disponible en http://www.inale.org/innovaportal/file/143/1/precio_al_productor.xls
35. Jayasuriya, R. T. 2004. Farming systems in Australia. (en línea). Roma, FAO. s.p. Consultado mar. 2014. Disponible en http://www.fao.org/docrep/article/agrippa/686_en.pdf
36. Jesse, E. 2006. La industria lechera de Australia. Wisconsin, Universidad de Wisconsin. 4 p. (Industrias lácteas mundiales no.103).
37. Kelly, M. L.; Kolver, E. S.; Bauman, D. E.; Van Amburgh, M. E.; Muller, L. D. 1998. Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating dairy cows. Journal of Dairy Science. 81:1630–1636.

38. Laborde, D. 2012. ¿Qué resultados productivos y reproductivos podemos esperar de distintas estrategias de cruzamiento en ganado lechero? La experiencia en un establecimiento lechero comercial en Uruguay. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (40as., 2012, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 43-51.
39. La Manna, A.; Durán, H. 2008. Balances de nutrientes en tambo, una primera aproximación al proceso de intensificación y su potencial impacto en el medio ambiente. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría. (36ª., 2008, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 12-17.
40. _____. 2013. Intensificación animal y posible impacto en el ambiente. In: Seminario la Producción Agraria y la Calidad de los Recursos Hídricos (1st., 2013, La Estanzuela). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. s.p.
41. Leborgne, R. 1984. Antecedentes y metodología para presupuestación en establecimientos lecheros. Montevideo, Hemisferio Sur. 54 p.
42. LIC (Livestock Improvement Corporation, NZ). 2012. New Zealand; dairy statistics 2010-2011. (en línea). Hamilton. pp. 5-50. Consultado 3 may. 2013. Disponible en <http://www.lic.co.nz/pdf/DAIRY%20STATISTICS%2010-11-WEB.pdf>
43. Little, S. s.f. Feed conversion efficiency; a key measure of feeding system performance on your farm. (en línea). Sydney, DairyAustralia. s.p. Consultado mar. 2014. Disponible en <http://www.dairyaustralia.com.au/~media/Documents/Animals%20feed%20and%20environment/Feed%20and%20nutrition/Nutrition%20management/Feed%20Conversion%20Efficiency.pdf>
44. López, A. s.f. Sistemas de producción de leche en la Argentina. Buenos Aires, Facultad de Ciencias Veterinarias. s.p.
45. Lucy, M. C. 2001. Reproductive loss in high-producing dairy cattle; where will it end? *Journal of Dairy Science*. 84: 1277-1285.
46. MAGRAMA. RENGRATI (Red Nacional de Granjas Típicas). 2012. Resultados ejercicio económico 2011, vacuno de leche. Madrid. 5 p.
47. Marichal, M. de J.; Costabel, M.; Arias, G. 2009. Tablas de Composición Química de Subproductos Agroindustriales. In: Marichal, M. de J. ed. Tablas de composición de alimentos; subproductos agroindustriales y

pasturas cultivadas en Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 2-25.

48. Mertens, D.R. 1994. Regulation of forage intake. In: Fahey jr., G. C. ed. Forage quality, evaluation and utilization. Madison, WI, American Society of Agronomy. pp. 450-493.
49. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 1990. Series históricas. Montevideo. pp. 15-18.
50. _____. 2001. Estadísticas del sector lácteo 2000. Montevideo. pp. 30-33.
51. _____. 2007. Encuesta lechera 2007. Montevideo. pp. 20-22.
52. _____. 2011. Estadísticas del sector lácteo. Montevideo. pp.19-20.
53. _____. 2012. Anuario de precios 2012. (en línea). Montevideo. pp. 22-24. Consultado 21 oct. 2012. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,56,O,S,0,MNU;E;27;8;MNU>
54. _____. 2013. Anuario estadístico agropecuario 2013. Montevideo. pp. 25-26.
55. _____. OPYPA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Oficina de Programación y Política Agropecuaria, UY). 2012. Anuario 2012. Montevideo. pp. 30-38.
56. _____. PPR (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Proyecto de Producción Responsable, UY). 2008. Manual para el manejo de efluentes de tambo. Montevideo. 127 p.
57. Moynihan, M. 2006. Dairy your way. Minneapolis, MN, Department of Agriculture. 98 p.
58. Muller, L. D. 2004. Pasture based systems for dairy cows in the USA. (en línea). Philadelphia, College of Agriculture Science. s.p. Consultado 1 may. 2014. Disponible en <http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrition/forages/pasture/article>

s-on-pasture-and-grazing/pasture-based-systems-for-dairy-cows-in-the-united-states

59. OCDE; FAO (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, IT; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 2012. Perspectivas agrícolas 2013/2022. Roma. 221 p.
60. Oddino, C. 2013. Intensificar o desaparecer. (en línea). Córdoba, s.e. s.p. Consultado 21 dic. 2013. Disponible en <http://www.campolitoral.com.ar/index.php/diarios/2013/07/06/laregion/REG-15.html?origen=rss>
61. Padilla, R.R. 2010. El sistema de producción de leche en Australia y Nueva Zelanda, y su reestructuración productiva. In: Melba, E.; Reyes, F. eds. Cuenca del Pacífico; retos y oportunidades para México. Guadalajara, Universidad de Guadalajara. pp. 57-74.
62. Pendini, C. 2010. Sistemas de producción de leche. Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba. 39 p.
63. Reynolds, J. s.f. Dairy facilities and cow comfort. San Diego, University of California. 62 p.
64. Sawchik, J. 2001. Dinámica del nitrógeno en la rotación cultivo-pastura bajo laboreo convencional y siembra directa. In: Díaz-Rosello, R. ed. Siembra directa en el cono Sur. Montevideo, PROCISUR. pp. 2-15.
65. Stanton, C.; Lawless, F.; Kjellmer, G.; Harrington, D.; Devery, R.; Connolly, J. F.; Murphy, J. 1997. Dietary influences on bovine milk cis-9, trans-11-conjugated linoleic acid content. Journal of Food Science. 62:1083-1086.
66. USDA (United States Department of Agriculture). 2007. Milk production, disposition and income, 2006 summary. Washington, D. C., National Agricultural Statistics Service. pp. 3-45.
67. _____. ERS (United States Department of Agriculture. Economic research Service, US). 2012. Farm milk production. (en línea). Washington, D. C. s.p. Disponible en

http://www.ers.usda.gov/topics/animalproducts/dairy/background.aspx#.U2_W1YF5NJ0

68. Verkerk, G.; Morgan, S.; Kolver, S. 2000. Comparison of selected reproductive characteristics in Overseas and New Zealand Holstein-Friesian cows grazing pasture or fed a total mixed ration. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 60: 270-274.
69. Walker, R.; Busby, G.; Andrews, J.; Callow, M.; Chataway, R.; Itzestein, R. 2006. Feedlot dairy farming in subtropical Australia. M5 Project Information Series. 50: 1-1.

9. ANEXOS

INDICADORES FÍSICOS	S1	S2	S3	S4
Has. VM	734	671	754	675
VACA MASA	1085	716	987	529
Has. Rotación	587	550	625	566
Has. Sembradas	845	616	503	498
Total Mejor. %	-	85%	79%	69%
Praderas %	-	35%	50%	37%
Verdeos verano %	-	28%	21%	17%
Verdeos invierno %	-	20%	8%	15%
Kg MS cons./HaRot	11888	9712	8949	6126
Pastura	0	2997	3523	3080
Reservas	6281	2669	1827	449
Concentrado	5607	4046	3599	2597
% Pastura	0%	31%	39%	50%
% Reservas	53%	27%	20%	7%
% Concentrado	47%	42%	40%	42%
%FDN Dieta	51%	46%	46%	45%
ENL/kg MS Dieta	1,48	1,54	1,58	1,60
Vacas ordeñe año	922	604	794	445
Leche producida (lts)	8289172	5770777	5087587	3846232
Lts corregido G 4%; P 3,58%	7929073	5459768	5346577	3594492
Lts / ha VM	10800	8218	7095	5265
Lts / VM / año	7308	7684	5419	6793
Lt (corregidos)/VO/día	23,6	24,7	18,4	22,2
Proteína %	3,20%	3,28%	3,65%	3,39%
Grasa %	3,71%	3,57%	4,19%	3,43%
lt/VO/día	24,6	26,2	17,6	23,7

PRODUCCIÓN DE FORRAJE	S1	S2	S3	S4
kg MS utilizable/HaRot	-	5376	5462	5732
Energía (Enl)/kg MS	-	1,51	1,54	1,52
%FDN	-	42%	47%	48%
% área sembrada anualmente/HaRot	144%	115%	80%	91%
Área con disp../HaRot	-	77%	85%	80%
kg MS cons./HaRot	-	2997	3523	3080
Consumido/utilizable		0,56	0,64	0,54
kgMS de cons./VO	-	2676	2773	3848
kgMS de cons./VM	-	2257	2232	3225
VO/ha verdeos de verano	-	4,38	5,75	2,84
VO/ha verdeos de invierno	-	3,18	7,86	2,85
Balance N /ha VM	148	128	114	99
EUN	29%	26%	27%	22%
Balance P /ha VM	45	28	25	25
EUP	20%	22%	22%	17%
Balance K /ha VM	30	19	12	4
U\$/ha sembrada	351	300	315	304
U\$/ha rotación	-	326	289	305
U\$ totales/tt cons.	-	108	82	100
U\$/tt cons. (mano de obra)		127	106	117
U\$ Totales/HaRot	505	377	320	305

PRODUCCIÓN DE RESERVA	S1	S2	S3	S4
kg MS producido/HaRot	8375	3884	2436	599
kg MS consumido/HaRot	6281	2669	1827	449
Energía (Enl)/kg MS	1,12	1,21	1,27	1,08
%FDN	60%	58%	56%	58%
% utilización	75%	78%	75%	75%
Kg de MS cons./VO	4001	2350	1438	670
Kg de MS cons./VM	3400	1981	1158	561
Henos				
U\$\$/ ton producida	-	64	64	64
U\$\$ totales/ tt MS cons.	-	85	85	85
Henilajes				
U\$\$/ ton producida	-	98		98
U\$\$ totales/tt. MS cons.	-	130		130
Silo Sorgo Planta entera				
U\$\$/ ton producida	98	91	91	
U\$\$ totales/ tt MS cons.	131	121	121	
Silo bolsa Pastura				
U\$\$/ ton producida		93	-	
U\$\$ totales/ tt MS cons.		124	-	
U\$\$ totales/tt MS cons.	131	119	120	114
u\$\$/tt cons incluye costo distribución	194	156	149	143

SUMINISTRO DE SUPLEMENTOS	S1	S2	S3	S4
kgMS sumin./HaRot	6230	4496	3999	2885
Energía (Enl)/kg MS	1,89	1,78	1,77	1,79
%FDN	40%	40%	40%	40%
kg cons./kg suminis.	0,90	0,90	0,90	0,90
kg MS cons./HaRot	5607	4046	3599	2597
Kg cons./VO	3572	3560	2832	3273
Kg de cons./VM	3035	3001	2280	2747
Energéticos %	48%	27%	79%	12%
Proteicos %	14%	17%	21%	0%
Afrechillos %	38%	57%	0%	88%
U\$/tt suminis.	463	394	333	360
U\$/tt consumida	514	438	370	400
U\$/tt (incluye distribución)	577	475	399	429

DISTRIBUCIÓN	S1	S2	S3	S4
U\$/tt suminis.	52	31	24	25
U\$/totales/tt. Cons.	63	37	29	29
Hs Tractor + implemento	1,46	1,25	0,93	1,06
U\$/de maq./ha VM	245	209	179	94
U\$/de maq./tt cons.	31	43	40	36
U\$/de inf. /tt suminis.	93	12	15	12
U\$/de tierra /tt cons.	577	948	1007	1405
U\$/ton suministrada	8,5	7,2	5,4	6,1
U\$/ton consumida	10,3	8,6	6,4	7,0
Costo distribución/costos totales	16,9%	9,0%	7,5%	5,7%

RESULTADOS	S1	S2	S3	S4
Lt/ha	10800	8218	7095	5265
VM/ha	1,48	1,08	1,31	0,78
Lit/VM	7308	7684	5419	6793
Kg Sólidos/ha	819	581	538	383
Kg Sólido/VM	528	579	411	494
Kg sólidos/tt MS alim.cons.	86	80	72	80
PV/Kg MS ofrecida	0,12	0,07	0,07	0,14
MARGENES				
U\$/ha de rotación	1435	1771	1782	1396
U\$/VM	777	1354	1129	1465
U\$/VO	914	1604	1403	852
U\$/litro	0,11	0,18	0,21	0,22
Insumo/Producto	1,08	0,73	0,60	0,75
Costo/litro	0,33	0,27	0,24	0,24
Eficiencia de conversión	0,88	0,95	1,05	0,95
U\$/tt MS consumida	374,73	279,83	232,66	251,12