

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**EFFECTO DE LA ASIGNACIÓN DE FORRAJE SOBRE LA
PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE DE VACAS
HOLANDO PRIMÍPARAS DURANTE LA PRIMER ETAPA DE
LACTANCIA**

por

Mario Germán GONNET CENDÁN

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2007**

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. PhD. Pablo Chilibroste.

Ing. Agr. Msc. Diego Mattiauda.

Ing. Agr. Msc. Pablo Soca.

Fecha:

Autor: -----

Mario Germán Gonnet Cendán.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, quienes me han brindado su afecto, así como su apoyo moral y económico durante todos estos años. Gracias “Viejo”, gracias “Mamá”, si me siguen tratando así empiezo la carrera nuevamente.

Agradezco haber podido compartir la etapa de trabajo de campo con Ramiro, Fabián, Martín y Lourdes. Ellos fueron ejemplo de responsabilidad y cumplimiento que no olvidaré además de ser excelentes compañeros al momento de intercambiar ideas ya sea de aspectos agronómicos como de otros aspectos de la vida. “Guríses, cuando quieran hacemo` otra!”.

A los funcionarios docentes y no docentes de la EEMAC. En especial al personal del tambo en quienes encontramos buenos compañeros de horas largas así como de momentos gratos y de esparcimiento cuando eso fue posible. Agradezco muy especialmente a Jesús Rasquín quien con gran habilidad nos sacó de apuros al momento de entrar las vaquillonas a los cepos, también a Julio Méndez quién siempre estuvo dispuesto a brindar una mano cuando se lo pidió. Agradezco también haber podido compartir esos tres meses con: “El Chiquito Esbrés”, “Tanicho”, Giordano, Oscar y Juan.

También al Ing. Agr. Francisco Elizondo (“Pancho”), a la Ing. Agr. Carolina Carballo, a la Ing. Agr. Gabriela Sánchez y al Ing. Agr. M.Sc. Diego Mattiauda quienes participaron en este trabajo de tesis ya sea supervisando, coordinando o en algunas etapas de las tareas de campo

Al Ing. Agr. PhD. Pablo Chilibroste por brindarme esta oportunidad y por su tiempo y dedicación. En todas las instancias en que lo consulté me vine con una respuesta concreta y con una nueva interrogante planteada sobre la cual reflexionar. Gracias “Chili”!

También deseo agradecer muy especialmente al Dr. Alfredo Ferraris, al Dr. Eduardo Blanc, al Sr. Diego Cortazzo y al Sr. Alejandro Nopitsch.

Por último a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

Al “Teniente” y la “Negra” quienes han trabajado junto a mi familia desde que tengo uso de razón y quienes han sido ejemplo de integridad y tesón durante todos estos años aún en momentos difíciles.

A Pablo Zabala quien además de ser un amigo entrañable fue mi compañero durante gran parte de este recorrido que comenzó en el año 2000 en “La facu” y a quien debo agradecer su método de estudio y su disciplina durante tantos parciales y exámenes compartidos.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. <u>CONSUMO</u>	3
2.1.1. <u>Regulación del consumo</u>	3
2.1.2. <u>Factores del animal</u>	6
2.1.2.1. Número de lactancia.....	7
2.1.2.2. El CVMS durante el parto y su evolución posterior.....	8
2.1.2.3. Efecto de la producción de leche sobre el consumo.....	10
2.1.2.4. Otros factores asociados al animal.....	10
2.1.3. <u>Factores asociados al alimento</u>	13
2.1.3.1. Digestibilidad y contenido de FDN de la dieta.....	13
2.1.3.2. Contenido de proteína cruda de la dieta.....	17
2.1.3.3. Otros factores asociados al alimento.....	18
2.1.3.4. Características de la pastura.....	20
2.1.4. <u>Factores asociados al manejo de los animales</u>	21
2.1.4.1. Consumo en pastoreo vs. confinamiento.....	21
2.1.4.2. Método de pastoreo.....	21
2.1.4.3. Asignación de forraje.....	23
2.1.4.4. Tiempo de acceso al alimento.....	26
2.1.5. <u>Síntesis sobre factores que afectan el consumo</u>	28
2.2. <u>PRODUCCIÓN DE LECHE</u>	29
2.2.1. <u>Pastoreo vs. confinamiento</u>	29
2.2.1.1. El costo de la actividad de pastoreo.....	30
2.2.2. <u>Asignación de forraje y producción de leche</u>	31
2.2.2.1. Efecto directo.....	31
2.2.2.2. Efecto residual.....	35
2.2.3. <u>Síntesis sobre factores que afectan la producción de leche</u>	36
2.3. <u>ESTADO CORPORAL</u>	37
2.3.1. <u>Evolución del estado corporal</u>	38
2.3.2. <u>Efecto de la asignación de forraje sobre el estado corporal</u>	39

2.3.3. <u>Síntesis sobre estado corporal</u>	40
2.4. <u>HIPÓTESIS</u>	41
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	42
3.1. <u>LOCALIZACIÓN Y PERIODO EXPERIMENTAL</u>	42
3.2. <u>ANIMALES</u>	42
3.3. <u>ALIMENTOS</u>	43
3.4. <u>TRATAMIENTOS</u>	44
3.5. <u>MANEJO</u>	45
3.5.1. <u>Etapa pre-parto</u>	45
3.5.2. <u>Etapa post-parto</u>	46
3.5.2.1. <u>Manejo general</u>	46
3.5.2.2. <u>Manejo relacionado al pastoreo</u>	47
3.6. <u>DETERMINACIONES</u>	49
3.6.1. <u>En los alimentos</u>	49
3.6.1.1. <u>Ensilaje, concentrado y heno</u>	49
3.6.1.2. <u>Pastura</u>	50
3.6.2. <u>En los animales</u>	53
3.7. <u>DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u>	54
3.7.1. <u>Producción de leche</u>	54
3.7.2. <u>Consumo individual</u>	55
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	56
4.1. <u>CONSUMO</u>	56
4.1.1. <u>Consumo de TMR de los tratamientos de pastoreo</u>	56
4.1.2. <u>Consumo de forraje de los tratamientos de pastoreo</u>	58
4.1.3. <u>Consumo total de los tratamientos</u>	60
4.2. <u>PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE</u>	63
4.1.1. <u>Efecto durante el periodo experimental</u>	63
4.1.1.1. <u>Efecto de los tratamientos</u>	63
4.1.1.2. <u>Respuesta a la asignación de forraje</u>	69
4.1.1.3. <u>Producción de leche por hectárea</u>	70
4.1.2. <u>Efecto residual</u>	71
4.2. <u>ESTADO CORPORAL</u>	73
5. <u>CONCLUSIONES</u>	76
6. <u>RESUMEN</u>	78
7. <u>SUMMARY</u>	79
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	80
9. <u>ANEXOS</u>	88

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Relación entre el estado corporal y el consumo.....	11
2. Relación entre el tiempo de acceso a la pastura y el consumo.....	28
3. Efecto de la asignación de forraje sobre la producción de leche.....	32
4. Efecto de la asignación de forraje sobre la variación del EC.....	40
5. Composición del concentrado (pellets) expresado en base seca.....	43
6. Calendario de las franjas semanales de pastoreo.....	48
7. Superficie de la franja semanal según tratamiento.....	48
8. Ejemplo con datos de la 5 ^{ta} franja semanal para calibración del plato.....	51
9. Análisis químico de los alimentos ofrecidos a los animales.....	56
10. Alimento ofrecido (kg) en los comederos individuales a los tratamientos de pastoreo (AF32, AF15 y AF8).....	56
11. Consumo promedio en comederos por tratamiento durante el periodo experimental (Kg MS de alimento TMR por vaca).....	56
12. Estimación del consumo promedio de forraje por tratamiento.....	58
13. Estimación del consumo (kg MS/v/día) según semana.....	60
14. Producción de leche, composición de la leche y producción de sólidos según tratamiento.....	64
15. Respuesta en producción de leche a la asignación de forraje.....	69
16. Producción de leche por hectárea según tratamiento.....	70
17. Producción de leche según periodo considerado.....	72
Figura No.	6
1. Componentes del consumo en pastoreo.....	8
2. Evolución del consumo de vacas y vaquillonas.....	15
3. Relación entre el consumo y la digestibilidad de la materia seca.....	24
4. Relación entre la asignación de forraje, el consumo y la utilización...	27
5. Consumo de MS en función del tiempo de acceso a la pastura.....	38
6. Balance energético del animal a lo largo de la lactancia.....	47
7. Diagrama ilustrativo de la rutina de los animales.....	51
8. Ejemplo de calibración del plato para la 5 ^{ta} franja semanal.....	57
9. Consumo de TMR de los tratamientos de pastoreo por semana según tratamiento.....	59
10. Utilización y consumo observados vs. predicción modelo.....	61
11. Evolución del consumo total según tratamiento.....	66
12. Producción de leche por tratamiento según semana.....	68

13. Evolución del porcentaje de grasa y proteína en la leche.....	72
14. Producción de leche durante el periodo residual.....	74
15. Estado corporal promedio del grupo de vaquillonas según semana...	75
16. Evolución del estado corporal según tratamiento.....	

ABREVIATURAS

AGV ácidos grasos volátiles
 AF asignación de forraje
 BF base fresca
 BS base seca
 CMS consumo de materia seca
 CVMS consumo voluntario de materia seca
 DIVMO digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica
 DIVMS digestibilidad *in vitro* de la materia seca
 DMO digestibilidad de la materia orgánica
 DPP días post-parto
 EC estado corporal
 ECP estado corporal al parto
 EM energía metabolizable
 EN_L energía neta de lactación
 F:C relación forraje concentrado
 FDA fibra detergente ácido
 FDN fibra detergente neutro
 MJ mega joule
 MO materia orgánica
 MS materia seca
 PC proteína cruda
 PV peso vivo
 ST sustancias tampón
 TGI tracto gastro intestinal
 TMR ración totalmente mezclada (“totally mixed ration”)
 TP tiempo de pastoreo

1. INTRODUCCIÓN

En muchos países el forraje en pie representa el recurso forrajero principal en los sistemas intensivos y extensivos de producción con rumiantes domésticos. El manejo del pastoreo debe conciliar un doble objetivo: alimentar correctamente al rodeo y garantizar la calidad y la cantidad de stock forrajero disponible durante la estación de pastoreo. Esto implica toma de decisiones de corto plazo (cambio de parcela), de mediano plazo (fertilización, corte, suplementación) y de largo plazo (sistema de pastoreo, superficie total de pastorear) (Delagarde y O'Donovan, 2005).

La base de los sistemas de producción de leche del Uruguay sigue siendo esencialmente pastoril (>70 % de la dieta) y de ahí la relevancia de los aspectos relacionados a la producción y utilización de forrajes bajo pastoreo (Chilibroste, 1998). El informe final 2002 del proyecto alimentación reproducción (Chilibroste et al., 2003) también confirma esta premisa. La participación del forraje en el total de la dieta varió entre un 70 y un 50%, son datos del año 2002 en particular.

En el mencionado estudio se reporta que el consumo presenta un comportamiento variable a lo largo de los meses y más variable aún es la participación del forraje en el consumo total. El consumo total de MS se ubica en torno a los 15 a 16 kg de MS para los meses de otoño, correspondiendo a forraje aproximadamente 10 kg de MS, mientras que el consumo de concentrado se ubica en torno a los 3 kg MS, el de ensilaje está próximo a los 4 kg MS y finalmente la participación del heno es menor a 1 kg MS (valores aproximados en kg MS/vaca/día).

Además se concluye que el número de lactancia afecta significativamente el desempeño productivo y reproductivo de los animales, siendo la producción de leche y el estado corporal los indicadores que resumen esta afirmación. En tal sentido se destaca la baja producción inicial de las vacas primíparas y la gran caída del estado corporal que no recuperan sino hasta ya avanzada la segunda lactancia con las implicancias que ello tiene. Las vacas primíparas constituyen alrededor de un 35% del rodeo lechero (Chilibroste et al., 2003).

A su vez se confirma la asociación entre la producción total de leche y la producción al inicio de la lactancia. Más precisamente la correlación entre la producción inicial (19,0 lts/d; DPP = 31) y la producción media (18,7 lts/d; DPP = 180) fue de 0,81 ($P < 0.01$) mientras que entre la producción inicial y la producción acumulada en los 180 días (3354) fue de 0,58 ($P < 0,01$) (Chilibroste et al., 2003).

McMeekan (1961) menciona tres principios básicos afectando la eficiencia de producción en base a pasturas: la cantidad y distribución estacional del forraje producido, la utilización de ese forraje producido y finalmente la eficiencia de conversión. En este experimento se enfoca el segundo y tercer principio.

Sin lugar a dudas la asignación de forraje resume varios aspectos importantes de la interacción entre la pastura y los animales y tiene como resultados inmediatos el desempeño de los animales y la tasa de utilización de la pastura.

Dentro de este contexto el presente trabajo pretende evaluar el efecto de la asignación de forraje sobre la producción de leche y el estado corporal de vaquillonas Holando de parición de otoño durante los primeros 60 días de lactancia. A su vez se evaluará el efecto residual de los tratamientos luego del periodo experimental.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONSUMO

El consumo de materia seca es fundamental ya que establece la cantidad de nutrientes que tendrá el animal para permanecer saludable y producir (NRC, 2001). La predicción del consumo voluntario de alimento de los animales ha sido objeto de investigación durante varias décadas. El motivo de este interés es el gran impacto que tiene el consumo sobre el desempeño de los animales (Ingvarsen, 1994).

La productividad de un animal dada cierta dieta, depende en más de un 70% de la cantidad de alimento que pueda consumir y en menor proporción de la eficiencia con que digiera y metabolice los nutrientes consumidos (Waldo, citado por Chilbroste, 1998).

Otro aspecto a destacar es la variabilidad entre individuos en el consumo. Metz, citado por Albright (1993) trabajando con 7 vacas alimentadas con heno encontró un consumo promedio de 14,7 kg/d, sin embargo el rango fue de 10,3 a 18,5 kg/v/día.

2.1.1 Regulación del consumo

El consumo de alimentos se ve limitado por factores físicos (Allison 1985, Meissner y Paulsmeier 1995, Allen 1996) y por factores fisiológicos o metabólicos (Journet y Rémond 1976, Illius y Jessop 1996). A su vez Ketelaars y Tolkamp, citados por Forbes (1996) propusieron la teoría de optimización del consumo de oxígeno.

La teoría de la regulación física se basa en: la presencia de receptores mecánicos sensibles a la distensión física en la pared ruminal, los experimentos con agregado de material inerte en el rumen y la relación existente entre la digestibilidad y el CVMS (Faverdin, citado por Chilbroste, 1998). La relación entre la digestibilidad y el CVMS afecta las tasas de fermentación y de pasaje de los alimentos principalmente a nivel del retículo-rumen. La digestibilidad está estrechamente vinculada al contenido de FDN del alimento (Forbes 1985,

Meissner y Paulsmeier 1995, Allen 1996). La limitación física al consumo actúa a través de la distensión y también el peso de la digesta en el TGI (Allen, 2001).

Allen (1996) agrega que el retículo-rumen es generalmente aceptado como el lugar del tracto gastrointestinal en donde la distensión limita el consumo de dietas con alto contenido de fibra (Campling, Baile y Forbes, citados por Allen, 1996). Receptores de tensión ubicados principalmente en el retículo y en el saco craneal responden a la distensión (Leek, citado por Allen, 1996). La disminución del tamaño de partícula de los forrajes por picado o peleteado generalmente incrementa el CVMS (Minson, citado por Allen, 1996) debido a una reducción del volumen inicial y disminución del tiempo de retención en el retículo-rumen (Moore, citado por Allen, 1996).

En cuanto a la regulación fisiológica del consumo si bien las experiencias con infusión de AGV son contradictorias dado los niveles excesivamente altos que son necesarios para lograr disminuciones del consumo hay evidencia que demuestra la existencia de receptores a nivel del TGI y del hígado así como el efecto aditivo de los estímulos (Forbes, 1985).

En el marco conceptual de la teoría del control metabólico o fisiológico se asume que un animal tiene una capacidad productiva máxima y una tasa máxima a la cual pueden ser utilizados los nutrientes para satisfacer los requerimientos (Illius y Jessop, 1996). Cuando la absorción de nutrientes, principalmente proteína y energía, excede los requerimientos o cuando el balance de nutrientes absorbidos es incorrecto, señales metabólicas negativas afectan el consumo (NRC, 2001).

Mbanya et al., citados por Chilibroste (1998) observaron depresión en el consumo de MS cuando combinaron llenado artificial de rumen e infusión de AGV en niveles en los que no había producido ningún efecto depresor sobre el consumo cuando fueron suministrados individualmente. Estos experimentos sustentan la hipótesis de aditividad de señales físicas y metabólicas involucradas en el control del consumo.

Allen (2001) menciona las siguientes señales que estarían induciendo la saciedad y por lo tanto estimulando al animal a poner fin a una sesión de comida: distensión e hipertonicidad en el retículo-rumen y la oxidación de combustibles metabólicos oxidados en el rumen. Luego agrega que los

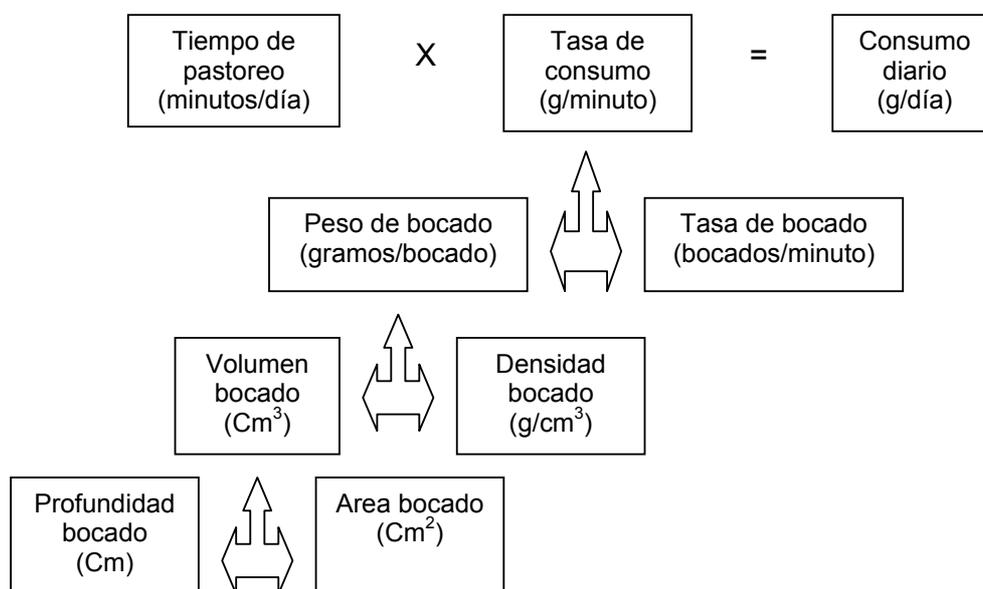
controles homeoréticos probablemente alteran los picos o niveles de estimulación requeridos para el hambre y la saciedad durante el ciclo de la lactancia. O sea que el control de corto plazo está sujeto al control de largo plazo.

A modo de resumen tenemos que cuando se estudian las respuestas a los estímulos por separado son necesarios niveles más altos de estímulos inhibitorios que los que ocurren normalmente para lograr una disminución del consumo (Forbes 1996, Illius y Jessop 1996). Se ha probado que los estímulos actúan de manera aditiva y la presencia de interacciones complejas a varios niveles (Forbes, 1996), prueba de esto es el efecto de los factores del ambiente y el efecto de la experiencia previa del animal con los alimentos sobre el consumo de los mismos (Illius y Jessop, 1996).

Sin embargo en condiciones de pastoreo tenemos factores “no nutricionales” que estarían afectando el consumo de los rumiantes (Galli et al., 1996). El consumo de MS (g.día^{-1}) puede ser expresado como el producto de la tasa de consumo (g.hora^{-1}) y el tiempo de pastoreo (horas.día^{-1}). La tasa de consumo se puede descomponer en peso de bocado (g.bocado^{-1}) y número de bocados por hora (bocados.hora^{-1}) (Chilibroste, 2002).

A su vez el peso de bocado es el resultado del volumen de forraje cosechado por el animal y la densidad del horizonte de pastoreo. Finalmente el volumen de un bocado individual es función de la profundidad de pastoreo y del área que el animal es capaz de cubrir con la lengua (Chilibroste, 1998).

Figura No. 1. Componentes del consumo en pastoreo



Fuente: adaptado de Chilibroste (1998).

El peso de bocado ha sido identificado como el componente que tiene más importancia en determinar la tasa de consumo instantánea de animales en pastoreo (Arias et al., Ungar et al., Penning et al., Dougherty et al., Laca et al., Fiores et al., citados por Chilibroste, 1998).

Por otra parte Delagarde y O'Donovan (2005) mencionan que los factores que afectan la ingestión de forraje en pastoreo son diversos y se pueden agrupar en cinco categorías: factores del animal, de la pastura, del manejo del pastoreo, de la suplementación y del clima. Algunos de estos factores se mencionan a continuación.

2.1.2 Factores del animal

Ingvartsen (1994) en un trabajo que compara varios modelos de predicción de consumo para ganado lechero y de carne en condición de

confinamiento menciona los siguientes factores del animal como importantes a considerar en la predicción del consumo voluntario: raza, sexo, peso vivo, edad, nº lactancia, producción de leche, etapa de lactancia, preñez, alimentación previa, estado corporal, gordura. Bines (1976) menciona que el peso vivo y el estado fisiológico son los factores principales que regulan el consumo de una vaca.

2.1.2.1 Número de lactancia

En general se acepta que la vaca no alcanza su madurez física hasta los 6-7 años de edad, por lo tanto si la nutrición es adecuada, el crecimiento continúa durante las primeras 3 o 4 lactancias. Al aumentar el tamaño del animal, también lo hace la cavidad abdominal permitiendo así un mayor consumo de una dieta dada (Bines, 1976).

Las vacas adultas presentan mayor CVMS que las vaquillonas (Bines, 1976). La capacidad de consumo de vacas primíparas con dos años de edad y aproximadamente 500 kg al parto es alrededor de un 80% de la capacidad de consumo que presentan vacas multíparas y solamente dos tercios de esta diferencia se puede explicar por diferencias de peso vivo y producción de leche (Ingvarsen, 1994).

Las diferencias observadas en el consumo de vacas adultas y vaquillonas dependen del contenido energético de la dieta. Cuando el contenido energético de la dieta es alto las limitantes físicas al consumo pierden importancia de manera que las diferencias de consumo entre vaquillonas y vacas adultas se reducen. En confinamiento se observó que al pasar de dietas con alto contenido de fibra a dietas con bajo contenido de fibra el margen de diferencia en CMS entre vaquillonas y vacas adultas pasó de 25% a 11% (Bines, 1976).

El peso de los animales se considera importante en la mayoría de los modelos que predicen el consumo de vacas lecheras, y en todos los modelos que predicen el consumo de animales en etapa de crecimiento. Es variable independiente en los diferentes modelos bajo la forma de peso vivo, peso vivo metabólico, o peso vivo elevado a otras potencias distintas de 0.75

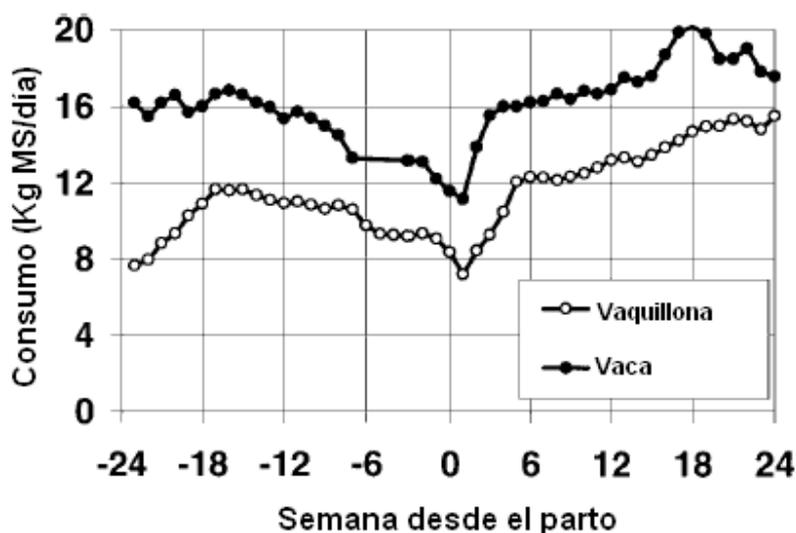
dependiendo de la dieta, el peso al parto (solamente en vacas), la variación diaria de peso vivo (solamente en vacas) entre otros (Ingvarsen, 1994).

Para vacas en producción los parámetros estimados indican que el consumo se incrementa desde 0.66 a 2.5 kg de MS cada 100 kg de incremento en el peso vivo (Ingvarsen, 1994). Butler et al. (2003) reportaron incrementos de 0.9 a 1.3 kg MS consumidos cada 100 kg de aumento de peso vivo.

2.1.2.2 El CVMS durante el parto y su evolución posterior

El gráfico siguiente muestra la evolución del consumo en vacas y vaquillonas consumiendo una dieta de alto contenido energético (11,6 MJ EM /kg MS) (Ingvarsen y Andersen, 2000). En el mismo se observa la disminución del consumo durante la gestación tardía, el pozo de consumo coincidente con el momento del parto y el aumento del consumo en las semanas posteriores al parto.

Figura No. 2. Evolución del consumo de vacas y vaquillonas



Fuente: adaptado de Ingvarsen y Andersen (2000).

Murphy, citado por McNamara et al. (2003) reportó que el consumo de silo de forraje disminuyó de 10.4 kg/vaca en la cuarta semana previa al parto a 8.8 kg/vaca en el día 4 anterior al parto y hasta 6.4 kg/vaca en el día anterior al parto.

El menor consumo voluntario de MS ocurre al parto (Ingvarsen y Andersen, 2000).

El consumo aumenta durante el post-parto, pero la tasa a la cual se incrementa y hasta que nivel, varía considerablemente. En vacas a las cuales se les suministra dietas de composición constante, la producción de leche típicamente alcanza el pico entre la semana 5 a 7 post-parto, mientras que el consumo máximo se alcanza entre la semana 8 a 22 luego del parto (Ingvarsen y Andersen, 2000). El peso de los contenidos retículo ruminales de vacas lecheras en producción se incrementa gradualmente en más de un 40% en los dos primeros meses de lactancia (Rémond, citado por Allen, 1996).

El incremento en el consumo desde la primera semana post-parto hasta el pico de consumo se reportó que varía entre 2 y 111%. Estas diferencias en el consumo son afectadas por la dieta durante la lactancia pero pueden también depender de la alimentación pre-parto. Al menos en parte a través de la influencia del estado corporal al parto (Bines, citado por Ingvarsen y Andersen, 2000).

Si bien el efecto de la lactancia sobre el consumo depende mucho de la composición de la dieta, en términos generales tenemos que el pico de consumo durante la lactancia se ubica alrededor de 30-40 puntos porcentuales por encima del consumo de una vaca seca (Bines, 1976). A su vez Friggens et al. (1998) encontraron que el consumo varió a lo largo de la lactancia con una dieta con alto contenido energético mientras que permaneció incambiado al suministrar una dieta con alto contenido de forraje.

2.1.2.3 Efecto de la producción de leche sobre el consumo

En general a mayor habilidad del animal para utilizar energía mayor será su consumo de energía. De esta manera la vaca durante la lactancia consume más que una vaca similar no lactante (Bines, 1976).

A su vez Bines (1976) menciona que el consumo de una vaca que produce muchos litros se espera que sea mayor que el de una vaca que produce una menor cantidad de litros, sin embargo esta diferencia puede verse atenuada o enmascarada por las diferencias en variación de peso vivo de los animales.

El consumo voluntario esta positivamente correlacionado con la producción de leche (Ingvarsen 1994, Pulido y Leaver 2003) y el mayor consumo dado mayor producción de leche esta explicado por mayor tiempo de pastoreo y una tasa de consumo mayor (Pulido y Leaver, 2003).

Curran et al., citados por Bines (1976) al reportar experimentos en los cuales las vacas recibían concentrados de acuerdo a su producción o a tasas fijas pero con alimentos fibrosos *ad libitum*, encontraron coeficientes de correlación entre la producción de leche y el consumo total de materia orgánica en un rango de entre 0.62 y 0.79 durante las primeras 16 semanas de lactancia.

2.1.2.4 Otros factores asociados al animal

En esta sección se incluyen algunos factores que también tienen incidencia sobre el CVMS: el estado corporal que presenta el animal al parto, el estado de salud del animal y las interacciones sociales entre los animales.

El consumo de una vaca gorda es menor que el de una vaca flaca (Bines et al., citados por Bines, 1976), este comportamiento diferencial tiene su origen tanto en causas físicas como fisiológicas (Bines, 1976).

Grainger et al. (1982) en Australia trabajando con vacas lecheras de tres genotipos (Jersey, Jersey por Holando y Holando) sobre pasturas de raigrás perenne y trébol blanco lograron establecer la siguiente relación entre el estado corporal al parto y el consumo de MS durante las 5 primeras semanas post-parto:

$$\text{CMS} = 17.0 - 1.0 \times (\text{EC})$$

Al sustituir en la ecuación con los valores de EC al parto estudiados por ellos y luego transformarlos a una escala de 1 a 5 (según las equivalencias propuestas por Krall y Boncarrère, 1997) tenemos el siguiente resultado:

Cuadro No. 1. Relación entre el estado corporal y el consumo

Escala 8 puntos	Escala 5 puntos	Consumo (Kg MS)
2,5	2,32	14,5
3,0	2,58	14
3,5	2,84	13,5
4,0	3,10	13
4,5	3,36	12,5
5,0	3,62	12
5,5	3,88	11,5
6,0	4,14	11
6,5	4,40	10,5

Fuente: adaptado de Grainger et al. (1982).

Sin tomar en cuenta valores extremos tenemos que una vaca que llega al parto con EC = 2,5 y otra que llega al parto con EC = 3,5 consumen 14 y 12 kg de MS/día aproximadamente durante las 5 primeras semanas post-parto. Los autores reportan que este efecto había desaparecido hacia la 8^{va} semana de lactancia.

Se ha demostrado que las enfermedades infecciosas provocan disminuciones del apetito a través de las citoquinas en el sistema inmune (Ingvarsen y Andersen, 2000).

La mayoría de los problemas de salud en la vaca lechera altamente seleccionada, tanto de naturaleza metabólica como infecciosa, tienen lugar en la lactancia temprana y se han vinculado a un relativamente bajo consumo de materia seca previo al parto (Zamet et al., citados por Ingvarlsen y Andersen, 2000).

Drackley (1999) menciona que la mayoría de las enfermedades y los desordenes metabólicos (Fiebre de la leche, cetosis, retención de membranas fetales, metritis y abomaso desplazado) ocurren durante el parto. A su vez aumenta la susceptibilidad a la mastitis durante esta etapa.

La acidosis es uno de los problemas digestivos y nutricionales que se pueden encontrar en los rumiantes con altos niveles de producción lechera o de crecimiento. El fenómeno es principalmente ocasionado por el enriquecimiento de la ración con alimentos concentrados (Meschy et al., 2004).

La acidosis se debe a una acumulación de AGV en el rumen, su producción no es suficientemente compensada por la absorción y sobretodo por el reciclaje de sustancias tampón salivales (principalmente bicarbonatos y fosfatos) debido a una masticación insuficiente (Meschy et al., 2004). Es gravitante la acumulación de ácido láctico para que se desencadene el desorden metabólico denominado acidosis (Owens et al., 1998)

En ese contexto es posible agregar sustancias tampón (ST) en la dieta para favorecer la neutralización del contenido ruminal y mantener el pH ruminal en las zonas favorables para la actividad de los microorganismos (Meschy et al., 2004).

El agregado de ST aumenta significativamente el consumo. En su revisión Meschy et al. (2004) reportaron que en promedio es 0.51 Kg. de MS por punto porcentual de ST incorporada a la MS de la ración ($P < 0.001$). El siguiente modelo muestra la respuesta en incremento de consumo (animales en confinamiento) dentro del rango de valores considerado (0.5 a 2.5% de la MS).

$$\text{Respuesta (Kg MS)} = -0,20 (\text{CMStestigo}) + 0,24 \text{ dosis \% MS} + 4,20$$

(n = 91, r = 0,40)

El modelo anterior muestra el efecto de la dosis de ST sobre el consumo de MS para un rango de inclusión de ST entre 0.5 y 2.5% de la MS (adaptado de Meschy et al., 2004). El consumo de MS sin agregado de ST (CMStestigo) es uno de los factores principales que incide sobre la respuesta mientras que la composición no tiene mayor efecto (Meschy et al., 2004).

El agregado de ST es más eficaz cuando la situación es crítica, ya sea que la proporción de alimentos concentrados es mayor al 50% de la materia seca total, que la concentración de propiónico es mayor a 20% de la concentración total de AGV, que el pH ruminal sea inferior a 6 y que el porcentaje de grasa de la leche sea bajo (inferior a 33 g/l) (Meschy et al., 2004). O sea que el animal este en acidosis subclínica o próximo a ella.

El ganado tiene un comportamiento o hábito gregario, se organiza y presenta una organización jerárquica de acuerdo a su voluntad y habilidad para pelear por recursos escasos. Cuando se los encierra en un lugar pequeño, tal como un confinamiento intensivo, la jerarquía se basa en competencia por espacio, que es principal motivo de agresiones entre vacas (Potter y Broom, citados por Phillips y Rind, 2002). En condiciones de pastoreo, hay espacio de sobra y la prioridad es el acceso a la mejor comida lo cual es motivo de competencia entre los animales del rodeo, esto podría estar explicando porque vacas dominantes han mostrado mayor producción que vacas subordinadas en sistemas de pastoreo (Reingardt, citado por Phillips y Rind, 2002).

Albright (1993) menciona que cuando una vaca come otra es estimulada a hacerlo también, independientemente de si tiene hambre o no. Cuando las vacas comen en grupo comen más que cuando están solas.

2.1.3 Factores asociados al alimento

2.1.3.1 Digestibilidad y contenido de FDN de la dieta

El consumo de forraje está relacionado con la digestibilidad del mismo, encontrándose aumentos lineales en su consumo al incrementarse su

digestibilidad hasta el 80%, lo cual es el límite superior encontrado en experimentos sobre pasturas templadas (Mayne et al., citados por Long ¹).

La relación entre la digestibilidad de los forrajes y el CVMS está bien establecida (Blaxter et al., Blaxter y Wilson, Van Soest, citados por Allen, 1996). Esta relación no es lineal, la respuesta se hace menor a medida que aumenta la digestibilidad.

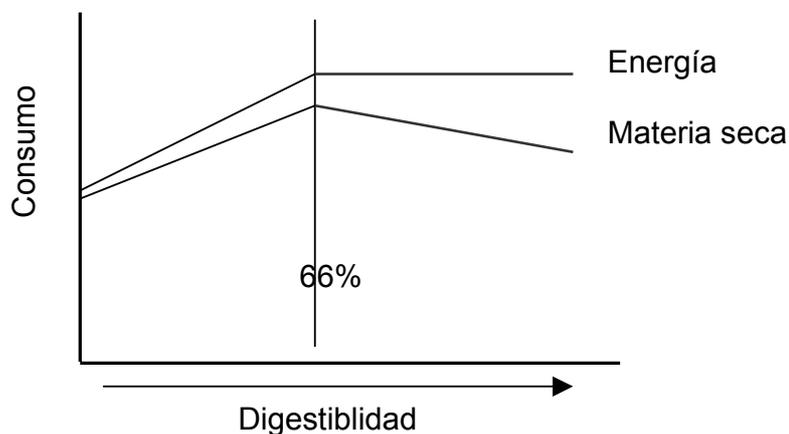
Van Soest, citado por Allen (1996) observó que el contenido de FDN y la digestibilidad de la MS explicaban una variación similar en el CVMS de forrajes y que el CVMS disminuye con una pendiente negativa que se incrementa a medida que aumenta el contenido de FDN en el forraje.

En concordancia con esto Balch y Campling, citados por Allen (1996) reportaron que el consumo varía inversamente con la capacidad de llenado de los forrajes, que se representa por la masa fibrosa. Van Soest, citado por Allen (2000) encontró que el consumo voluntario de materia seca de forraje por ovejas estaba más estrechamente relacionado a la FDN que a otras medidas químicas. A lo cual Buxton y Redfearn (1973) agregan que la concentración de fibra aumenta con la madurez de las plantas y es el factor más importante en determinar la digestibilidad de la materia orgánica.

En su trabajo clásico del año 1964 Conrad et al., citados por Allen (1996) al evaluar dietas mezcla de forrajes conservados y concentrados para vacas lecheras en producción, con digestibilidades entre 52 y 80% sugirieron que hay un punto de quiebre de digestibilidad en torno a 66-67% a partir del cual la limitación al CVMS por factores físicos da lugar a la limitación por satisfacción o demanda de energía.

¹ Long, F. Efecto de la suplementación en los primeros 60 días post-parto (sin publicar).”

Figura No. 3. Relación entre el consumo y la digestibilidad de la materia seca



Fuente: adaptado de Chilbroste (1998).

Básicamente lo que el modelo plantea es que es que la relación entre consumo y digestibilidad es positiva en el rango de digestibilidades en que la regulación del consumo es por “llenado” y cero en el rango en que el control depende de los requerimientos energéticos del animal (Chilbroste, 1998).

El modelo asume que el animal procura un consumo constante de energía (determinado por sus requerimientos) y de ahí una vez superadas las limitantes físicas al consumo (punto de inflexión) el consumo de energía se mantiene constante y baja el consumo de materia seca al aumentar la digestibilidad o concentración energética de la dieta (Chilbroste, 1998).

Sin embargo este punto de quiebre probablemente sea una simplificación matemáticamente conveniente (Forbes, 1985). Chilbroste (1998) explica que el valor fue obtenido en determinadas condiciones, de manera que si los animales presentan mayores requerimientos el punto de inflexión se desplaza hacia valores mayores de digestibilidad tal como fue sugerido por NRC, citado por Chilbroste (1998).

A su vez Van Soest, citado por Chilbroste (1998) mostró que la relación entre el contenido de FDN del forraje y el consumo fue lineal aún incluyendo forrajes con digestibilidades sobre 85%. Concluyó que a pesar de que el

mecanismo exacto que limita el consumo en respuesta al llenado no es aún bien conocido, para el caso de forrajes como única fuente de alimento no hay evidencias de control de consumo por saciedad. Waldo, citado por Allen (1996) sugirió que la FDN es el mejor predictor químico por sí sólo del consumo voluntario de MS en rumiantes.

A partir de lo anterior podemos concluir que el consumo estaría explicado mejor por el contenido de FDN de los forrajes y no por la digestibilidad. La fibra es retenida en el rumen durante más tiempo que otros componentes de la dieta y la variación en la cinética de digestión puede afectar el efecto de llenado de las dietas (Allen, 2001).

A igual concentración de FDN, mayores contenidos de FDA y principalmente de lignina en el forraje se reduce el consumo disminuyendo por un lado, la fragilidad del forraje al quebrado incrementando las necesidades de masticación (Van Soest y Mertens, Sniffen et al., citados por Fernández y Rivoir, 1995) y por otro lado reduciendo la tasa de digestión de la celulosa y hemicelulosa al dificultar la accesibilidad de los microorganismos (Allen, Dulphy y Demarquilly, citados por Fernández y Rivoir, 1995).

Sobre esta Buxton y Redfearn (1973) explican que el contenido de FDN es de un 30 a un 80% de la materia orgánica de los cultivos forrajeros. La disponibilidad de esa fibra para el ganado, sin embargo, varía considerablemente dependiendo de su composición y estructura. La lignina es el principal responsable en limitar la digestibilidad de la fibra, pero la utilización de la fibra también está limitada por limitantes físicas a nivel de la organización celular

Finalmente Meissner y Paulsmeier (1995) concluyeron que la relación entre la DIVMO y FDN resulta mejor predictor que de CVMS que ambos indicadores por separado y de esta manera es posible utilizar una única ecuación para predecir el consumo ya sea de gramíneas o leguminosas.

Para bovinos Meissner y Paulsmeier (1995) proponen:

$$\text{CMO (gr/PV}^{-0.9}\text{/d)} = 46.5 (\text{DIVMO:NDF}) - 10.5 (\text{DIVMO:NDF})^2$$

$S_{y,x} 5.1; R^2 0.98$

Al cambiar el contenido de FDN de una dieta a través de sustituir forraje debería dar por resultado una respuesta cuadrática en el CVMS; el consumo aumenta al disminuir el efecto de llenado y disminuye al verse limitado por un exceso de combustibles metabólicos.

Sin embargo lo que se observa son aumentos en el CVMS al disminuir la FDN con dietas con contenidos por encima de 25% de FDN. A lo cual agregan que dentro del rango de FDN de las dietas que comúnmente se ofrecen al ganado lechero hay poco efecto de limitación del consumo por aumento de combustibles metabólicos al sustituir granos por forraje (Meissner y Paulsmeier, 1995).

Mertens (1997) destaca la importancia de la forma física de la fibra además del valor absoluto de FDN al momento de estimar la relación F:C óptima de la dieta. Ante un bajo aporte de fibra efectiva disminuye la actividad de rumia, lo que conlleva a un menor aporte de sustancias buffer salivales al rumen, por lo que disminuye el pH ruminal, se altera la fermentación en el sentido de que disminuye la relación acético:propiónico lo cual altera el metabolismo y la síntesis de grasa de la leche.

Sniffen et al., citados por Fernández y Rivoir (1995) introducen el concepto de fibra efectiva como aquella fibra de un largo tal que haga necesarios los mecanismos de rumia. Determinó que un 20% del peso de una muestra seca debe tener una longitud mayor a 2 cm. para generar el estímulo de la rumia.

2.1.3.2 Contenido de proteína cruda de la dieta

El consumo de MS está asociado positivamente al contenido de PC de la dieta en vacas lecheras (Oldham, Roffler et al., citados por Allen, 2000). El mecanismo involucrado probablemente sea un menor efecto de la distensión ya que un mayor contenido de PC incrementa la digestibilidad de la fibra y de la MS (Allen, 2000).

Oldham, citado por Allen (1996) reportó que el incremento marginal de la digestibilidad de la dieta al aumentar el contenido porcentual de PC de la dieta se hace menor por encima de 15% de PC en la dieta, pero la respuesta sigue siendo positiva con niveles de PC en la dieta superiores a 20%.

Roffler et al, citados por Allen (1996) reportaron que la respuesta del CVMS ante el aumento del porcentaje de PC de la dieta disminuye exponencialmente al aumentar el contenido de PC de la dieta. El incremento del porcentaje de PC de la dieta en una unidad a partir de niveles de PC de la dieta de 12% incrementa el CVMS en $0,9 \text{ kg.d}^{-1}$, mientras que con 18% de contenido de PC de la dieta el incremento del CVMS al aumentar el contenido de PC de la dieta en una unidad es de $0,04 \text{ kg.d}^{-1}$.

El agregado de fuentes de nitrógeno no proteico (NNP) a los forrajes de baja calidad permiten aumentar el consumo de MS (Benhamed y Dulphy, citados por Faverdin et al., 2003). La mayor disponibilidad de nitrógeno degradable aumenta la actividad celulolítica y mejora la digestibilidad de la ración (Chenost y Dulphy, citados por Faverdin et al., 2003).

Cuando el agregado de nitrógeno degradable en la ración es excesivo algunos autores han reportado una mayor producción de amoníaco provocando una detención de la motricidad ruminal y una disminución importante de la actividad microbiana así como una disminución significativa del apetito (Kertz et al., Choung et al., citados por Faverdin et al., 2003).

2.1.3.3 Otros factores asociados al alimento

La ingestibilidad de los forrajes depende de características físicas, químicas y organolépticas cuando se ofrecen *ad libitum* (Dulphy y Demarquilly, 1994).

Cuando se peletea forrajes de baja calidad la respuesta en consumo es mayor que la que se obtiene cuando se peletea forrajes de alta calidad (Minson, citado por Allen, 1996) porque el CVMS está limitado por llenado en mayor grado en forrajes de baja digestibilidad y alto contenido de fibra. La relación inversa entre el tiempo de retención en el retículo-rumen y el CVMS ha sido

observada en muchos experimentos (Campling et al., Freer y Campling, Thornton y Minson, Laredo y Minson, citados por Allen, 1996).

Mertens (1997) reporta que el picado de henos realizados a base de gramíneas disminuye la actividad de rumia de los animales. Plantea una relación exponencial entre el largo de corte teórico y la rumia de manera que para largos teóricos de 40, 20, 5, y 1 mm la rumia sería de 80, 70, 50 y 25% respectivamente en relación a la del forraje sin picar.

El sentido del gusto está bien desarrollado en el ganado lechero y los efectos de los alimentos dependen de la alimentación. Cuando la base de la dieta es silaje aumenta la sensibilidad a alimentos dulces. Una dieta TMR ayuda a enmascarar sabores de manera de que es posible incluir aditivos u alimentos (ej.: grasa) en la dieta (Albright, 1993).

El agregado directo de agua al rumen no afecta el consumo (Allen, 1996). En cuanto al contenido de humedad del forraje Verité y Journet, citados por Chilbroste (1998), suministrando pasturas a vacas estabuladas, encontraron que pasturas con bajo contenido de MS reducen el consumo de forraje a una tasa de 1 kg MS cada 4% de disminución en el contenido de MS por debajo del 18%. El agua se encuentra atrapada en el forraje y actúa como el agua dentro de los balones y no como agua libre.

Chase, citado por NRC (2001) reporta una relación negativa entre el consumo y el alto contenido de humedad de la dieta. Una disminución del 0.02% del peso vivo por cada un punto de incremento en el contenido de humedad de la dieta por encima del 50% se indicó cuando se incluían alimentos fermentados en la dieta. La mayoría de los alimentos húmedos son fermentados, y la disminución en el CMS se piensa que es debida a los productos de la fermentación y no al agua por si sola NRC (2001).

Gibb et al., citados por Chilbroste (1998), en un trabajo con vacas en pastoreo encontraron que la tasa de consumo de forraje fresco fue constante dentro del día, mientras que la tasa de consumo de MS aumentó linealmente durante el día. El contenido de MS de la pastura también aumentó linealmente durante el día.

Gibb et al., citados por Chilibroste (2002), han establecido la presencia de agua superficial sobre la pastura como una restricción a altas tasas de consumo instantáneas, ya que podría afectar la turgencia de las hojas y dificultar la capacidad de prehensión y corte por parte de los animales.

2.1.3.4 Características de la pastura

Dentro de los factores no nutricionales que afectan el consumo en pastoreo debemos considerar la disponibilidad de forraje, la densidad de la pastura, la presencia de barreras físicas a la cosecha de forraje y el contenido de materia seca del forraje (Forbes 1986, Chilibroste 1998).

Actualmente se considera a la altura del forraje disponible como la variable de la pastura más directamente asociada al tamaño de bocado y a las tasas de consumo instantáneo. Se han reportado relaciones lineales entre el tamaño de bocado y la altura en un amplio rango de situaciones productivas (Hodgson, Forbes, Demment et al., citados por Chilibroste, 1998)

En términos generales mayores densidades de pastura permiten mayores tasas de consumo como consecuencia de mayores pesos de bocado (Chilibroste, 1998). Forbes expresa a su vez que a igualdad de otros factores, el consumo de forraje aumenta al aumentar la altura o la densidad de la pastura porque aumenta el peso de bocado (Stobbs, citado por Forbes, 1996).

La vaina de las hojas ha sido identificado como un límite físico por debajo del cual no les gusta pastorear a los animales (Hodgson, citado por Chilibroste, 1998). Galli et al. (1996) reportan que el área de bocado disminuye con la densidad de la pastura ya que aumenta la resistencia al corte.

Chilibroste, citado por Arretche et al. (2006) reporta que existiría un horizonte mínimo de 2,9 cm. por debajo del cual las vacas no pueden pastorear ya sea por barreras físicas o porque simplemente rechazan pastorear a alturas tan bajas por restricciones comportamentales.

2.1.4 Factores asociados al manejo de los animales

2.1.4.1 Consumo en pastoreo vs. confinamiento

Kolver y Muller, citados por Bargo et al. (2002b) comparando vacas de alta producción pastoreando una pastura de alta calidad o alimentadas con una TMR balanceada encontraron menor consumo de las vacas en pastoreo respecto de las estabuladas, 19.3 vs. 23.4 kg/vaca/día respectivamente. A esto agregan que la energía es el primer nutriente limitante para vacas de alta producción sobre pasturas de alta calidad como único alimento.

Mientras que el consumo de FDN y PC no fue diferente entre vacas en pastoreo y vacas con tratamiento TMR, el consumo de MS Y NE_L fue significativamente menor en las vacas en pastoreo, lo cual sugiere que vacas de alta producción en pastoreo necesitan suplemento energético para alcanzar su potencial genético de consumo y producción de leche (Bargo et al., 2002b).

Cuando la pastura es poco densa el ganado en pastoreo enfrenta dificultades para la prehensión del forraje, la deficiencia en la cantidad de forraje presente por hectárea no puede ser compensada a través de asignar más superficie a los animales (Alden y Withakker, 1970).

Bargo et al. (2002b) trabajando con vacas lecheras de alta producción y sobre una pastura a base de gramíneas (DIVMO, 58%) y alto contenido de proteína cruda probando dietas 100% TMR (TMR), TMR + pastura (pTMR) y pastura más concentrado (PC) encontraron que el consumo total de MS en Kg/día y como porcentaje del peso vivo fue de 24.3 kg/d y 3.73%, 22,7 kg/d y 3.59% y 19.5 kg/d y 3.24% para los tratamientos TMR, pTMR y PC respectivamente.

2.1.4.2 Método de pastoreo

Para una carga dada, los trabajos que comparan pastoreo rotativo y continuo no han dado evidencia de superioridad de uno sobre el otro (Ernst et al., Hoden et al., citados por Peyraud y Delaby, 2005). Los autores sugieren que el pastoreo continuo podría ser más sensible a una sequía.

Las ventajas del pastoreo rotativo estarían dadas por una mejor administración del forraje. Con pastoreo rotativo se evitarían o se administrarían mejor periodos de escasez de forraje y también se facilita el cierre de áreas para reservas forrajeras (McMeekan, 1961). Vale decir que la experiencia del Dr. McMeekan incluye un experimento de más de 10 años de duración en el cual mide los sistemas en su dimensión global, es decir rodeo en producción más otros animales, áreas para reserva y efectos residuales de cada sistema.

Tomando en cuenta datos más recientes con información concreta sobre el consumo de los animales tenemos el trabajo de Pulido y Leaver (2003) de dos meses de duración en el Reino Unido trabajando sobre un raigrás perenne. Los autores reportan mayor consumo en pastoreo continuo que en pastoreo rotativo (16.9 vs. 15.7 kg MS/v/d) debido a un mayor tiempo de pastoreo y a una tasa de consumo similar. Luego sugieren que el menor consumo en pastoreo rotativo puede deberse a que los animales dejan de pastorear antes ya que preven que tendrán una nueva franja.

Dalley et al. (2001) reportaron que no hay ventaja en dar el forraje en una franja diaria que en lugar de subdividir esa misma franja en 6 parcelas de manera de asignar forraje nuevo más frecuentemente a los animales.

Mayne, citado por Peyraud y Delaby (2005) propone que en un sistema de pastoreo cabeza y cola las ganancias en el lote de punta se verían compensadas por las pérdidas en el lote de cola de manera que desestima esta práctica de manejo. Seguramente no se este considerando estrategias de suplementación diferencial en este planteo.

En nuestro experimento el método utilizado fue de franjas semanales, esta información nos estaría indicando que no hay efectos mayores en cuanto al método de pastoreo, más aún en un periodo de aproximadamente dos meses y en donde no hay efectos residuales inherentes al método de pastoreo en la pastura ya que siempre se entró sobre franjas nuevas.

2.1.4.3 Asignación de forraje

A diferencia de lo que sucede en sistemas de pastoreo continuo, en sistemas de pastoreo rotativo, que son los más difundidos, el efecto de la estructura de la vegetación (altura, biomasa, proporción de tallos, etc.) no se puede concebir independientemente de la superficie asignada al animal. La cantidad de forraje promedio por vaca y por día, calculada como el producto de la biomasa por hectárea y de la superficie asignada por animal constituye un indicador que sintetiza de manera más apropiada la disponibilidad de forraje (Delagarde y O'Donovan, 2005).

Revisiones recientes realizadas a partir de datos de experimentos sugieren que el consumo es menos sensible a la disponibilidad de forraje que a la asignación de forraje (Delagarde et al., Heard et al., citados por Delagarde y O'Donovan, 2005).

Entre los factores que afectan el consumo de animales en pastoreo la asignación de forraje es uno de los factores principales. Hay una fuerte relación curvilínea entre la asignación de forraje y el CVMS (Greenhalgh et al., Combellas y Hodgson, Le Du Et al., Peyraud et al., citados por Butler et al., 2003).

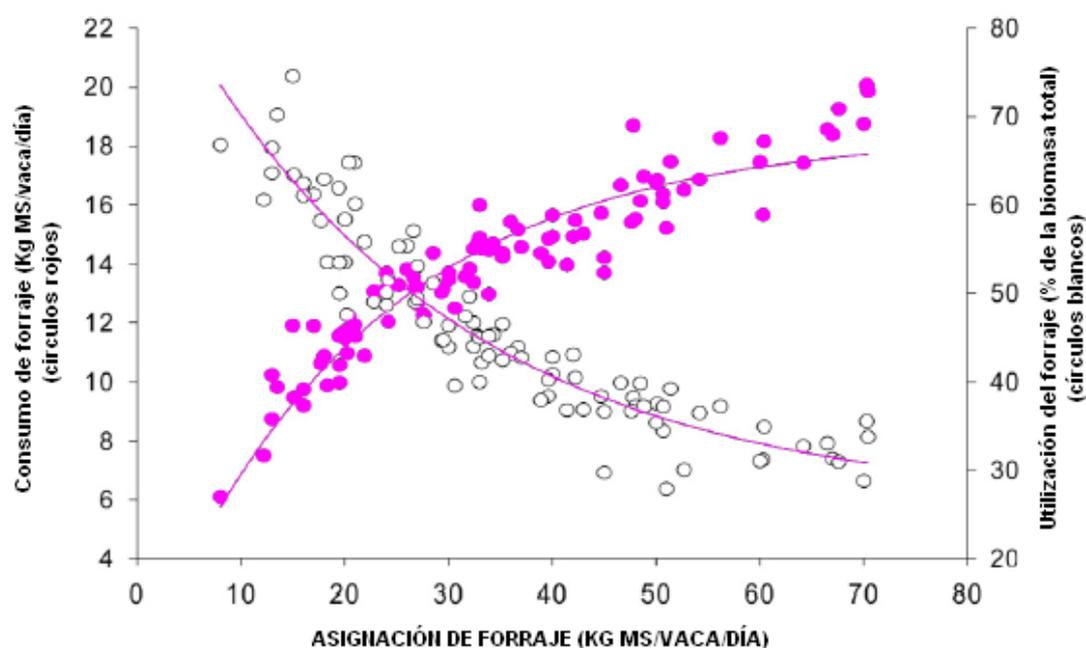
Maher et al., citados por Butler et al. (2003) encontraron que el consumo aumentó 0.30 kg por kg de AF extra (AF>4cm entre 16 y 20 Kg., y un aumento mucho menor (0,15 kg) a aumentar la AF entre 20 y 24 kg.

La relación entre la cantidad de forraje asignado y el forraje consumido por las vacas lecheras en pastoreo rotativo se ha estudiado extensamente desde hace mucho tiempo, con ecuaciones lineales inicialmente, luego curvilíneas y más recientemente de tipo exponencial decreciente. El consumo de forraje aumenta en promedio de 0.20, 0.15 y 0.11 Kg. de MS por Kg. MS extra de forraje que se asigna en el rango 20 a 30, 30 a 40 y 40 a 50 Kg. MS/vaca/día respectivamente (Delagarde y O'Donovan, 2005).

Bargo (2003) en una revisión de trabajos con vacas de alta producción en pastoreo reporta que cuando la pastura fue la única fuente de alimento la respuesta a la asignación en un rango de AF en un rango de 20 a 70 Kg. MS

por vaca por día el CMS aumentó 0,19 Kg. MS por Kg. de MS de forraje asignado (rango entre 0.17 y 0.24 Kg. MS).

Figura No. 4. Relación entre la asignación de forraje, el consumo y la utilización



Fuente: adaptado de Peyraud y Delaby (2005).

En el gráfico anterior se puede observar como aumenta el consumo a medida que aumenta la asignación de forraje (corte a ras del suelo) y como contraparte como vamos teniendo una menor utilización de la pastura. La ecuación curvilínea a partir de datos de una revisión (Delagarde et al., citados por Peyraud y Delaby, 2005) reportada por los autores es la siguiente:

$$\text{CMS} = 18.4 \times (1 - e^{-0.0466 \times \text{AF}})$$

n = 92; Syx = 0.99; R² = 0.87

En una revisión de 6 trabajos nacionales y 10 trabajos extranjeros bajo diferentes situaciones (tipo pastura, suplementación, etapa lactancia), e incluso distintas metodologías el CMS aumentó en promedio 0,263 kg MS (rango 0,030 a 0,654 kg MS) por kg de MS extra que fue asignado a los animales. El rango de AF que va desde 8 a 70 kg MS por vaca por día. La mayoría de estos trabajos trabajaron con pastoreo en franjas diarias y utilizan el forraje desaparecido como metodología para estimar el consumo.

Bargo (2003) a su vez menciona que no está claro que asignación se necesita para lograr el máximo consumo de MS. Al respecto cita a Leaver (1985) quien propone 27 a 33 kg MS/v/d, Peyraud et al. (1996) 32.6 kg MS/v/d, Hodgson y Brookes (1999) 60 a 72 kg MS/v/d, Dalley et al. (1999) 55,2 kg MS/v/d.

McGilloway y Mayne, citados por Bargo (2003) reportan que para lograr altos consumos de MS por vaca y por día las condiciones de la pastura no deben ser limitantes o de otra manera se debe lograr una alta asignación de forraje lo que da como resultado bajas utilidades del forraje.

Dalley et al. (1999) reportaron que el incremento en el consumo de MS (11,2 a 18,5 Kg. MS/d; AF desde 20 a 70 Kg. MS/v/d) se logró por un aumento en la tasa de consumo que pasó de 1,5 a 2,2 kg MS por hora. En cuanto a la selectividad de la dieta fue de una DIVMS 10% mayor y con un contenido de PC 30% mayor que el forraje ofrecido.

A los efectos de ubicar el contexto en el cual se encuentra el experimento vale decir que en el informe final 2002 del Proyecto alimentación reproducción (Chilibroste et al., 2003, datos de 37 predios) la asignación en los meses de otoño estuvo en torno a los 17 Kg. MS por vaca por día. También agrega que el desaparecido = $-1.24 + 0.58 * AF$ con $n = 66$ y un R^2 de 0.94, para los 17 Kg. esto estaría resultando en 8,62 Kg. de MS por vaca por día, y por el lado de la pastura tendríamos una utilización del 51%. Si tomamos estos valores y los contrastamos con la gráfica anterior (Peyraud y Delaby, 2005) veremos que hay muy buena concordancia.

2.1.4.4 Tiempo de acceso al alimento

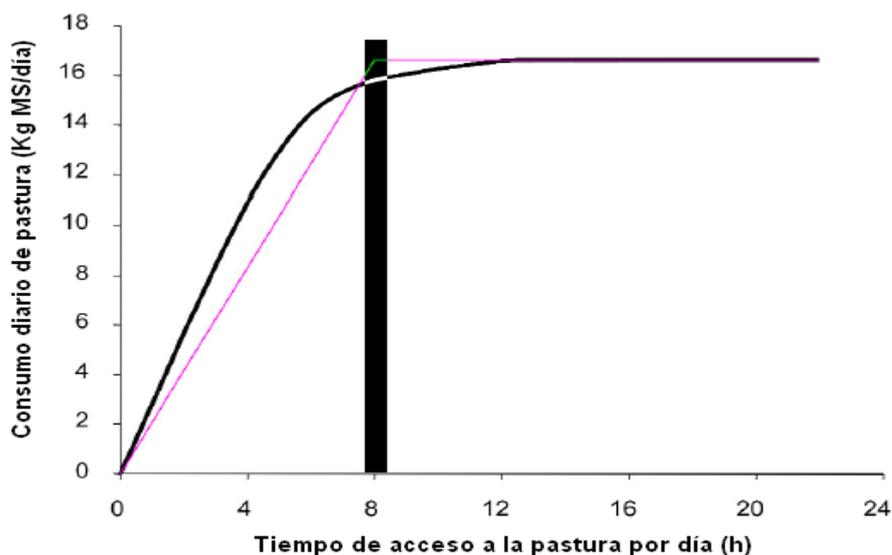
La tasa de consumo de silaje de maíz son altas en comparación con las tasas de consumo de forraje en pastoreo. Syed, citado por Hernández-Mendo y Leaver (2004) reportó tasas de consumo de silaje de maíz de alrededor de 90 g MS.min⁻¹ mientras que las tasas de consumo de pastura normalmente son de menos de 35 g MS.min⁻¹ (Pulido y Leaver, 2001).

En cuanto al concentrado en forma de pellets Lamb, citado por Albright (1993) menciona que vacas en ordeño consumieron 1 kg en 1,6 min y que al ofrecerles 4 kg la tasa de consumo aumentó a 1,05 min/kg.

Cuando la pastura es ofrecida *ad libitum* se considera que un tiempo de pastoreo menor a 10 horas diarias restringe el consumo, ya que la tasa de ingestión estimada es un promedio 23 g/MO/mín (Phillips, citado por Fernández y Rivoir, 1995).

En la gráfica siguiente se observa el efecto de restringir el tiempo diario de acceso a la pastura sobre el consumo de MS según dos modelos. Uno lineal simple (“en rosado”) propuesto por Buckman et al., citados por Delagarde y O`Donovan (2005) y otro exponencial (“en negro”) propuesto por Delagarde et al., citados por Delagarde y O`Donovan (2005) y a través del cual se introduce esta variable en su modelo de predicción de consumo “Grazeln”.

Figura No. 5. Consumo de MS en función del tiempo de acceso a la pastura



Fuente: adaptado de Delagarde y O`Donovan (2005).

La conclusión más importante de esta gráfica es que ambos modelos predicen que 8 horas de pastoreo son suficientes para lograr buenos niveles de consumo. Dado lo niveles de consumo planteados sin lugar a dudas se trata de una pastura de buena calidad y estructura.

Gabriel et al. (2004) trabajando con vacas Holando en franjas diarias sobre una pastura mezcla de gramíneas y leguminosas reportaron que el 52 % del forraje total desaparecido desaparece durante la primer hora de pastoreo lo cual coincide con la primer sesión de pastoreo.

Probablemente un modelo que considere el consumo acumulado a medida que transcurren las horas en la franja y que tome en cuenta las sesiones de pastoreo y los tiempos de rumia de los animales resultaría más adecuado. Un aspecto a considerar es que los animales modifican su comportamiento ingestivo según el manejo al cual se los someta.

En el cuadro siguiente se presenta información reportada por Hernández-Mendo y Leaver (2004). Trabajaron con pastoreo continuo, previo a el acceso al silaje de maíz les dieron torta de soja a las vacas de manera de lograr una

relación 0,17:0,83 (torta de soja:silaje de maíz) para elevar el tenor proteico de los suplementos a 16% PC.

Cuadro No. 2. Relación entre el tiempo de acceso a la pastura y el consumo

Past(hs)+Sup(hs)	Consumo Pastura (kg MS)	Consumo Silaje Maíz (kg MS)	Consumo torta soja (kg MS)	Tiempo pastoreo (min.d ⁻¹)
5+15	5.5	9.2	2.0	182
10+10	12.2	3.2	0.7	356
19+1	12.8	2.6	0.6	490
20+0	15.4	0	0	506

Fuente: adaptado de Hernández-Mendo y Leaver (2004).

Al disminuir el tiempo de acceso a la pastura de 20 a 10 hs el consumo disminuye un 20% mientras que al pasar de 10 a 5 hs la disminución es del 45%. Al pasar de 20 a 19 hs el TP disminuye 16 minutos, al pasar de 20 a 10 hs disminuye 150 minutos (unas 2 horas y ½) y entre 10 y 5 hs el TP disminuye 174 minutos (casi 3 hs).

2.1.5 Síntesis sobre factores que afectan el consumo

La regulación del consumo está sujeta a un control multifactorial y en condiciones de pastoreo adquieren relevancia las características no nutricionales de la pastura tales como altura y densidad a las cuales se debe enfrentar el animal.

El peso vivo y el estado fisiológico son los principales factores del animal en determinar el consumo. Por el hecho de tratarse de vaquillonas debemos esperar un consumo un en torno a un 20% menor que el esperado para vacas adultas. En el momento del parto es cuando se da el menor consumo, luego este se incrementa pero no lo suficiente como para compensar la producción de leche de manera que el animal entra en un desbalance energético en la primer etapa de la lactancia. A su vez en el periparto es también cuando el animal se encuentra más susceptible a padecer enfermedades y tener desórdenes en su metabolismo.

Aún trabajando con pasturas de excelente calidad y buena disponibilidad para los animales no lograremos que los animales consuman a los mismos niveles que se alcanzan con dietas TMR en confinamiento. Dentro de las variables del pastoreo la asignación de forraje es la más importante al momento de determinar el consumo de los animales.

El método de pastoreo no es relevante sobre el consumo de MS por parte de los animales. En nuestro experimento se trabajó con franjas semanales y siempre fue una franja nueva para cada semana. Con ocho horas de pastoreo no tendríamos problema de restricción de tiempo sobre el consumo de materia seca de los animales.

2.2 PRODUCCIÓN DE LECHE

2.2.1 Pastoreo vs. confinamiento

En el ya comentado experimento reportado por Bargo et al. (2002b) la producción de leche fue mayor ($P < 0.05$) en las vacas del tratamiento TMR que en los otros dos tratamientos. Las vacas del tratamiento TMR produjeron 19% más de leche (6.1 kg/d) que las vacas del tratamiento pTMR y 33% más cantidad de leche (9.6 kg/d) que las vacas del tratamiento PC. La combinación de pastura y TMR (pTMR) dio como resultado una producción de leche 13% mayor (3.5 kg/d) que el tratamiento PC ($P < 0.05$). Estos resultados se explican por lo sucedido con el consumo.

Además de las diferencias en el consumo de los animales de los distintos tratamientos los autores mencionan las diferencias en requerimientos de energía para mantenimiento relacionada a traslado de los animales y al pastoreo, y a diferencias en el consumo de energía. El costo energético del pastoreo se atribuye al esfuerzo físico de cosechar el forraje y el tiempo extra de selección del forraje (Agnew et. al., citados por Bargo, 2002b).

Usando las ecuaciones desarrolladas por NRC (2001) para estimar la energía requerida por esas actividades, las vacas del tratamiento pastura más suplemento tuvieron un aumento de 5.4 Mcal/d en los requerimientos para

mantenimiento. Con 0.64 Mcal NE_L /kg de leche, la actividad explica 8.4 kg de leche o 88% de la diferencia en producción de leche entre el tratamiento PC y el tratamiento TMR. Con 0.67 Mcal NE_L /kg de leche, la actividad explica 3.7 kg de leche o 61% de la diferencia en producción de leche entre el tratamiento pTMR y el tratamiento TMR. Es probable entonces que una combinación de mayor actividad y menor consumo de energía explique mucha de las diferencias en producción de leche entre los tratamientos concluyen Bargo et al. (2002b).

Dhiman et al., citados por Bargo et al. (2002b) compararon la producción de leche de vacas en pastoreo siendo la pastura 33, 67, o 100% del total de la dieta. Las vacas que tenían un tercio de pastura recibieron 11,6 kg MS/d de un suplemento conteniendo 25% de heno de alfalfa, 48% de grano húmedo de maíz, 18% de soja quebrada y tostada, 6% de torta de soja, y 2,7% de una mezcla mineral y vitamínica y puede ser considerada como equivalente a un TMR parcial. Este tratamiento produjo 40% más de leche (24,5 vs. 17,5 kg/d) que el tratamiento con 67% de pastura.

2.2.1.1 El costo de la actividad de pastoreo

En pasturas de baja disponibilidad (y altura o estructura) donde hay severas limitantes al consumo de forraje, el costo extra de mantenimiento puede ser del 25 a 30 %, principalmente debido al costo de pastorear. En este caso si los animales no pueden compensar con un mayor consumo, que se estima en 700 y 1200 g MS/día, según la calidad de las pasturas y peso de los animales, el gasto energético extra afectaría considerablemente la producción (Di Marco y Aello, 2003).

En pasturas de buena disponibilidad el gasto extra de energía por concepto de actividad de pastoreo es bajo, variando entre 8 y 12% (Di Marco y Aello, 2003).

Por lo tanto, las prácticas de manejo que posibiliten un mejor control de la altura, disponibilidad y/o estructura de la pastura reducirían el tiempo de pastoreo y la frecuencia de bocados, y en consecuencia disminuirían apreciablemente el costo extra de mantenimiento de los animales (Di Marco y Aello, 2003).

2.2.2 Asignación de forraje y producción de leche

2.2.2.1 Efecto directo

En el siguiente cuadro se resume información de varios experimentos. En el mismo se presenta la respuesta en producción de leche a la asignación de forraje, es decir los lts de leche extra en relación a los kg de MS extra de asignación que se ofrece el animal según los distintos autores. Además contiene información complementaria a las condiciones en que fueron realizados los experimentos tales como: la disponibilidad de MS que presentaba la pastura, la utilización resultante de ese tratamiento, la digestibilidad del forraje ofrecido y si los animales fueron suplementados o no. En cuanto a los litros de leche producidos por hectárea se presentan tomando al mínimo de cada experimento como base 100.

Cuadro No. 3. Efecto de la asignación de forraje sobre la producción de leche

AF Kg MS/V/d	Disp. Kg MS/ha.	Tipo de pastura	Utiliz. %	Digest. %	Sup.	Prod. L/v/d.	Respuesta Lts/Kg MS	Lts/ha	Autor
8	2669	PP	65,8	67,7	SI	18,3	----	----	Fernández y Rivoir (1995).
14			50			19,2	0,150		
20			34,7			19,6	0,108		
10	----	PP	53,6	Aprox. 60	SI	24,365	----	----	Benech y Felix (1999).
15			51,6			25,805	0,288		
8	----	PP		Aprox. 70	SI	22,1	----	----	Bartesaghi y Ferrés (1996).
12						22,9	0,160		
10	2351 a 4226	Sudangrass	85	Aprox. 53	NO	10,07	----	162	Geymonat (1992).
10					SI	13,4	----	216	
25			NO		12,43	0,157	100		
25			SI		16,44	0,203	132		
17	4446 a 5454	Avena	46,3	----	NO	6,01	---	127	Ramos (1996).
28			31,7			9,1	0,281	100	
13,75	2673	PP	53,5	63,5	NO	12,8	----	231	Cea (1987).
13,75					SI	16,5	----	298	
27,5			40		NO	17,2	0,320	153	
27,5					SI	19,9	0,247	177	
55			28		NO	19,3	0,158	100	
55					SI	21,8	0,128	112	
26,7	2761	Gramíneas	62	Apróx. 70	NO	19,1	----	----	Bargo et al. (2002).
26,7					SI	29,7	----		
48,9			42		NO	22,2	0,140		
48,9					SI	29,9	0,010		
17,4	----	PP	----	75,2 ± 0,56	SI	21,3	----	197	Alvarez et al. (2006).
26,1						22,7	0,161	141	
34,8						22	0,040	100	
40						25,3	0,177	100	
16,7	4800 a 5400	Trébol subterráneo	63	71.8	NO	17,05	----	----	Stockdale (1992). (1)
30,4			47			21,71	0,340		
48,1			30			21,59	0,145		
14,6	5700 a 6400	Trébol subterráneo	72	71	NO	13,52	----	----	Stockdale (1992). (2)
24,6			61			17,40	0,388		
54,6			40			17,35	0,096		
17	7000 a 7300	Trébol subterráneo	76	66,9	NO	16,03	----	----	Stockdale (1992). (3)
27,3			64			18,16	0,207		
46,8			46			17,55	0,051		
62			31			18,14	0,047		

Continúa...

AF Kg MS/v/d	Disp. Kg MS/ha.	Tipo de pastura	Utiliz. %	Digest. %	Sup.	Prod. L/v/d.	Respuesta Lts/Kg MS	Lts/ha	Autor
15	5000	Trébol	----	Aprox. 78	NO	21	----	----	Williams et al. (2005).
21	6000	Ryegrass				21	----		
28	5000	Trébol				24	0,231		
46	6000	Ryegrass				24	0,120		
20	3100	PP	35	75,9	NO	21,8	----	----	Wales et al. (1999). (Experimento 1)
35			----						
50			----						
70			23			27,1	0,106		
19	4900	PP	52	72,1	NO	24,7	----	----	
34			----						
49			----						
68			29			32	0,149		
7,1	2210	PP	----	65,1	NO	6,1	----	----	King y Stockdale (1984). (Ryegrass-white clover)
14,0						10,7	0,667		
21,2						10,4	0,305		
6,7	3150	Paspalum	----	62,6	NO	5	----	----	King y Stockdale (1984). (Paspalum)
12,6						9	0,678		
25,2						9,5	0,243		
20	3600	Ryegrass perenne	54e	80	NO	25,9 ^a	---	----	Dalley et al. (1999).
30			43d			27,1b	0,120		
40			38c			27,9bc	0,080		
50			33b			28,6cd	0,070		
60			28a			28,2c	-0,040		
70			26a			29,1d	0,090		
19,6	2271 a 3234 (>4cm)	Ryegrass perenne	0,87	Aprox. 82	NO	22,7	----	----	Kennedy et al. (2006).
28,3			0,76			24,5	0,207		
21,1			0,81			20,9	----		
28,0			0,73			22,4	0,217		
12,1	Aprox. 2500	Raigrás perenne.	----	81	NO	24,35	----	----	Delaby et al. (2001). (Experimento 1)
15,8						25,57	0,324		
16,6	Aprox. 3700	Raigrás perenne.	----	76	NO	24,1	----	----	Delaby et al. (2001). (Experimento 2)
19,6						24,6	----		
16,5	Aprox. 2500	Raigrás perenne.	----	76,5	NO	25,3	----	----	Delaby et al. (2001). (Experimento 3)
21						25,9	----		

El cuadro anterior resume información de 16 trabajos científicos en los cuales directa o indirectamente se evalúa la respuesta a la asignación. Definida

esta como los Lts o Kg de leche extra producidos por Kg de MS extra que se asigna a los animales. El promedio de los valores de asignación es aproximadamente 28 Kg. MS por animal, el valor mínimo es de 6.7 y el valor máximo es 70 Kg. MS por animal y por día.

La respuesta promedio fue de 0.194 (desvío estándar = 0.148 lts/kg MS) lts de leche por kg extra de forraje asignado a los animales. Como primera conclusión podemos decir que al asignar 1 kg de forraje extra de materia seca tenemos aproximadamente 200 grs más de leche por día. Pero es de destacar también la variabilidad que presenta esta respuesta reflejando quizá la diversidad de condiciones en que se generaron los datos.

En los trabajos que se cruza el efecto de la asignación con el efecto de la suplementación con concentrado la respuesta promedio es de 0,171 lts de leche por Kg. MS extra de pastura que se asigna a los animales. En los trabajos que se estudia el efecto de la asignación solo o en algunos casos estudia dos tipos de pastura o niveles de disponibilidad de MS la respuesta promedio es de 0,211 lts de leche por Kg. MS.

También resulta oportuno ver que sucede al separar por etapa de la lactancia en que se encuentran los animales. Para definir la etapa de lactancia en que se encontraban los animales además de la información reportada por los autores se considera a los animales en etapa de lactancia temprana cuando tienen menos de 100 días de paridas, en lactancia media cuando los animales presentan entre 100 y 200 días y finalmente en la lactancia tardía cuando tienen más de 200 días de lactancia.

De esta manera en lactancia temprana quedan agrupados los trabajos de lactancia temprana: Cea (1987), Stockdale (1992), Ramos (1996), Wales et al. (1999), Dalley et al. (1999), Williams et al. (2005), Kennedy et al. (2006). La respuesta a la asignación de forraje en lts de leche producidos en promedio fue de 0,163 lts de leche por kg extra de forraje que se asignó a los animales.

Agrupando los trabajos que utilizaron animales que estaban en la lactancia media: Geymonat (1992), Fernández y Rivoir (1995), Bartesaghi y Ferrés (1996), Benech y Felix (1999), Delaby et al. (2001), Bargo et al. (2002), Alvarez et al. (2006) tenemos que la respuesta promedio a la asignación de forraje fue de 0,160 lts de leche por kg de forraje extra que se asignó a los

animales. De manera que en esta revisión prácticamente no se detectó efecto de la etapa de lactancia en que se encuentran los animales sobre la respuesta a la asignación de forraje.

En lactancia tardía tenemos los dos experimentos de King y Stockdale (1984). Los autores obtuvieron en promedio 473 grs de leche extra por kg extra de forraje que se asignó a los animales. En ambos experimentos se trabajó con pasturas con disponibilidad mayor a 2.000 kg MS por hectárea, y los animales presentaban una producción de aproximadamente 11 lts de leche/v/d al comienzo del experimento.

Cea (1987) trabajando con vacas en lactancia temprana sobre una pradera mezcla de gramíneas y leguminosas (2700 kg MS/Ha., 63% DMO) trabajando con tres niveles de asignación (13.75, 27.5 y 55 Kg. MS/vaca/día) obtuvo respuesta significativa en producción de leche. A su vez en un diseño de tipo factorial al estudiar el efecto de dos niveles de suplemento (0 y 4,6 Kg/vaca/día) obtuvo respuesta significativa a la suplementación en producción de leche. No se detectó interacción nivel de asignación por nivel de concentrado.

Si bien en muchos de los experimentos solo se llega a detectar una respuesta lineal, todo hace pensar que el efecto de la asignación de forraje no es excepcional a la ley de los incrementos decrecientes.

La producción por hectárea, en los experimentos que la reportan, disminuye en forma marcada al aliviar la presión de pastoreo.

2.2.2.2 Efecto residual

Broster, citado por Bines (1976) reportó que 1 kg de leche más durante el pico de lactancia resultó en 200 kg más de leche durante toda la lactancia. El pico de producción de leche coincide en el tiempo con el máximo desarrollo de la glándula mamaria (Knight y Wilde, 1993). De esta manera una mayor desarrollo de la glándula mamaria estimulado a través de una mejor alimentación al inicio de la lactancia tendría efectos residuales sobre la producción de leche en la etapa posterior.

Long¹, trabajando con vacas de parición de otoño durante los primeros 60 días de lactancia obtuvo respuesta en producción de leche al suministro de concentrado al considerar un periodo residual de aproximadamente 190 días. Las vacas tuvieron una dieta a base de heno y tres niveles de suplementación (6, 9 y 12 kg) durante el periodo experimental. En el rango de 6 a 9 kg obtuvo una respuesta residual de 3,01 lts de leche extra por día por kg extra de concentrado, al aumentar el concentrado entre 9 y 12 kg obtuvo una respuesta de -0,45 lts de leche por día.

El autor explica que la respuesta negativa para el tratamiento al cual se le suministró 12 kg de suplemento se debe a un cambio en la partición de nutrientes, la vaca "engorda". Si bien la producción durante el periodo experimental fue buena (23.7^b lts) no superó la del tratamiento al cual se le suministró 9 kg de concentrado (22.1^b lts), Long¹.

Geymonat (1992) trabajando con vacas en inicio de la lactancia media durante 7 semanas luego de un periodo de diez días de acostumbramiento las sometió a baja asignación (10 kg MS/v/día) y alta (25 kg MS/v/día) obtuvo producciones de leche de 12 lts aproximadamente y 14,5 lts aproximadamente. Sin embargo en un periodo de 4 semanas posterior no se detectó efecto residual en producción de leche de la aplicación de los tratamientos.

2.2.3 Síntesis sobre factores que afectan la producción de leche

Los antecedentes nos llevan a pensar que en condiciones de pastoreo no es posible alcanzar las producciones de leche obtenidas en confinamiento. Esto se debe principalmente a un menor consumo así como también a un mayor gasto de energía debido a la actividad de pastoreo. Un hecho no menos importante es que a menor condición de la pastura (biomasa, altura, densidad) el costo de la actividad de pastoreo se hace mayor.

En términos generales podríamos decir que al aumentar la asignación, aumenta el consumo por animal, y por ende la producción de leche, ambos de manera decreciente. En caso de tratarse de animales en inicio de lactancia y que alcancen altos valores de producción de leche en el momento del pico de la

lactancia deberíamos esperar la ocurrencia de efectos residuales luego del periodo de alimentación diferencial.

También hay que agregar que al aumentar la asignación disminuye la utilización del forraje y la producción por hectárea. Un hecho no menos importante es que en los experimentos de corto plazo sistemáticamente las mayores cargas son las que arrojan los mayores valores de producción por ha. Sin embargo no sería prudente extraer conclusiones de largo plazo a partir de experiencias de corto plazo.

2.3 ESTADO CORPORAL

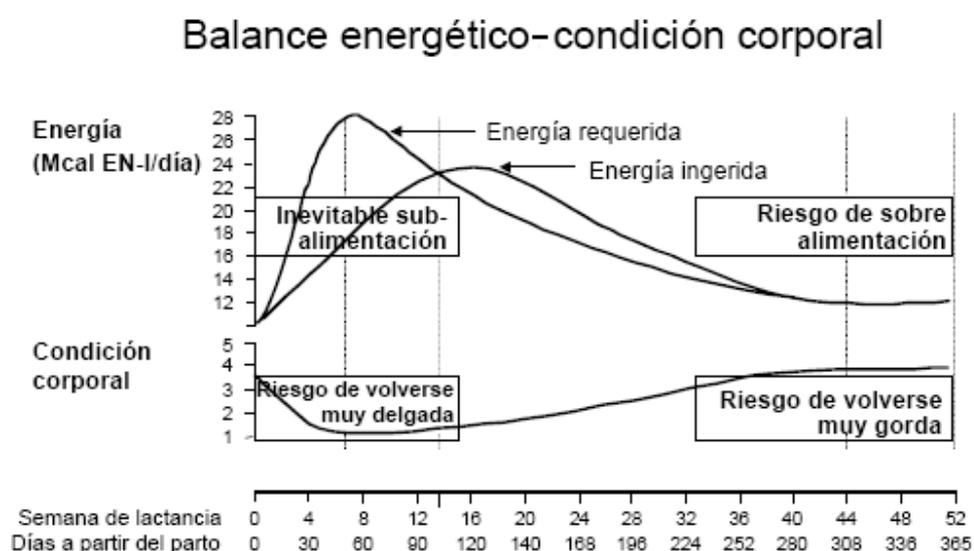
La escala de condición corporal es un método subjetivo para evaluar las reservas corporales de vacas secas y lactantes, sin importar el tamaño y peso corporal. El método se basa en apreciaciones visuales y táctiles del nivel de grasa almacenada en la vaca, particularmente sobre los huesos prominentes de la parte trasera y la región pélvica (Fergusson et al., 1994). Generalmente se le asigna un valor dentro de una escala que va de 1 a 5 (Pryce et al., 2000).

Evans, Nicoll, citados por Broster y Broster (1998) estudiaron la variación en la estimación del EC. Ellos encontraron que 60 a 70% de la varianza total del EC es atribuible a diferencias entre los animales, 15% la persona que lo estima y 10% a la interacción (animal x estimador). En cuanto al número de estimadores independientes ellos concluyen que dos personas es ventajoso respecto de una sola persona.

2.3.1 Evolución del estado corporal

El siguiente esquema muestra el balance energético y la evolución de la condición corporal post parto para vacas Holando.

Figura No. 6. Balance energético del animal a lo largo de la lactancia



Fuente: adaptado de Combs y Wattiaux, citados por Arretche et al. (2006).

El estado corporal es variable durante la lactancia. El patrón general de cambio del estado corporal durante la lactancia es una caída inicial continua hasta 2 o tres meses luego del parto, y luego una lenta recuperación durante la lactancia media y tardía (Gallo et al. 1996, Broster y Broster 1998).

Las vacas lecheras pierden alrededor del 60 % de su grasa corporal durante la lactancia temprana (Tamminga et al., Chilliard, citados por Meikle et al., 2004). La pérdida media de estado corporal para un rango de 1,5 a 4 fue de 0,55 puntos luego de una media de EC al parto de 2,75 (Broster y Broster, 1998).

Komaragiri et al. (1997) reportó pérdidas de 54 Kg de grasa corporal y 21 Kg de proteína corporal entre 2 semanas antes del parto y la semana 5 post parto, las vacas continuaron movilizando 18 kg de grasa corporal hasta la semana 12 post parto. Las vacas fueron alimentadas con niveles de PC en la dieta de 16% y 19% aproximadamente.

A su vez tenemos que el patrón observado en la evolución del estado corporal de los animales depende del número de lactancia, del mérito genético de la vaca, del plano alimenticio y del EC al parto (ECP) que presenta el animal (Broster y Broster, 1998).

Broster y Broster (1998) reportaron que a mayor EC al parto mayor será la caída del EC durante los 60-70 días posteriores al parto, aumentando 0,6 unidades por unidad de EC al parto. Sin embargo las vacas con EC al parto menor a 2 ganaron EC luego del parto. Esto va asociado también a un menor balance energético negativo. La mayoría de estos experimentos fueron realizados con dietas ofrecidas *ad libitum* y alta participación de concentrados en las mismas.

Holter et al., citados por Broster y Broster (1998) reportaron que para las semanas 6, 10 y 14 post parto las vacas con un menor ECP tuvieron un balance energético negativo menor, medido por calorimetría, respecto de vacas con un ECP mayor.

2.3.2 Efecto de la asignación de forraje sobre el estado corporal

Dalley et al. (1999) trabajando con vacas en lactancia temprana (durante un mes a partir de los 41 dpp) sobre una pastura a base de gramíneas (13 cm, 3900 kg MS/ha, 20,9% PC) como única fuente de alimento reportaron efecto positivo de la asignación de forraje sobre el estado corporal de las vacas. A continuación se presenta una tabla que resume los resultados obtenidos por los autores en función de la asignación de forraje (Kg MS/vaca/día).

Cuadro No. 4. Efecto de la asignación de forraje sobre la variación del EC

	ASIGNACIÓN DE FORRAJE (Kg MS/vaca/día)					
	20	30	40	50	60	70
Δ de PV (Kg/día)	-0.44 ^a	-0.21 ^{ab}	-0.20 ^{ab}	0.28 ^{bc}	0.37 ^c	0.42 ^c
Δ EC (1 a 8) (unidades/vaca)	-0.15 ^a	-0.001 ^{ab}	-0.06 ^{ab}	0.01 ^{ab}	0.04 ^b	0.10 ^b

Fuente: adaptado de Dalley et al. (1999).

Stockdale (1992) también obtuvo respuesta del EC de los animales a la asignación de forraje durante la lactancia temprana.

En varios experimentos en los cuales se varió la AF a las vacas durante la lactancia temprana no se detectó efecto de la misma sobre la variación de peso vivo de los animales (Ramos 1996, Wales et al. 1999, Kennedy et al. 2006) aunque si una tendencia similar a la obtenida por Dalley et al. (1999).

A modo de resumen podemos decir la partición de nutrientes en el animal durante la lactancia temprana está fuertemente orientada hacia la producción de leche. A través de dietas con alto contenido energético y ofrecidas *ad libitum* a los animales es posible atenuar las disminuciones en el estado corporal que se dan durante la primera etapa de la lactancia.

Vacas con alto mérito genético, que presenten buen estado corporal al parto y con dietas con alto contenido de PC tal como ocurre sobre praderas tienen mayor pérdida de estado corporal y desbalance energético.

2.3.3 Síntesis sobre estado corporal

Durante la primer etapa de la lactancia comúnmente se da una caída de la condición corporal si bien está puede ser atenuada a través de la dieta. En nuestras condiciones debemos esperar una disminución del estado corporal que se ubica entre 0,5 y un punto durante la primer etapa de la lactancia.

Un aumento en la asignación de forraje a través de un mayor consumo puede tener un efecto positivo sobre el estado corporal de los animales. Aún en vacas en lactancia temprana con la partición de nutrientes fuertemente orientada hacia la producción de leche es posible que la caída de la condición corporal sea atenuada por un mayor consumo.

2.4 HIPÓTESIS

A) Al aumentar la asignación de forraje en el rango de 7 a 30 kg ms/por vaca por día en vacas primíparas en inicio de lactancia resultará en una medida eficaz para aumentar la producción de leche de dicha categoría.

B) Al aumentar la asignación durante primera etapa de la lactancia habrá efectos residuales sobre la producción de leche durante el resto de la lactancia.

C) Aumentar la asignación de forraje en el rango de 7 a 30 Kg MS/día en vacas primíparas en inicio de lactancia tendrá efecto significativo sobre el estado corporal de los animales al finalizar el periodo experimental.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El trabajo fue realizado en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, (EEMAC) Ruta 3 Km. 363, Facultad de Agronomía, Dpto. de Paysandú (30° de latitud Sur). La EEMAC se encuentra sobre la Unidad de suelos San Manuel, Formación Fray Bentos, siendo los suelos dominantes Brunosoles Éutricos Típicos y Solonetz Melánicos según Carta de Reconocimientos de Suelos del Uruguay 1:1.000.000. La duración del experimento fue de 92 días, abarcando el período comprendido entre el 8 de marzo y el 7 de junio del año 2005.

3.2 ANIMALES

El experimento se realizó con 44 vaquillonas Holstein del rodeo de la E.E.M.A.C las que en promedio tenían 3 años de edad y 596 kg (\pm 40 kg) de peso vivo. Las vaquillonas presentaban un estado corporal de 3,6 (\pm 0.25 punto) unidades al momento del bloqueo La parición de estas se dio del 22 de marzo al 5 de mayo.

Los animales fueron clasificados en bloques teniendo en cuenta la edad, el estado corporal y el peso vivo, se obtuvieron 11 bloques de 4 animales cada uno. Estos fueron distribuidos al azar entre los 4 tratamientos con que contó el experimento.

3.3 ALIMENTOS

En el siguiente cuadro se presenta la composición del concentrado utilizado.

Cuadro No. 6. Composición del concentrado (pellets) expresado en base seca

Ingrediente	Composición (g/kg MS)
Maíz	375
Cebada	182
Harina de pescado	45
Expeller de Soja	92
Expeller de Girasol	90
Brote de Malta	183
Urea	7
Zoodry-feedlot+E	2
Bovigold	8
Sal	10
Carbonato de K	2
Carbonato de Ca	4

El experimento se desarrolló sobre una pastura plurianual compuesta por Festuca (*Festuca arundinacea*), Lotus (*Lotus corniculatus*) y Trébol Blanco (*Trifolium repens*), la misma fue sembrada el 15 de abril de 2004 con densidades de 10, 10 y 2 Kg. respectivamente, la fertilización a la siembra consistió en la aplicación de 100 Kg de 18-46-00 y la refertilización se llevó a cabo el 15 de marzo de 2005 aplicando 80 Kg de fertilizante (fórmula 7-40-0).

La disponibilidad promedio de la pastura fue de 2.750 kg de MS/ha (\pm 275 kg MS/ha), con un mínimo de 2.270 kg de MS/ha y un máximo de 3.319 kg de MS/ha (ver anexo). La composición botánica (método estimación visual explicado más adelante) promedio de la pastura fue de: 26% de gramínea, 38% de Trébol blanco, 33% de Lotus, 3% de malezas, el área de suelo desnudo como porcentaje del total en promedio fue de 7%.

3.4 TRATAMIENTOS

Se aplicaron 4 tratamientos diferentes a las vaquillonas, tres de los cuales tuvieron acceso a pastura mientras que uno de ellos se manejó en confinamiento:

- Tratamiento “TMR”

Este es el tratamiento que se manejó en condiciones de estabulación o confinamiento, sin acceso a pastura. A dicho tratamiento se le ofreció una dieta 100% TMR (“Totally Mixed Ration”; los alimentos se ofrecen juntos y mezclados) en comederos individuales compuesta por ensilaje de maíz, concentrado y heno de moha, teniendo acceso al alimento 4 veces al día con sesiones de 2 horas cada una (6.30-8.30, 10.30-12.30, 14.30-16.30 y 18.30-20.30). Los comederos fueron recargados una vez al día realizándose esto luego de la sesión de 16:30 hs. El régimen de alimentación fue *ad libitum* por lo tanto las cantidades ofrecidas inicialmente se ajustaban en forma individual en la medida que se observaban rechazos menores al 15% del ofrecido.

Tratamientos que incluyeron pastoreo por la mañana (durante 8 hs) y acceso a una dieta TMR durante la tarde (durante 1 hora). La dieta TMR consistió en 10 kg (BF) de silo de maíz, 4,8 kg (BF) de concentrado y 0,44 kg (BF) de heno de moha, y fue ofrecida en tarrinas individuales luego del ordeño vespertino.

- Tratamiento “AF32”

Este tratamiento tuvo una asignación de forraje objetivo de 30 kg de MS por vaca y por día, la cual resultó ser de 32 kg MS.vaca⁻¹.día⁻¹ y de ahí su nomenclatura.

- Tratamiento “AF15”

Este tratamiento tuvo una asignación de forraje intermedia la cual resultó ser de 15 kg MS.vaca⁻¹.día⁻¹ coincidentemente con los objetivos planteados.

- Tratamiento “AF8”

Finalmente el tratamiento de pastoreo con baja asignación de forraje, este tuvo en promedio una asignación de forraje diaria de 8 kg MS por vaca.

Colores para identificación de los tratamientos: durante la etapa de campo se utilizaron collares de color para la identificación de los tratamientos. TMR con amarillo, AF32 con azul, AF15 con rojo y AF8 con verde. Sería oportuno que el lector recuerde esta correspondencia entre colores y tratamientos ya que serán utilizados en algunos cuadros y gráficas.

3.5 MANEJO

3.5.1 Etapa preparto

El tratamiento pre parto se inició el 8 de marzo extendiéndose hasta el parto de cada vaca. El manejo en éste período fue igual para todos los animales, se realizó en el potrero 11a , el cuál tiene una superficie de 6 Hás., siendo predominante en el tapiz especies como gramilla (*Cynodon dactylon*) y Pasto Miel (*Paspalum dilatatum*).

El alimento se ofreció en comederos grupales. La dieta expresada en kg por vaca y por día consistió en 15 kg (BF) de ensilaje de maíz planta entera, 4 Kg. (BF) de un concentrado comercial pre parto (16 % PC) y heno de moha (*Setaria itálica*) *ad libitum*.

El ensilaje y el concentrado se ofrecieron mezclados por un “silodis” en comederos grupales una vez al día (14:00 hs), mientras que el heno se ofreció en rollos enteros distribuidos en el campo.

A partir del 28 de marzo se comenzó el acostumbramiento de los animales a los comederos individuales (cepos) en los cuales se le suministraron 2 de los 4 Kg. de concentrado.

Durante el período próximo al parto los animales fueron observados 4 veces al día con la finalidad de monitorear los partos.

3.5.2 Etapa post-parto

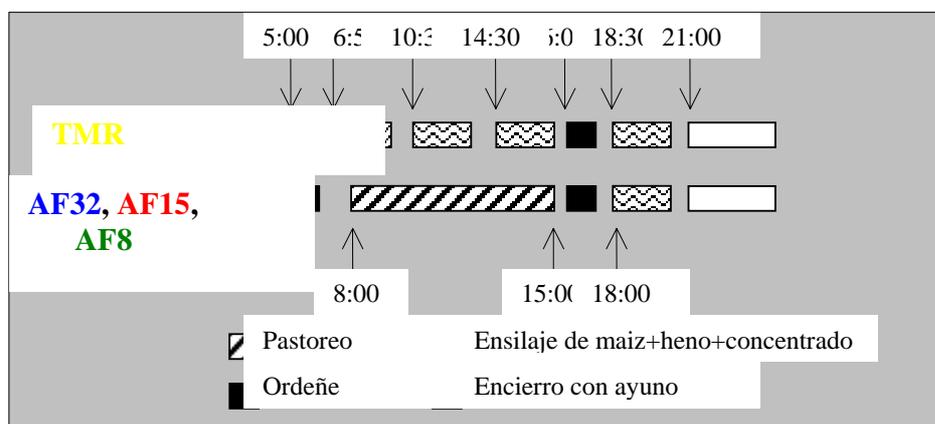
3.5.2.1 Manejo general

Las vaquillonas fueron ordeñadas dos veces al día, siendo los ordeñes a las 5 y 16 hs, manejándose el lote como grupo único. Luego del ordeño de la tarde permanecieron en un piquete con libre acceso a agua hasta el suministro del suplemento, luego del cuál regresaron al mismo piquete permaneciendo allí toda la noche.

A los tratamientos con acceso a pastura el suplemento se les ofreció en comederos individuales con acceso de los animales durante aproximadamente 1 hora a partir de las 18.00 hrs para el tratamiento AF8, a partir de las 19.00 hrs para el tratamiento AF15 y a partir de las 20.00 hrs para el tratamiento AF32.

Finalizado el ordeño de la mañana los animales pertenecientes a los tratamientos bajo pastoreo fueron llevados a la pastura, la cuál distaba aproximadamente 2 Km. de la sala de ordeño.

Figura No. 7. Diagrama ilustrativo de la rutina de los animales



Se recurrió al suministro profiláctico de óxido de magnesio (50 gr/v/día) desde el 28 de abril hasta el 6 de mayo por la identificación de síntomas de acidosis. Además, desde el 3 de mayo hasta el final del experimento, se suministró bicarbonato de sodio (hasta 150 gr/v/día) por la misma razón.

Al haberse identificado la presencia de *Fasciola hepática* en una vaca que murió se le suministró “Ecomilk” a todos los animales del experimento el día 9 de mayo.

3.5.2.2 Manejo relacionado al pastoreo

Los tratamientos de pastoreo tuvieron acceso a 9 franjas semanales de la ya mencionada pastura. No se regresó sobre ninguna de las franjas ya pastoreadas de manera de no introducir una nueva fuente de variación. El ingreso a las nuevas franjas se realizó los días martes de cada semana. A continuación se presenta un cuadro con las fechas correspondientes a cada franja de pastoreo.

Cuadro No. 6. Calendario de las franjas semanales de pastoreo

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fecha	5/4/05 al 11/4/05	12/4/05 al 18/4/05	19/4/05 al 25/4/05	26/4/05 al 2/5/05	3/5/05 al 9/5/05	10/5/05 al 16/5/05	17/5/05 al 23/5/05	24/5/05 al 30/5/05	31/5/05 al 6/6/05

Durante la primer semana comprendida entre el 5 y el 11 de abril el pastoreo se realizó en el potrero 7 a en el cuál se había dispuesto $\frac{1}{4}$ franja de cada tratamiento a causa de que solo habían 3 animales por tratamiento (de manera de mantener la presión de pastoreo).

A continuación se presenta un cuadro con el tamaño de las franjas semanales de pastoreo correspondiente a cada tratamiento. Este es el tamaño de las franjas semanales 2 a 9 haciendo la salvedad de la ya comentada primer semana:

Cuadro No. 7. Superficie de la franja semanal según tratamiento

Tratamiento	Franja semanal (has)
AF32	1
AF15	0.5
AF8	0.25

A partir del 11 de abril en adelante el pastoreo pasó a realizarse en el potrero 22 y el tamaño de las franjas o parcelas también pasó a ser el definitivo. Desde el 12 hasta el 25 de abril el número de vacas por tratamiento se elevó a 11. Durante las semanas restantes del experimento, 26 de abril al 7 de junio, el pastoreo se llevó a cabo con un número de 13 vacas por tratamiento debido a la introducción de vacas fistuladas.

En todo este período se emplearon vacas volantes para mantener la presión de pastoreo igual entre los tratamientos debido a las diferentes fechas de parición de los animales experimentales, por la aparición de rengueras así como por otras causas.

3.6 DETERMINACIONES

3.6.1 En los alimentos

3.6.1.1 Ensilaje, concentrado y heno

Se tomaron muestras de los alimentos ofrecidos durante el pre parto en forma individual (Ensilaje de maíz, concentrado y heno) y también de la mezcla ofrecida en los comederos grupales (ensilaje+concentrado). Se muestrearon además los rechazos de heno y mezcla (ensilaje+concentrado). Dichos muestreos se realizaron los días lunes, miércoles y viernes. El miércoles además se tomaba una muestra extra del ensilaje para determinar pH.

Las muestras se pesaron en fresco, luego se secaron en estufa a 60°C durante 48 horas, volviéndose a pesar secas con el objetivo de determinar la materia seca de cada una por diferencia de peso. Posteriormente fueron molidas con malla de 1 mm con el objetivo de la realización de análisis químico (MO, N, FDN y FDA).

Los alimentos ofrecidos durante el post parto (ensilaje, heno y concentrado) fueron muestreados los días lunes, miércoles y viernes, para determinar su materia seca y composición química, (utilizando igual metodología que en el pre parto) a su vez el día miércoles se tomó una muestra extra de ensilaje para la determinación de pH. Estos mismos días luego de la alimentación en los cepos se extrajeron muestras de los alimentos rechazados por los animales de cada tratamiento, por lo que se obtuvieron muestras compuestas por tratamiento de heno (en caso de ser posible su separación del resto de los alimentos) y “mezcla”, esta última compuesta por ensilaje y concentrado.

Tres días de la semana (lunes, miércoles y viernes) se realizó el control de consumo de suplemento, por lo que se realizó la pesada de los rechazos individuales de cada animal. En el caso del tratamiento control las pesadas de los rechazos se realizaban los días martes, jueves y sábado. Los mismos días en los cuales se realizó el control de consumo también se pesó el alimento desperdiciado por los animales durante el consumo de suplemento.

La oferta de alimento fue verificada por medio de controles volumétricos todos los días miércoles y extraordinariamente los días en que se verificaron cambios en la dieta ofrecida.

3.6.1.2 Pastura

Previo al ingreso de los animales a la franja semanal se estimó el forraje disponible empleando el método de doble muestreo modificado utilizando una herramienta diseñada para tales propósitos. Esta herramienta a la cual de ahora en adelante denominaremos “plato” y el valor obtenido a través del uso de la misma “valor del plato” se describe en la sección anexos (ver anexo 9.6).

En la primer etapa o de calibración del método luego de una breve recorrida para tener una impresión general de la pastura se eligieron tres situaciones promedio representativas de las disponibilidades mínima, media y máxima de la pastura. Luego de tener bien identificados estos puntos se marcaron tres repeticiones de cada uno con estacas de alambre.

A continuación se procedió a medir con el plato cada uno de estos nueve puntos, además se registró la altura en 5 puntos (cuatro vértices y el centro) tomando como referencia un cuadro de alambre de dimensiones conocidas (30 por 30 cm). Para tomar los valores de altura se utilizó una regla y se registró el valor del punto superior de contacto de la pastura imperturbada (sin estirar la hoja) con la regla.

Luego de tener los datos para lograr la calibración del plato para la pastura a medir se procedió a medir el valor promedio del plato para las franjas semanales correspondientes a cada uno de los tratamientos. Para la obtención del promedio se hizo un recorrido en forma de zigzag en las franjas correspondientes a los distintos tratamientos de pastoreo de manera sistemática realizando una medida cada tres pasos.

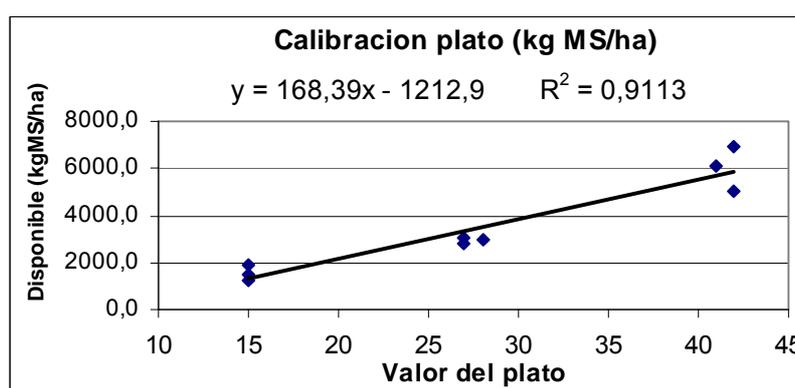
Posteriormente se cortó a ras del suelo el forraje contenido dentro del ya mencionado cuadro de alambre en cada uno de los 9 puntos elegidos en cada franja semanal utilizando una tijera de esquila o de martillo. Cada una de las muestras obtenidas se guardó dentro de una bolsa y se tomó el peso fresco (gr

materia verde). Luego fueron secados en estufa a 60 °C durante 48 horas pudiendo obtener así el peso seco de las mismas (gr materia seca). De esta manera conocemos cuanta MS había en 0,09 m², que valor tuvo el plato para ese valor de disponibilidad de la pastura y además tres repeticiones por cada uno de los tres puntos elegidos. Realizando una regresión entre ambas variables y haciendo las conversiones necesarias llegamos a estimar cuantos kg de MS disponible hubo en cada franja de pastoreo. Ver ejemplo a continuación:

Cuadro No. 8. Ejemplo con datos de la 5^{ta} franja semanal para calibración del plato

Escala	Peso fresco	Peso seco	Disponible kgMS/ha	Valor del plato
1A	46,20	13,70	1522,2	15
1B	35,55	11,15	1238,9	15
1C	58,30	16,85	1872,2	15
2A	109,05	25,55	2838,9	27
2B	106,05	27,40	3044,4	27
2C	98,20	26,75	2972,2	28
3A	271,05	62,20	6911,1	42
3B	242,20	54,90	6100,0	41
3C	216,10	45,15	5016,7	42

Figura No. 8. Ejemplo de calibración del plato para la 5^{ta} franja semanal



Y finalmente para concluir con el ejemplo presentaremos los resultados obtenidos para las franjas correspondientes a cada uno de los tratamientos

durante la mencionada semana. Los valores promedio de plato obtenidos para los tratamientos AF32, AF15 y AF8 fueron 23.63, 21.94 y 22.05 respectivamente. Utilizando la ecuación del gráfico se obtienen los resultados para cada tratamiento: AF32 = 2766 kg MS/ha, AF15 = 2481 kg MS/ha y AF8 = 2500 kg MS/ha.

Paralelamente se estimó visualmente la composición botánica. La determinación de la composición botánica consistió en cuantificar el porcentaje del área del cuadro ocupada por los siguientes componentes: suelo desnudo, malezas, gramíneas, lotus y trébol blanco. Para esto nuevamente recurrimos al cuadro de alambre de 30 por 30 cm. El mismo se lanzó al aire de manera que cayera en un punto al azar sobre el cual se realizó la medición. En las franjas de los tratamientos AF32, AF15 y AF8 se midió en 12, 6 y 4 puntos o repeticiones respectivamente para estimar la composición botánica del disponible. Cuando se hizo lo mismo para el rechazo se elevó el número de repeticiones a 18, 12 y 8 (AF32, AF15 y AF8 respectivamente) dado la mayor variabilidad presente en esta situación.

Luego del ingreso de los animales a la parcela cada una hora se realizaba la determinación del valor de "plato" para cada parcela con el objetivo de estimar "la dinámica de desaparición de pasturas" para cada tratamiento empleando igual metodología que en la determinación del disponible. Dichas medidas fueron realizadas en las siguientes franjas semanales: 2, 4, 6, 7 y 8.

Al culminar la ocupación semanal de las parcelas, se estimó el rechazo de pastura en cada una, dicha estimación se realizó utilizando igual metodología que la utilizada en la determinación del disponible.

Todas las muestras secas, tanto de disponible como de rechazo fueron molidas en un molino utilizando una malla de 1 mm, con el objetivo de la posterior realización de análisis químico.

3.6.2 En los animales

Las determinaciones realizadas consistieron en sangrados, evaluaciones de estado corporal y una determinación de peso vivo. Los sangrados se realizaron todos los Martes estando los animales en ayunas, extrayéndose sangre en la vena caudal de la base de la cola empleando “vacutainers” (tubos de ensayo para muestreo con vacío). Las muestras de sangre fueron procesadas para posteriormente realizar análisis de metabolitos y hormonas.

Las evaluaciones de estado corporal se realizaron también los días martes utilizando la escala de 5 puntos (Edmonson et al., 1989). Los animales fueron observados por al menos 3 integrantes del grupo asignándosele el valor promedio resultante de la apreciación de cada uno de ellos. La determinación del peso de las vaquillonas se realizó el día 17 de marzo.

Se midió diariamente la producción de leche, tanto en el ordeño matutino como vespertino. Los días lunes y miércoles se tomaron muestras de leche individuales en ambos ordeños, con el objetivo de la realización de análisis de composición (grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos) Luego de obtenidas las muestras se homogeneizaron a “baño maría” a una temperatura de 37 °C durante 10 minutos y se realizaron alícuotas representativas de la producción registrada en cada ordeño, completando un “plock” con 35ml de leche. Hasta el 20 de abril las muestras fueron conservadas con Murapol y enviadas al laboratorio de INIA “La Estanzuela”, luego se comenzó a utilizar dicromato de potasio como conservante y las muestras fueron remitidas al laboratorio de la empresa PILI, en todos los casos las muestras fueron mantenidas refrigeradas.

La estimación de estado corporal se siguió realizando de igual manera que en el pre-parto, mientras que los sangrados mantienen igual metodología pero pasan a realizarse dos veces a la semana (martes y viernes).

Durante las sesiones de pastoreo pertenecientes a las semanas 3, 5, 7 y 8 se determinó el comportamiento ingestivo de los animales. Dichas medidas consistieron en la observación del comportamiento grupal de los animales de cada tratamiento. Cada intervalos de 15 minutos se registró el número de animales que se encontraban: pastoreando, descansando, rumiando o en otras actividades. Otra determinación constó en la observación del comportamiento ingestivo individual de 4 animales por tratamiento, los animales fueron elegidos

tomando en cuenta los grupos en los que se habían clasificado al inicio del experimento de manera de que tuvieran características similares. Se tomaron registros de la tasa de bocado (bocados/minuto) de cada uno de los animales seleccionados. Esto se realizó durante tres periodos (8:00 a 9:00 am, 10:30 a 11:30 am y 13:30 a 14:30 pm) y a intervalos de 15 minutos dentro de cada uno de ellos.

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar, donde las unidades experimentales fueron las vacas, éstas se bloquearon según condición corporal, edad y peso vivo (ver anexo No. 1).

Se realizaron bloques homogéneos de cuatro vaquillonas cada uno, donde cada vaquillona se asignó al azar a un tratamiento.

El análisis estadístico de las variables continuas fue realizado utilizando el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS. La información fue analizada como medidas repetidas en el tiempo.

3.7.1 Producción de leche

El efecto de los tratamientos sobre la producción de leche se estudió a través de un modelo lineal de medidas repetidas en el tiempo, con la siguiente forma general:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} + \lambda_k + (\lambda\tau)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

donde

Y_{ijk} es la variable aleatoria producción de leche

μ es la media general

τ_i es el efecto del i-ésimo tratamiento

β_j es el efecto del j-ésimo bloque

ε_{ij} es el error experimental (variabilidad entre vacas)

λ_k es el efecto del k-ésimo período (que corresponde a la k-ésima parcela)

$(\lambda\tau)_{ik}$ es la interacción entre período y tratamiento
 ε_{ijk} es el error de la medida repetida (dentro de animales)

Se modeló la autocorrelación de los errores de medidas repetidas usando un esquema de autocorrelación autorregresiva de orden 1 (AR(1)).

Para las variables de composición de la leche se utilizó el mismo modelo.

3.7.2 Consumo individual

El efecto de los tratamientos sobre el consumo se estudió a través de un modelo lineal de medidas repetidas en el tiempo, con la siguiente forma general:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} + \lambda_k + (\lambda\tau)_{ik} + \varepsilon_{ijk} + \bar{\delta}_l + (\tau\bar{\delta})_{il} + (\bar{\delta}\lambda)_{kl} + \varepsilon_{ijkl}$$

donde

Y_{ijk} es la variable aleatoria consumo individual

μ es la media general

τ_i es el efecto del i-ésimo tratamiento

β_j es el efecto del j-ésimo bloque

ε_{ij} es el error experimental (variabilidad entre vacas)

λ_k es el efecto de la k-ésima parcela

$(\lambda\tau)_{ik}$ es la interacción entre tratamiento y parcela

ε_{ijk} es el error de la medida repetida (dentro de vacas, entre parcelas)

$\bar{\delta}_l$ es el efecto del l-ésimo día de la semana

$(\tau\bar{\delta})_{il}$ es la interacción entre tratamiento y día

$(\bar{\delta}\lambda)_{kl}$ es la interacción entre parcela y día

ε_{ijkl} es el error de la medida repetida (dentro de vacas, entre días)

Se modeló la autocorrelación de los errores de medidas repetidas usando un esquema de autocorrelación autorregresiva de orden 1 (AR(1)).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CONSUMO

A continuación se presenta un cuadro con el análisis químico de los alimentos.

Cuadro No. 9. Análisis químico de los alimentos ofrecidos a los animales

ALIMENTO	% MS	% Cenizas	% PC	% FDN	% FDA
Ensilaje de maíz	25.9	7.8	8.1	62.8	34.9
Heno de Moha	83.6	10	7.8	72.2	41.3
Concentrado	90.9	8.3	24.3	24	8.3
Forraje	22.2	11.3	14.7	46.4	30.2

4.1.1 Consumo de TMR de los tratamientos de pastoreo

Cuadro No. 10. Alimento ofrecido (kg) en los comederos individuales a los tratamientos de pastoreo (AF32, AF15 y AF8)

	Silaje maíz	Ración comercial	Heno de moha	TOTAL
Base fresca (BF)	10	4.8	Apróx 0.4	15.2
Base seca (BS)	2.59	4.36	Apróx 0.33	7.28

Cuadro No. 11. Consumo promedio en comederos por tratamiento durante el periodo experimental (Kg MS de alimento TMR por vaca)

AF32	AF15	AF8
6.8 ^a	6.8 ^a	6.4 ^b

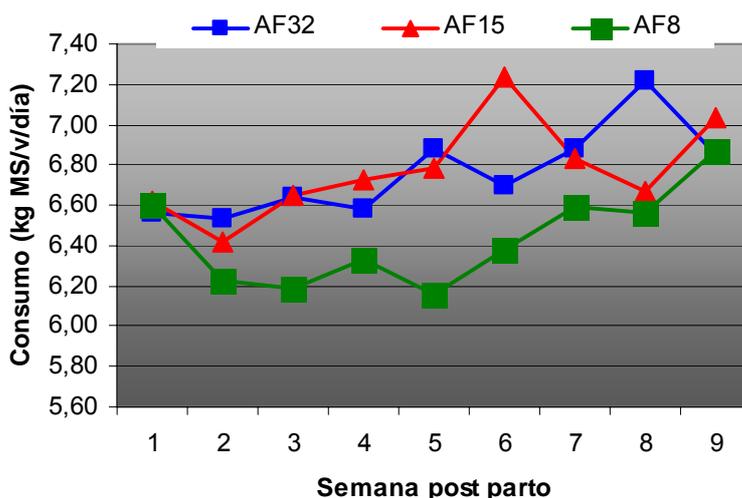
Tukey (P > 0.05). Medias con distinta letra difieren estadísticamente.

En el cuadro anterior podemos observar el consumo en los comederos durante la sesión de la tarde de los tratamientos con acceso a pastura.

A los animales se les ofreció 7,28 kg de MS en total (cuadro N° 9), si bien los tratamientos AF32 y AF15 tuvieron un rechazo de 400 gr de MS este probablemente se deba a los rechazos de las vacas recién paridas y los desperdicios normales ya que a los animales se les caía algo de comida de la boca hacia el piso sobre el cual estaban los comederos. Es decir se comieron casi todo, muchos de los comederos individuales utilizados quedaban casi sin nada de desperdicio.

Sin embargo los animales del tratamiento AF8 presentan un consumo significativamente menor, 400 gramos de MS menos respecto de los otros tratamientos. Este tratamiento a su vez es el que tuvo menor asignación de forraje y por tanto menor consumo del mismo. La disminución respecto de los otros tratamientos puede deberse a la incidencia de disturbios ruminales que sufrieron algunos animales del tratamiento AF8. El mencionado tratamiento durante los últimos tres días de ocupación de la franja quedaba con muy poco forraje este hecho puede haber llevado a que se enfrente a una relación forraje concentrado mayor a 60 a 70% durante esos días.

Figura No. 9. Consumo de TMR de los tratamientos de pastoreo por semana según tratamiento



El análisis estadístico no detectó diferencias significativas para los valores que se presentan en el gráfico. Pero se observa una clara tendencia a tener un menor consumo del tratamiento con menor asignación de forraje. En términos generales podemos decir que se observa una tendencia general a un aumento del consumo de TMR durante la sesión de la tarde a medida que transcurren las semanas post-parto y que esos incrementos nunca superan los 400 gr de MS si tomamos los valores inicial y final de cada tratamiento. Veremos a continuación que las variaciones en el consumo total no están causadas por lo que veníamos desarrollando en este párrafo.

4.1.2 Consumo de forraje de los tratamientos de pastoreo

Un aspecto importante a destacar es las buenas condiciones de la pastura al momento del ingreso de los animales a la franja semanal. Estas condiciones se mantuvieron casi in cambiadas durante las semanas en las franjas correspondientes al tratamiento AF32, no ocurriendo lo mismo para los tratamientos AF15 y AF8.

Cuadro No. 12. Estimación del consumo promedio de forraje por tratamiento

	AF32	AF15	AF8
Asignación (kg MS/v/d)	32	15	8
Utilización %	47	61	73
Desaparecido (kg MS/v/d)	15.04	9.15	5.84

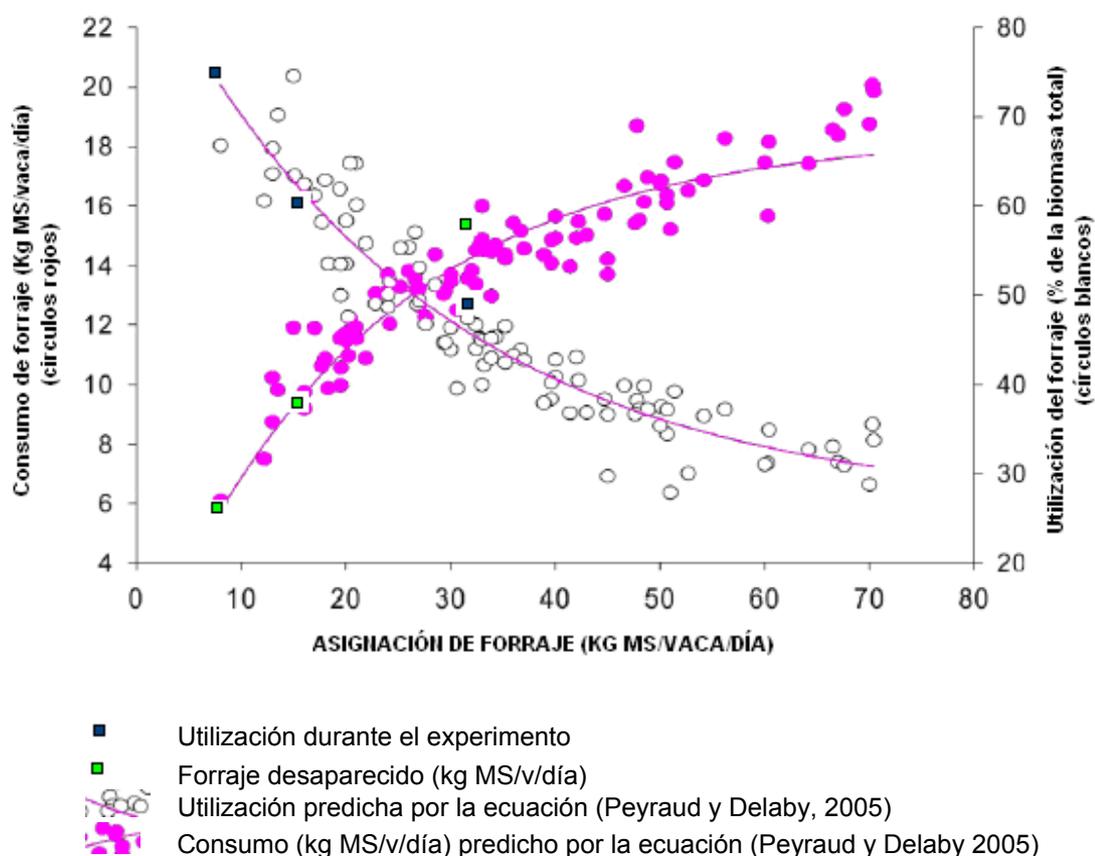
El resultado de asignación de forraje es el promedio por tratamiento a lo largo de las 9 franjas semanales que hubo durante el experimento. Si bien puede haber algunas imprecisiones ya sea por el lado del área de cada franja, tanto como la fuente de error inherente al método de estimación de la disponibilidad de forraje los resultados son más que satisfactorios respecto de los objetivos planteados (30, 15 y 5 kg MS por vaca por día).

Arretche et al. (2006) estudiaron más extensamente los resultados de desaparición de la pastura. Los autores consideraron el efecto de los tratamientos, de la semana pos-parto y del día de ocupación de la franja semanal. El tratamiento que presentó mayor variabilidad fue el AF32, sin

embargo esta variabilidad no es de una magnitud considerable. De esta manera podemos considerar que el valor de utilización promedio de todo el periodo es útil tanto para la primera franja semanal como para las restantes franjas semanales del periodo.

Los resultados de consumo obtenidos en función de las distintas asignaciones de forraje se ajustan muy bien con los valores reportados por Delagarde y O'Donovan (2005), perfectamente podrían formar parte de esa regresión como podemos observar en la gráfica a continuación. Los valores de consumo de forraje de los tratamientos AF32 y AF15 presentan buena similitud con lo reportado por Chilbroste et al. (2003) para nuestras condiciones en un año en particular.

Figura No. 10. Utilización y consumo observados vs. predicción modelo



Fuente: adaptado de Peyraud y Delaby (2005).

4.1.3 Consumo total de los tratamientos

El siguiente cuadro resume la información de consumo de todos los tratamientos que formaron parte del experimento. En este cuadro aún no se presentan los valores totales de los tratamientos de pastoreo, estos se presentan en el gráfico que esta a continuación.

Cuadro No. 13. Estimación del consumo (kg MS/v/día) según semana

Tratamiento	Método de estimación	Semana post parto		
		3	5	7
TMR	TMR en comederos	17,3	19,6	23,5
AF32	TMR en comederos	6,6 ^a	6,8 ^a	6,8 ^a
	Desaparecido pastura	15,4	15,4	15,4
	Estimado pastura*	9,4	11	12,5
AF15	TMR en comederos	6,6 ^a	6,8 ^a	6,8 ^a
	Desaparecido pastura	9,15	9,15	9,15
	Estimado pastura*	9,4	9,4	9,5
AF8	TMR en comederos	6,2 ^a	6,2 ^a	6,6 ^a
	Desaparecido pastura	5,84	5,84	5,84
	Estimado pastura*	6,3	6,4	6,7

Medias con distinta letra difieren significativamente (Tukey-Kramer; P < 0.05)

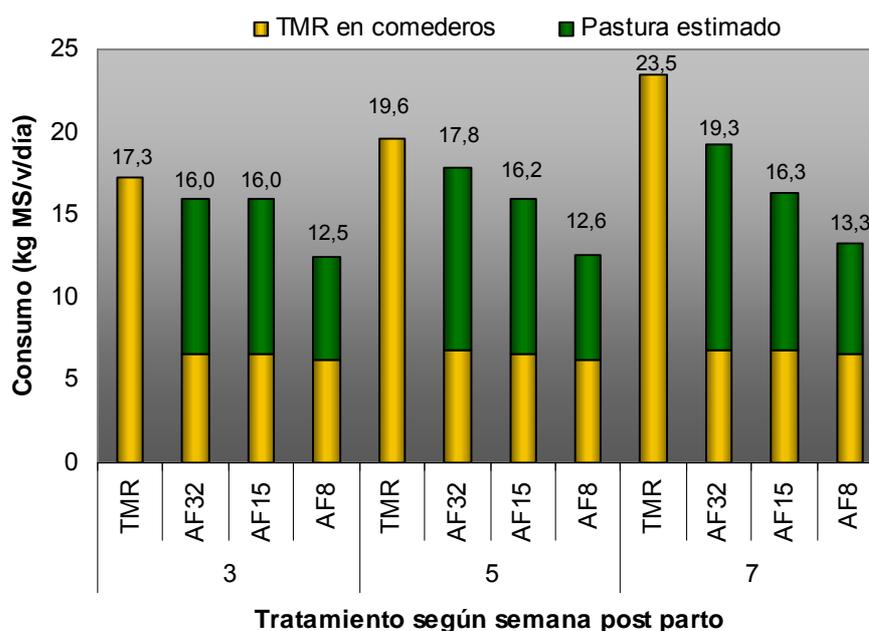
* Consumo de pastura estimado indirectamente utilizando la planilla electrónica "lecheras.xls"

Los resultados de consumo de pastura calculados a partir del desaparecido merecen la siguiente consideración: esta metodología es más precisa cuando el periodo de ocupación de la parcela es corto y cuando desaparece una gran proporción del forraje disponible inicialmente para los animales (Walters y Evans, Meijs, citados por Smit et al., 2005). Al comparar el consumo de pastura estimado ("lecheras.xls") con el consumo calculado a partir de la utilización es posible ver el mayor grado de coincidencia que ocurre para los tratamientos AF15 y AF8. El consumo calculado a partir de la utilización claramente estaría sobreestimando el valor real del consumo en el caso del

tratamiento AF32 lo cual es coherente con la consideración expresada anteriormente

En el gráfico siguiente se presenta el consumo de MS por tratamiento, el consumo de TMR en los comederos se determinó de manera directa (ofrecido menos rechazo) mientras que el consumo de forraje se estimó de manera indirecta (“lecheras.xls”) tomando en cuenta la composición de la dieta, el peso vivo, los días de lactancia, la producción de leche, el porcentaje de grasa y la variación de peso vivo de los animales.

Figura No. 11. Evolución del consumo total según tratamiento



En el gráfico anterior podemos observar claramente la evolución positiva del consumo del tratamiento TMR. Entre las semanas 3 y 7 las vacas consumieron en promedio 19,7 kg MS por día. El rechazo expresado como porcentaje del ofrecido fue de 17%, de manera que se logró el objetivo de 15% que se tomó como premisa inicial ya que el tratamiento debía ser alimentado *ad libitum*.

El valor promedio de consumo del tratamiento TMR es similar al reportado por Bidegain y Llano (2005) quienes reportaron 18,7 kg MS/v/d promedio de consumo para vacas primíparas durante las primeras 8 semanas de lactancia. Debe tenerse en cuenta que si bien el valor de 19,7 kg MS de nuestro experimento es algo superior este no toma en cuenta las 2 primeras semanas de adaptación.

En cuanto a la evolución del consumo Bidegain y Llano (2005) reportan que en la séptima semana post parto las vaquillonas alcanzaron aproximadamente 27 kg MS/v/día, el cual es mayor al obtenido en nuestro experimento para el tratamiento TMR. Los valores de consumo en la tercera semana post parto son similares. La ocurrencia de algunos problemas de acidosis pudo estar determinando que el consumo no aumentara según lo esperado en el tratamiento TMR.

El consumo de los tratamientos de pastoreo fue menor que el consumo del tratamiento TMR y la diferencia se hace mayor a medida que avanzan las semanas de lactancia de los animales. A su vez dentro de los tratamientos de pastoreo hay una diferencia marcada entre el tratamiento AF8 y los restantes y esta está dada principalmente por el menor consumo de pastura. El tratamiento AF15 presenta un consumo similar al tratamiento AF32 en la tercera semana post parto luego el tratamiento AF32 aumenta su consumo (desde 16,0 a 19,3 kg MS/v/día) mientras que el tratamiento AF15 prácticamente no aumenta su consumo (200 grs más de TMR y 100 grs más de pastura).

En los tratamientos de pastoreo podemos ver que la asignación de forraje fue lo que determinó que las vacas pudieran aumentar su consumo o que no pudieran hacerlo. Vemos que la asignación de forraje más baja ya es limitante del consumo de los animales desde la tercera semana post parto.

McGilloway y Mayne, citados por Bargo et al. (2003) reportan que para lograr condiciones no restrictivas de la pastura la utilización de la misma debe ser baja, menor al 50%. El tratamiento AF32 presenta un valor de utilización de la pastura de 47% y la evolución del consumo que presenta el tratamiento sugiere que las características de la pastura no estarían limitando el consumo. El comportamiento del tratamiento AF32 y del AF15 a su vez nos da la pauta que parece innecesario asignar tal cantidad de forraje a los animales durante

las primeras semanas post parto ya que los animales no hacen uso de ese forraje.

4.2 PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

4.1.1 Efecto durante el periodo experimental

Los análisis de prueba de varianza (ver anexo) arrojan los siguientes resultados: las parcelas tuvieron efecto significativo sobre la producción de leche, los tratamientos tuvieron efecto significativo sobre la producción de leche y finalmente no se detectó interacción tratamiento por parcela.

4.1.1.1 Efecto de los tratamientos

En el siguiente cuadro se presentan los resultados obtenidos de producción de leche, composición de la leche y producción de sólidos de los distintos tratamientos. Estos resultados son promedio de todo el periodo experimental.

Cuadro No. 14. Producción de leche, composición de la leche y producción de sólidos según tratamiento

Item	Tratamiento				Prueba F		
	TMR	AF32	AF15	AF8	Trat	Sem	TxS
Prod. de leche (Lts/v/d)	26,13 ^a	24,07 ^b	22,93 ^b	18,86 ^c	***	***	***
LCG 3.5% (Lts/v/d)	25.12 ^a	25.86 ^a	24.93 ^a	21.27 ^b	***	***	NS
Composición	-----%-----						
Grasa	3.61 ^b	4.35 ^a	4.27 ^a	4.54 ^a	***	***	NS
Proteína	3.31 ^a	3.03 ^b	2.93 ^b	2.92 ^b	***	***	NS
	-----kg/d-----						
Grasa	0.95 ^{ab}	1.06 ^a	1.01 ^{ab}	0.89 ^b	**	***	NS
Proteína	0.89 ^a	0.74 ^b	0.69 ^b	0.56 ^c	***	***	***
SNG	2.39 ^a	2.09 ^b	1.98 ^b	1.59 ^c	***	***	***

Medias con distinta letra difieren significativamente (Tukey-Kramer; P < 0.05)

*** P ≤ 0.01.

** P ≤ 0.05.

En primer lugar tenemos que hubo efecto significativo de los tratamientos para todas las variables estudiadas. Lo mismo sucede con el efecto de la semana post parto. Hubo interacción significativa tratamiento por semana para producción de leche, kg de proteína y kg de sólidos no grasos.

El tratamiento TMR tuvo mayor producción de leche que los tratamientos de pastoreo, sin embargo si observamos LCG 3,5% no fue mejor que los tratamientos AF32 Y AF15. Este hecho no concuerda con los mayores valores de consumo encontrados para el tratamiento TMR. La producción de leche del tratamiento TMR es menor a la esperada (28, 30 y 35 lts/v/día para las semanas 3, 5 y 7 respectivamente; estimada con "lecheras.xls") según los valores de consumo observados para dicho tratamiento. El hecho de que la producción de leche del tratamiento TMR se encuentre al menos 5 lts por debajo del valor esperado probablemente se deba a la incidencia de disturbios ruminales, es decir acidosis. Hubo dos vacas integrantes de este tratamiento a las cuales se les diagnosticó acidosis y finalmente fueron sacadas de experimento. Este hecho sugiere que puede haber habido animales con

acidosis subclínica que respondieron positivamente al tratamiento con MgOH (50 gr/v/d) y $\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$ (150 gr/v/d) pero que tuvieron disturbios en algún momento.

Considerando los tratamientos de pastoreo, tenemos un mejor desempeño de los tratamientos AF32 y AF15 respecto del tratamiento con pastoreo más restringido, es decir el tratamiento AF8. Estas diferencias se deben principalmente al menor consumo de pastura del tratamiento AF8 respecto de los tratamientos AF15 y AF32.

A su vez debemos considerar el gasto de energía asociado al pastoreo al momento de interpretar los resultados obtenidos. Si consideramos (NRC, 2001) un costo de mantenimiento de unas 9 Mcal de NE_L como costo de mantenimiento de las vaquillonas y le asignamos un 8% de costo energético de pastoreo (Di Marco y Aello, 2003) al tratamiento AF32 y un 20% (Di Marco y Aello, 2003) al tratamiento AF8 esto daría cuenta de 0.72 y 1.8 Mcal NE_L respectivamente, es decir aproximadamente 1 litro y 2 litros diarios que no se producen solo por el hecho de realizar actividad de pastoreo.

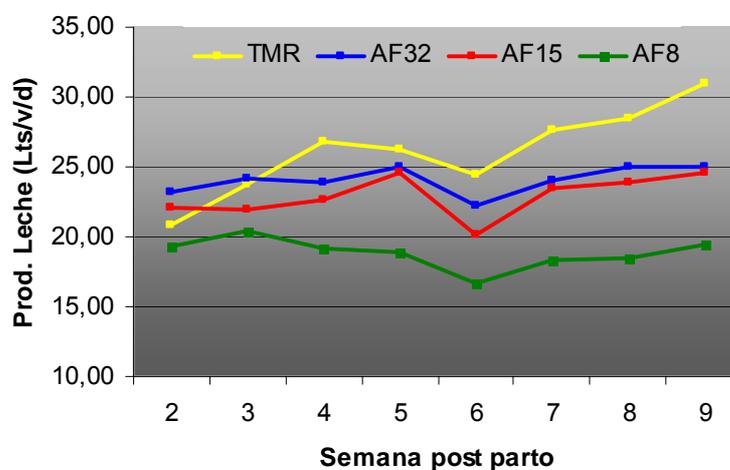
Bargo et al. (2002b) reportó producciones de 38,1 lts/v/d y 32,0 lts/v/d para vacas alimentadas con una dieta TMR y vacas alimentadas con una dieta TMR y pastura respectivamente. Este experimento a diferencia del nuestro fue realizado con animales en inicio de la segunda etapa de la lactancia (109 ± 39 dpp). Nuestro experimento incluye las primeras semanas post parto de los animales en las cuales hay restricciones al consumo propias de la vaca en transición de manera que este hecho puede estar diluyendo las diferencias que si son notorias hacia el final del periodo experimental como veremos más adelante.

En cuanto al porcentaje de grasa en leche tenemos que el TMR presentó un menor porcentaje respecto de los tratamientos de pastoreo. Este fue marcadamente menor, casi un punto porcentual por debajo del AF8. El porcentaje de proteína sin embargo, fue mayor en el TMR que en los tratamientos de pastoreo. Este acercamiento entre los porcentajes de grasa y proteína en el tratamiento TMR está evidenciando el tipo de dieta que recibieron los animales y a su vez la existencia de disturbios ruminales (Meschy et al., 2004). No hubo efecto significativo de interacción tratamiento por semana para el porcentaje de grasa y proteína.

Si observamos la producción de grasa en kg de cada tratamiento vemos que si bien hubo efecto significativo de los tratamientos el TMR no es distinto de los tratamientos de pastoreo. Dentro de los tratamientos de pastoreo el tratamiento AF8 presenta una menor producción de grasa que el AF32 debido esto principalmente a una menor producción de leche ya que su porcentaje de grasa en leche es el más alto.

El tratamiento TMR tuvo una mayor producción de proteína en kg que los tratamientos de pastoreo, dentro de estos el tratamiento AF8 fue el que tuvo una menor producción. Esta misma situación se constata para la producción de sólidos no grasos.

Figura No. 12. Producción de leche por tratamiento según semana



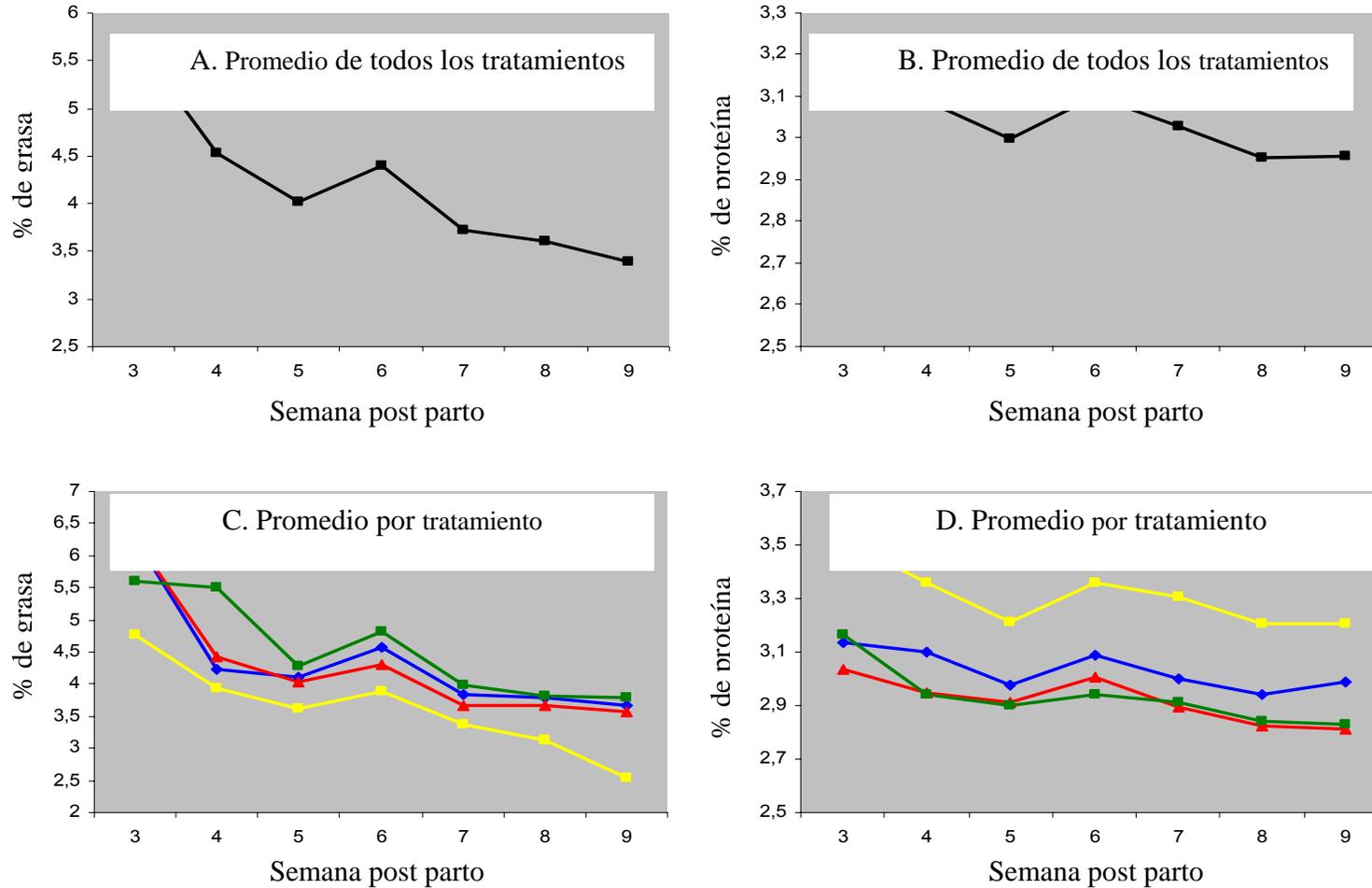
En el gráfico anterior se presenta la producción de leche por tratamiento según semana. Este nos permite ver la evolución de la producción de leche a medida que transcurren las semanas del experimento. El tratamiento TMR llega a la semana 9 con 30.95 lts de leche por vaca por día, los tratamientos AF32 y AF15 con 25.05 y 14.64 lts respectivamente, el tratamiento AF8 finaliza el periodo experimental con 19.5 lts por vaca por día. Las diferencias entre el tratamiento TMR y los de pastoreo se acentúan hacia el final del periodo.

La figura que se presenta a continuación muestra la evolución de los porcentajes de grasa y proteína, las gráficas A y B presentan valores promedio de todo el grupo de vaquillonas mientras que las gráficas C y D consideran el efecto de cada tratamiento en particular. Durante las dos primeras semanas post parto se tuvo una serie de inconvenientes con las muestras de leche lo que determinó que se descartaran estos resultados.

En primer lugar se observa en las gráficas A y B el efecto principal de la semana post parto sobre el porcentaje de grasa y el porcentaje de proteína, estos presentan una marcada disminución. Esto está dentro de lo esperado ya que hasta el pico de lactancia se da un aumento de la producción de leche y una disminución por efecto dilución de los porcentajes de grasa y proteína.

En los gráficos C y D podemos ver la evolución similar que presentan los tratamientos y así confirmar la no interacción entre tratamiento y semana que se constataba en el cuadro No. 14. A su vez se confirma la consistencia de los resultados de menor producción de grasa y mayor producción de proteína del tratamiento TMR a medida que transcurren las semanas.

Figura No. 13. Evolución del porcentaje de grasa y proteína en la leche



Tratamientos: TMR "amarillo"; AF32 "azul"; AF15 "rojo"; AF8 "verde".

4.1.1.2 Respuesta a la asignación de forraje

A continuación se presenta un cuadro con la respuesta a la asignación de forraje según el rango de asignación de forraje considerado, los resultados son los siguientes:

Cuadro No. 15. Respuesta en producción de leche a la asignación de forraje

Rango de AF (kg MS/v/d)	Respuesta (lts/kg)
8 - 15	0.58
15 - 32	0.07
8 - 32	0.22

La respuesta en promedio para el rango de asignaciones considerado si bien es un poco mayor al promedio encontrado luego de analizar los datos del cuadro N° 3 (0.194 lts/kg MS \pm 0.148 lts/kg MS) es consistente con lo reportado en la revisión bibliográfica ya que hay un importante grado de variabilidad en los datos a partir de los cuales se realiza el promedio. A modo de ejemplo, Fernández y Rivoir (1995) reportaron una respuesta de 0.150 lts/kg MS al pasar de una AF de 8 a una AF de 14 kg MS/v/día mientras que Benech y Felix (1999) reportaron una respuesta de 0.288 lts/kg MS al pasar de una AF de 10 kg MS/v/día a una AF de 15 kg MS/v/día.

La excelente respuesta encontrada al pasar de 8 a 15 kg MS/v/día de asignación de forraje solo es comparable con la encontrada para un rango de asignaciones de forraje similar reportada por King y Stockdale (1984), 0,667 y 0,678 lts por kg MS de forraje extra que se asigna a los animales en los ensayos de una pastura de raigrás con trébol blanco y una pastura de paspalum respectivamente.

Los valores de los experimentos reportados por Fernández y Rivoir (1995), Bartesaghi y Ferrés (1996), Benech y Felix (1999) si bien consideran rangos de asignación de forraje bajos (8-14, 10-15 y 8-12 respectivamente) a diferencia de los experimentos reportados por King y Stockdale (1984) son experimentos de tipo factorial en los cuales se estudia además del efecto de la asignación el efecto de diferentes niveles de concentrado. Al aumentar la

asignación de forraje la tasa de sustitución de pastura por suplemento también se incrementa, de esta manera es dable esperar menores valores de respuesta en comparación con situaciones en las cuales no se suplementa.

El excelente nivel con que llegaron al parto las vaquillonas de nuestro experimento, la etapa de la lactancia en que se encontraban y la excelente condición de la pastura al inicio del pastoreo (franja semanal) son factores que pueden haber contribuido a que a pesar de tener un buen nivel de suplementación (aprox. 6,5 kg MS/v/día) se lograra obtener la mencionada respuesta a la asignación para el rango de 8 a 15 kg MS/v/día.

A su vez se confirma que la respuesta marginal disminuye al aumentar el nivel de asignación de forraje. En 5 trabajos, King y Stockdale (1984), Cea (1987), Stockdale (1992), Fernández y Rivoir (1995), Dalley et al. (1999) se observa una disminución en la respuesta en producción de leche a la asignación de forraje a medida que aumenta la asignación de forraje. De esta manera podemos afirmar que la información es consistente al respecto.

4.1.1.3 Producción de leche por hectárea

En el siguiente cuadro se presenta la producción acumulada para las 9 semanas de duración de la etapa post-parto así como la superficie de terreno asignada a cada vaca durante las 9 semanas.

Cuadro No. 16. Producción de leche por hectárea según tratamiento

Tratamiento	TOTAL (Lts/v)	Superficie (Has/v)	Producción Lts/ha
TMR	1646	----	----
AF32	1516	0.73	2.087
AF15	1445	0.36	3.976
AF8	1188	0.18	6.539

Las vacas del tratamiento TMR no tuvieron acceso a pastura. Cada una de las vacas de los tratamientos AF32, AF15 y AF84 en promedio tuvieron

aproximadamente 0.75, 0.375 y 0.1875 has subdivididas en 9 franjas de ocupación semanal. La producción de leche por hectárea aumenta a medida que se restringe el forraje. Este hecho es coherente con los datos presentados en el cuadro N° 3, sistemáticamente en todos los experimentos de corto plazo en los que se reporta la producción de leche por hectárea la producción de leche por hectárea se incrementa al aumentar la presión de pastoreo.

Dado la etapa de la lactancia en que se encuentran los animales habría que tener en cuenta además de la producción de leche que sucede con el estado corporal de los animales lo que se analizará más adelante. Durante las nueve semanas consideradas si bien al restringir el forraje disminuyó la producción por individuo la producción por hectárea se incrementó de manera considerable.

Más aun al pasar de ocupar una franja semanal de una hectárea a una franja de $\frac{1}{2}$ hectárea el aumento de producción por hectárea es de 1.889 lts/ha. Al pasar de una franja semanal de $\frac{1}{2}$ hectárea a una franja semanal de $\frac{1}{4}$ hectárea el aumento es de 2.563 lts/ha de manera que la respuesta no es decreciente como sería dable esperar. Esto nos plantea la interrogante de a que valores de asignación de forraje debemos someter a los animales para encontrar la disminución en la producción por hectárea en el corto plazo?

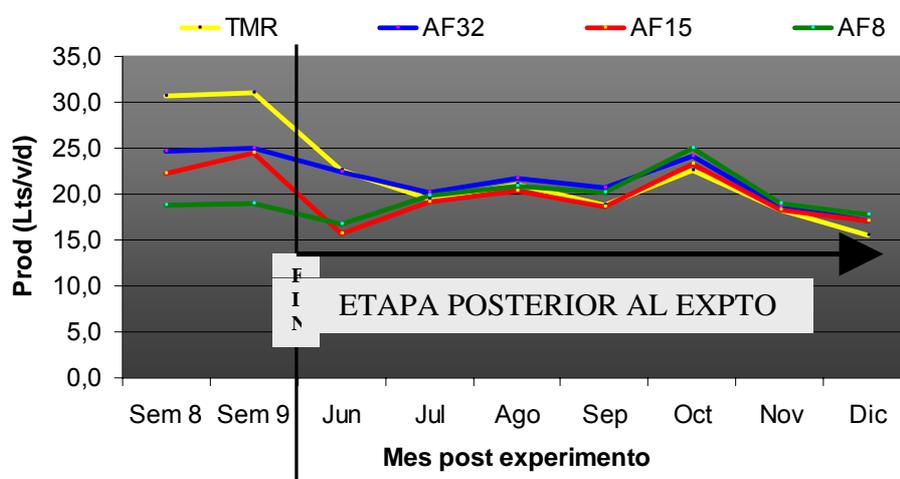
4.1.2 Efecto residual

El periodo residual está comprendido entre el 6 de junio de 2005 cuando finalizó el experimento hasta el último control lechero del año 2005 que tuvo lugar el 28 de diciembre de 2005. Los datos de manejo y producción durante este periodo nos fueron brindados por la Jefatura de Operaciones de la EEMAC.

Los animales permanecieron pastoreando una vez al día en sobre la misma pradera en la cual se realizó el experimento. Además tuvieron acceso a 24 kg de ensilaje de maíz por vaca por día. Luego del 8 de setiembre de 2005 no se les suministró más ensilaje pero entonces tuvieron acceso a una pradera de primer año con la misma mezcla que la pastura utilizada para el ensayo, es decir Festuca, Trébol Blanco y Lotus.

Los animales tuvieron acceso a 5 kg de ración entre los dos ordeños luego de finalizado el experimento. Hasta el 13 de setiembre de 2005 se les suministró una formulación con 16% de PC, a partir de esta fecha la formulación pasó a tener 13% de PC.

Figura No. 14. Producción de leche durante el periodo residual



Cuadro No. 17. Producción de leche según periodo considerado

	Periodo residual	Periodo experimental	Periodo TOTAL
Nº DÍAS	205	60	265
TMR	4.100	1.646	5.746
AF32	4.276	1.516	5.792
AF15	3.896	1.445	5.341
AF8	4.109	1.188	5.297

Al día 6 de junio de 2005 las vacas tenían en promedio aproximadamente 60 días post parto, la fecha del control lechero de diciembre corresponde al día 28. En total tenemos 265 días de lactancia, del los cuales 60 corresponden al periodo experimental y 205 a la etapa posterior.

Hacia la fecha 23 de julio, día del control lechero correspondiente a ese mes, es decir un mes y medio luego de finalizado el experimento los valores de producción de las vacas correspondientes a los distintos tratamientos ya se habían emparejado. A partir de ese control como podemos ver en la gráfica las vacas pertenecientes a los distintos tratamientos presentan una evolución similar.

Con los resultados a la vista podemos afirmar que no hubo una lógica según lo esperado en los resultados de producción de leche durante el periodo residual. También tenemos que decir que la mayor producción de los tratamientos mejor alimentados durante el periodo experimental (TMR y AF32) hace que la producción de estos considerando la lactancia completa sea superior (aproximadamente 400 lts de leche) y esto se debe principalmente a la mayor producción registrada durante el periodo experimental.

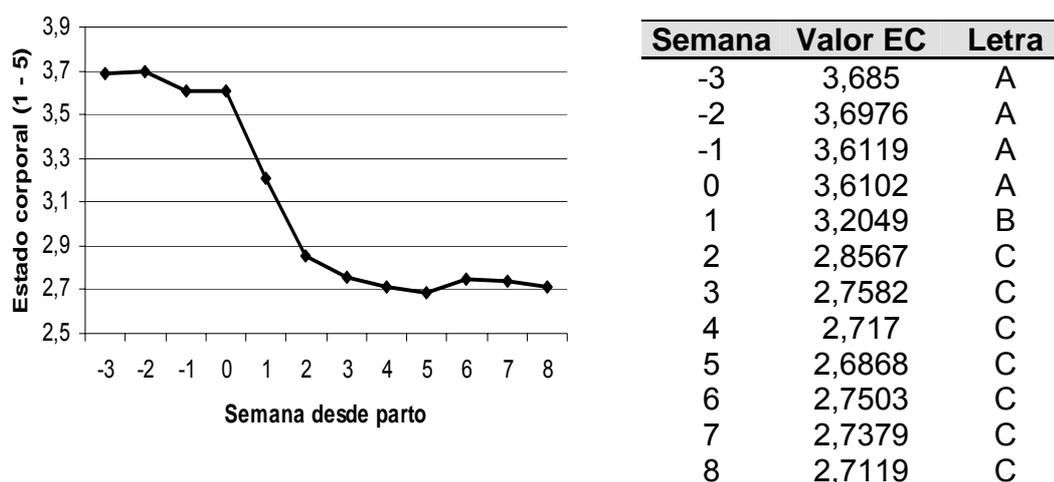
A su vez no hay diferencias aparentes entre el tratamiento TMR y el tratamiento AF32 si consideramos toda la lactancia. Esto está explicado por un desempeño menor al esperado del tratamiento TMR durante el periodo experimental, sumado a esto este tratamiento debe haber sufrido más que el tratamiento AF32 la transición a la dieta de forraje en pastoreo.

Las diferencias entre el tratamiento AF32 y el tratamiento AF8 están explicadas principalmente por la menor producción del tratamiento AF8 durante el periodo experimental.

4.2 ESTADO CORPORAL

La siguiente figura muestra la evolución del estado corporal (Edmondson et al., 1989) de los animales a medida que transcurrieron las semanas comenzando a contar desde la tercera semana previo al parto.

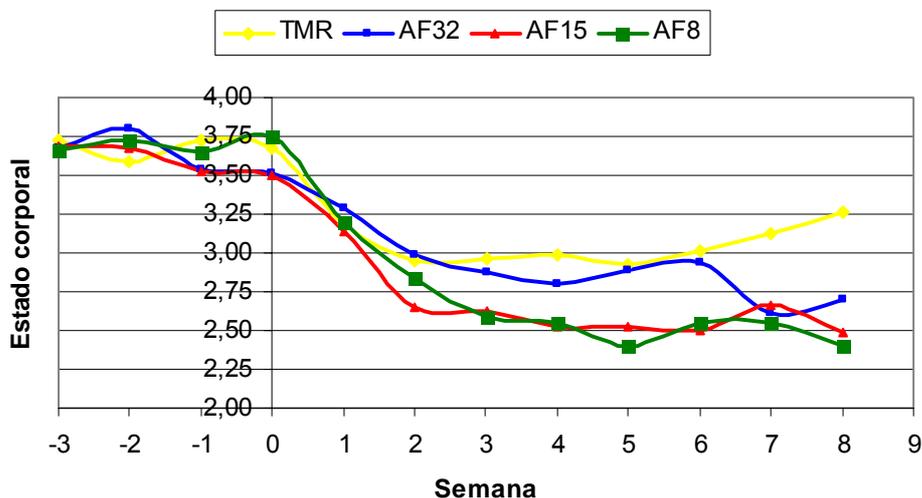
Figura No. 15. Estado corporal promedio del grupo de vaquillonas según semana



Los animales llegan al parto con una condición corporal de 3.6, esta se encuentra dentro del rango óptimo de condición corporal al parto, esta no debe ser menor a 3,5 según lo reportado por Chilbroste et al. (2003). El gráfico y el cuadro anterior muestran claramente el efecto de la semana en que se encuentra el animal sobre el estado corporal. En las semanas previas al parto ya se empieza a evidenciar la disminución del estado corporal de las vaquillonas. Este hecho concuerda con lo reportado por Meikle et al. (2004) quienes encontraron que la condición corporal disminuye desde 30 días antes del parto y esta tendencia es más marcada durante las cuatro primeras semanas post-parto.

Si tomamos como punto de partida la tercera semana previa al parto y observamos la quinta semana luego del parto vemos que la caída es de un punto de condición corporal. Entre el parto y la segunda semana se da una caída abrupta de la condición corporal de más de medio punto en la escala.

Figura No. 16. Evolución del estado corporal según tratamiento



En el gráfico anterior podemos observar la evolución del estado corporal para los distintos tratamientos. El tratamiento TMR es el que presenta una menor caída así como también una más pronta recuperación de estado corporal, comenzando esta en la sexta semana luego del parto. Este hecho concuerda con lo reportado por Broster y Broster (1998) quienes concluyen que al mejorar la alimentación durante la lactancia temprana la pérdida de estado corporal se hace menor.

Dentro de los tratamientos de pastoreo el tratamiento AF32 presenta una caída no tan marcada como los tratamientos AF15 y AF8. Estos dos últimos tratamientos presentan un valor menor al recomendado (mínimo 2,5) de estado corporal al finalizar el experimento.

Es de destacar que el orden que presentan los tratamientos en el estado corporal al finalizar el experimento es coherente con la disponibilidad de alimento que tuvieron los mismos.

5. CONCLUSIONES

El aumento de asignación de forraje de 8 a 32 kg MS por vaca por día permitió que se dieran aumentos en el consumo de materia seca de las vaquillonas. El tratamiento AF32 mostró un crecimiento en el consumo de MS de un 33% al pasar de consumir 9,4 kg MS de forraje en la tercera semana post parto a consumir 12,5 kg MS de forraje en la séptima semana post parto. Por su parte el tratamiento AF8 tuvo un aumento del 6% durante el mismo periodo y sobre niveles más bajos (aproximadamente 6,5 kg MS). El efecto de la asignación sobre el consumo se hace más importante a medida que transcurren las semanas luego del parto o dicho de otra manera hubo un importante efecto interacción semana post parto por nivel de asignación de forraje sobre el consumo de materia seca de forraje.

Durante las cuatro primeras semanas post parto el consumo de los tratamientos AF15 y AF32 fue similar de manera no se justificaría un aumento de la asignación de forraje más allá de los 15 kg MS/v/día durante este periodo bajo condiciones similares a las reportadas para este experimento. Una asignación de forraje de 8 kg MS/V/día si resultó ser restrictiva para el consumo de MS de pastura por parte de los animales.

El tratamiento TMR logró un mayor consumo de MS que los tratamientos de pastoreo, sin embargo el nivel de consumo alcanzado por el mismo no es tan alto como el reportado por otros autores (Bidegain y Llano, 2005). Las vaquillonas llegaron con muy buenas condiciones (edad, peso vivo y estado corporal al parto), este hecho nos sugiere que los problemas de acidosis ocurridos durante el experimento afectaron de manera negativa el consumo y el desempeño productivo de los animales de este tratamiento.

El efecto de la asignación de forraje sobre el consumo se reflejó en el desempeño productivo. Hubo efecto significativo dentro de los tratamientos de pastoreo sobre la producción de leche durante los dos primeros meses de lactancia de vaquillonas Holando. Sin embargo no se llegó a detectar una diferencia significativa a nivel estadístico en la producción de leche promedio del periodo de los tratamientos AF15 y AF32.

La respuesta en producción de leche a la asignación de forraje en promedio fue de 0,22 lts de leche por cada kg de forraje extra que se asignó a

los animales. Sin embargo el comportamiento de esta respuesta en función del nivel de asignación no es lineal. Al pasar de 8 a 15 kg MS de forraje por vaca por día la respuesta es de 0,58 lts de leche por kg de MS de forraje extra que se asigna a los animales mientras que entre 15 y 32 kg MS forraje por vaca diarios la respuesta es de 0,07 lts de leche por kg de MS de forraje extra que se asigna.

La cantidad de leche producida por hectárea durante el periodo experimental aumento en forma acentuada al aumentar disminuir la asignación de forraje. Referidos al tratamiento AF8, los tratamientos AF15 y AF32 respectivamente produjeron un 61% y un 32% respectivamente. Se hace mención a que es una experiencia de corto plazo y en la cual no se toman en cuenta efectos residuales de la pastura. No parece prudente tomar conclusiones más allá del marco en el cual se desarrolló el experimento.

En base a la información referente a la producción de leche de los animales luego de finalizado el periodo experimental aportada por la Jefatura de Operaciones de la EEMAC no se detectó efecto residual de los tratamientos sobre la producción de leche de los animales.

Hubo un marcado efecto los tratamientos sobre el estado corporal de los animales. El tratamiento TMR fue el que tuvo una menor caída del estado corporal así como una más pronta recuperación del mismo. Dentro de los tratamientos de pastoreo se observa una tendencia a tener mejor condición corporal por parte del tratamiento de mayor asignación.

El tratamiento AF15 logró tener una producción de leche similar al tratamiento AF32 pero realizando una mayor movilización de reservas corporales. El tratamiento AF8 fue el que movilizó reservas corporales en mayor grado llegando a tener menos de 2,5 puntos de estado corporal al final del experimento y encontrándose más de $\frac{1}{4}$ punto de estado corporal por debajo del AF32. El tratamiento AF15 presentó un comportamiento intermedio.

Bajo las condiciones en que se desarrolló el experimento y tomando en cuenta la producción de leche de los animales, la producción de leche por hectárea y la evolución del estado corporal es que se concluye que no habría ventaja de asignar más allá de 15 kg de MS de forraje por día a vaquillonas Holando durante la lactancia temprana.

6. RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de la asignación de forraje sobre el desempeño productivo y sobre el comportamiento ingestivo de vacas primíparas en inicio de lactancia se desarrolló un experimento que tuvo una duración de 92 días comenzando el 8 de marzo de 2005, en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (E.E.M.A.C), Facultad de Agronomía, Paysandú-Uruguay. El diseño experimental fue de bloques completos al azar. En el experimento se utilizaron 44 vaquillonas Holando, las cuales tuvieron un mismo manejo durante la etapa pre-parto. En la etapa post-parto existieron 3 tratamientos en pastoreo y 1 testigo estabulado, el testigo tuvo acceso ad libitum a una dieta TMR compuesta por un concentrado comercial, ensilaje de maíz y heno de moha. Los 3 tratamientos en pastoreo tuvieron acceso a una dieta base compuesta por 10 Kg. (BF) de ensilaje de maíz, 4.8 Kg.(BF) de concentrado comercial y 0.44 Kg.(BF) de heno de Moha. Estos tratamientos se manejaron sobre la misma pastura (plurianual de 2º año), teniendo acceso a la misma en el horario de 8.00 a 15.00 hs, el pastoreo fue en franjas semanales con una superficie variable según tratamiento siendo para el tratamiento AF8 de 0,25 has, en el tratamiento AF15 de 0,50 Has y para el tratamiento AF32 de 1,0 Has, estas superficies diferentes permitieron que se lograran asignaciones diarias de forraje de aproximadamente 8, 15 y 32 kg MS por vaca tal como lo denota la nomenclatura usada para los tratamientos de pastoreo. Las variables que se midieron fueron producción y composición de leche, condición corporal, consumo de MS en comederos, composición botánica y dinámica de desaparición de la pastura además de comportamiento ingestivo de los animales (tasa de bocado y actividad grupal). El efecto de los diferentes tratamientos sobre la producción de leche fue significativo obteniéndose niveles de producción de 26,13, 24,07, 22,93 y 18,86 lts para los tratamientos TMR, AF32, AF15 y AF8 respectivamente ($P < 0,05$). Se puede concluir que al aumentar la asignación de forraje se da una tendencia al aumento en la producción de leche, por otra parte que las producciones de leche alcanzadas por el tratamiento estabulado son superiores a las producciones de leche obtenidas en pastoreo. La respuesta encontrada en producción de leche a la asignación de forraje fue alta (0,58 lts leche/kg MS) para el rango de asignación de forraje que va de 8 a 15 kg MS/v/día mientras que fue baja (0,07 lts leche/kg MS) para el rango que va de 15 a 32 kg MS/v/día de asignación de forraje. La respuesta promedio para el rango comprendido entre los extremos de asignación de forraje fue de 0,22 lts leche/kg MS).

Palabras clave: Vaca primípara; Pastoreo; Asignación de forraje; Inicio de lactancia.

7. SUMMARY

An experiment was carried out to study the effect of pasture allowance on productive performance and ingestive behaviour of primiparous Holstein-Friesian cows in early lactation. The trial took place in the Experimental Farm Mario A. Cassinoni (E.E.M.A.C), Agronomy College (U.D.E.L.A.R), Paysandú (Uruguay), and it lasted for 92 days beginning on 8th March 2005. The experiment had a completely randomized design. Forty four primiparous Holstein-Friesian heifers were selected from de herd of de dairy farm of the Agronomy College cows which had the same handling in pre-calving were used during this trial. The pasture consisted of an association of *Festuca arundinácea*, *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus*. The trial consisted on four treatments, three of them which included grazing activity plus a TMR diet and one in confinement conditions only fed a TMR diet. The treatment in confinement was fed (*ad libitum*) a TMR diet composed by commercial concentrate, corn silage and moha (*Setaria italica*) hay. The three grazing treatments were fed pasture in the morning and a TMR diet in the afternoon after de pm milking; the cows were fed 10 kg (BF) of corn silage, 4.8 kg (BF) of commercial concentrate and 0.44 kg (BF) of moha hay. During the morning (8:00 am to 3:00 pm) they were allocated three different forage allowances (8, 15 and 32 kg DM/cow/day) of the pasture mentioned above to the AF8, AF15 and AF32 treatments respectively. The cows grazed weekly strips with 0,25, 0,5 and 1 ha to each treatment provided a similar pasture condition at the beginning of the grazing week. Milk production and composition, corporal condition, dry matter intake in troughs, botanical composition, pasture disappearance and ingestive behaviour (bite rate and group activity) were the variables measured in this trial. A significant effect of treatments was found on milk production. The average milk production during the experiment was 26,13, 24,07, 22,93 and 18,86 lts for the TMR, AF32, AF15 and AF8 treatments respectively. It was concluded that an increase in the daily pasture allowance tend to increase the milk production. Milk production reached by the TMR only fed treatment was higher than the milk production achieved by grazing treatments. Treatment AF32 milk production was found to be very close to that one from the above mentioned confinement treatment. A high level (0,58 lt milk/kg DM) response of milk production to an increased pasture allowance was found within the range between 8 to 15 kg DM/cow/day. Within de range between 15 to 32 kg DM/cow/day the average milk production response to pasture allowance was lower (0.07 lt milk/kg DM). Finally, the average response between 8 to 32 kg DM/cow/day of pasture allowance was 0,22 lt milk/kg DM extra allocated to the animals.

Key words: Primiparous cow; Grazing; Forage allowance; Early lactation.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ALBRIGHT, J.L. 1993. Feeding behaviour of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 76: 485-498.
2. ALVAREZ, H.J.; DICHIO, L.; PECE, M.A.; CANGIANO, C.A.; GALLI, J.R. 2006. Effect of pasture allowance and energy supplementation upon dairy cows milk yield. *Ciencia e Investigación Agraria*. 33(2):81-88.
3. ALLDEN, W.G.; WHITTAKER, I.A. 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationships of factors influencing herbage intake and availability. *Australian Journal of Agricultural Research*. 21: 755-766.
4. ALLEN, M.S. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forrages by ruminants. *Journal of Animal Science*. 74: 3063-3075.
5. _____. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 83: 1598-1624.
6. ALLISON, C.D. 1985. Factors affecting forrage intake by range ruminants; a review. *Journal of Range Management*. 38(4): 305-311.
7. ARRETCHE, M.D.; PEÑA, R.M.; WIEBE, F. 2006. Efecto de la asignación de forraje en la producción de leche y comportamiento ingestivo de vacas Holando primíparas durante la primer etapa de lactancia. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 119 p.
8. BARGO, F.; MULLER, L.D.; DELAHOY, J.E.; CASSIDY, T.W. 2002a. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *Journal of Dairy Science*. 85:1777–1792.
9. _____.; _____.; _____.; _____. 2002b. Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. *Journal of Dairy Science*. 85: 2948-2963.
10. _____. 2003. Suplementación en pastoreo; conclusiones sobre las últimas experiencias en el mundo (en línea). s.l., Universidad Nacional de Córdoba. Consultado 22 jun. 2007. Disponible en <http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/Material%20II/bargo.pdf>.

11. BARTESAGHI, M.T.; FERRÉS, A. 1996. Efecto de la presión de pastoreo, el nivel de suplementación con concentrados y el tipo de ensilaje sobre producción y composición de leche, variación de peso y condición corporal de vacas lecheras de parición de otoño. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 110 p.
12. BENECH, F.; FELIX, C. 1999. Efecto del tipo y nivel de suplementación con concentrados y de la oferta de pasturas por vaca sobre la producción y composición de la leche y variación de peso y condición corporal de vacas lecheras de parición de otoño suplementadas con ensilaje de maíz ofrecido Ad. Libitum. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 164 p.
13. BIDEGAIN, P.; LLANO, R. 2005. Efecto del nivel de proteína en dietas preparto sobre producción y composición de leche de vacas primíparas y multíparas Holando en lactancia temprana. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 110 p.
14. BINES, J.A. 1976. Regulation of food intake in dairy cows in relation to milk production. *Livestock Production Science*. 3: 115-128.
15. BROSTER, W.H.; BROSTER, V.J. 1998. Body score of dairy cows; review article. *Journal of Dairy Research*. 65: 155-173.
16. BUTLER, S.T.; STAKELUM, G.K.; MURPHY, J.J.; DELABY, L. RATH, M.; O'MARA, F.P. 2003. The relationship between milk production potential and herbage intake of grazing dairy cows. *Animal Science*. 77. 343-354.
17. BUXTON, D.R.; REDFEARN, D.D. 1997. Plant limitations to fiber digestion and utilization. *Journal of Nutrition*. 127: 814S-818S.
18. CEA, A.G. 1987. Efecto de la presión de pastoreo y concentrados sobre la producción de vacas holando de parición de otoño. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 75 p.
19. CHILIBROSTE, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero; I Predicción del consumo. In: *Jornadas Uruguayas de Buiatría (26as., 1998, Paysandú, Uruguay)*. Trabajos presentados. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 1-7.
20. _____. 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño – invernal.

In: Congreso Latinoamericano de Buiatría (10), Jornadas Uruguayas de Buiatría (30as., 2002, Paysandú, Uruguay). Trabajos presentados. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 90-96.

21. _____.; IBARRA, D.; ZIBIL, S.; LABORDE, D. 2003. Proyecto Alimentación – Reproducción, informe final. Montevideo, Uruguay. CONAPROLE. pp. 1-28.
22. DALGALARRONDO, E.; VIZIO, A.C. 1994. Efecto de la dieta y el manejo sobre la producción y composición de la leche, la variación de peso y condición corporal durante la lactancia temprana de vacas Holando de parción de otoño. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 103 p.
23. DALLEY, D.E.; ROCHE, J. R.; GRAINGER, C.; MOATE, P.J. 1999. Dry matter intake, nutrient selection, and milk production of dairy cows grazing rainfed perennial pastures at different herbage allowances in spring. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 39:923–931.
24. DELABY, L.; PEYRAUD, J.L.; DELAGARDE, R. 2001. Effect of the level of concentrate supplementation, herbage allowance and milk yield at turnout on the performance of dairy cows in mid lactation at grazing. *Animal Science*. 73:171-181.
25. DELAGARDE, R.; O'DONOVAN, M. 2005. Les modèles de prevision de l'ingestion journalière d'herbe et de la production laitière des vaches au pasturage. *INRA Productions Animales*. 18 (4) : 241-253.
26. DI MARCO, O.; AELLO, M.S. 2003. Costo energético de la actividad de vacunos en pastoreo y su efecto en la producción. (en línea). Balcarce, Argentina, INTA. Consultado 20 jun. 2007. Disponible en http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/nutricion/costo_energ.htm.
27. DRACKLEY, J.K. 1999. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier?. *Journal of Dairy Science*. 82: 2259-2273.
28. DULPHY, J.P. ; DEMARQUILLY, C. 1994. The regulation and prediction of feed intake in ruminants in relation to feed characteristics. *Livestock Production Science*. 39: 1-12.

29. FAVERDÍN, P.; M'HAMED, D.; RICO-GÓMEZ, M.; VÉRITÉ, R. 2003. La nutrition azotée influence l'ingestion chez la vache laitière. *INRA Productions Animales*. 16: 27-37.
30. FERGUSON, J.D.; GALLIGAN, D.T.; THOMSEN, N. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 77: 2695-2703.
31. FERNÁNDEZ, C.E.; RIVOIR, P. 1995. Efecto de la oferta por animal y del nivel de suplementación con concentrados sobre el consumo de ensilaje, la producción y composición de la leche y la variación de peso y la condición corporal en vacas lecheras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 109 p.
32. FORBES, J.M. 1985. *The voluntary food intake of farm animals*. London, Butterworths. 206 p.
33. _____. 1996. Integration of regulatory signals controlling forage intake in ruminants. *Journal of Animal Science*. 74: 3029-3035.
34. FRIGGENS, N.C.; EMMANS, G.C.; KYRIAZAKIS, I.; OLDHAM, J.D.; LEWIS, M. 1998. Feed intake relative to stage of lactation for dairy cows consuming total mixed diets with a high or a low ratio of concentrate to forage. *Journal of Dairy Science*. 81: 2228-2239.
35. GABRIEL, F.; NEUMAN, M.; SCHAFFNER, A.E.; TORTEROLO, J.P. 2004. Efecto del nivel de inclusión de brote de malta en dietas basadas en pastoreo y suplementación energética sobre la producción y composición de leche de vacas Holando en el inicio de la lactancia. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 127 p.
36. GALLI, J.R.; CANGIANO, C.A.; FERNANDEZ, H.H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. Revisión bibliográfica. *Revista Argentina de Producción Animal*. 16 (2): 119-142.
37. GALLO, L.; CARNIER, P.; CASSANDRO, M.; MANTOVANI, R.; BAILONI, L.; CONTIERO, B.; BITTANTE, G. 1996. Change in body condition score of Holsteins cows as affected by parity and mature equivalent milk yield. *Journal of Dairy Science*. 79: 1009-1015.
38. GEYMONAT, F.E. 1992. Efecto de la presión de pastoreo y de la suplementación concentrada en vacas Holando de parición de

primavera sobre pasturas con Sudangrás. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 206 p.

39. GRAINGER, C.; WILHELMS, G.D. 1979. Effect of duration and pattern of underfeeding in early lactation on milk production and reproduction of dairy cows. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 19: 395-401.
40. _____.; _____.; MCGOWAN, A.A. 1982. Effect of body condition at calving and level of feeding in early lactation on milk production of dairy cows. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 22: 9-17.
41. HERNÁNDEZ-MENDO, O.; LEAVER, J.D. 2004. Effect of replacing time available for grazing with time available for eating maize silage and soyabean meal on milk yield and feeding behaviour in dairy cows. *Grass and Forage Science*. no. 59: 318-330.
42. ILLIUS, A.W.; JESSOP, N.S. 1996. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. *Journal of Animal Science*. 74: 3052-3062.
43. INGVARTSEN, K.L. 1994. Models of voluntary food intake in cattle. *Livestock Production Science*. 39: 19-38.
44. _____.; ANDERSEN, J.B. 2000. Integration of metabolism and intake regulation: a review focusin on periparturient animals. *Journal of Dairy Science*. 83: 1573-1597.
45. JOURNET, M.; REMOND, B. 1976. Physiological factors affecting the voluntary intake of feed by cows; a review. *Livestock Production Science*. 3: 129-146.
46. KENNEDY, E.; O'DONOVAN, M.; MURPHY, J.P.; O'MARA, F.P.; DELABY, L. 2006. The effect of initial spring grazing date and subsequent stocking rate on the grazing management, grass dry matter intake and milk production of dairy cows in summer. *Grass and Forage Science*. no. 61: 375-384.
47. KING, K.R.; STOCKDALE, C.R.; PATTERSON, I.F. 1980. The effect of restriction of pasture intake in late lactation on the milk production and body condition of dairy cows. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 20: 389-393.

48. _____; _____.1984. Effects of pasture type and grazing management in autumn on the performance of dairy cows in late lactation and on subsequent pasture productivity. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 24: 312-321.
49. KNIGHT, C.H.; WILDE, C.J. 1993. Mammary cell changes during pregnancy and lactation. *Livestock Production Science*. 35: 3-19.
50. KOMARAGIRI, M.; ERDMAN, R. 1997. Factors affecting body tissue mobilization in early lactation dairy cows. 1. Effect of dietary protein on mobilization of body fat and protein. *Journal of Dairy Science*. 80: 929-937.
51. KRALL, E.; BONECARRÈRE, L.M. 1997. Relación entre el estado corporal y la producción de leche y su composición. *Cangüé*. no. 11: 2-6.
52. MCMEEKAN, C.P. 1961. Grass to milk; a New Zealand philosophy. Wellington, New Zealand, New Zealand Dairy Exporter. 204 p.
53. MCNAMARA, S.; O'MARA, F.P.; RATH, M.; MURPHY, J.J. 2003. Effects of different transition diets on dry matter intake, milk production, and milk composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 86: 2397-2408.
54. MAHER, J.; STAKELUM, G.; RATH, M. 2003. Effect of daily herbage allowance on the performance of spring-calving dairy cows. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 42: 229-241.
55. MEIKLE, A.; KULCSAR, M.; CHILLIARD, Y.; FEBEL, H.; DELAVAL, C.; CAVESTANY, D.; CHILIBROSTE, P. 2004. Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. *Reproduction*. 127: 727-737.
56. MEISSNER, H.H.; PAULSMEIER, D.V. 1995. Plant compositional constituents affecting between-plant and animal species prediction of forage intake. *Journal of Animal Science*. 73: 2447-2457.
57. MERTENS, D.R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 80: 1463-1481.
58. MESCHY, F.; BRAVO, D. ; SAUVANT, D. 2004. Analyse quantitative des réponses des vaches laitières à l'apport des substances tampon. *INRA Productions Animales*. 17: 11-18.

59. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 6th. rev. ed. Washington, D.C., National Academy Press. 381 p.
60. O'DONOVAN, M.; DELABY, L.; PEYRAUD, J.L. 2004. Effect of time of initial grazing date and subsequent stocking rate on pasture production and dairy cow performance. *Animal Research*. 53: 489–502.
61. OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; GILL, D.R. 1998. Acidosis in cattle; a review. *Journal of Animal Science*. 76: 275-286.
62. PEYRAUD, J.L. ; DELABY, L. 2005. Combiner la gestion optimale du pâturage et le performances des vaches laitières; enjeux et outils. *INRA Productions Animales*. 18(4): 231-240.
63. PHILLIPS, C.J.C.; RIND, M.I. 2002. The effects of social dominance on the production and behaviour of grazing dairy cows offered forage supplements. *Journal of Dairy Science*. 85: 51-59.
64. PRYCE, J.E.; COFFEY, M.P.; BROTHERSTONE, S. 2000. The genetic relationship between calving interval, body condition score and linear type and management traits in registered Holsteins. *Journal of Dairy Science*. 83: 2664-2671.
65. PULIDO, R.G.; LEAVER, J.D. 2003. Continuous and rotational grazing of dairy cows, the interactions of grazing systems with level of milk yield, sward height and concentrate level. *Grass and Forage Science*. no. 58: 265-275.
66. RAMOS, A.S. 1996. Efecto de la asignación de forraje sobre la utilización de la pastura y la performance de vacas holando pastoreando un cultivo de avena. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 74 p.
67. SMIT, H.J.; TAWHEEL, H.Z.; TAS, B.M.; TAMMINGA, S.; ELGERSMA, A. 2005. Comparing of techniques for estimating herbage intake of grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 88: 1827-1836.
68. STOCKDALE, C.R. 1992. The productivity of dairy cows fed irrigated subterranean clover herbage. *Australian Journal of Agricultural Research*. 43: 1281-1295.

69. THARMARAJ, J.; WALES, W.J.; CHAPMAN, D.F.; EGAN, A.R. 2002. Defoliation pattern, foraging behaviour and diet selection by lactating dairy cows in response to sward height and herbage allowance of a ryegrass-dominated pasture. *Grass and Forage Science*. no. 58: 225–238.
70. VAZQUEZ, O.P.; SMITH, T.R. 2000. Factors affecting pasture intake and total dry matter intake in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 83: 2301–2309.
71. WALES, W.J.; DOYLE, P.T.; STOCKDALE, C.R.; DELLOW, D.W. 1999. Effects of variations in herbage mass, allowance, and level of supplement on nutrient intake and milk production of dairy cows in spring and summer. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 39: 119–30.
72. WILLIAMS, Y.J.; WALKER, G.P.; DOYLE A.R.; STOCKDALE, C.R. 2005. Rumen fermentation characteristics of dairy cows grazing different allowances of persian clover or perennial ryegrass-dominant swards in spring. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 45: 665-675.

9. ANEXOS

9.1 BLOQUEO DE LOS ANIMALES

Nº Vaquillona	Fecha nacimiento	PV kg bloqueo	EC bloqueo	Tratamiento	Bloque	Nombre tratamiento
216	23/03/2002	560	3,5	1	1	TMR
238	23/04/2002	560	3,5	2	1	AF32
239	25/04/2002	534	3,5	3	1	AF15
213	22/03/2002	580	3,5	4	1	AF8
223	29/03/2002	578	3,75	1	2	TMR
228	02/04/2002	594	3,75	2	2	AF32
231	04/04/2002	570	3,75	3	2	AF15
220	26/03/2002	590	3,5	4	2	AF8
206	19/03/2002	610	3,5	1	3	TMR
211	20/03/2002	610	3,75	2	3	AF32
241	28/04/2002	604	3,75	3	3	AF15
215	23/03/2002	606	3,5	4	3	AF8
227	01/04/2002	626	3,5	1	4	TMR
218	25/03/2002	614	3,25	2	4	AF32
201	12/03/2002	624	3,75	3	4	AF15
202	15/03/2002	622	3,75	4	4	AF8
225	01/04/2002	636	3,5	1	5	TMR
204	15/03/2002	630	3,75	2	5	AF32
209	20/03/2002	630	3,75	3	5	AF15
212	22/03/2002	628	3,75	4	5	AF8
243	01/05/2002	642	3,5	1	6	TMR
236	18/04/2002	644	3,75	2	6	AF32
245	07/05/2002	642	3,75	3	6	AF15
242	01/05/2002	638	3,5	4	6	AF8
258	30/06/2002	506	4	1	7	TMR
259	30/06/2002	536	4	2	7	AF32
256	29/06/2002	526	3,5	3	7	AF15
264	28/07/2002	534	3,75	4	7	AF8
217	23/03/2002	574	4	1	8	TMR
234	12/04/2002	524	3,5	2	8	AF32
250	16/06/2002	572	3,75	3	8	AF15
203	15/03/2002	562	3,75	4	8	AF8
232	10/04/2002	602	4,25	1	9	TMR
221	27/03/2002	612	4,25	2	9	AF32
230	04/04/2002	616	4	3	9	AF15
226	01/04/2002	606	4,25	4	9	AF8
257	30/06/2002	608	3,5	1	10	TMR
205	17/03/2002	608	4	2	10	AF32

262	27/07/2002	638	3,75	3	10	AF15
252	22/06/2002	618	3,5	4	10	AF8
251	20/06/2002	566	4	1	11	TMR
261	13/07/2002	532	3	2	11	AF32
233	12/04/2002	652	4	3	11	AF15
229	02/04/2002	652	3,25	4	11	AF8

9.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Nomenclatura y colores utilizados para la identificación de los animales por tratamiento

Tratamiento (análisis estadístico)	Nombre del tratamiento
1	TMR
2	AF32
3	AF15
4	AF8

Los términos parcela y semana serán usados indistintamente en esta sección, son equivalentes.

9.2.1 Consumo de los tratamientos de pastoreo en los comederos

Effect=trat		Method=Tukey-Kramer(P<0.05)			Set=2	Letter
Obs	trat	semana	diasem	Estimate	Standard Error	Group
10	AF15	—		6.7738	0.08004	A
11	AF32	—		6.7613	0.07565	A
12	AF8	—		6.4356	0.08022	B

Effect=semana				Method=Tukey-Kramer (P<0.05)	Set=1		
Obs	trat	semana	diasem	Estimate	Standard Error	Letter Group	
1	—	9		6.9174	0.1216	A	
2	—	8		6.8162	0.1215	A	
3	—	6		6.7702	0.1201	A	
4	—	7		6.7696	0.1199	A	
5	—	5		6.6107	0.1210	A	
6	—	1		6.5988	0.1586	A	
7	—	4		6.5454	0.1213	A	
8	—	3		6.4918	0.1302	A	
9	—	2		6.3922	0.1207	A	

Effect=diasem				Method=Tukey-Kramer (P<0.05)	Set=3		
Obs	trat	semana	diasem	Estimate	Standard Error	Letter Group	
13	—	—	Lunes	6.7383	0.06141	A	
14	—	—	Viernes	6.7299	0.06482	A	
15	—	—	Miércoles	6.5026	0.06703	B	

Effect=trat*semana				Method=Tukey-Kramer (P<0.05)	Set=4		
Obs	trat	semana	diasem	Estimate	Standard Error	Letter Group	
16	AF15	6		7.2324	0.2040	A	
17	AF32	8		7.2128	0.1994	A	
18	AF15	9		7.0296	0.2160	A	
19	AF32	5		6.8847	0.1971	A	
20	AF32	7		6.8806	0.1970	A	
21	AF8	9		6.8690	0.2161	A	
22	AF32	9		6.8535	0.1956	A	
23	AF15	7		6.8323	0.2041	A	
24	AF15	5		6.7856	0.2071	A	
25	AF15	4		6.7220	0.2044	A	
26	AF32	6		6.7018	0.1947	A	
27	AF15	8		6.6710	0.2101	A	
28	AF15	3		6.6513	0.2598	A	
29	AF32	3		6.6413	0.2041	A	
30	AF15	1		6.6247	0.2535	A	
31	AF8	1		6.6050	0.2693	A	
32	AF8	7		6.5958	0.2150	A	
33	AF32	4		6.5789	0.2041	A	
34	AF32	1		6.5667	0.2687	A	
35	AF8	8		6.5647	0.2150	A	
36	AF32	2		6.5314	0.2047	A	
37	AF15	2		6.4153	0.2138	A	
38	AF8	6		6.3765	0.2182	A	
39	AF8	4		6.3354	0.2150	A	
40	AF8	2		6.2300	0.2047	A	
41	AF8	3		6.1826	0.2103	A	
42	AF8	5		6.1617	0.2166	A	

9.2.2 Producción de leche (lts/v/día)

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
bl	10	191	6.70	<.0001
semana	7	566	9.59	<.0001
trat	3	192	58.60	<.0001
trat*semana	21	567	2.53	0.0002

Effect=semana Method=Tukey-Kramer (P<0.05)

Obs	trat	semana	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	—	9	25.0348	0.4520	A
2	—	8	23.9928	0.4153	AB
3	—	5	23.6595	0.4230	AB
4	—	7	23.3627	0.4080	AB
5	—	4	23.0990	0.4223	BC
6	—	3	22.5769	0.4253	BCD
7	—	2	21.3375	0.4826	CD
8	—	6	20.9067	0.4527	D

Effect=trat Method=Tukey-Kramer (P<0.05)

Obs	trat	semana	Estimate	Standard Error	Letter Group
9	TMR	—	26.1306	0.3757	A
10	AF32	—	24.0683	0.3367	B
11	AF15	—	22.9296	0.4210	B
12	AF8	—	18.8565	0.4165	C

9.2.3 Leche corregida por grasa (lts LCG 3,5%/vaca/día)

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
bl	10	43.6	1.72	0.1077
semana	6	253	10.11	<.0001
trat	3	42.2	5.61	0.0025
dia	1	302	4.10	0.0437
trat*semana	18	253	1.49	0.0941
trat*dia	3	302	1.93	0.1252

Effect=trat				Method=Tukey-Kramer(P<0.05)	Set=2	
Obs	trat	semana	dia	Estimate	Standard Error	Letter Group
8	AF32	—	—	25.8650	0.7312	A
9	TMR	—	—	25.1225	0.8087	A
10	AF15	—	—	24.9334	0.9087	A
11	AF8	—	—	21.2706	0.9033	B

9.2.4 Producción de grasa (kg grasa/vaca/día)

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	DF	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
bl	10	53.4		1.90	0.0651
semana	6	243		15.74	<.0001
trat	3	51.6		3.33	0.0267
dia	1	242		4.50	0.0349
trat*semana	18	244		1.24	0.2316
trat*dia	3	242		1.93	0.1248

Effect=trat				Method=Tukey-Kramer(P<0.05)	Set=2	
Obs	trat	semana	dia	Estimate	Standard Error	Letter Group
8	AF32	—	—	1.0587	0.03557	A
9	AF15	—	—	1.0133	0.04423	AB
10	TMR	—	—	0.9501	0.03920	AB
11	AF8	—	—	0.8932	0.04401	B

9.2.5 Producción de proteína (kg proteína/vaca/día)

Type 3 Tests of Fixed Effects kg proteína

Effect	DF	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
bl	10	35.2		1.17	0.3454
semana	6	291		15.02	<.0001
trat	3	35		33.93	<.0001
dia	1	399		15.17	0.0001
trat*semana	18	291		3.12	<.0001
trat*dia	3	399		0.45	0.7170

Effect=trat				Method=Tukey-Kramer(P<0.05)	Set=2	
Obs	trat	semana	dia	Estimate	Standard Error	Letter Group
8	TMR	—	—	0.8860	0.02169	A
9	AF32	—	—	0.7406	0.01943	B
10	AF15	—	—	0.6895	0.02410	B
11	AF8	—	—	0.5643	0.02395	C

9.2.6 Producción de sólidos no grasos (kg SNG/vaca/día)

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	DF	Num DF	Den F Value	Pr > F
bl	10	32.2	1.35	0.2475
semana	6	306	32.30	<.0001
trat	3	32.4	23.75	<.0001
dia	1	407	2.12	0.1463
trat*semana	18	305	3.38	<.0001
trat*dia	3	407	0.33	0.8019

Effect=trat Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=2

Obs	trat	semana	dia	Estimate	Standard Error	Letter Group
8	TMR	—	—	2.3887	0.06393	A
9	AF32	—	—	2.0868	0.05703	B
10	AF15	—	—	1.9826	0.07070	B
11	AF8	—	—	1.5879	0.07027	C

9.2.7 Porcentaje de grasa en la leche

Type 3 Tests of Fixed Effects % de grasa

Effect	DF	Num DF	Den F Value	Pr > F
bl	10	65.7	2.48	0.0138
semana	6	248	24.14	<.0001
trat	3	63.7	7.37	0.0003
dia	1	220	3.31	0.0704
trat*semana	18	248	1.26	0.2121
trat*dia	3	220	1.87	0.1350

Effect=trat Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=2

Obs	trat	semana	dia	Estimate	Standard Error	Letter Group
8	AF8	—	—	4.5428	0.1649	A
9	AF32	—	—	4.3539	0.1332	A
10	AF15	—	—	4.2733	0.1656	A
11	TMR	—	—	3.6092	0.1465	B

Effect=parcela				Method=Tukey-Kramer(P<0.05)		Set=1
Obs	trat	semana	dia	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	—	3	—	5.7201	0.1566	A
2	—	4	—	4.5266	0.1570	B
3	—	6	—	4.3974	0.1512	B
4	—	5	—	4.0127	0.1563	BC
5	—	7	—	3.7150	0.1502	C
6	—	8	—	3.6009	0.1524	C
7	—	9	—	3.3910	0.1536	C

9.2.8 Porcentaje de proteína en la leche

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	DF	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
bl	10	35	35	1.64	0.1355
semana	6	271	271	8.91	<.0001
trat	3	34.4	34.4	12.53	<.0001
dia	1	376	376	61.37	<.0001
trat*semana	18	272	272	0.64	0.8702
trat*dia	3	376	376	0.31	0.8162

Effect=trat				Method=Tukey-Kramer(P<0.05)		Set=2
Obs	trat	semana	dia	Estimate	Standard Error	Letter Group
8	TMR	—	—	3.3089	0.04998	A
9	AF32	—	—	3.0326	0.04491	B
10	AF8	—	—	2.9334	0.05540	B
11	AF15	—	—	2.9176	0.05575	B

Type 3 Tests of Fixed Effects dpp Mean

Effect	DF	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
bl	10	22	22	2.97	0.0160
semana	6	393	393	27749.3	<.0001
trat	3	22	22	0.08	0.9685
dia	1	394	394	0.70	0.4022
trat*semana	18	393	393	1.59	0.0596
trat*dia	3	394	394	0.74	0.5295

Effect=trat				Method=Tukey-Kramer (P<0.05)	Set=2	
Obs	trat	semana	dia	Estimate	Standard Error	Letter Group
8	AF15	—	—	35.6280	2.3045	A
9	TMR	—	—	35.4562	2.1398	A
10	AF8	—	—	34.9620	2.2946	A
11	AF32	—	—	34.3191	1.8645	A

9.2.9 Estado corporal de los animales

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	DF	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
bl	10	47.7		1.42	0.1987
trat	3	45		4.01	0.0130
semana	11	241		24.83	<.0001
trat*semana	33	242		1.79	0.0072

Effect=semana				Method=Tukey-Kramer (P<0.05)	Set=1	
Obs	trat	semana	Estimate	Standard Error	Letter Group	
1	—	-14	3.6976	0.05964	A	
2	—	-21	3.6850	0.06578	A	
3	—	-7	3.6119	0.05911	A	
4	—	0	3.6102	0.06667	A	
5	—	1	3.2049	0.05896	B	
6	—	2	2.8567	0.05902	C	
7	—	3	2.7582	0.05918	C	
8	—	6	2.7503	0.05929	C	
9	—	7	2.7379	0.05996	C	
10	—	4	2.7170	0.05925	C	
11	—	8	2.7119	0.06285	C	
12	—	5	2.6868	0.05928	C	

Effect=trat*semana			Method=Tukey-Kramer(P<0.05)		Set=2
Obs	trat	semana	Estimate	Standard Error	Letter Group
13	AF32	-14	3.7938	0.1046	ABC
14	AF8	0	3.7474	0.1422	ACDE
15	AF8	-14	3.7298	0.1306	ABCD
16	TMR	-7	3.7294	0.1171	ABD
17	TMR	-21	3.7224	0.1343	ABCD
18	AF15	-21	3.6820	0.1375	ABCDEFGH
19	TMR	0	3.6787	0.1383	ABDEF
20	AF32	-21	3.6757	0.1166	ABCDE
21	AF15	-14	3.6735	0.1255	ABCDEG
22	AF8	-21	3.6598	0.1396	ABCDEFGHIJ
23	AF8	-7	3.6488	0.1247	ABCDEFGHI
24	TMR	-14	3.5931	0.1177	ABCDEFG
25	AF32	-7	3.5430	0.1077	ABCDEFGHIJ
26	AF15	-7	3.5262	0.1250	ABCDEFGHIJKL
27	AF32	0	3.5091	0.1189	ABCDEFGHIJK
28	AF15	0	3.5055	0.1354	ABCDEFGHIJKL
29	AF32	1	3.2911	0.1065	DEFGHIJKLMN
30	TMR	8	3.2589	0.1224	ABCDEFGHIJKLMNOP
31	AF8	1	3.1947	0.1247	BFGHIJKLMNOQRS
32	TMR	1	3.1901	0.1171	CGHIJKLMNOQPR
33	AF15	1	3.1437	0.1250	ABCDEFGHIJKLMOPQS
34	TMR	7	3.1251	0.1181	DEFGHIJKLMNOQRS
35	TMR	6	3.0138	0.1181	EFGHIJKLMNOQRST
36	AF32	2	2.9871	0.1048	FLMNOPQRSTU
37	TMR	4	2.9853	0.1181	GHIJKLMNOQRSTU
38	TMR	3	2.9568	0.1180	HIJKLMNOQRSTU
39	TMR	2	2.9557	0.1177	IJKLMNOQRSTU
40	AF32	6	2.9335	0.1056	KLMNOPQRSTU
41	TMR	5	2.9302	0.1181	JKLMNOQRSTU
42	AF32	5	2.8889	0.1056	LMNOPQRST
43	AF32	3	2.8699	0.1053	LMNOPQRST
44	AF8	2	2.8353	0.1253	KLMNOPQRSTU
45	AF32	4	2.7995	0.1055	MNOPQRST
46	AF32	8	2.7052	0.1056	MNOPQRST
47	AF15	7	2.6578	0.1311	MNOPQRST
48	AF15	2	2.6488	0.1255	NRTV
49	AF15	3	2.6209	0.1258	OPQRSTV
50	AF32	7	2.6147	0.1056	OPQRSTV
51	AF8	3	2.5853	0.1256	PTV
52	AF8	4	2.5540	0.1257	PTV
53	AF8	6	2.5540	0.1257	OPQRSTV
54	AF8	7	2.5540	0.1257	OPQRSTV
55	AF15	5	2.5305	0.1259	QRSTV
56	AF15	4	2.5292	0.1258	RTV
57	AF15	6	2.5001	0.1259	STV
58	AF15	8	2.4856	0.1483	OPQRSTV
59	AF8	5	2.3977	0.1257	T
60	AF8	8	2.3977	0.1258	T

9.3 ESCALA DE CONDICIÓN CORPORAL UTILIZADA DURANTE EL EXPERIMENTO

Grado de condición corporal	Vértebra en la espalda	Aspecto posterior del hueso pélvico	Aspecto lateral de la línea entre las caderas	Cavidad entre cola y la tuberosidad isquiática	
				Aspecto posterior	Aspecto lateral
1 Subcondicionamiento severo					
2 Esqueleto obvio					
3 Buen balance de esqueleto y tejidos superficiales					
4 Esqueleto no tan obvio como tejidos superficiales					
5 Sobrecondicionamiento severo					

Fuente: adaptado de Edmondson et al. (1989).

9.3.1 Equivalencias estado corporal

Los investigadores de Australia y Nueva Zelanda comúnmente utilizan la escala de 8 puntos, mientras que en otras regiones del mundo es más común el uso de escalas de 5 puntos. En el caso particular del experimento que da origen a esta tesis se utilizó la escala de 5 puntos de condición corporal. Para encontrar las equivalencias entre las mencionadas escalas nos basamos en las equivalencias planteadas por Krall y Boncarrère (1997).

Para convertir datos de escala 1 a 5 a escala 1 a 8 el modelo es:
$-1.37 + 1.73 (\text{score dado en escala 1 a 5}) = \text{score escala 1 a 8}$

Para convertir datos de escala 1 a 8 a escala 1 a 5 el modelo es:
$1.02 + 0.52 (\text{score dado en escala 1 a 8}) = \text{score escala 1 a 5}$

Los datos para generar estas ecuaciones surgen de aproximadamente 200 vacas y la correlación entre los valores de puntuación (score) de cada escala fue de 0.95 ($P > 0.01$) y los coeficientes de determinación de los modelos fueron de 0.90.

9.4 DATOS SOBRE EL CLIMA DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL

Datos meteorológicos del período experimental

	Semana1	Semana2	Semana3	Semana4	Semana5
TM(°C)	20	18	17	16	18
HR (%)	73	76	71	67	75
PP (mm)	114	63	1	0	41
	Semana6	Semana7	Semana8	Semana9	Promedio
TM (°C)	17	13	15	19	17
HR (%)	85	74	74	89	76
PP (mm)	145	0	0	59	47

En lo que respecta a las condiciones climáticas reinantes durante el período experimental se destacan los altos valores de precipitaciones registrados durante el transcurso de las semanas 1 y 6. La temperatura y humedad relativa no presentan mayores variaciones.

9.5 VALORES DE DISPONIBILIDAD DE LA PASTURA

Franja semana	Franja semana	Superficie (has)	Tratamiento	Disponible (kg MS/ha)	Promedio por franja
Franja 1	05/04/2005	0,25	T2	2606	2596
	al	0,125	T3	2624	
	11/04/2005	0,0625	T4	2498	
Franja 2	12/04/2005	1	T2	2644	2651
	al	0,5	T3	2613	
	18/04/2005	0,25	T4	2758	
Franja 3	19/04/2005	1	T2	2597	2659
	al	0,5	T3	2539	
	25/04/2005	0,25	T4	3146	
Franja 4	26/04/2005	1	T2	2906	2684
	al	0,5	T3	2270	
	02/05/2005	0,25	T4	2625	
Franja 5	03/05/2005	1	T2	2766	2647
	al	0,5	T3	2481	
	09/05/2005	0,25	T4	2500	
Franja 6	10/05/2005	1	T2	2689	2614
	al	0,5	T3	2508	
	16/05/2005	0,25	T4	2526	
Franja 7	17/05/2005	1	T2	2889	2925
	al	0,5	T3	3010	
	23/05/2005	0,25	T4	2900	
Franja 8	24/05/2005	1	T2	3180	3239
	al	0,5	T3	3318	
	30/05/2005	0,25	T4	3319	
Franja 9	31/05/2005	1	T2	2714	2617
	al	0,5	T3	2530	
	06/06/2005	0,25	T4	2403	
PROMEDIO GENERAL PONDERADO POR SUPERFICIE FRANJA (KG MS DISPONIBLE POR HECTÁREA)					2750

9.6 MECANISMO DEL PLATO UTILIZADO PARA MEDIR FORRAJE



Mediante las dos fotos anteriores se pretende describir el mecanismo del plato utilizado para medir forraje. Se hace la salvedad que el plato utilizado en nuestro experimento era de sección cuadrada en lugar de redonda como el que se puede apreciar en la foto. De todas manera el mecanismo implicado es básicamente el mismo.

El mismo consiste en una varilla roscada la cual tiene por fuera un caño al cual están adheridos el plato propiamente dicho y el contador responsable de registrar la medición. El contador tiene un engranaje que está acoplado a la rosca de la varilla interna. El plato no llega hasta el suelo ya que la pastura le ofrece resistencia a bajar. A mayor disponibilidad de la pastura mayor resistencia. De esta manera es posible establecer una correlación entre el valor registrado por el contador y los kg de MS/ha presentes en el forraje.