

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**EFFECTO DEL TIPO Y NIVEL DE SUPLEMENTACION CON
CONCENTRADOS Y DE LA OFERTA DE PASTURAS POR VACA SOBRE LA
PRODUCCION Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE Y VARIACION DE PESO Y
CONDICION CORPORAL DE VACAS LECHERAS DE PARICION DE
OTOÑO SUPLEMENTADAS CON ENSILAJE DE MAIZ OFRECIDO AD
LIBITUM.**

por

**Fabio BENECH CRUJEIRA
César FELIX RIVERO**

**DEPARTAMENTO DE
COORDINACION Y
BIBLIOTECA**

**TESIS presentada como
uno de los requisitos
para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo.
(Orientación Agrícola-
Ganadera)**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
1999**

TOMO I

A NUESTROS SERES QUERIDOS

PAGINA DE APROBACION

Tesis aprobada por:

Director: **Ing. Agr. Msc. YAMANDÚ ACOSTA**.
Nombre completo y firma

Ing. Agr. LAURA ASTIGARRAGA.
Nombre completo y firma

Ing. Agr. ENRIQUE FAVRE.
Nombre completo y firma

Fecha: 15 de diciembre de 1999

Autores : **FABIO BENECH CRUJEIRA**.
Nombre completo y firma

CESAR FELIX RIVERO.
Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la dedicación de todos aquellos que de una manera u otra colaboraron con la realización de este ensayo.

A los funcionarios de la Unidad de Lechería del INIA⁴, La Estanzuela por su colaboración durante el desarrollo de este trabajo.

Al personal técnico y funcionarios del laboratorio de Forrajes y concentrados del INIA, La Estanzuela.

Al personal técnico y funcionarios del Laboratorio de Calidad de Leche.

Al personal de Biblioteca de INIA, La Estanzuela.

A los encargados del ordeño, Esteban López y flia. Por su invalorable colaboración y apoyo durante el ensayo.

Al Tec. Agrop. Carlos Moyano por su invalorable cooperación durante el ensayo.

Al Ing. Agr. Federico Coll por su cooperación y apoyo en la compaginación del trabajo.

Al equipo de técnicos de la Unidad de Lechería del INIA, La Estanzuela por el aporte de valiosas sugerencias y el apoyo brindado durante el ensayo

Nuestro distintivo agradecimiento al Director de la Tesis, Ing. Agr. Yamandú Acosta, por su invalorable apoyo, orientación y disposición en el transcurso de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

PAGINA DE APROBACION.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
TABLA DE CONTENIDO.....	V
INDICE DE CUADROS.....	IX
INDICE DE FIGURAS.....	XII
 1. INTRODUCCION	 1
 2.REVISION BIBLIOGRAFICA.....	 3
2.1.CONSUMO.....	3
2.1.1. <i>Factores Asociados al Animal.</i>	5
2.1.1.1. Producción de leche.....	5
2.1.1.2. Tamaño del Animal.....	5
2.1.1.3. Estado Fisiológico.....	6
2.1.1.4. Estado Corporal.....	7
2.1.1.5. Crecimiento.....	7
2.1.2. <i>Factores Asociados al Alimento.</i>	7
2.1.2.1. Digestibilidad y Fibra Detergente Neutro.....	9
2.1.2.2. Contenido de Proteína Cruda de la dieta.....	10
2.1.2.3. Tamaño de partícula.....	10
2.1.2.4. Contenido de agua.....	11
2.1.2.5. Otros factores.....	12
2.1.2.6. Consumo en pastoreo.....	13
2.1.2.6.a. Factores extrínsecos de la pastura.....	13
2.1.2.6.b. Factores intrínsecos de la pastura.....	15
2.2. EFECTO DE LA SUPLEMENTACION SOBRE EL CONSUMO.....	17
2.2.1. <i>Generalidades.</i>	17
2.2.2. <i>Concentrados.</i>	17
2.2.3. <i>Ensilajes.</i>	17

2.2.4. Efectos generales de la suplementación sobre el consumo en pastoreo.....	18
2.2.5. Suplementación de pasturas con concentrados.	19
2.2.6. Suplementación de pasturas con ensilajes.....	21
2.2.7. Suplementación de pasturas con ensilajes y concentrados.....	22
2.3. ENERGIA.....	24
2.3.1. Partición de la energía.....	24
2.3.1.1. Energía bruta.....	25
2.3.1.2. Energía digestible.	25
2.3.1.3. Energía metabolizable.....	26
2.3.1.4. Energía neta.	26
2.3.2. Requerimientos de energía.....	27
2.3.3. Fuentes de energía.	29
2.3.3.1. Carbohidratos.....	29
2.3.3.1.a. Carbohidratos estructurales.....	30
2.3.3.1.b. Carbohidratos no estructurales (CNE).	32
2.3.3.2. Lípidos.	33
2.3.3.2.a. Características generales de los lípidos.	33
2.3.3.2.b. Metabolismo de los lípidos.....	35
2.3.3.2.c. Efecto de los lípidos sobre la digestibilidad de la fibra y el consumo.	36
2.3.3.2.d. Influencia del tipo de grasa.....	37
2.3.3.2.e. Digestión intestinal y absorción.....	39
2.3.3.2.f. Síntesis y transporte de lipoproteínas.....	40
2.4. PROTEÍNA.	40
2.4.1. Dinámica ruminal y síntesis microbiana.	41
2.4.2. Fuentes de proteína.....	44
2.4.3. Requerimientos de proteína.	46
2.6. COMPOSICION DE LA LECHE.	47
2.6.1. Grasa.....	48
2.6.2. Proteína.....	52
2.6.3. Lactosa.	55
2.6.4. Minerales.....	55
3. MATERIALES Y METODOS.	57
3.1. LOCALIZACION Y DURACION.	57
3.2. SELECCIÓN DE ANIMALES.	57
3.3. TRATAMIENTOS.....	58

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	59
3.5. ALIMENTOS.....	61
3.6. MANEJO.....	62
3.7. DETERMINACIONES.....	63
3.7.1. <i>En los alimentos</i>	63
3.7.1.1. Pastura.....	63
3.7.1.1.a. Disponibilidad y Composición.....	63
3.7.1.1.b. Valor Nutritivo.....	64
3.7.1.2. Ensilaje.....	65
3.7.1.2.b. Valor nutritivo.....	65
3.7.1.3. Concentrados.....	66
3.7.1.3.a. Consumo.....	66
3.7.1.3.b. Valor nutritivo.....	66
3.7.2. <i>En los animales</i>	66
3.7.2.1. Producción de leche.....	67
3.7.2.2. Componentes de la leche.....	67
3.7.2.3. Peso vivo y condición corporal.....	67
4.1. DESCRIPCION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES.....	68
4.1.1. <i>Dietas Completas</i>	68
4.1.1.1. Efecto asignación de forraje.....	68
4.1.1.2. Efecto del tipo de concentrado.....	75
4.1.1.3. Efecto del nivel de concentrado.....	79
4.1.1.4. Efecto de la interacción tipo por nivel de concentrado.....	83
4.1.1.5. Efecto de la interacción asignación por nivel de concentrado.....	88
4.1.1.6. Efecto de la interacción asignación por tipo de concentrado.....	90
4.1.2. <i>Consumo de forraje</i>	92
4.1.2.1. Efecto de la asignación.....	92
4.1.3. <i>Consumo de concentrado</i>	94
4.1.3.1. Efecto de la asignación.....	94
4.1.3.2. Efecto del tipo de concentrado.....	95
4.1.3.3. Efecto del nivel de concentrado.....	96
4.1.3.4. Efecto de la interacción nivel por tipo de concentrado.....	97
4.1.4. <i>Consumo de ensilaje</i>	100
4.1.4.1. Efecto de la asignación.....	100
4.1.4.2. Efecto del tipo de concentrado.....	101
4.1.4.3. Efecto del nivel de concentrado.....	101

4.1.4.4. Efecto de la interacción asignación por nivel de concentrado.....	102
4.1.4.5. Efecto de la interacción asignación por tipo de concentrado.....	103
4.3.1. <i>Producción y composición de la leche.</i>	104
4.3.1.1. Efecto de la asignación de pastura.....	104
4.3.1.2. Efecto del tipo de concentrado.....	106
4.3.1.3. Efecto del nivel de concentrado.....	108
4.3.1.4. Efecto de la interacción tipo por nivel de concentrado.....	111
4.3.2.1. Efecto del nivel de concentrado.....	116
4.4. FUNCIONES DE RESPUESTA.....	118
4.4.1. <i>Respuesta al nivel de suplementación según tipo de concentrado y asignación.</i>	118
4.5. ANALISIS CONJUNTO DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES Y COMPORTAMIENTO ANIMAL.....	130
4.5.1. <u>CONSUMO Y PRODUCCIÓN.</u>	130
4.5.2. <i>Eficiencia de producción y utilización de los nutrientes.</i>	136
4.5.3. <i>Análisis comparativo Consumo real Vs. Requerimientos estimados.</i>	138
5. CONCLUSIONES.....	146
6.RESUMEN.....	148
7.SUMMARY.....	149
8.BIBLIOGRAFIA.....	150
9.APENDICE.....	165

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 1. Efectos ruminales y sobre el consumo del tamaño de partícula.....	11
Cuadro N° 2. Acidos grasos comunes en la dieta de vacas lecheras y sus características.....	34
Cuadro N° 3. Composición de ácidos grasos (%) de algunos suplementos lipídicos..	38
Cuadro N° 4. Composición promedio más probable de la leche de vaca.....	47
Cuadro N° 5. Efecto de la proporción y tipo de concentrado en una dieta mezclada, sobre la producción de leche y grasa.....	50
Cuadro N° 6. Efecto de la suplementación con lípidos sobre la producción y composición de la leche.....	51
Cuadro N° 7. Concentración promedio más probable de minerales en la leche de vaca.....	56
Cuadro N° 8. Promedios de las variables utilizadas en las 48 vacas.....	58
Cuadro N° 9. Componentes de los concentrados AA y AL en Kg por tonelada, base húmeda.....	61
Cuadro N° 10. Composición química y valor nutritivo media más probable de los concentrados AA y AL (base seca).....	62
Cuadro N° 11. Consumo y valor nutritivo de la dieta total, según la asignación de forraje.....	69
Cuadro N° 12. Composición media de la dieta experimental, según la asignación de forraje.....	69
Cuadro N° 13. Efecto del tipo de concentrado, sobre el consumo y los valores nutritivos de la dieta total.....	76
Cuadro N° 14. Composición media de la dieta experimental, según tipo de concentrado.....	76
Cuadro N° 15. Consumo y valor nutritivo de la dieta total, según nivel de concentrado.....	79
Cuadro N° 16. Composición media de la dieta experimental, según nivel de concentrado.....	80
Cuadro N° 17. Consumo y valor nutritivo de la dieta total, según la interacción nivel por tipo de concentrado.....	83
Cuadro N° 18. Composición media de la dieta experimental, según la interacción nivel por tipo de concentrado.....	84
Cuadro N° 19. Tasa de sustitución (Kg MS total /Kg BH concent.), según la interacción tipo por nivel de concentrado.....	85

Cuadro N° 23. Consumo y composición de la dieta total, según la interacción asignación por tipo de concentrado.	90
Cuadro N° 24. Composición media de la dieta experimental, según la interacción asignación por tipo de concentrado.....	91
Cuadro N° 25. Consumo y composición del forraje desaparecido, según la asignación de forraje.	93
Cuadro N° 26. Composición media de la dieta experimental, según la asignación.	93
Cuadro N° 27. Desaparecido promedio y composición del concentrado, según la asignación de forraje.....	94
Cuadro N° 28. Desaparecido promedio y composición del concentrado, según tipo de concentrado suministrado.	95
Cuadro N° 29. Composición media del concentrado, según el tipo de concentrado.	95
Cuadro N° 30. Desaparecido promedio y composición del concentrado, según nivel de concentrado suministrado.	97
Cuadro N° 31. Composición media del concentrado, según el nivel de concentrado suministrado.	97
Cuadro N° 32. Desaparecido promedio y composición del concentrado, según la interacción nivel por tipo de concentrado.....	99
Cuadro N° 33. Composición media del concentrado, según la interacción nivel por tipo de concentrado.	99
Cuadro N° 34. Desaparecido promedio (Kg MS/v/d) y composición del ensilaje, según la asignación de forraje.....	101
Cuadro N° 35. Desaparecido promedio (Kg MS/v/d) y nutrientes del ensilaje, según el nivel de concentrados.	102
Cuadro N° 36. Desaparecido promedio (Kg MS/v/d) y nutrientes del ensilaje, según la interacción asignación por nivel de concentrados.....	102
Cuadro N° 37. Desaparecido promedio (Kg MS/v/d) y nutrientes del ensilaje según la interacción asignación por tipo de concentrado.....	104
Cuadro N° 38. Producción y composición de la leche, según asignación de forraje.	105
Cuadro N° 39. Producción y composición de la leche, según tipo de concentrado.	107
Cuadro N° 40. Producción y composición de la leche, según nivel de concentrado.	109
Cuadro N° 41. Producción y composición de la leche, según la interacción nivel por tipo de concentrado.....	111
Cuadro N° 42. Ganancia de peso (Kg/d) y variación de la condición corporal, según el nivel de concentrado.....	116
Cuadro N° 43. Funciones de respuesta de tipo lineal para la interacción asignación (P10) por tipo de concentrado.....	119
Cuadro N° 44. Funciones de respuesta de tipo lineal para la interacción asignación (P15) por tipo de concentrado.	120

Cuadro N° 45. Funciones de respuesta de tipo cuadrático para la interacción asignación (P10) por tipo de concentrado.....	121
Cuadro N° 46. Funciones de respuesta de tipo cuadrático para la interacción asignación (P15) por tipo de concentrado.....	122
Cuadro N° 47. Consumo y componentes relevantes de la dieta total, con el aporte porcentual de cada alimento y producción de leche, grasa y proteína diaria discriminada por la interacción tipo por nivel de concentrado..	131
Cuadro N° 48. Contenido y porcentaje de FDN de la dieta total, según la interacción nivel por tipo de concentrado.....	132
Cuadro N° 49. Proporción de ENI, PC y FDA de la dieta total y del concentrado, según la interacción tipo por nivel de concentrado.....	134
Cuadro N° 50. Aporte de ENI, PC, CNE y FDA y su relación con la PC consumida, según la interacción tipo por nivel de concentrado.....	135
Cuadro N° 51. Eficiencia de utilización de los nutrientes para producir un litro de leche, según la interacción tipo por nivel de concentrado.....	136
Cuadro N° 52 Eficiencia de utilización de la energía, según la interacción tipo por nivel de concentrado.....	138
Cuadro N° 53. Requerimientos y suministro ENI y PC, según la interacción tipo por nivel de concentrado.....	139

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1. Factores que afectan el consumo animal.....	4
Figura N° 2. Partición de la Energía.....	24
Figura N° 3. Fracciones de carbohidratos en los alimentos	19
Figura N° 4. Consumo de MS discriminado por alimento, según asignación de forraje.....	70
Figura N° 5. Consumo de proteína cruda del total de la dieta y aporte de cada alimento según la asignación de forraje.....	71
Figura N° 6. Consumo de ENI de la dieta total y aporte de cada alimento según asignación de forraje.....	72
Figura N° 7. Consumo de FDN de la dieta total y aporte de cada alimento , según la asignación de forraje.....	73
Figura N° 8. Consumo de FDA y aporte de cada alimento según asignación de forraje.....	74
Figura N° 9. Consumo de cenizas y aporte de cada alimento según nivel de asignación.....	75
Figura N° 10. Consumo de MS total y aporte de cada nutriente según tipo de concentrado suministrado.....	77
Figura N° 11. Consumo de PC total de la dieta y aporte de cada alimento según tipo de concentrado.....	78
Figura N° 12. Consumo de PC total de la dieta y aporte de cada alimento según nivel de concentrado suministrado.....	80
Figura N° 13. Consumo de EE total y aporte de cada alimento según nivel de concentrado.....	82
Figura N° 14. ENI total y aporte de cada alimento según nivel de concentrado.....	82
Figura N° 15. Consumo de MS total por nivel y tipo de concentrado.....	85
Figura N° 16. ENI total y aporte de cada alimento según nivel y tipo de concentrado.....	86
Figura N° 17. Consumo de concentrado según nivel y tipo de concentrado...	98
Figura N° 18. Producción de leche según tipo y nivel de concentrado.....	107
Figura N° 19. Producción de leche y LCG para el concentrado AA según nivel de concentrado.....	111
Figura N° 20. Producción de leche y LCG para el concentrado AL según nivel de concentrado.....	112
Figura N° 21. Producción de grasa (Kg) según nivel y tipo de concentrado...	114

Figura N° 22. Porcentaje de lactosa según nivel y tipo de concentrado.....	115
Figura N° 23. Función de respuesta de la producción de leche al nivel de concentrado para las interacciones asignación por tipo de concentrado....	123
Figura N° 24. Funciones de respuesta de la producción de LCG al nivel de concentrado según las interacciones asignación por tipo de concentrado..	124
Figura N° 25. Función de respuesta del porcentaje de proteína al nivel de concentrado según la interacción asignación por tipo de concentrado.....	125
Figura N° 26. Funciones de respuesta de la producción de proteína (Kg) al nivel de concentrado para la interacción asignación por nivel de concentrado.....	126
Figura N° 27. Funciones de respuesta del porcentaje de lactosa al nivel de concentrado para la interacción asignación por nivel de concentrado.....	126
Figura N° 28. Funciones de respuesta de la producción de lactosa (Kg) al nivel de concentrado para la interacción asignación por nivel de concentrado...	127
Figura N° 29. Funciones de respuesta de la producción de caseína (Kg) al nivel de concentrado para la interacción asignación por nivel de concentrado...	128
Figura N° 30. Funciones de respuesta del porcentaje de caseína al nivel de concentrado para la interacción asignación por nivel de concentrado.....	128
Figura N° 31. Funciones de respuesta de la producción de SNG (Kg) al nivel de concentrado para la interacción asignación por nivel de concentrado.....	129
Figura N° 32. CMST y % FDN de la dieta total según interacciones nivel por tipo de concentrado.....	133
Figura N° 33. Eficiencia bruta y neta de utilización de la energía para las interacciones nivel por tipo de concentrado	137
Figura N° 34. Evolución semanal de la producción de leche (l/d) para todos los tratamientos , durante todo el período experimental.....	140
Figura N° 35. Evolución semanal de la producción de LCG, para los doce tratamientos , durante todo el período experimental.....	141
Figura N° 36. Evolución semanal del porcentaje de grasa , para los doce tratamientos durante todo el período experimental.....	142
Figura N° 37. Evolución semanal de la producción de grasa, para los doce tratamientos durante todo el período experimental.....	143
Figura N° 38. Evolución semanal de porcentaje de proteína, para los doce tratamientos durante todo el período experimental.....	144
Figura N° 39. Evolución semanal de la producción de proteína de proteína, para los doce tratamientos durante todo el período experimental.....	144

1. INTRODUCCION.

La lechería uruguaya es uno de los principales Complejos Agroindustriales, lo que a determinado que sea uno de los sectores más dinámicos en la agropecuaria uruguaya. Este fuerte desarrollo comenzó en la década del '60 con el Modelo de Sustitución de Importaciones donde la lechería fue uno de los sectores promovidos con el objetivo de abastecer el consumo interno. Los sostenidos incrementos en la producción fueron explicados básicamente por la incorporación del Paquete Neozelandés en el sector primario, basado en la incorporación de pasturas plurianuales sustituyendo al campo natural. A través de este sistema utilizando como base el pastoreo, con mínima utilización de forrajes conservados y concentrados, en el ámbito experimental se alcanzaron niveles de producción de 3000 l/Há.

Como alternativa a este esquema, la información generada sugiere que la utilización de pasturas verdes en forma controlada y de dietas con altas proporciones de forraje conservados permite plantear esquemas de producción con altas cargas animales y consecuentemente alta producción por hectárea. Sin embargo, a partir de la misma información, resulta evidente que cuando los forrajes conservados constituyen una proporción importante de la materia seca total de la dieta, se resiente el comportamiento individual. También en estas condiciones es donde se han registrado las respuestas mas altas a la suplementación con concentrados debido a menores tasas de sustitución de este por forraje conservado, logrando así los mayores consumos totales de materia seca y la mayores respuesta en producto animal vendible. A diferencia de cuando estos son utilizados en condiciones de alta oferta forrajera por animal donde tienen un efecto sustitutivo, produciendo menores respuestas animales en producción. La información sugiere que estas respuestas dependen del nivel de restricción en el consumo de pasturas verdes, nivel de suplementación y tipo de suplemento utilizado.

En el marco de los trabajos de investigación de INIA, que incluye la utilización de esquemas con altas cargas animales, uso estratégico y controlado de las pasturas verdes, importante participación de los forrajes conservados y un uso estratégico de los concentrados en las dietas en las vacas en producción; resulta de relevancia caracterizar cuantitativamente el uso potencial de los 3 ingredientes básicos: pasturas, ensilajes y concentrados, actuando en forma dinámica y simultánea.

En este sentido la composición del concentrado es una variable técnica de muy fácil utilización y de rápido ajuste según las necesidades diagnosticadas. Si bien los forrajes suelen ser los ingredientes más económicos de las dietas típicas del país tienden a marcar fuertemente la composición de las mismas, haciéndolas más pobres energéticamente. La utilización de concentrados en forma balanceada permite lograr además de elevadas producciones por hectárea un muy buen comportamiento individual, lo cual permitiría continuar aumentando los niveles productivos, recreando un nuevo horizonte tecnológico para la lechería nacional.

Por lo tanto es necesario lograr un mayor conocimiento sobre estos aspectos, para poder definir posibles estrategias de utilización en estas condiciones optimizando la eficiencia física y económica de los recursos.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de la suplementación con dos tipos de concentrados (isoproteicos e isocalóricos); contrastantes en la composición de ingredientes, evaluados ambos a tres niveles de suplementación suministrados a un grupo de vacas lecheras de parición otoño 1998. Sometidas a dos niveles contrastantes de oferta de pastura por animal y por día complementado con ensilaje de maíz ad libitum. Se evaluó el rendimiento en leche y su composición y la variación de peso y condición corporal.

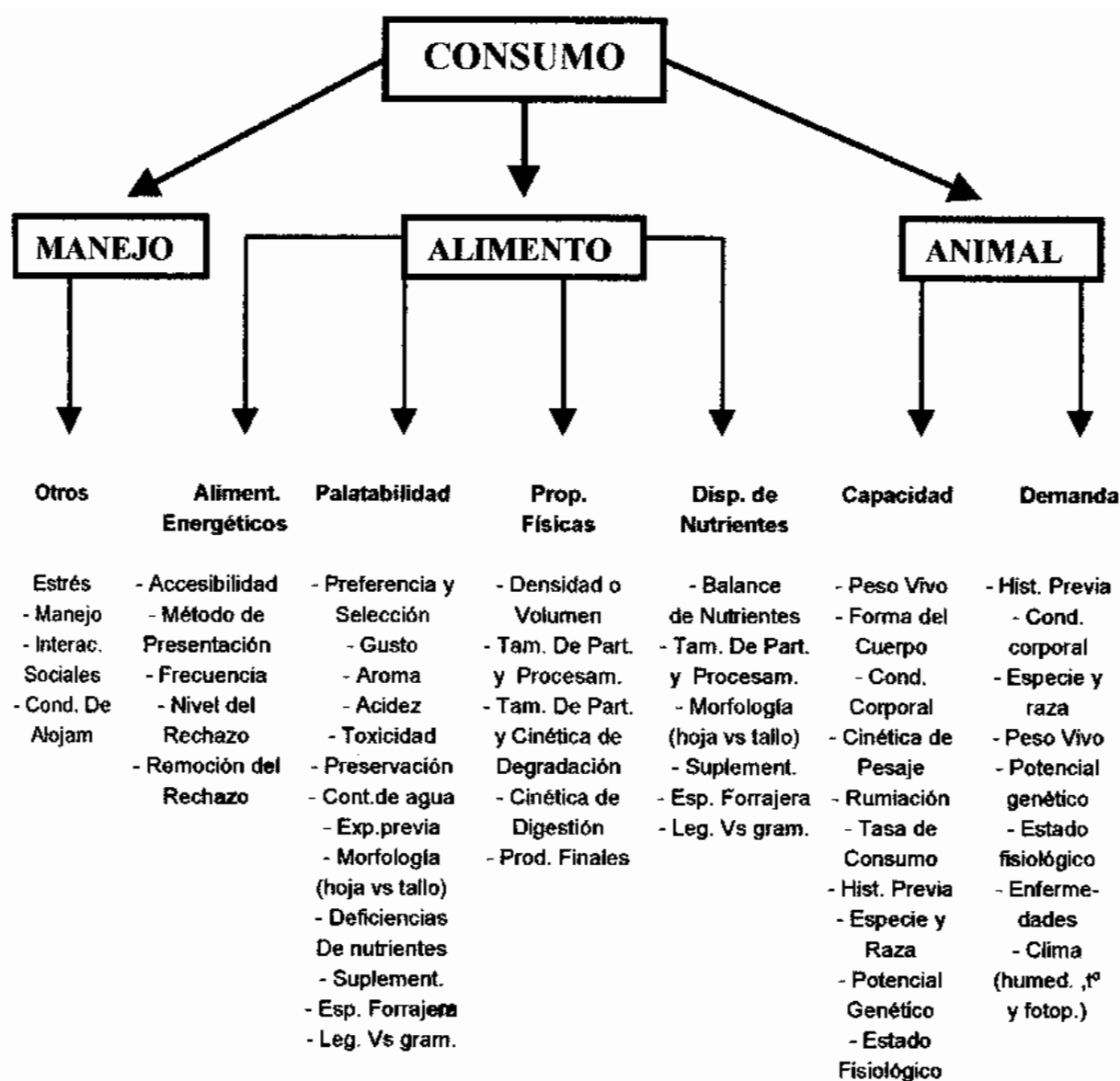
2.REVISION BIBLIOGRAFICA.

2.1.CONSUMO.

EL desempeño productivo de los animales con relación a la alimentación resulta del producto del consumo, digestibilidad y metabolismo de los nutrientes digestibles. De estos tres factores, el de mayor impacto productivo es el consumo (May *et al*, 1993). Este especialmente en lactancia temprana es el más importante en explicar el desempeño productivo de los animales, por lo que el entendimiento de los factores que lo afectan resulta de real importancia (Bines 1979).

En un estudio de regresión sobre 21 dietas experimentales el consumo de MS total explicaba el 67% de la variación en producción de leche, siendo este el de mayor importancia (Sutton y Moran, 1989). De estos y otros datos resulta relevante poder predecir y cuantificar el consumo voluntario, con el objetivo de inferir la respuesta animal a partir de los recursos disponibles, ajustando los nutrientes de la dieta para lograr el objetivo deseado (Burns *et al*, 1994; Mertens, 1994).

El consumo en pastoreo es regulado por un equilibrio entre la demanda del animal, entendiéndose como demandas, factores propios del mismo como peso, raza, estado fisiológico y por otro lado la digestión e ingestión. Los factores relacionados a la ingestión son los que afectan el comportamiento ingestivo de los animales como son: tamaño de bocado, tasa de bocado y tiempo de pastoreo; por otro lado la digestión esta relacionado a la calidad y composición de la dieta.



Fuente: Mertens, 1994.

Figura N° 1 –Factores que afectan el consumo en rumiantes

En la figura N°1 puede observarse los principales factores que afectan el consumo según Mertens, 1994. Los cuales serán analizados posteriormente.

2.1.1. Factores Asociados al Animal.

2.1.1.1. Producción de leche.

La producción actúa como uno de los factores que directamente afecta al consumo, ya que al aumentar la producción de leche aumenta la demanda del animal por lo cual existe un incremento en el consumo (Mertens, 1994).

Journet and Remond (1965), encontraron que en general existe un incremento de consumo por el aumento en la producción de leche, siendo éste aproximadamente de 0.28 Kg MS por Kg de LCG. Sin embargo, es necesario considerar el efecto de los distintos tipos de dietas sobre el consumo (Conrad, 1964; Journet y Remond, 1976; Mertens, 1994).

2.1.1.2. Tamaño del Animal.

El tamaño del animal determina el volumen de la cavidad abdominal, y por lo tanto la capacidad de expansión del rumen, su importancia disminuye a medida que aumenta la concentración energética de la dieta.

Para dietas de alta concentración energética, la variación en el consumo debida al tamaño del animal serían minimizadas con la utilización del peso metabólico ($\text{kg/PV}^{0.75}/\text{d}$) debido a que la demanda de energía esta expresada en esta misma base y ésta es quien regula el consumo (Mertens, 1994). En cambio si la dieta consta de una gran proporción de forrajes, donde los mecanismos físicos son de mayor importancia en la regulación; resulta apropiado expresar el consumo en función del peso vivo, por la relación existente entre el tamaño del animal con el volumen de la cavidad abdominal (Mertens, 1994; Bines, 1976). Aunque, existen trabajos que indican una baja correlación entre tamaño corporal y volumen ruminal (Sniffen *et al*, 1993).

En general aumentos de peso vivo incrementan el consumo de materia seca pero en diferentes proporciones. Para vacas entre 350 – 650 Kg de P.V., con dietas ricas en energía y digestibilidad entre 67 % y 79 % existe un incremento en el consumo de 2.2 Kg MS cada 100Kg de incremento de P.V (Greenhalgh and McDonald citado por Bines, 1979).

2.1.1.3. Estado Fisiológico.

La preñez posee efectos diferentes según el momento en que se la considere. A inicios de ésta existe un aumento del apetito debido a posibles aumentos de los requerimientos debidos al desarrollo del feto o a balances hormonales (Bines, 1976).

Existe variación en el nivel de consumo según la etapa de la lactancia que se encuentre la vaca (Journet y Remond, 1975). Previo a la parición existe un descenso en el consumo que varía en su magnitud dependiendo de la dieta a partir de 2-4 semanas previas, el cual se ve acentuado 4-5 días antes del mismo. Luego del parto, la producción de leche se incrementa rápidamente llegando a su máximo 35-50 días post parto, no así el consumo, el cual llega 4-8 semanas mas tarde (dependiendo de la edad de la vaca) por lo cual frecuentemente lleva a un déficit energético importante. Por este motivo las vacas pierden peso de forma importante para mantener la producción de leche, pero esta energía es menos eficiente, 50%, respecto al 60% proveniente de la dieta (Van Es, 1976). Este retraso entre capacidad de producción y capacidad de consumir alimento puede ser explicada por más de un factor como cambios de metabolitos en la sangre, pueden estar asociados a cambios hormonales que afecten el centro del consumo, por ej.: Prostaglandina (Bines 1976).

Otras explicaciones de este retraso estarían dadas por el lento aumento en el volumen abdominal luego de la expulsión del feto, los tejidos asociados y a la movilización de la grasa abdominal que se da en el post parto (Bines, 1976; Bines, 1982; Journet y Remond, 1976). También se plantean como posibles mecanismos, una hipertrofia gradual acompañada de un aumento de la tasa metabólica del rumen y de los tejidos actuantes en el metabolismo de nutrientes en ese período (Bines, 1976; Bines, 1982).

La lactación produce un incremento de consumo de alrededor de 30 – 40% más que las no lactantes, este efecto depende fundamentalmente de la composición de la dieta (Bines, 1979).

2.1.1.4. Estado Corporal.

El consumo voluntario de animales gordos es inferior al de los flacos. Una de las hipótesis existente al respecto es la existencia de una restricción del volumen de la cavidad abdominal por la acumulación de tejido adiposo que limita la expansión ruminal. (Bines, 1976). También existen limitaciones de origen metabólico debido al mayor nivel de ácidos grasos existentes en sangre de vacas gordas, por lo cual estos actúan con una menor tasa de absorción de AGV desde el rumen y, por consiguiente, una menor tasa de digestión lo que limita el consumo (Bines, 1976).

2.1.1.5. Crecimiento.

Por lo general se considera que las vacas no alcanzan su tamaño adulto hasta los 6 - 7 años de edad por lo tanto si la nutrición es adecuada, existirá cierto crecimiento hasta la tercera o cuarta lactancia (Bines, 1976). También se ha comprobado que aumenta el número de lactancias del animal, el consumo se incrementa; disminuyendo la diferencia entre vacas y vaquillonas a medida que aumenta la proporción de concentrados en la dieta pasando de 25% para dietas 40% de concentrado, a 11% con dietas de 90% concentrado (Bines, 1976).

2.1.2. Factores Asociados al Alimento.

En la mayoría de las situaciones el consumo es el factor más importante que afecta la performance animal, siendo este responsable del 60-90% de la respuesta, en tanto que entre el 10-40% se deben a diferencias en la digestibilidad (Crampton *et al*, 1960; Reid 1961). En general las diferencias fundamentales se registran en consumo y digestibilidad, ya que luego entre digestibilidad, metabolicidad del alimento, etc. las diferencias son menores.

Los animales monitorean sus salidas o déficit de energía y responden consumiendo la energía necesaria; principal mecanismo de regulación de forma de cumplir el principio de conservación de la energía. Los animales no poseen sistemas simples y directos de medición de la energía, siendo los mecanismos más comunes cambios de concentración de metabolitos, temperatura y grasa corporal.

Según Mertens (1984), los mecanismos de regulación del consumo puede subdividirse en tres: a) regulación fisiológica.

b) limitación física.

c) modulación fisiogénica.

La regulación fisiológica se basa en el principio de la homeostasis para mantener el equilibrio fisiológico. El mecanismo fisiológico actúa cuando el animal consume dietas con alta concentración de energía, con alimentos muy palatables y rápidamente digestibles. En los casos en que la concentración energética de la dieta es muy baja, el animal no logra compensar sus necesidades con el aumento de consumo por lo que utilizan su capacidad de compensar reduciendo las salidas de energía bajando la productividad o consumiendo reservas (Mertens, 1991).

En segundo lugar la limitación física del retículo - rumen es generalmente aceptada como el factor más limitante en el consumo de forrajes y dietas de alta fibra (Balch and Campling, 1962; Baice and Forbes, 1974 citado por Mertens, 1984). También es probable que la distensión requerida para satisfacer la demanda (performance potencial) varíe con el estado fisiológico. Existe una relación entre contenido ruminal y el consumo, aumentando este último a medida que aumenta la remoción de digesta del rumen. En general cuando el potencial productivo es alto y el animal consume solo forraje, la limitación por llenado limita el consumo, siendo en estas condiciones de alta demanda donde se mide el consumo potencial por no tener limitación en la demanda energética.

En tercer lugar la modulación fisiogénica esta regulada por el comportamiento. Actúa estimulando o inhibiendo los factores de consumo por medio del ambiente y no por el consumo de energía. Dentro de esta regulación del consumo la palatabilidad tiene un efecto importante, la cual incluye características que estimulan o inhiben el consumo. El consumo por medio de la regulación fisiogénica se ve reducido respecto al consumo estimado por la regulación física y fisiológica.

2.1.2.1. Digestibilidad y Fibra Detergente Neutro.

La digestibilidad representa el porcentaje de un alimento consumido que no es eliminado por las heces, y por lo tanto que es retenido por el animal para cumplir con las funciones de mantenimiento, producción y reproducción, siendo este un buen estimador de la Energía disponible (Cozzolino et al, 1994). La FDN es la porción de la muestra de forraje que es insoluble en un detergente neutro (pH =7). La cual esta básicamente compuesta por celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice, comunmente se la nombra como "fracción pared celular" (Cozzolino et al, 1994).

En la evaluación de dietas mezcla de forrajes conservados y concentrados para vacas lecheras, con digestibilidades entre 52 y 80%; se encontró que por debajo de 67% de digestibilidad (Conrad et al, 1964) existen incrementos constantes en el consumo explicados por factores físicos de regulación, como es la capacidad del tracto digestivo (Van Soest y Mertens, 1984). Por encima de este 67% de digestibilidad la limitante pasaría a ser fisiológica, debido a la concentración de nutrientes del alimento y su relación con la demanda del animal.

Dietas con 50-55% de FDN o más, mejoran su consumo potencial de MS con cada reducción en la concentración de su fracción pared celular (Mertens, 1994).

Con digestibilidades mayores a 67% o contenidos de FDN menores a 50-55%, actuarían los mecanismos fisiológicos de regulación del consumo ya que la concentración de energía sería suficiente como para que la única limitante impuesta al consumo sea la demanda de energía del animal (Conrad et al, 1964; Van Soest y Mertens, 1984).

Según Van Soest y Mertens (1985), con la misma concentración de FDN, mayores contenidos de FDA y principalmente de lignina en el forraje reducen el consumo; debido a que se reduce la fragilidad del forraje al quebrado incrementando las necesidades de masticación; y por otro lado reduciendo la tasa de digestión de la celulosa y hemicelulosa al dificultar la accesibilidad de los microorganismos, aumentando el tiempo de retención media de la digesta en el retículo- rumen.

2.1.2.2. Contenido de Proteína Cruda de la dieta.

Se ha observado que el consumo se deprime cuando el contenido de proteína cruda de la dieta es menor al 6-8% (Durán, 1981; Minson, 1990; Orcasberro, 1991).

La deficiencia de nitrógeno en la dieta determina un menor crecimiento y una disminución de la actividad microbiana, principalmente de los microorganismos celulolíticos. Entonces la depresión se explicaría por mecanismos físicos, ya que se limitaría la tasa de pasaje (Mertens, 1994; May *et al.*, 1993; Morant y Stockdale, 1992).

Los efectos de la suplementación proteica, para corregir deficiencias de N de los microorganismos ruminales, se reflejan en incrementos de la tasa de digestión y de pasaje, resultando en mayores consumos (Huber *et al.*, 1981; Paterson *et al.*, 1994; Orcasberro, 1992). El consumo aumenta cuanto mayor es el contenido de FDN y menor nivel de proteína presenta el forraje.

2.1.2.3. Tamaño de partícula.

El tamaño de partícula es importante cuando se alimenta con forrajes picados, especialmente ensilajes (Sniffen, 1993).

Todo lo menor que sea el tamaño de partícula, mayor es la tasa de pasaje por el retículo-rumen, permitiendo mayores consumos (Dulphy, 1980; Beauchemin, 1991; Allen, 1991; Welch, 1970; Sniffen *et al.*, 1993; Montossi *et al.*, 1991, citado por Pigurina, 1991), esto puede observarse en el cuadro N° 1. Esto está explicado por menores requerimientos de rumia para lograr el tamaño de partícula crítico que le permita abandonar el rumen (Minson y Wilson, 1994; Shaver *et al.*, 1993). Esta situación hace que al aumentar la tasa de pasaje se deprima la digestibilidad de la fibra y principalmente de la pared celular (Van Soest y Mertens, 1984; Peterson *et al.*, 1994; Sniffen *et al.*, 1993).

Cuadro N° 1. Efectos ruminales y sobre el consumo del tamaño de partícula.

<i>Forraje</i>	<i>Long. Media (cm)</i>	<i>Cons. MS (Kg/d)</i>	<i>pH del rumen</i>	<i>Proporción Acet/Prop</i>	<i>Tiempo tot. Rumia (min/d)</i>
<i>Heno largo</i>		24,04	6,3	3,8	704
<i>Heno picado</i>	0,78	25,13	6,4	3,9	668
<i>Heno pelet.</i>	0,17	23,63	5,6	2,0	219

Fuente: adaptado de De Shaver et al, 1984.

A nivel ruminal hay un efecto del tamaño de partícula; partículas muy pequeñas, reducen la rumia y por lo tanto la secreción de saliva, permitiendo así una caída del pH ruminal; alterando la proporción de los productos de la fermentación (relación acético / propiónico), pudiendo ser perjudicado también el consumo total, como puede verse en el cuadro N° 1, (Davis, 1993). Para evitar estos efectos se recomienda suministrar un 15 a 20 % de las partículas con tamaño superior a 3,8 cm (Allen, 1991; Davis, 1993), mientras que NRC (1988) establece que por lo menos un 75 % del total de FDN debe provenir del forraje.

2.1.2.4. Contenido de agua.

El ganado lechero sufre con mayor rapidez los efectos de la escasez de agua que cualquier otro nutriente. Muchos factores como la temperatura ambiente, la cantidad de alimentos ingeridos, el tamaño del cuerpo y la producción de leche, afectan el consumo de agua por el ganado lechero (Kamal, Jhonson y Ragsdale citado por NRC, 1982).

Según Atkeson y Warren (1934) citado NRC (1982) los bovinos beben entre 3-4 Kg de agua por cada Kg de MS que consumen o expresado de otra forma las vacas lactantes beben de 3 a 4 Kg de agua por cada Kg de leche producida.

Cuando la digestibilidad del pasto es superior al 70 %, con un alto contenido de agua, se ha visto efectos negativos sobre la tasa de ingestión (John y Ulyatt, 1987, citados por Osoro, 1989).

Varios estudios han mostrado que al aumentar el contenido de MS del forraje, especialmente en los ensilajes, se logra una mejor fermentación y un mayor consumo de MS (Thomas y Thomas, 1985; Phipps, 1994).

Según Journet y Demarquilly (1979) el consumo de dietas completas se reduce en aproximadamente 1 Kg de MS por cada 4 puntos que disminuye el porcentaje de MS.

2.1.2.5. Otros factores.

Existen otros factores que determinan el consumo, especialmente en los ensilajes, que son los inherentes a la calidad de fermentación y tienen influencia principalmente en la aceptación del alimento. Estos factores son: cantidad y tipo de ácido producido, el pH logrado y la concentración de NH_3 (Dulphy *et al*, 1994; Muck, 1988; Rotz *et al*, 1994).

Según Parker (1979) citado por Phipps (1994); vacas alimentadas con ensilaje pobremente conservado con un pH=5, alta concentración de NH_3 (18 % del N total) y alta concentración de ácido butírico (5 mg/ml de jugo); tuvieron un consumo de 1,8 Kg MS / día menor que vacas alimentadas con un ensilaje de mejor calidad de fermentación.

Según N.R.C. (1988), la depresión del consumo causado por alimentos fermentados, puede ser consecuencia de la presencia de ácidos orgánicos, aminas y nitrógeno amoniacal o sus precursores.

Otros factores importantes son las características organolépticas, como el olor, aspecto, color o tacto, así como la contaminación con hongos o micotoxinas que afectan el consumo por parte del animal (Mertens, 1994; Brouillette y Pell, 1993).

Estos factores que determinan la palatabilidad y la preferencia, han sido clasificados como factores de regulación fisiogénica del consumo (Mertens, 1994) y ya fueron mencionados anteriormente.

2.1.2.6. Consumo en pastoreo.

Bajo pastoreo actúan, básicamente los mismos factores revisados anteriormente, influyendo también otros relacionados al tapiz vegetal y al hecho de que la dieta consumida está compuesta principalmente por forraje fresco y es seleccionada directamente por el animal (Durán, 1981).

2.1.2.6.a. Factores extrínsecos de la pastura.

Dentro de éstos factores están incluidos aquellas características del tapiz vegetal que no están relacionadas directamente con su valor nutritivo, pero afectan en forma importante el consumo (Durán, 1981).

Se pueden agrupar según estén relacionados con la cantidad de forraje disponible por unidad de superficie (dentro de esta, las variables que más influyen son altura del tapiz y densidad de plantas) o se agrupan según la cantidad de pasto disponible con relación a los animales que pastorean (Durán, 1981).

La relación entre disponibilidad / há y consumo es curvilínea (Osoro, 1989; Durán, 1981). La disponibilidad por debajo de la cual el consumo se deprime, varía entre 1100 y 2800 Kg MS ofrecidos por há para ganado vacuno, (Jamieson, 1975, citado por Durán, 1981). Risso y Zarza (1981), encontraron que el consumo era máximo cuando se les permitía a los animales rechazar entre 1800 y 2000 Kg MS / há.

Para el NRC (1987), el consumo animal se vería afectado cuando las utilidades son superiores al 50%, siendo esto variable con la calidad del forraje consumido, a mayor calidad mayores son los porcentajes de utilización que lograrían afectar el consumo (Mota, 1960).

Dentro de la disponibilidad, el factor que más se relaciona con el consumo es la altura del tapiz (Durán, 1981). Le Du *et al.* (1979) y Hodgson *et al.* (1981), encontraron que el consumo se veía afectado cuando la altura a la que se obligaba a comer a las vacas era por debajo de 8 – 10 cm.

En pastoreo rotativo, el factor más importante que controla el consumo es la asignación de forraje, definido como la cantidad de pasto disponible con relación al

número de animales que pastorean o en forma inversa como la presión de pastoreo (Leaver, 1982).

Esta presenta una relación curvilínea con el consumo, siendo asintótica a partir de aproximadamente 50 – 60 g MO / Kg PV de las vacas, donde se logra el máximo consumo de 25 – 30 g MO / Kg (Le Du et al, 1979, citado por Durán, 1981). Esto implicaría, suponiendo un consumo medio de 2,5 a 3% del peso vivo, que el máximo consumo se logra ofreciendo al animal aproximadamente el doble de pasto diariamente, ya que la eficiencia de cosecha sería de un 50% (Durán, 1981). La explicación principal de por que se resiente el consumo al obligar a las vacas a utilizar más del 50% del forraje ofrecido, es por la mayor dificultad que tienen los animales para alcanzar las partes más bajas del tapiz (Hodgson et al, 1977; Le Du et al, 1979; Leaver, 1982).

El comportamiento ingestivo de los animales en pastoreo, está compuesto por el tamaño de bocado, la tasa de bocado (Nº bocados / tiempo) y el tiempo de pastoreo (Allden y Whittaker, 1970; Hodgson, 1985; Leaver, 1982).

El tamaño de bocado es considerado el más importante y a su vez el más variable, mientras que los otros dos actuarían como compensatorios (Hodgson, 1981; Stobbs, 1973). Estos mecanismos compensatorios actuarían por encima de los umbrales de disponibilidad (altura del tapiz), ya mencionados, y si la compensación no es efectiva el consumo disminuye (Hodgson et al, 1994; Leaver, 1985).

El tamaño de bocado puede a su vez desglosarse en volumen de bocado y densidad del tapiz que se está pastoreando, estando esta última variable muy relacionada a la altura y la estructura del tapiz (Hodgson, 1994). Laca et al, (1992) observaron que la altura del tapiz tenía una relación lineal con la profundidad de pastoreo.

En pastoreo rotativo, se observó que a medida que disminuye la cantidad de forraje disponible también decrece el tiempo de pastoreo; por otro lado aumenta levemente la tasa de bocado y la duración del primer período de pastoreo al entrar los animales a una nueva franja (Le Du et al, 1978, citado por Durán, 1981).

Las características del tapiz pastoreado varían de acuerdo a la vegetación existente, por eso dentro del comportamiento básico, el animal tiende a seleccionar donde pastorea y los componentes de la pastura a ingerir (Hodgson, 1990).

La selectividad se define como la capacidad del animal de consumir una dieta de mayor valor nutritivo que el promedio del forraje ofrecido, aumentando con la asignación de pastura y la altura del forraje (Moran y Stockdale, 1992; Hodgson, 1985; Arnold, 1981; Freer, 1981; Blaser *et al.*, 1960).

Según Demment (1986), las pasturas presentan diferentes sitios de pastoreos, por lo tanto los animales seleccionaran primero los bocados de mayor calidad. En general, según Arnold (1981) y Minson (1990), los vacunos prefieren leguminosas a gramíneas, hoja a tallo y material verde y joven a material seco y viejo.

La selección será mayor cuanto más heterogéneo sea el tapiz que se está pastoreando, en cuanto a componentes de la pastura, madurez, relación hoja / tallo, contenido de restos secos, etc. (Arnold, 1985).

Hodgson (1990), señala que cuando el animal selecciona, toma un bocado más chico y a una menor tasa, por lo tanto al menor consumo trata de compensarlo con una mayor concentración de nutrientes.

2.1.2.6.b. Factores intrínsecos de la pastura.

Los factores intrínsecos de la pastura, son aquellos que determinan la cantidad de forraje que un animal puede consumir cuando es alimentado *ad libitum* (Durán, 1981).

Se han visto incrementos constantes en el consumo de MO al aumentar la digestibilidad, en el rango de 55 a 85%, (Hodgson, 1977; Corbett *et al.*, 1963; Holmes *et al.*, 1972: citados por Durán, 1981), también Freer (1981), señala que trabajando con ovinos, el consumo de forraje aumenta en forma lineal hasta valores de 80% de digestibilidad.

Existe otra tendencia expuesta por Conrad *et al.* (1964), en la que plantea que existe un punto de inflexión en 67% de digestibilidad, pero hay que tener en cuenta que fue realizado en condiciones de estabulación, con animales alimentados con dietas que contenían forrajes conservados y concentrados.

Esto implica que existan dos mecanismos de regulación del consumo, ya mencionados anteriormente, que explican las dos tendencias. Uno es el de tipo físico y

está dado cuando el consumo mayor es de forraje fresco y el otro es de tipo fisiológico, que se da con altos consumos de concentrados (Durán, 1981).

Las diferencias en la regulación del consumo de concentrados frente a forrajes frescos, aún con alta digestibilidad de estos últimos, estarían explicado por la voluminosidad de los forrajes; por lo tanto, ésta se relaciona directamente con el consumo, dada su elevada correlación con factores que afectan el vaciado del tracto digestivo (Durán, 1981).

El contenido de pared celular está relacionado directamente con la limitación física del consumo (Van Soest, 1965). Con relación a esto se explica; que, a igual digestibilidad las leguminosas presenten un mayor consumo frente a las gramíneas (Ulyatt, 1981), ya que las primeras con igual digestibilidad presentan un menor contenido de pared celular y, a medida que disminuye la digestibilidad la concentración de pared celular se incrementa en mayor medida en las gramíneas (Thomson, 1984);

Bajo pastoreo, el empleo del contenido de pared celular permite mejores ajustes que aquellas sobre la base de digestibilidad. Aunque el uso de la digestibilidad permite buenas estimaciones de consumo si se realiza en las especies de las cuales se obtuvieron las ecuaciones de producción (Van Soest y Mertens, 1984; Durán, 1981).

La demanda de energía de animales pastoreando es considerablemente mayor que para animales estabulados (Osuki, 1974). Esto ha llevado a que se desarrolle el concepto de costo de cosecha, que es el gasto de energía que hace el animal para procurar su alimento, Cañas y Gastó encontraron que para vacas lecheras pastoreando una pradera de alfalfa, equivalía a un 51% del consumo.

Por otro lado el contenido de proteína cruda, dentro de los niveles normales (mayor a 8%) de las pasturas templadas, no afectaría el consumo de los animales a pastoreo (Minson, 1981; Durán, 1981).

2.2. EFECTO DE LA SUPLEMENTACION SOBRE EL CONSUMO.

2.2.1. Generalidades.

Los objetivos de la suplementación son los siguientes:

- a) aumentar el nivel de producción individual.
- b) aumentar la capacidad de carga.
- c) balancear los nutrientes y con esto mejorar la eficiencia de utilización del alimento.
- d) evitar sobre y subpastoreos (Lange, 1980; Leaver, 1985; Orcasberro, 1991).

2.2.2. Concentrados.

Estos son alimentos que presentan un contenido de fibra cruda por debajo de 18% o menos de 35% de pared celular, a su vez se pueden dividir en energéticos (< 20% de PC) o proteicos (más de 20% de PC) (Pigurina y Methol, 1991; Orcasberro et al, 1996).

2.2.3. Ensilajes.

El ensilaje es uno de los métodos para conservar forraje verde, que permite su posterior uso como alimento (Muck, 1988).

La conservación se logra mediante la acidificación del medio por acumulación de ácido láctico, producto de la fermentación de los carbohidratos solubles en condición de anaerobiosis (Mc Cullogh, 1978; Bath et al, 1982; Muck, 1988).

El valor nutritivo de los ensilajes siempre es menor que el del material original, debido a que durante la fermentación se dan procesos como la respiración celular (aumenta la temperatura), proteolisis (se incrementa la concentración de NH_3), fermentación clostridial (aumenta concentración de butirato) (Rook y Thomas, 1985; Muck, 1988).

2.2.4. Efectos generales de la suplementación sobre el consumo en pastoreo.

Al suplementar animales en pastoreo, pueden haber varias modificaciones en el consumo total, en la cantidad de forraje que el animal obtiene de la pastura y la capacidad de carga de esta (Lange, 1980).

El mismo autor describió los efectos de la suplementación de la siguiente manera:

1. Adición: ocurre cuando el animal obtiene de la pastura una cantidad reducida de nutrientes debido a una restricción en la cantidad o calidad ofrecida. Al no estar satisfecha la capacidad de ingestión, el suplemento suministrado se adiciona a los de la pastura y el consumo total aumenta, con respecto al de la pastura sola.
2. Sustitución: este efecto se da cuando se suplementa animales que están pastoreando abundante forraje y de alta calidad, lo que hace que se sustituya pasto por suplemento, sin modificarse el consumo total y la performance individual, pudiéndose aumentar la carga de la pastura.
3. Adición y sustitución: quedan comprendidas las situaciones intermedias entre las dos anteriores. En este caso el consumo de la pastura disminuye, pero el consumo total se incrementa con el suplemento. Tanto el comportamiento individual como la capacidad de carga se incrementan.
4. Adición con estímulo: en este caso se incrementa el consumo de la dieta base, generalmente por un aumento en la digestibilidad de esta. Un ejemplo de esto es cuando se suministra concentrado proteico como suplemento de dietas de muy baja calidad. En esta situación se mejora el comportamiento individual, pudiéndose mantener o disminuyendo la capacidad de carga.
5. Sustitución con depresión: esto sucede generalmente cuando el suplemento es de menor calidad que la dieta base, tanto el consumo total como la producción individual disminuyen.

2.2.5. Suplementación de pasturas con concentrados.

Vacas consumiendo pasturas templadas de alta calidad y sin restricciones en el consumo, en general no presentan respuesta a la suplementación proteica; pero, si la suplementación se hace con proteínas de baja degradabilidad ruminal (sobrepasante), se obtienen respuestas en la performance individual y principalmente en aquellas vacas de alto potencial genético (Rearte, 1992; Craig et al, 1988).

Las principales características nutritivas de los concentrados proteicos están dadas por la degradabilidad, la digestibilidad y la composición de su proteína, ya que junto a las características proteicas de la pastura, influyen en la disponibilidad de amoníaco en el rumen y de aminoácidos dietarios en el intestino (Orcasberro, 1992).

El NRC (1984) establece; que, la deficiencia de aminoácidos a nivel postruminal puede deprimir el consumo de energía y la eficiencia de uso de la proteína, afirmando esto Mc Collum y Horns (1990), dicen, que el nivel proteico constituye el primer factor que afecta el consumo de energía y su utilización.

Existen situaciones en las que hay respuesta a bajos suministros de concentrados proteicos; el caso de suministro de forrajes de baja calidad (verdes de verano), que presenta bajas concentraciones de proteína cruda (6%-8%) e incluso en estos casos se incrementa el consumo de forraje con la suplementación (Orcasberro, 1992).

El efecto de la suplementación con concentrados energéticos sobre el consumo depende de la calidad y cantidad de la pastura ofrecida, el tipo, nivel y momento de suministro del concentrado y el potencial del animal. En general la tasa de sustitución aumenta con la calidad y cantidad de pastura disponible por animal, con la cantidad de concentrado suministrado y es mayor cuando se suministra concentrados almidonosos frente a concentrados energéticos fibrosos (Rearte, 1992; Orcasberro, 1992; Mo, 1979; Dulphy, 1979; Bines, 1976; Durán, 1982; Allden, 1985; Leaver, 1986). Con alta sustitución la consecuencia directa de la suplementación sería un aumento en la capacidad de carga del sistema (Gagliostro et al 1986).

La reducción del consumo de forraje (sustitución) por efecto del consumo de concentrado puede deberse a la modificación de la conducta del animal; dedica menos tiempo al pastoreo al ser más accesible y ser más palatable el concentrado (Orcasberro,

1992), incremento en el grado de llenado por el consumo de concentrado y por la interferencia que tenga el concentrado con la digestión de la fibra a nivel ruminal (Rearte, 1992; Orcasberro, 1992; Grigsby et al, 1993).

El tiempo de pastoreo es el componente ingestivo más afectado por la suplementación (Sarker y Holmes, 1974; Jenkins y Holmes, 1984), observándose disminuciones de 22 a 28 (Sarker y Holmes, 1974) y de 15 a 22 minutos de pastoreo por Kg de concentrado ofrecido (Journet y Dermaquilly, 1983).

En condiciones donde la pastura no es limitante, ni en cantidad ni en calidad, sobre vacas de potencial medio, se dan altas tasas de sustitución (Rearte, 1992; Leaver, 1985).

Leaver (1985), encontró tasas de 0,4-0,6 Kg MS de pastura sustituida por Kg MS de concentrado. Journet y Dermaquilly (1983), observaron valores de 0,33 y 0,4, Sanson et al (1989) y Goetsch (1991), trabajando con novillos encontraron tasas de sustitución de 0,46 y 0,43 respectivamente.

Coincidiendo con los autores anteriores, Gallardo et al (1991), suplementando vacas en pastoreo no restringido midieron valores de sustitución de pastura por grano de 0,47 Kg.

Danelon et al (1985), suplementando un grupo de vacas con grano de sorgo, que estaban pastoreando con una utilización del 70%, encontraron una tasa de sustitución de 0,86 Kg MS/Kg de grano. En el otro extremo Gagliostro et al (1986), observó tasas de sustitución de 0,16 Kg MS de pastura / Kg concentrado, cuando se les ofrecía 30 Kg MS/a/día.

El consumo de concentrados energéticos almidonosos, en especial aquellos rápidamente fermentecibles, provocan una gran acumulación de AGV, generando una caída del pH. Al caer este por debajo de 6, genera un gran efecto negativo en la actividad celulolítica, enlenteciendo la tasa de pasaje, por lo tanto una disminución del consumo (Van Vuuren et al, 1986; Milne et al, 1982; Owens, 1988; Hoover y Miller, 1991; Beauchemin, 1991; Allen, 1991; Rearte, 1992).

El uso de concentrados energéticos ricos en fibras de alta digestibilidad, posee un buen potencial de uso como suplemento energético, cuando el objetivo es minimizar el efecto del suplemento sobre el consumo de forraje, dado que este tiene una menor interferencia con la microflora celulolítica ruminal (Meijs, 1985; Rearte, 1992; Van Vuuren et al, 1986).

2.2.6. Suplementación de pasturas con ensilajes.

La suplementación con ensilajes, al igual que para los concentrados, dependerán de la disponibilidad y calidad de las pasturas y ensilaje ofrecido (Rearte, 1992). En general se citan tasas de sustitución mayores para ensilajes respecto que para concentrados y en especial para altos niveles de suplementación (Leaver, 1985; Phillips, 1988).

Si se suplementa pasturas ofrecidas ad libitum se provocan situaciones de sustitución con depresión del consumo (1,17 Kg MS pastura / Kg MS ensilaje), debido a la menor calidad del forraje conservado (Phillips, 1988; Leaver, 1985).

Generalmente al reducirse el forraje fresco se incrementa el consumo de ensilaje, por lo tanto se reduce la calidad promedio de la dieta total, esto conlleva a que se vea perjudicado el comportamiento individual de los animales (Acosta, 1991).

En ocasiones se da sustitución con adición y generalmente están explicadas por la limitante de un nutriente en uno de los alimentos (Rearte, 1992; Moran y Stockdale, 1992). En esta situación lo que se da es que en un alimento presenta deficiencia de un nutriente (ej: proteína en el ensilaje y fibra en el rebrote de la pastura en primavera) y exceso en el otro (ej: fibra en el ensilaje y proteína en el rebrote de la pastura), por lo que se da una complementación y mayor eficiencia de uso a nivel ruminal de ambos (Rearte, 1992; Phillips, 1988). Moran y Stockdale (1992), midieron para una situación similar a la mencionada, tasas de sustitución de 0,67 Kg MS pastura / Kg MS de ensilaje, cuando se suministraron 3 Kg MS de ensilaje de maíz a vacas pastoreando forraje de alta calidad (asignación: 45 Kg MS / día).

Cuando la suplementación se da sobre pastura restringida, también hay sustitución, pero el consumo total se ve incrementado (Rearte, 1992; Phillips, 1988).

Para esta situación, Phillips (1985), encontró que la tasa de sustitución promedio era de 0,31, disminuyendo al aumentar el grado de restricción.

Rearte (1992), determinó que las tasas de sustitución son afectadas por la forma de suministro del ensilaje, siendo de 0,92 para cuando el ensilaje fue ofrecido en una sola comida diaria y de 0,72 cuando se suministró en dos veces por día.

La suplementación con ensilajes es una herramienta para aumentar la carga del sistema (Phillips, 1988; Acosta, 1991), ya que se dan altas tasas de sustitución, es necesario aumentar la presión de pastoreo para lograr efectos aditivos, esto implica que se aumente la carga (Phillips, 1988; Acosta, 1991; Leaver, 1985).

Concluyendo se puede decir que la suplementación con ensilajes permite aumentar la carga (duplicarla, según Mayne y Thomas, 1986 citados por Acosta, 1991), con lo cual, aunque no se logren los máximos rendimientos individuales, se logran incrementos en la producción de leche del predio como un todo (Acosta, 1991).

2.2.7. Suplementación de pasturas con ensilajes y concentrados.

Roberts y Leavers (1986), suplementaron vacas en pastoreo restringido (8, 10 y 12 vacas/há, pastoreo continuo), con un nivel fijo de concentrados y ensilaje de pasturas ad libitum, ofrecido durante la noche. Para la presión de pastoreo media (10 v/há), el incremento del consumo de ensilaje compensó la disminución en el consumo de pastura, manteniéndose el consumo total. Diferente fue el caso para la máxima presión de pastoreo, donde el consumo total se vio deprimido, explicado por la alta participación del ensilaje (55%) en el total de la dieta, dado por una limitación física del rumen.

En otro experimento Masón (1991), suplementó vacas en pastoreo, con una carga de 10 v/há, con dos niveles de concentrado (0 y 4 Kg / día) y con ensilaje ad libitum, durante 1 hora después de cada ordeño. En este caso no se midió el consumo de pastura, tampoco se encontraron efectos significativos en el consumo de ensilaje, pero sí sobre el rendimiento de leche (19 vs 25 Kg/día), para 0 y 4 Kg de concentrado respectivamente, por lo que se concluye en un efecto aditivo del concentrado.

En un ensayo de suplementación de vacas en ordeño, Gilles *et al* (1990) citados por Acosta (1991), suministraron una dieta base de ensilaje de sudangras ad libitum más 2 horas de pastoreo de avena, utilizando tres suplementos distintos (2 horas más de pastoreo de avena, 4,6 Kg de afrechillo de trigo y 4,6 Kg de ración comercial). Los resultados que se observaron fueron que con los dos concentrados se obtuvieron mayores consumos totales y mayores respuestas en producción, con lo que los efectos son principalmente aditivos. En cambio la suplementación con pasturas provocó una mayor sustitución, ya que los consumos totales fueron similares con el testigo.

Similares resultados obtuvieron Nocetti y Resquin (1991), cuando suplementaron una dieta base de ensilaje de trigo más dos horas de pastoreo, con más horas de pastoreo o concentrado. La tasa de sustitución fue de 0.3 Kg de MS de la dieta base por Kg de suplemento, mientras que cuando el suplemento fue la pastura la tasa se incremento a 0.65.

En otro ensayo Acosta (1998), se suplementó con tres niveles de concentrado (3, 6 y 9 Kg por día), a dos asignaciones de forraje (8 y 12 Kg MS/día) y con ensilaje de maíz o trigo ad libitum; se observó que, tanto el consumo total como la producción de leche se incrementaron al aumentar el nivel de concentrado en la dieta. Obteniéndose los mayores consumos totales con ensilaje de maíz que con ensilaje de trigo, siendo mayores las diferencias cuanto menor era el nivel de concentrados.

Según Acosta (1991), en estas situaciones de alimentación con alta participación de ensilajes es cuando se dan las más bajas tasas sustitutivas y donde se maximiza el efecto aditivo de la suplementación con concentrados.

A su vez en estos casos el tenor proteico del suplemento se vuelve importante debido a que una alta proporción de la dieta esta compuesta por un alimento limitante en este nutriente, pudiendo limitar el consumo y la performance animal (Paterson *et al*, 1994; Rearte, 1992). La utilización de fuentes proteicas y en especial aquellas que aseguren una lenta liberación de nitrógeno a nivel ruminal permiten aumentar la digestibilidad y el aporte energético de estas dietas(NRC, 1989 y Oldham, 1984).

Moran y Stockdale (1992), reportaron un efecto de adición con estímulo al agregado de proteína adicional (harina de semilla de algodón), en el consumo de pastura cuando se le suministraba ensilaje de maíz (35 – 45 % de la dieta).

2.3. ENERGIA.

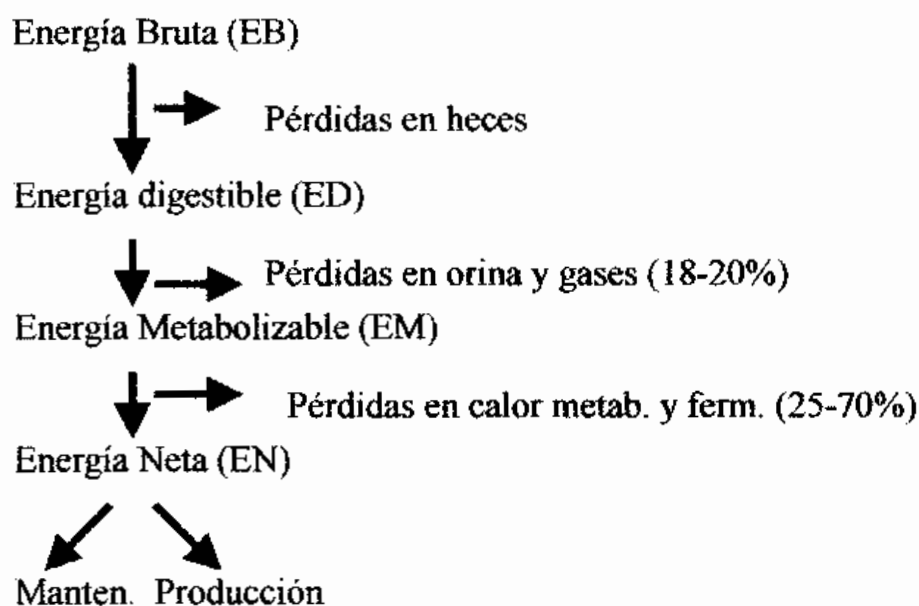
2.3.1. Partición de la energía.

En el ganado lechero las deficiencias de energía no presentan signos específicos, sino que se manifiesta en disminución del rendimiento de leche, pérdida de peso de los animales y empeoramiento del comportamiento reproductivo (NRC, 1989).

La energía de un alimento puede considerarse como el combustible que el animal utiliza para lograr los productos derivados del mismo. Siendo este el combustible necesario para cumplir con los requerimientos de mantenimiento, ciclos vitales y productivos como crecimiento, gestación, lactación y engorde.

Al igual que todo proceso transformador durante el mismo se consume energía por lo cual no es 100% eficiente. Hay fugas de energía en alimentos para transformarlos en “productos orgánicos del animal” (Cuzzollino *et al*, 1994).

En el siguiente diagrama se puede apreciar el diagrama de partición de la energía.



Fuente : adaptado de Mc Donalds, 1992.

Figura N° 2. Partición de la energía

La energía total de un alimento está representado por la suma de los valores energéticos de sus constituyentes, por lo cual variará de acuerdo a su composición

química. La energía bruta total se mide en una bomba calorimétrica donde el alimento es quemado totalmente; la energía liberada en forma de calor se denomina “calor de combustión” o Energía bruta y es expresada en Mcal/Kg MS.

2.3.1.1. Energía bruta.

Su valor es prácticamente constante para todos los alimentos (4,3 - 4,5 Mcal/Kg MS), y solo puede ser mayor en aquellos alimentos con mayor cantidad de lípidos y menor en los con alto contenido en cenizas. La expresión energía bruta como requerimiento de los animales presenta poca utilidad por no evidenciar las diferencias en la utilización de la energía de ese alimento para el animal. Como puede observarse en el cuadro anterior durante la utilización energética de un alimento por el animal se dan distintas pérdidas, siendo las más importantes las pérdidas en heces por su magnitud.

2.3.1.2. Energía digestible.

Está representada por el contenido de energía bruta de los alimentos luego de descartar las pérdidas en las heces.

La pérdida de energía por las heces es la mayor pérdida de todo el proceso de utilización del alimento por el rumiante. Esta varía con la composición química y naturaleza física del alimento, nivel de consumo, frecuencia, efectos asociativos, cantidad de N_2 del líquido ruminal, etc. (Ferrel, 1988).

Al aumentar el nivel de consumo aumentan las pérdidas por caída de la digestibilidad debidas a un menor tiempo de exposición en rumen, siendo por demás importantes en vacas lecheras que llegan a consumir 5 veces el nivel de mantenimiento. Con disminuciones del 4% de digestibilidad por unidad de aumento en el consumo, igual al requerido para mantenimiento.

Por efectos asociativos se refiere a la influencia de un alimento sobre la utilización de otro cuando son alimentos de uso combinado; como por ejemplo el suministro de un concentrado que provea proteína a nivel ruminal sobre otro que es deficiente logrando un crecimiento microbiano mejor con lo cual se mejora la

digestibilidad del primero. Otro ejemplo es el caso de elevados consumos de concentrados almidonosos que acidifican el rumen deprimiendo la digestibilidad de la fracción fibra (Van Es y Vander Honing, 1983; McDonald *et al.*, 1986).

2.3.1.3. Energía metabolizable.

Si a la energía digestible la corregimos por la pérdida de energía contenida en la orina y por los gases obtenemos la Energía Metabólica (EM) siendo por esta razón un mejor indicador que la ED del valor energético del alimento. Al igual que la ED, es afectada por el nivel de consumo y la composición química del alimento, debido a incrementos en el nivel de consumo se da una disminución relativa de las pérdidas por orina y gases, teniendo el material menos tiempo de permanencia en el rumen.

La Energía Metabolizable ordinariamente se estima como el 82% de la ED posible por estar altamente correlacionadas. Para la mayoría de los forrajes y mezcla de granos, la relación EM/ED es igual a 0,82 (Ferrell, 1988), siendo su rango más probable desde 0.8 a 0.88 (NRC, 1989).

2.3.1.4. Energía neta.

Par obtener EN se debe descontar las pérdidas de energía en forma de calor tanto calor metabólico como el de fermentación. Denominándose como energía neta para mantenimiento (ENm) la parte de la energía del alimento que el animal usa para el mantenimiento, Energía neta de engorde (ENg) la correspondiente a ganancia de peso y energía neta para producción de leche (ENl) la que se cosecha en producto leche. La eficiencia de utilización del alimento para mantenimiento es similar que para lactación y estas son a su vez mayores que para ganancia de peso corporal (NRC, 1989).

2.3.2. Requerimientos de energía.

2.3.2.1. Requerimientos para mantenimiento.

La energía necesaria para el mantenimiento abarca dos tipos de funciones mantenimiento del organismo entero y mantenimiento celular. La primera comprende las funciones de circulación, respiración, y detoxificación de los tejidos metabólicamente mas activos(hígado, riñón e intestino). La segunda abarca el transporte de iones, renovación de proteínas y lípidos.(Van Es y Van der Honing 1983).

Moe *et al.* (1972) determinaron un costo de energía de mantenimiento de 0.073 Mcal ENI / Kg PV^{0.75} de peso vivo para vacas lecheras con actividad restringida. A partir de esta NRC, 1989 consideró un costo de energía de mantenimiento de 0.080 Mcal/ Kg PV^{0.75}, el cual se obtiene agregando un 10 % por actividad suntuaria al cálculo estimado por Moe *et al.* 1972. A este debe agregarse para animales en pastoreo un 3% por cada Km recorrido, un 10 – 20 % por actividad de pastoreo en pasturas buenas de pobre accesibilidad. Por último AFRC (1990), considera por separado la actividad y el mantenimiento diario; para el mantenimiento 0.53 MJ/d PV/1.08^{0.67} y para actividad 0.0095 MJ/d PV/1.08^{0.67}, lo cual incluye 500m de caminata, 14 Hs parada y 9 cambios de posición.

La energía de mantenimiento puede aún incrementarse según las condiciones atmosféricas de temperatura y humedad, además de los niveles de consumo ya que a mayores consumos se incrementa el gasto en mantenimiento por la actividad de fermentación, circulación, etc. que se ven incrementadas.

2.3.2.2. Requerimientos para producción.

La estimación de ENL requerida para producción se calcula sobre la base de la energía retenida en producto leche. Por ello según NRC (1989), por cada litro de leche producida con 4% de grasa se gastan 0.74Mcal ENI. Expresándolo en otra forma $ENI = 0.3512 + (0.0962 * \%G) \text{ Mcal/Kg}$. Otra de las formas de calcular los requerimientos de energía en función de los gramos de lactosa, proteína y grasa; $ENI = (0.0384 * g \text{ Grasa} + 0.0223 * g \text{ Proteína} + 0.0199 * g \text{ Lactosa}) - 0.108 \text{ MJ/Kg.}$

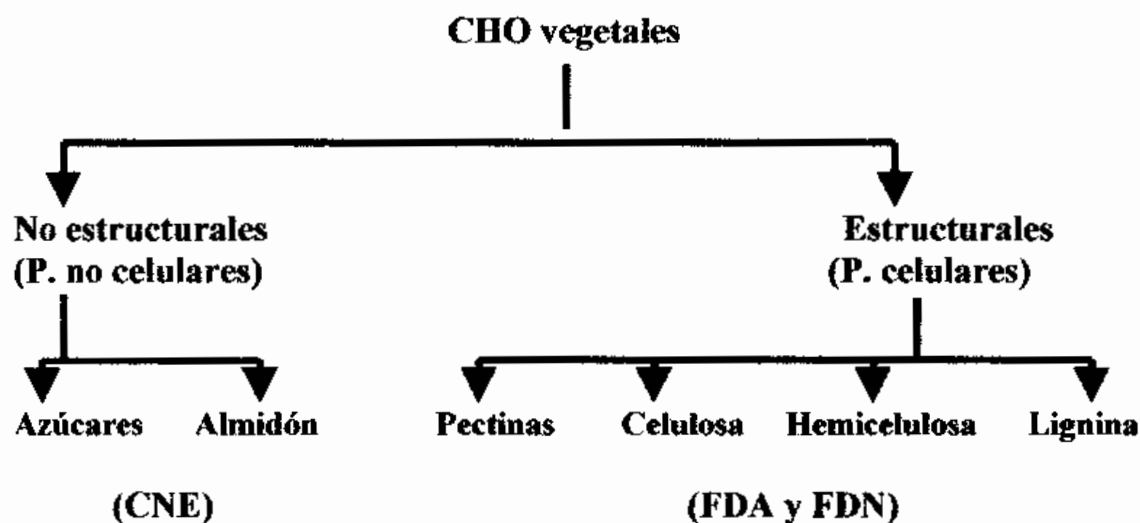
Para satisfacer los requerimientos de producción, pueden producirse tres situaciones: perder, mantener o ganar peso, y para cada una de estas existen diferentes eficiencias de utilización de la energía metabólica. Luego del parto cuando el balance energético es negativo parte de la energía proviene de la pérdida de peso, el pasaje de reservas corporales a producción de leche posee una eficiencia entre el 82-84% (ARC, 1980). Si el balance energético es cero, ni se gane ni pierda peso, donde la energía proviene directamente del alimento la eficiencia es del 62% (ARC, 1980) y del 64% (NRC, 1989); por último si el balance energético es positivo, siendo la eficiencia de utilización de EM para producción de leche y ganancia de peso simultáneamente, 53-64% (ARC, 1980) y 75% (NRC, 1989).

Además de estos valores existen requerimientos para la reproducción como por ejemplo: en las últimas 4-8 semanas de gestación los requerimientos presentan un aumento de 3-6 Mcal ENI/día (NRC, 1989).

La estimación de la energía no se realiza directamente debido al sofisticado equipamiento necesario para medir energía directamente; por lo cual se calculan mediante ecuaciones que utilizan otros datos del análisis del alimento. Como no todos los laboratorios utilizan las mismas fórmulas, es posible obtener diferentes valores de energía según la fuente utilizada. Los más utilizados para la estimación de Energía en forrajes y concentrados son FDA y FDN, debido a la elevada correlación negativa que presentan con la disponibilidad de energía (Cozzolino *et al*, 1994). Es de destacar que en general todas las fórmulas utilizan FDA como estimador pero no todas las fórmulas son iguales. La más utilizada de estas para la estimación de Energía, es la FDA (Mertens, 1994), con la cual se pueden estimar los diferentes aporte de ENI para distintos alimentos. En el caso de estimar ENL las ecuaciones poseen un descuento estándar por nivel de consumo. A pesar de esto no existe acuerdo entre los autores ya que algunos opinan que la predicción de EN a partir de la FDA es de escasa precisión (Sniffen, 1993); otros que opinan que los componentes de la estimación deberían ser más complejos utilizando otras fracciones de la fibra (Weiss, 1993).

2.3.3. Fuentes de energía.

2.3.3.1. Carbohidratos.



Fuente: adaptado de Chase y Sniffen, 1989.

Figura N° 3. Fracciones de carbohidratos en los alimentos.

La mayoría de los carbohidratos (CHO) que forman parte de la dieta de la vaca lechera son almidón, celulosa, hemicelulosa, pectinas y azúcares solubles. Estos a su vez pueden dividirse en dos grupos, como se ve en la figura N° 3, según la función que cumplan en el vegetal, en estructurales y no estructurales (Allen, 1991).

Estos componen entre el 70% - 80% de la MS de la dieta de las vacas lecheras (Davis, 1993), siendo la fuente más importante de energía y de los principales precursores de la grasa y la lactosa en la leche de la vaca (Armentano, 1996).

La disponibilidad energética de estas fuentes para el animal es variable y depende del tipo de azúcar que contengan, del tipo de enlace, del tipo de enlace predominante en la fracción estructural, el arreglo espacial entre CHO y su combinación con otro tipo de sustancias como la lignina (Moore y Hatfield, 1994; Van Soest, 1982).

2.3.3.1.a. Carbohidratos estructurales.

La fibra insoluble en los alimentos comprende la matriz entrelazada de la pared celular en los vegetales formada fundamentalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, siendo ésta la fracción del alimento que no puede ser digerida por enzimas del propio animal (Weiss, 1993; Allen, 1991).

En la naturaleza, la degradación de los carbohidratos estructurales es principalmente una actividad llevada a cabo por flora microbiana y hongos (Van Soest, 1982). Estos microorganismos se encuentran en los rumiantes (dentro del rumen), por lo que mediante fermentación le es posible utilizarlos (Moore y Hatfield, 1994).

La celulosa y la hemicelulosa son parcialmente fermentadas en el rumen, con rangos de digestibilidad que van desde 25% a 90% y 45% a 90% respectivamente, dependiendo del contenido de lignina (Moore y Hatfield, 1994; Allen, 1991; Maynard et al, 1984). A medida que la planta madura aumenta el contenido de lignina, por lo tanto disminuye la degradación ruminal de la celulosa y de la hemicelulosa (Armentano, 1996).

Las pectinas son rápida y casi totalmente degradables en el rumen, debido a su alta solubilidad, lo que la hace fácilmente accesible para las enzimas (Moore y Hatfield, 1994; Allen, 1991; Van Soest et al, 1991; Davis, 1993).

La lignina es un polímero que forma parte de la matriz estructural y es resistente a la digestión microbiana, no pudiendo ser utilizado como fuente de energía. Esta actúa como el principal factor limitante para la digestión de los demás componentes de la fibra, ya que mediante enlaces covalentes forma complejos indigestibles con la celulosa. Por todo esto tiene una alta correlación negativa el contenido de lignina en el alimento con la digestibilidad de la celulosa y de la hemicelulosa (Allen, 1991; Van Soest, 1992; Van Soest y Mertens, 1984; Maynard et al, 1984; Weiss, 1993).

Comparando especies, las leguminosas presentan un mayor contenido de lignina con respecto a las gramíneas a igual estado de madurez, como ya fue mencionado, el

contenido de lignina se incrementa conforme avanza la madurez de la pastura (Maynard et al, 1984; Allen, 1991).

Los rumiantes en general y específicamente las vacas lecheras tienen requerimientos mínimos de fibra necesarios para mantener un ambiente ruminal saludable y equilibrado. Esto es aún más importante en vacas lecheras de alta producción, ya que niveles por encima de los necesarios pueden afectar el consumo por limitación física y por tanto la densidad energética de la dieta (Weiss, 1993). Por otra parte niveles por debajo del óptimo y más cuando presentan altos niveles de carbohidratos no estructurales, deprimen la digestibilidad de la fibra por caída del pH (perjudica la actividad celulolítica).

Bajos niveles de fibra o escasa presencia de partículas largas de fibra, no estimulan la rumia, por tanto, se reduce la salivación, pocos bicarbonatos y fosfatos ingresan al rumen, baja la capacidad buffer y entonces cae el pH, esto conlleva a que se perjudique la digestión celulolítica. Todo lo anterior trae como consecuencia que se enlentezca la tasa de pasaje, por tanto, hay una restricción en el consumo, además de desórdenes metabólicos (acidosis) y fuerte reducción en la producción de precursores dietarios de grasa láctea (Owens y Goetsch, 1988; Armentano, 1996; Welch y Hooper, 1988; Van Vuuren et al, 1986; Allen, 1991; Weiss, 1993; Van Soest, 1982; Van Soest y Mertens, 1984; Sutton y Morant, 1989; Sniffen et al, 1993; Milne et al, 1981).

NRC (1989), recomienda contenidos de 19% - 21% de FDA y 25% - 28% de FDN, debiendo provenir el 75% de la FDN del forraje, esta es una medida segura para garantizar el suministro adecuado de fibra efectiva.

Existen ciertos alimentos en los que la metodología de análisis tiende a sobrestimar los valores de FDN. Esto se da por que generalmente el almidón proveniente del grano de sorgo o del maíz no es completamente solubilizado por el detergente neutro, no filtra y esta fracción se ve aumentada (Moore y Hatfield, 1994; Van Soest et al, 1991; Allen, 1991; Mertens, 1994).

2.3.3.1.b. Carbohidratos no estructurales (CNE).

Los CNE son componentes muy importantes dentro de las raciones de las vacas lecheras, debido a que se degradan rápida y extensamente en el rumen proporcionando energía para la síntesis de proteína microbiana (Davis, 1993; Armentano, 1996).

La tasa de fermentación es la velocidad a la que estos compuestos entregan energía al rumen. Esta está en función del tipo de CNE, la fuente y su forma física (Allen, 1991; Van Soest, 1982; Fahey y Berger, 1988).

Los CHO solubles son la fracción más rápidamente fermentecibles a nivel ruminal, teniendo como productos finales AGV, gases (CO_2 y CH_4) y calor (Van Soest, 1982; Allen, 1991; Armentano, 1996). Los AGV son absorbidos a través de la pared ruminal, los gases son eructados y el calor si no se necesita es disipado (Armentano, 1996).

El almidón es el CHO de reserva de más importancia para las plantas (Van Soest, 1982). La fermentabilidad de este para los granos de cereales varía según la fuente, siendo su orden de menor a mayor: sorgo, maíz, avena, cebada y trigo (Allen, 1991; Davis, 1993; Van Soest, 1982).

La relación amilosa / amilopectina es la determinante de estas diferencias ya que al aumentar la proporción de amilopectina, se reduce la cristalinidad y aumenta la solubilidad del almidón, facilitando el ataque microbiano (Van Soest, 1982; Fahey y Berger, 1988).

Mayor proporción de amilosa, determina más resistencia a la penetración de agua y por lo tanto limita el acceso de las enzimas (Owens et al, 1986). Esto puede ser modificado por tratamientos (calor, humedad, presión), aumentando levemente la digestibilidad total y la tasa de degradabilidad del almidón (Nocek y Tamminga, 1991).

Los rumiantes, también tienen la capacidad de digerir postruminalmente el almidón que llega al intestino (Moore y Hatfield, 1994; Fahey y Berger, 1998; Owens et al, 1986).

La diferente tasa de fermentabilidad y sitio de digestión de los distintos almidones es importante para las vacas en lactancia temprana, donde un alto suministro de almidón, de alta fermentabilidad a nivel ruminal, puede afectar significativamente el consumo de MS total (Allen, 1991).

La utilización de almidón sobrepasante, su digestión y absorción a nivel intestinal, tiende a aumentar la eficiencia de utilización de la energía digestible, debido a reducción en las pérdidas por metanogénesis (Orskov, 1986; Owens *et al.*, 1986; Fahey y Berger, 1988; Allen, 1991).

A su vez, también la eficiencia de utilización de la energía metabólica se ve aumentada debido a que hay menos pérdidas por incremento calórico por fermentación y metabolismo. Como otra ventaja se reducen los riesgos de caída de pH a nivel ruminal, en dietas con alta participación de CNE (Allen, 1991).

De esta manera se considera que el almidón digerido postruminalmente es utilizado en forma más eficiente para la síntesis de leche que aquel degradado en el rumen (Orskov, 1986; Owens *et al.*, 1986; Fahey y Berger, 1988; Allen, 1991).

El nivel óptimo de CNE en la dieta es de un 40% de la MS total (Nocek y Russell, 1988; Hoover y Stokes, 1990; Shaver, 1991), otros como Mertens (1988) recomiendan un consumo diario de CNE de 1,1% del peso vivo.

Una sobrealimentación de CNE provocará problemas en el consumo de fibra y los problemas ya vistos de acidosis y una subalimentación llevará a una deficiencia de energía (Davis, 1993).

2.3.3.2. Lípidos.

2.3.3.2.a. Características generales de los lípidos.

Según Niemeyer, 1964; los lípidos son sustancias orgánicas de naturaleza química muy diversa que tienen en común la propiedad de ser solubles en solventes orgánicos como éter, alcohol, acetona y otros.

El grupo de los lípidos es muy amplio siendo los constituyentes principales los triacilgliceridos, además de esteroides, ácidos grasos libres, vitaminas, etc.

Los ácidos grasos constituyen la estructura esencial de la molécula lipídica. La mayoría de los ácidos grasos que se encuentran en la naturaleza son saturados, no obstante en el reino vegetal predominan los insaturados. Esta característica viene dada por la presencia de uno o más dobles enlaces a lo largo de la cadena carbonada del ácido. Los AG más comunes y sus características se presentan en el cuadro N° 2.

Cuadro N° 2. Ácidos grasos comunes en la dieta de vacas lecheras y sus características.

<i>Nombre común</i>	<i>N° de C</i>	<i>Dobles enlaces</i>	<i>Saturación</i>	<i>Punto de fusión</i>
<i>Butírico</i>	4	0	S	-8
<i>Laurico</i>	12	0	S	38
<i>Mirístico</i>	14	0	S	54
<i>Palmítico</i>	16	0	S	63
<i>Palmitoleico</i>	16	1	I	---
<i>Estearico</i>	18	0	S	70
<i>Oleico</i>	18	1	I	14
<i>Linoleico</i>	18	2	I	-5
<i>Linolénico</i>	18	3	I	-11
<i>Araquidónico</i>	20	4	I	-40
<i>Behénico</i>	22	0	S	80

Fuente: adaptado de Lawson (1985) y Wattiaux (1996)

Dentro de sus propiedades físicas más importantes se encuentra la solubilidad la que generalmente es baja como ya fue mencionado; en cambio los derivados comunes (jabones o sales de Ca y K) son solubles en agua. Otra de las características importantes es el calor de combustión. Los lípidos al ser sujetos a combustión total en una bomba calorimétrica muestran calores elevados 9.1 Kcal/gramo, siendo esto importante desde el punto de vista nutricional por presentar la mayor densidad calórica, ya que los carbohidratos y las proteínas presentan densidades menores del orden de 4 Kcal/gramo (Lawson, 1985).

2.3.3.2.b. Metabolismo de los lípidos.

Según, Palmquist y Conrad (1980) las dietas comunmente utilizadas en producción lechera contienen alrededor de un 3% extracto etéreo. Este porcentaje varía si las dietas son basadas en pasturas o con una alta proporción de granos, ya que más del 50% del extracto etéreo (EE) de las pasturas no es grasa verdadera sino que es una mezcla de componentes de bajo valor alimenticio como son las ceras, pigmentos y aceites esenciales. Sin embargo, en los granos los lípidos verdaderos del EE alcanzan valores de 65 – 85%, hasta valores realmente altos en las semillas oleaginosas como la soja y el algodón del orden del 90-100% del EE total.

Los rumiantes son capaces de alterar rápida y eficientemente los lípidos que ingresan en su tracto digestivo, por medio de los microorganismos; a su vez estos pueden realizar la síntesis microbiana de lípidos (“síntesis de novo”). Por lo cual poca grasa pasa a través del rumen sin modificarse, siendo los lípidos secretados o de reserva de diferentes características de los ingeridos.

Los componentes más comunes de las dietas son los triacilglicéridos y los fosfolípidos, estos ésteres al ingresar al rumen son hidrolizados por las bacterias lipolíticas dando como productos ácidos grasos libres y glicerol u otros compuestos, dependiendo del tipo de lípido ingerido. Aunque la lipólisis es realizada rápidamente actúa como paso limitante en la serie de reacciones. Esta característica no permite que aumenten los ácidos grasos libres insaturados en cantidades excesivas los que serían perjudiciales, ya que interferirían en la digestión de la fibra. De este modo es posible que algunos lípidos no alcancen a hidrolizarse y escapen de la fermentación ruminal, siendo este el mecanismo de acción de las grasas protegidas o by-pass; este mecanismo depende de la estructura físico-química de los alimentos, por ejemplo los aceites de pescado solo se hidrolizan en un 50%.

Luego de la lipólisis se produce la biohidrogenación que es la adición de hidrógeno en los dobles enlaces de los ácidos grasos libres insaturados. Por medio de este proceso toda la grasa que ingresa al rumen (medio anaeróbico y fuertemente reductor) podría ser hidrogenada hasta obtener un 100% de los ácidos grasos saturados. Según Mattos y Palmquist el 68% de ácido linolénico fue hidrogenado en vacas lecheras.

2.3.3.2.c. Efecto de los lípidos sobre la digestibilidad de la fibra y el consumo.

La utilización de lípidos tiene como objetivo incrementar la densidad calórica de la dieta, aumentando así el consumo de energía de la misma. Muchas veces esto no se logra debido a que los lípidos pueden presentar efectos secundarios negativos a nivel ruminal, reduciendo la digestibilidad de la fibra, y consiguientemente el consumo de materia seca total. Esto puede reducir la relación acetato/propionato y disminuir la energía digestible para la producción de leche (Jenkins y Palmquist, 1984).

Las posibles explicaciones de los efectos según Devendra y Lewis citados por Jenkins y Palmquist(1980),: a) la existencia de un efecto de la grasa sobre la fibra, recubriéndola por lo cual se ve reducido el ataque microbiano; b) una modificación de la población microbiana ruminal debido a posibles efectos tóxicos de los ácidos grasos sobre determinados grupos microbianos, c) inhibición de la actividad microbiana debido a los efectos surfactivos de los ácidos grasos sobre las membranas celulares y d)reducción de la disponibilidad de cationes por medio de complejos insolubles, entre éstos y los ácidos grasos de cadena larga. El efecto negativo vendría dado por una falta de cationes para la función microbiana o indirectamente debido a una alteración en el pH ruminal.

Existe un mecanismo competitivo entre los microorganismos y las partículas de alimento por los ácidos grasos de cadena larga. El ligamiento preferencial por las partículas de alimento haría descender la adsorción por las bacterias y viceversa. Por esta teoría la mayor toxicidad de los ácidos grasos poli-insaturados en el rumen podría deberse a un aumento en la afinidad entre los ácidos grasos y los microorganismos a medida que la insaturación se incrementa (Harfoot, 1978, citado por Chalupa *et al.*, 1984).

Esta comprobado que la adición de Ca y Mg, promueven la digestibilidad en dietas ricas en grasa; desconociéndose con certeza el mecanismo. Se supone que la inclusión de estos cationes facilitaría la formación de jabones o sales que removerían los ácidos grasos del medio con lo cual se vería disminuida su toxicidad, pero esto no está claro.

Según Jenkins y Palmquist (1984), los ácidos grasos en forma de sebo disminuyen la digestibilidad de la MS en el rumen pero no se ve afectada en el resto del

tracto. Esto indicaría que toda la materia seca que escapó a la digestión ruminal fue digerida en el intestino grueso, por que no se ven afectadas las medidas de digestibilidad total.

Steele, (1985) y Depeters et al (1987), advirtieron una depresión del consumo de materia seca a causa de una cantidad importante de grasa en la dieta. También existen trabajos que demuestran un incremento de la digestibilidad de las dietas en raciones mas afinadas (Mattos y Palmquist, 1974; Wrenn et al, 1978).

Según información de varios trabajos (Wrenn, et al, 1978; Mattos y Palmquist, 1974; Palmquist y Conrad, 1978; Depeters 1989) se puede concluir que las dietas típicas de lactación no poseen generalmente mas de 3.5% de EE, las cantidades a agregar podrían estar ubicadas en el entorno de 3.5-5% de EE sin que existan mayores complicaciones.

2.3.3.2.d. Influencia del tipo de grasa.

Según Palmquist y Jenkins (1980), hay dos características principales que influirán en la digestión en el rumen: su grado de insaturación y esterificación.

Las grasas insaturadas son más tóxicas que las saturadas (Palmquist y Jenkins, 1980).

Grasa con altos contenidos de AG esterificados (aceite + harina de soja o aceite de soja molida), incluidos en un 7% en la dieta, disminuyen la digestibilidad de la fibra cruda; en cambio la misma concentración de lípidos en la dieta, pero menor contenido de AG esterificados, no afectó la digestibilidad de la fibra cruda (Lucas y Loosli, citados por Palmquist y Jenkins, 1980).

Palmquist y Conrad (1980), observaron que si la grasa suministrada en la dieta era de alrededor de un 3% no había diferencias entre una mezcla de grasa animal y vegetal (50% de AG no esterificados) y el sebo (mayor contenido de AG esterificados), en cambio cuando el suministro ascendía a un 5% del extracto etéreo en la dieta, el sebo se volvía menos efectivo. La composición de AG en algunos suplementos lipídicos puede observarse en el cuadro N° 3.

Cuadro N° 3. Composición de ácidos grasos (%) de algunos suplementos lipídicos.

<i>Ac. Graso</i>	<i>S. Alg. (a)</i>	<i>Soja (a)</i>	<i>Girasol (a)</i>	<i>Maíz (b)</i>	<i>A.H.B.(c)</i>	<i>Sebo (b)</i>
<i>C₄</i>						0.3
<i>C₁₄</i>	0.8	0.1		1.23	2.9	3.4
<i>C₁₆</i>	22.7	10.3	5.9	11.32	10.6	25.6
<i>C_{16:1}</i>	0.8	0.2		0.48	9.1	4.9
<i>C₁₈</i>	2.3	3.8	4.5	2.19	2.3	15.1
<i>C_{18:1}</i>	17	22.8	19.5	26.17	24.6	40.9
<i>C_{18:2}</i>	51.5	51	65.7	56.85	3.7	8.5
<i>C_{18:3}</i>	0.2	6.8		1.76		1
<i>C_{20:1}</i>					10	
<i>C_{20:5}</i>					12.8	
<i>C_{22:6}</i>					12.3	

Fuente: Adaptado de Coppock y Wilks (1991)

Referencias: A.H.B. (aceite de hígado de bacalao)

(a) Reaves y Weihrauch, 1979

(b) De Peters, 1988

(c) Storry et al, 1969

Se encontró también que cuando se incluían AG saturados de menos de 18 carbonos, había un descenso en la producción de AGV y en la relación acético / propiónico, observándose que un 95 a 98% de esta variación era explicada por el punto de fusión de los AG intervinientes (Chalupa et al, 1984).

Chalupa et al (1984), compararon el efecto tanto de AG libres como en forma de jabones de Ca y triglicéridos, se observó que las formas libres disminuyen en general la producción de AGV y la relación de acético / propiónico, no sucediendo lo mismo con las formas esterificadas. Estos mismos autores encontraron que los triglicéridos ejercen menos efectos perjudiciales en la fermentación ruminal que sus AG constituyentes.

Concluyen que en general la relación entre el punto de fusión y la producción de AGV, indicarían que las grasas duras serían más inertes en el rumen, más insolubles y, por tanto, menos perjudiciales para los microorganismos ruminales.

En particular resaltan que: a) AG de cadena larga y especialmente poli-insaturados muestran efectos negativos a nivel ruminal y b) que la utilización de sales de Ca de AG de cadena larga, son un método eficaz de producción contra los efectos nocivos de la grasa.

Una forma de evitar estos disturbios ruminales, es el uso de grasas llamadas protegidas, by pass o inertes. Uno de este tipo de grasas son los granos enteros de oleaginosas (algodón, soja, etc.), que debido a su estructura biológica liberan lentamente el aceite, lo suficientemente lento como para que los microorganismos del rumen puedan tolerar los efectos negativos de los AG insaturados (Steele *et al*, 1971), se ha visto que el suministro de AG libres de estas semillas alteran el metabolismo ruminal (Davis, 1993).

Otra forma es preparar sales de Ca de los AG, bajo forma de jabones, lo cual reduce la solubilidad de los AG en el contenido ruminal (Davis, 1993), o recubriendo las grasas con proteína o tratadas con formaldehído.

También, como manera de evitar los disturbios, sería necesario mantener el nivel de AG insaturados relativamente bajo (14 a 15%) (Davis, 1993).

A bajos niveles todos ofrecen algún grado de protección, sin embargo, solo los jabones de Ca han sido probados en situaciones de alta suplementación lipídica (Downer, 1987).

2.3.3.2.e. Digestión intestinal y absorción.

Los factores identificados como significativamente diferentes entre rumiantes y monogástricos en la digestión y absorción de lípidos son: a) la naturaleza y forma física de los lípidos que ingresan al intestino y b) el pH del contenido intestinal próximo al abomaso.

Los AG del contenido intestinal de los rumiantes están más saturados que los ingeridos a través de la dieta y se asocian formando un complejo insoluble con la materia (quimo).

El pH de la mitad anterior del intestino delgado de los rumiantes permanece relativamente ácido, lo que hace disminuir la solubilidad de los AG, pero es un pH ideal (<5) para solubilizar los jabones de Ca (Palmquist y Jenkins, 1980).

Además de AG en forma libre ingresan al intestino delgado ésteres de AG, como triglicéridos y fosfolípidos, estos no pueden entrar directamente al organismo sino que el animal los hidroliza previamente mediante enzimas (Palmquist y Jenkins, 1980).

2.3.3.2.f. Síntesis y transporte de lipoproteínas.

A causa de su baja solubilidad en agua, los lípidos son transportados en la sangre asociados a proteínas, formando lo que se denominan lipoproteínas.

Estas varían en sus propiedades físico-químicas, lo que permite separarlas por clases según su densidad (Puppione, 1978).

Se ha encontrado que existe una alta correlación entre los AG dietéticos y la concentración de lípidos totales en el plasma de vacas lactantes, en cambio no se vio ninguna correlación con la grasa secretada en la leche (Palmquist y Jenkins, 1980).

La contribución relativa de grasa exógena (quilomicrones de la dieta) y de la endógena (lipoproteínas de muy baja densidad) en la grasa de la leche varía de acuerdo al estado fisiológico del animal. Así en lactancias tempranas hay una gran movilización de tejido adiposo, siendo importante la contribución endógena, mientras que en lactancia tardía su contribución es menor (Palmquist y Jenkins, 1980).

2.4. PROTEÍNA.

La proteína es requerida en la vaca para mantención, crecimiento, preñez y producción de leche (Chalupa y Sniffen, 1991; NRC, 1989; Owens y Zinn, 1988).

La proteína puede ser utilizada también como fuente de energía, vía oxidación o como fuente de carbono neoglucogénico, contribuyendo generalmente entre el 5 y el 7% de la glucosa sintetizada normalmente en el organismo (Rearte, 1992; Chalupa y Sniffen, 1991; NRC, 1989).

El rumiante utiliza la proteína cruda proveniente de la síntesis microbiana a nivel ruminal y digerida intestinalmente, siendo complementada además por la proteína dietaria

que escapa a la degradación del rumen (Broderick, 1994; Owens y Zinn, 1988; Maynard et al, 1984).

2.4.1. Dinámica ruminal y síntesis microbiana.

Las claves del metabolismo del N en el rumiante son, la capacidad de la flora microbiana ruminal para utilizar las diversas fuentes de N para su mantenimiento y crecimiento y el valor biológico de la proteína cruda resultante (Broderick, 1994; Merchen y Bourquin, 1994; Chalupa y Sniffen, 1991; Owens y Zinn, 1989; NRC, 1989, Maynard et al, 1984).

Un 80% de las especies de bacterias pueden usar amonio como fuente de N, un 26% requieren amonio como fuente absoluta de N y un 60% puede usar amonio o aminoácidos o péptidos. Los protozoarios no pueden utilizar el NH₃, pero absorben su N de las bacterias y partículas del alimento que consumen (Caerkawski, 1986).

La MS de la flora ruminal y en especial de las bacterias, que son un alto porcentaje de la proteína microbiana, tienen un contenido de proteína cruda de alrededor de 50%; siendo a su vez el perfil de aa de esta proteína muy similar al de la proteína de la leche (Owens y Zinn, 1988; Broderick, 1994; Maynard et al, 1984; Astibia et al, 1982).

Tanto las bacterias, como hongos y protozoarios, por medio de endo y exoproteasas, se encargan de desdoblar la PC de la dieta, hasta lograr péptidos de diferentes tamaños y aminoácidos libres a nivel ruminal (Owens y Zinn, 1988).

La digestión ruminal de la proteína se caracteriza por una rápida degradación inicial de las proteínas solubles (PS), siguiendo la actividad proteolítica dependiendo de la fuente de proteína y de las condiciones en las que se encuentra el rumen.

El nivel de consumo determina la tasa de degradación, por el tiempo de retención ruminal, se han observado incrementos de 6,5% de proteína sobrepasante por cada 10% de aumento en el nivel de consumo (Oldham, 1984; Owens y Zinn, 1988, NRC, 1989).

El pH del rumen afecta la degradación ruminal de la proteína por alteración de su solubilidad y además por que afecta la actividad microbiana. Para la mayoría de las fuentes

de proteína se ha visto que la tasa de degradación disminuye al caer el pH por debajo de 6 (Satter, 1986; Stern et al, 1993; Owens y Zinn, 1988; Hoover y Stokes, 1991).

La solubilidad es función de la relación de albúminas y globulinas (fracciones solubles) con prolaminas y gluteminas (fracciones insolubles). En general las proteínas que se degradan primero son las solubles, por la mayor accesibilidad que tienen los microorganismos (Stern et al, 1993; Owens y Zinn, 1988; Tamminga, 1982; Alvir et al, 1987).

Existen excepciones, como la ovoalbúmina, que a pesar de ser soluble es resistente a la degradación ruminal. Por otro lado las proteínas de la soja presentan una baja solubilidad (23%), pero una alta degradabilidad ruminal (70-80%) (Stern et al, 1993; Owens y Zinn, 1988).

Stern y Satter (1984), determinaron una muy baja correlación ($r = 0,26$) entre solubilidad y degradación, también Alvir et al (1987), observaron la baja correlación, pero determinaron una correlación muy alta ($r = 0,95$), dentro de cada grupo de alimentos (concentrados proteicos y cereales).

La degradabilidad ruminal de las proteínas es una característica compleja y está determinada por la estructura tridimensional, el número de puentes disulfuro y el grado de asociación con la pared celular, factores estos que perjudican el acceso de las enzimas microbianas (Satter, 1986; Stern et al, 1993; Owens y Zinn, 1988).

La cantidad de proteína microbiana (PM) sintetizada en el rumen, es función del aporte de N a este ya sea proteína degradable o nitrógeno no proteico (NNP), de la disponibilidad de energía para los microorganismos del rumen y de la eficiencia de estos (Huber y Limin Kung, 1981; Owens y Zinn, 1988; Chalupa y Sniffen, 1991). A pesar de todo esto es la disponibilidad de energía la que determina principalmente la síntesis de PM. Por esto se ha tratado de predecir el potencial de síntesis de PM de una dieta a través de la concentración de ENI (Chalupa y Sniffen, 1991; NRC, 1985).

Para lograr eficiencias adecuadas en la utilización de la energía y del N disponible a nivel ruminal por la flora microbiana, es necesario que la tasa de liberación de N por parte del alimento sea coincidente con la tasa de digestión de la energía (Owens y Zinn, 1988; Maynard et al, 1984; Oldham, 1984).

El rendimiento y la eficiencia de síntesis de la PM, se incrementan al aumentar el consumo, esto es debido a una disminución en los requerimientos de mantenimiento de las bacterias (Stern et al, 1993; Owens y Zinn, 1988; Astibia et al, 1982; Oldham, 1984).

La fuente de PC afecta la tasa de liberación del N-NH₃ del alimento y puede afectar la eficiencia de su utilización. Owens y Zinn (1988) encontraron que supliendo animales dos veces al día utilizando urea, provocó una rápida liberación de NH₃, alcanzando un pico de 12 mg/100cc, a las 2 horas de habersele suministrado. En cambio cuando el suplemento utilizado era harina de soja, el nivel de NH₃ en el rumen fue mucho más estable, dándose el pico a las 5 horas de haberse ingerido, siendo de 9 mg/100cc.

Las proteínas verdaderas tiene como ventaja frente al NNP, además de la menor tasa de liberación de N a nivel ruminal, el aporte de carbono (fuente de energía) de minerales (P, S, Ca, etc.), por lo que las bacterias se encuentran en mejor situación para la síntesis de aminoácidos.

Los carbohidratos proveen de esqueletos carbonados y energía en forma de ATP, para la síntesis de proteína ruminal (Stern et al, 1993; Nocek y Tamminga, 1991; Hoover y Stokes, 1991).

Al tener la digestión de los carbohidratos el mismo producto final, con similares rendimientos de ATP, es la cantidad de carbohidratos y no el tipo lo que tiene mayor influencia en la producción de PM. Debido a esto y a la mayor digestibilidad de los CNE frente a los estructurales, que la concentración de los primeros, es la que está más correlacionada con el rendimiento de PC sintetizada en el rumen (Van Vuuren et al, 1986).

En dietas que contienen de 12 a 18% de proteína digestible (PD) en la MS, el mayor rendimiento de PM se alcanza con una concentración de 35-38% de CNE (Hoover y Stokes, 1991; Chandler, 1991).

Satter y Roffler (1975) encontraron que para vacas lecheras, con dietas típicas, el nivel de NH₃ al que se producía el máximo crecimiento microbiano era entre 5 y 8 mg/100cc de líquido ruminal, que se conseguía con 12-13% de PC. Cuando se sobrepasaba este nivel, provocaba aumento de NH₃, que no era utilizado por los microorganismos, este exceso se convierte en urea en el hígado, la cual es excretada por la orina y parte reciclada al rumen nuevamente vía saliva.

Este proceso es costoso, ya que se utiliza ineficientemente la proteína alimenticia como la energía, además del costo energético que tiene la síntesis de urea y su eliminación por los riñones (Davis, 1993).

La relación CNE/PD, afecta los requerimientos de proteína no degradable en rumen para cubrir los requerimientos del animal.

La proteína que no es sintetizada ruminalmente debe ser cubierta por proteína sobrepasante, indegradable en rumen, por lo tanto los requerimientos de una y otra fuente varían con la energía disponible. A su vez los requerimientos de energía varían dependiendo de la relación proteína no degradable/proteína degradable (Merchen y Bourquin, 1994; Owens y Zinn, 1988; Maynard *et al.*, 1984; Oldham, 1984).

Es por todo lo anterior que la proporción de N microbiano dentro del total no amoniacal que ingresa al intestino delgado, varía con el tipo y contenido de PC y energía de la dieta, aumentando su participación cuanto mayores sean los aportes de NNP dentro del total de PC dietaria, como la disponibilidad de energía (Owens y Zinn, 1988).

2.4.2. Fuentes de proteína.

Los forrajes presentan generalmente proteína de alta degradabilidad (Maynard *et al.*, 1984; Merchen y Bourquin, 1994; Chose y Sniffen, 1989 citados por Davis, 1993).

Para pasturas puras de trébol blanco o trébol rojo, NRC (1989), encontró valores de alrededor del 67% de degradabilidad ruminal hasta 80% (Merchen y Bourquin, 1994). Cuando estas pasturas eran mezclas con gramíneas, la degradabilidad disminuye, debido a la menor degradabilidad de estas últimas (NRC, 1989; Merchen y Bourquin, 1994).

En los forrajes frescos entre un 75 y un 90% del N total es proteína verdadera (Rearte, 1992; Van Soest, 1982).

Comparando gramíneas y leguminosas, las primeras presentan una mayor porción de NNP (Rearte, 1992). A medida que avanza el estado de madurez de la pastura, disminuye el contenido de N total, NNP y la degradabilidad de la PC (Maynard *et al.*, 1984; Merchen y Bourquin, 1994).

Los ensilajes presentan una menor calidad de proteína que la del cultivo original, ya que después del corte la fracción nitrogenada sufre transformaciones debido a la actividad proteolítica, aumentando la fracción de NNP en el total de PC, su degradabilidad y su solubilidad (Huber y Limin Kung, 1981; Merchen y Bourquin, 1994; Chase y Sniffen, 1989).

El ensilaje de maíz presenta una alta proporción de proteína soluble (PS), mientras que la fracción insoluble se caracteriza por su alta resistencia, que se ve agravado cuando se dan altas temperaturas en el ensilaje (Van Soest, 1982).

Cuando se da calentamiento en los ensilajes, ocurre lo que se llama la reacción de Maillard, en este caso la proteína (principalmente el aa lisina) se adhiere a la FDA, formando el NIDA (nitrógeno insoluble en detergente ácido), lo que queda indigestible para el animal (Merchen y Bourquin, 1994; Chalupa y Sniffen, 1991; Muck y Pitt, 1993; Maynard et al, 1989).

Con la reacción de Maillard no solo se reduce la cantidad de proteína disponible, sino que también su valor biológico (Muck, 1988; Maynard et al, 1984).

Los alimentos normalmente usados para la alimentación de vacas lecheras, proveen una cierta cantidad de proteína sobrepasante, que sumada a la PM, permiten obtener producciones que rondan los 20 Kg/día (Conrad y Hibbs, 1962), por lo tanto producciones superiores toman deficitaria la proteína a nivel de intestino delgado, lo que hace necesaria la suplementación con PC que escape a la degradación ruminal (NRC, 1989).

La proteína no degradable puede ser obtenida a través de las harinas de origen animal, o de semillas enteras de algodón o de soja, o de otras fuentes vegetales tratadas (Stern et al, 1993). Los tratamientos pueden ser físicos, como calor y presión (expeller) o químicos, con taninos o formaldehídos, los más conocidos (Stern et al, 1993; Huber y Limin Kung, 1981).

Las harinas de origen animal presentan entre un 60 y 80% de proteína no digestible, dentro de la PC, en tanto las semillas enteras de algodón o soja rondan los 45-48% (Chase y Sniffen, 1989 citados por Davis, 1993).

2.4.3. Requerimientos de proteína.

Los requerimientos proteicos están en función de la producción y la eficiencia de la síntesis microbiana (Stern et al, 1993; Astibia et al, 1982; Bull y Cleale, 1981).

Los altos niveles de producción de leche alcanzados en lactancia temprana, usualmente requieren una cantidad de PC superior al rendimiento de PM. Este déficit debe ser cubierto con proteína sobrepasante (Chalupa y Sniffen, 1991; NRC, 1989; Huber y Limin Kung, 1981; Schingoethe et al, 1988; Broderick, 1994).

Al principio de la lactancia los requerimientos de energía para mantenimiento y producción son superiores a la energía neta que pueda aportar el alimento, lo que da como resultado pérdidas del tejido adiposo o muscular (NRC, 1989; Oldham, 1984, Hoover y Limin Kung, 1981; Schingoethe, 1988). Para esta situación se debe suministrar de proteína sobrepasante, aproximadamente 18-19% de PC y 45% de proteína no degradable, dependiendo del nivel de producción (NRC, 1989; Davis, 1993).

Hacia la mitad de la lactancia, la producción disminuye y el consumo aumenta; siendo el balance energético positivo para la vaca lechera, por lo que los requerimientos de PC bajan a alrededor de 17% y los de proteína sobrepasante alrededor de 40%, dependiendo siempre de la producción de la vaca (NRC, 1989; Davis, 1993).

A fines de la lactancia, la producción continúa disminuyendo, por lo tanto los requerimientos también: aproximadamente 15-16% de PC y 35-38% de proteína sobrepasante, teniendo en cuenta la producción de leche (NRC, 1989; Davis, 1993).

Las vacas primíparas en general tienen una menor respuesta en producción de leche y consumo de MS, a aumentos en la PC de la dieta, debido a que aún están creciendo (NRC, 1989; Huber y Limin Kung, 1981).

Se ha visto que para dietas donde la mayor parte de la proteína proviene de la soja o sus subproductos, los aminoácidos limitantes son la metionina y la lisina, (Chalupa y Sniffen, 1981; Satter, 1981; Limin Kung, 1981), en general las fuentes proteicas de origen animal proveen niveles adecuados de ambos aminoácidos (Broderick, 1994).

Los ensilajes de maíz se caracterizan por ser deficientes en metionina (Satter, 1986; Minson, 1990; Huber y Limin Kung, 1981).

Consumos extremadamente bajos de proteína pueden deprimir la producción de leche, por reducción de la síntesis de lactosa y de la movilización de tejido adiposo (Huber y Limin Kung, 1981).

Un exceso de aminoácidos con respecto a los requerimientos, lleva a que estos sean desaminados y los esqueletos carbonados oxidados total o parcialmente o almacenados como grasa corporal y el exceso de N es convertido en urea (Oldham, 1984).

2.6. COMPOSICION DE LA LECHE.

La leche es un producto nutritivo, complejo que posee más de 100 sustancias, que se encuentran en solución, suspensión o emulsión en agua (Wattiaux, 1996).

Los componentes principales de la leche son agua, grasas y sólidos no grasos (SNG). Estos últimos incluyen a las proteínas, vitaminas, lactosa, minerales y varios tipos de células (Bath *et al.*, 1982), la concentración de los nutrientes principales se puede observar en el cuadro N° 4.

Cuadro N° 4. Composición media más probable de la leche de vaca.

NUTRIENTE	CONCENTRACION
<i>Agua (%) (1)</i>	88
<i>Grasa (%) (1) (2)</i>	3,4 - 3,7
<i>SNG (%) (2)</i>	8,5
<i>Proteína (%) (1) (2)</i>	3,1 - 3,2
<i>Lactosa (%) (1) (2)</i>	4,6 - 4,7
<i>Minerales (%) (1)</i>	0,72
<i>Energía (Mcal/Kg) (1)</i>	0,61

Fuente: (1) Wattiaux, 1996

(2) Bath *et al.*, 1992

La ubre utiliza de la sangre el 80% de la glucosa total disponible, el acetato y los aminoácidos para producir leche (Bath *et al.*, 1982). Esto indica que la cantidad de leche sintetizada en la glándula mamaria dependerá del flujo sanguíneo, la concentración de

precursores de la leche en el plasma y de que tan eficientemente sean captados dichos precursores por la glándula mamaria (Rearte, 1992).

La lactosa y los minerales son los constituyentes osmóticamente más activos, por lo que determinan el volumen de leche producido y por eso su concentración en leche es relativamente constante. En cambio la concentración de proteína y principalmente la de grasa son mucho más variables (Oldham y Sutton, 1983).

2.6.1. Grasa.

La grasa de la leche está constituida casi totalmente por triacilglicéridos, sintetizados en las inmediaciones del retículo endoplasmático de las células secretoras (Rearte, 1992; Bath et al, 1982)

La mitad de estas grasas, son ácidos grasos de cadena corta (C4-C14) y la otra mitad son ácidos grasos de cadena larga (C16-C20) (Bath et al, 1982.)

Otra característica es la alta proporción de ácidos grasos (AG) saturados que presenta la leche de vaca, esto es por que los AG de cadena larga de la dieta son hidrogenados en el rumen, debido a la alta capacidad de saturación que presenta el ambiente ruminal (Rearte, 1992; Bath et al, 1982).

Los AG de la leche poseen dos orígenes diferentes: Los de cadena corta son sintetizados en la glándula mamaria a partir del acetato y del B hidroxibutirato, mientras que los AG de cadena larga son extraídos directamente del plasma sanguíneo, ya sean de origen dietario o por movilización de reservas; en tanto los AG intermedios (C12-C16) pueden ser originados por cualquiera de los dos modos, síntesis en la glándula mamaria o absorción directa (Rearte, 1992; Bath et al, 1982; Oldham y Sutton, 1983).

De este modo la producción de grasa en la leche depende no solo del suministro de los principales precursores desde el tracto digestivo, sino que también de una síntesis o movilización de AG almacenados dentro del cuerpo del animal, factor que está primeramente bajo control hormonal (Oldham y Sutton, 1983).

La grasa es el componente de la leche que tiene mayor potencial para ser modificada su concentración a través de la dieta (Sutton, 1989).

Los efectos de la suplementación sobre la concentración de la grasa en la leche; pueden ser explicados por las variaciones que ocurren con las proporciones de AGV producidos a nivel ruminal, como también por el balance entre nutrientes lipogénicos (acético, butírico y AG de cadena larga) y glucogénicos (glucosa, propiónico y posiblemente aminoácidos) (Sutton, 1985; Oldham y Sutton, 1983).

A medida que aumenta el nivel de concentrado energético en la dieta, se produce un cambio en el tipo de fermentación, se favorece la producción de propiónico en perjuicio del acético y del butírico. Cuando se suministra mucho concentrado energético en las dietas, ocurren disminuciones del pH en el rumen, que deprimen la digestión de las fibras, provocando descensos en la producción de acético (Rearte, 1992).

Esta caída en el porcentaje de grasa en la leche /estaría asociado al aumento de precursores glucogénicos y un descenso de los precursores lipogénicos en el rumen (Rearte, 1992; Sutton, 1985). Esto conlleva a una mayor producción de lactosa (componente osmótico), lo que provoca un aumento en el volumen de leche producida, que hace diluir el contenido de grasa, no disminuyendo necesariamente su producción total (Rearte, 1992).

Se sugiere que una relación C2/C3 por debajo de 3,5:1; hace caer el contenido de grasa en la leche (Sutton y Morant, 1989), que estaría dado cuando la concentración de forraje en la dieta baja a valores menores de 450 g/Kg MS o la concentración de FDA disminuye alrededor de 220 g/Kg MS (Sutton, 1983).

Otro punto en la suplementación es el tipo de carbohidrato utilizado (cuadro N°5), los suplementos almidonosos son fácilmente fermentecibles, lo que provoca una rápida caída del pH ruminal, menores relaciones C2/C3, por lo tanto cae el porcentaje de grasa en leche (Sutton, 1989; Sutton y Morant, 1989; Rearte, 1992), en cambio carbohidratos fibrosos no provocan los cambios descritos arriba (Meijs, 1985), posiblemente por que aumentan la concentración de FDA en la dieta (Sutton, 1983).

Cuadro N° 5. Efecto de la proporción y tipo de concentrado en una dieta mezclada, sobre la producción de leche y grasa.

<i>Tipo de concent.</i>	<i>Almidonoso</i>	<i>Fibroso</i>	<i>Almidonoso</i>	<i>Fibroso</i>
Conc. (g/Kg MS)	600	600	700	700
FDA_d (g/Kg MS)	192	231	136	180
Rend. Lech (Kg/d)	26.3	26.5	32	25.5
Conc. Grasa (%)	4.15	4.29	2.26	3.62
Rend. Gr (Kg/d)	1.09	1.12	0.73	0.91

Fuente: Adaptado de Sutton, 1983.

También existe un efecto indirecto de la suplementación sobre la producción y acumulación de precursores glucogénicos; los que desencadenan cambios hormonales que hacen variar la concentración de grasa en la leche (Sutton, 1983). Específicamente lo que ocurre es que se eleva el nivel de precursores glucogénicos, esto hace incrementar el contenido de insulina en sangre, provocando que disminuya la lipólisis y se favorezca la lipogénesis en el tejido adiposo, disminuyendo, por tanto la disponibilidad de acetato y B hidroxibutirato en la glándula mamaria, como consecuencia cae el contenido de grasa de la leche (Rearte, 1992; Sutton, 1989; Oldham y Sutton, 1983).

Menor tiempo de retención en el rumen, o sea, al aumentar la tasa de pasaje, disminuye la digestibilidad, principalmente la de la fibra que es más lenta; por lo tanto provoca una disminución de los precursores lipogénicos, que se ve reflejado en un menor contenido de grasa en leche (Sutton, 1989).

Concordando con todo lo expuesto anteriormente, Sutton y Morant (1989), encontraron que la concentración de FDA en el total de la dieta explicó un 92% de la variación en el porcentaje de grasa, para los diferentes tipos de dietas.

Según Rearte (1992), en sistemas pastoriles de producción, donde los niveles de suplementación con concentrados no superan el 30% de la dieta, no hay peligro de que se produzcan cambios en el ambiente ruminal, tales que se traduzcan en cambios significativos en la composición de la leche. Davis (1993), sugiere que suministrar una dieta en la que el forraje contribuya por debajo del 40% del total, especialmente si está en partículas de reducido tamaño; provoca un pH ruminal abajo del rango óptimo para la

digestión de la fibra y como consecuencia una disminución en el contenido de grasa en la leche.

La inclusión de lípidos en la dieta tiene una respuesta variable en la concentración de grasa en la leche. Storry (1979), concluye que pequeñas concentraciones de lípidos en la dieta tienden a incrementar levemente el porcentaje de grasa en la leche; pero altos niveles de inclusión reducen la síntesis intramamaria de precursores de AG de cadena corta, lo que no es compensado por la alta cantidad de AG de cadena larga absorbidos desde el tracto digestivo, lo que provoca un descenso en la concentración de grasa en la leche.

Cuadro N° 6. Efecto de la suplementación con lípidos sobre la producción y composición de la leche.

<i>Suplemento</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Prod.</i> (Kg/d)	<i>Grasa</i> (%)	<i>Proteína</i> (%)	<i>Autores</i>
Soja	0	19.1	3.56	3.12	Perry y Macleod (1968)
	25% del conc.	20.6	3.86	3.17	
Sem. Entera	0	24.4	3.19	3.24	De Peters <u>et al</u> (1985)
De algodón	10%	25	3.45	3.15	
	15%	25.5	3.51	3.15	
	20%	25.4	3.61	3.16	
Ac.de hígado	0	26.1	3.21		Beitz y Davis (1964)
De bacalao	225 g/d	25.7	2.16		
Aceite veg.	0	23.2	3.9		Selner y Schultz (1980)
Hidrogenado	454 g/d	23.3	3.1		
Sebo prot.	0	31.7	3.40	3.18	Dunkley <u>et al</u> (1977)
	15%	32.3	4.27	3.03	
	30%	31	4.31	2.85	

Fuente: adaptado de Coppock y Wilks, 1991.

La respuesta es variable con el tipo de suplemento lipídico utilizado, como puede observarse en el cuadro N° 6. Cuando se suplementa con semillas enteras de algodón o de soja, se notaron incrementos en la concentración de grasa, así como aumentos en la proporción de AG de cadena larga sobre los AG de cadena corta (Perry y Macleod, 1968; De Peters, 1985; citados por Coppock y Wilks, 1998). Si el suplemento usado es de origen

animal, como el aceite de hígado de bacalao se vieron descensos en la concentración de grasa en leche (Beitz y Davis, 1964; Storry et al, 1969; citados por Coppock y Wilks, 1998). Iguales resultados se obtuvieron cuando se suministraron aceites vegetales hidrogenados (Selner y Schultz, 1980; citados por Coppock y Wilks, 1998). Suplementándose con sebo protegido, hubieron incrementos en el porcentaje de grasa en leche (Dunkley et al, 1977; citados por Coppock y Wilks, 1998; Storry et al, 1979).

La depresión que causan los lípidos sobre la concentración de grasa en leche se debe a interferencias a nivel ruminal y a interacciones en la síntesis de grasa en la glándula mamaria (Sutton, 1989; Rearte, 1992).

A nivel ruminal, la inclusión de lípidos no protegidos disminuye la disponibilidad de precursores lipogénicos (acético y butírico) por interferencia sobre la digestión de la fibra (Sutton, 1989; Palmquist y Jenkins, 1980; Rearte, 1992; Davis, 1993; Coppock y Wilks, 1998). A nivel de la ubre, los AG de cadena larga inhiben la acetil carboxilasa, enzima que actúa sobre la síntesis de novo de los AG de cadena corta e intermedia (Rearte, 1992; Emery y Herdt, 1991; Coppock y Wilks, 1998).

Tanto las semillas enteras de algodón o soja, como los lípidos protegidos, tienen un impacto positivo en la concentración de grasa, ya que las primeras tienen una liberación lenta del aceite, lo que no provoca interferencias con la población ruminal (De Peters, 1985; Perry y Macleod, 1969; Stelle et al, 1971 citado por Davis, 1993), los segundos, al estar protegidos, son inertes ruminalmente y se vuelven digestibles cuando traspasan el rumen, por lo tanto tampoco tienen efecto sobre los microorganismos ruminales (Dunkley, 1977; Storry et al, 1979).

2.6.2. Proteína.

Se puede decir que la leche es el alimento más cercano a la perfección de la naturaleza ya que es el alimento natural que más aminoácidos (aa) presenta (Bath et al, 1982).

Del total de proteínas de la leche, hay un 90%, llamadas primarias, que son sintetizadas dentro de las células secretoras mamarias, a partir de aa libres provenientes del

plasma sanguíneo (Rearte, 1992; Sutton, 1989; Bath et al., 1982). Dentro de este grupo están todos los tipos de caseínas, la lactalbúmina y la lactaglobulina (Bath et al., 1982).

El restante 10%, son proteínas sanguíneas, o sea, que se absorben directamente de la sangre, dentro de este grupo están incluidas las inmunoglobulinas y la albúmina del suero de la sangre (Bath et al., 1982; Rearte, 1992).

Los cambios en la concentración de proteína por intermedio de la dieta son posibles, pero son muy limitados comparándolos con las variaciones logradas en el porcentaje de grasa (Sutton, 1989).

Altos consumos de energía favorecen la síntesis de proteína y pueden incrementar su concentración en la leche (Sutton, 1989; Rearte, 1992; Sporndly, 1989). Cuando se suministran concentrados que provocan aumentos de precursores glucogénicos a nivel ruminal (ác. propiónico), se favorece la síntesis de glucosa en el hígado, disminuyendo la gluconeogénesis a partir de aa, quedando estos disponibles para su utilización en la glándula mamaria (Rearte, 1992).

La suplementación, especialmente con granos, aumenta el consumo de energía, lo que puede provocar incrementos en la síntesis proteica y su concentración en la leche (Sutton, 1983; Sutton y Morant, 1989).

La suplementación proteica no tiene efectos definidos en la concentración de proteína en la leche. Se ha visto que déficits severos en el consumo de proteínas, provocan una reducción en la producción de este componente en la leche, pero aumentar sus niveles por encima de los recomendados tiene poco o ningún efecto en su concentración (Sutton, 1989; Rearte, 1992; Bath et al., 1982).

Sistemas pastoriles, con pasturas templadas, presentan altos contenidos de proteínas altamente degradables en la dieta, lo que ha llevado a reportar altos contenidos de nitrógeno no proteico (NNP) en la proteína de la leche (25 - 30%), siendo la urea el principal componente (Rearte, 1992; Delucchi, 1994). Esto está explicado por que los microorganismos del rumen desdoblan más proteína de la que realmente necesitan, creando una sobreoferta de amoníaco a nivel ruminal; este pasa al hígado, donde es transformado a urea, la cual pasa a la sangre, de ahí puede ser excretado en la orina a través de los riñones o difundir libremente a la leche, aumentando la concentración de NNP (Rearte, 1992;

Davis; 1993; Oldham y Sutton, 1983). Este proceso es costoso desde el punto de vista de que emplea ineficientemente la proteína alimenticia y hay un costo de energía al eliminar para NH_3 (Davis, 1993).

Se han obtenido incrementos pequeños pero significativos de proteína en leche, en experimentos que se suministra proteína (generalmente caseína) en forma de infusión abomasal (Clark, 1975, citado por Oldham et al, 1983).

Infusiones abomasales de una mezcla de aa, tienen a veces aumentos en el porcentaje de proteína en la leche (Schawb y Satter, 1974), pero no se estableció consistentemente algún aa que afectara la producción de proteína en la leche (Clark, 1975).

Como puede observarse en el cuadro N° 6, la suplementación con lípidos generalmente reduce la concentración de proteína en la leche (Oldham y Sutton, 1983; Coppock y Wilks, 1998; Wu y Heber, 1994) y principalmente por una disminución del porcentaje de caseína (Coppock y Wilks, 1998).

Los mecanismos involucrados no están bien claros, pero hay cuatro puntos que pueden explicar las causas de este descenso: 1° disminución de la producción de proteína microbiana, por interferencias de los lípidos con los microorganismos ruminales (Dunkley et al, 1977); 2° restricción en la disponibilidad de glucosa (Smith et al, 1978); 3° resistencia a la insulina en la glándula mamaria afecta transporte de aa y por lo tanto la síntesis de proteína en la leche (Palmquist y Noser, 1981); 4° disminuye la liberación de la somatotropina bovina, lo que disminuye el ingreso de aa a la glándula mamaria (Casper y Schingoethe, 1989).

Dunkley et al (1977), encontraron que el suministro de sebo protegido, disminuye el porcentaje de la proteína de la leche, así como también el porcentaje de caseína sobre el total de proteína de la leche, aumentando el porcentaje de NNP. También encontraron descensos al suministrar harina de soja u otros derivados de la soja (Mohamed et al, 1988).

Se observó que el suministro de aminoácidos postruminalmente como lisina, metionina (Chow et al, 1990) o niacina (Horner et al, 1986), moderaban la disminución del porcentaje de proteína en la leche producido por la suplementación con lípidos.

2.6.3. Lactosa.

La lactosa es el principal componente osmóticamente activo de la leche y es la que le da el sabor ligeramente dulce a la leche (Bath et al, 1983; Sutton, 1989).

Esta es sintetizada a partir de una molécula de glucosa y una de galactosa, siendo secretada en vesículas al lumen alveolar (Rearte, 1992; Sutton, 1983; Bath et al, 1982).

Al ser osmóticamente activa y no difundir a través de la membrana, su concentración en la leche es relativamente constante, determinando el volumen de leche total producido (Bath et al, 1982; Oldham y Sutton, 1989). La concentración promedio de lactosa en leche es de aproximadamente 5% (4,8% - 5,2%), siendo similar para todas las razas lecheras y difícilmente alterada a través de la dieta (Wattiaux, 1996).

Desde el punto de vista nutritivo la concentración de lactosa solo puede ser modificada por consumos extremadamente bajos, que afectan la concentración de glucosa en sangre (Sutton, 1989; Rook, 1976) y especialmente efectos pronunciados en etapas tardías de la lactancia (Dawson y Rook, 1972).

Treacher y otros (1976), encontraron una disminución del contenido de lactosa en leche debido a un bajo contenido de proteínas en la dieta en etapas tempranas de la lactación. Esto puede estar relacionado a una baja concentración de alfa lactalbúmina, proteína que forma parte del complejo enzimático lactosa sintetasa, encargado de la síntesis de la lactosa (Oldham y Sutton, 1989).

2.6.4. Minerales.

Los principales minerales encontrados en la leche son: Ca, P, K, Cl, Na, Mg y S, estos derivan del torrente sanguíneo a través de mecanismos de transporte activos y pasivos (Rearte, 1992, Bath et al, 1982). Su concentración en la leche se puede observar en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 7. Concentración media más probable de minerales en la leche.

<i>MINERALES</i>	<i>CONC. (mg /100 ml)</i>
<i>Potasio (K)</i>	136
<i>Calcio (Ca)</i>	125
<i>Cloro (Cl)</i>	103
<i>Fósforo (P)</i>	96
<i>Sodio (Na)</i>	58
<i>Azufre (S)</i>	30
<i>Magnesio (Mg)</i>	12
<i>Min. Trazas</i>	<0,1

, Incluye cobalto, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc, selenio, yodo y otros.

Fuente: adaptado de Wattiaux, 1996.

El Na, K y Cl, junto con la lactosa, tienden a mantener el equilibrio osmótico de la leche (Bath et al, 1982; Rearte, 1992).

Existe una relación inversa entre el contenido de lactosa y las concentraciones de K, Na y Cl en la leche (Bath et al, 1982).

Vacas con mastitis o sobre el final de la lactancia presentan disminuciones en las cantidades de lactosa y K en la leche y elevados niveles de Na y Cl, que son los que explican el sabor salado de la leche de vaca en estados avanzados de la lactancia (Bath et al, 1982).

Los únicos minerales de la leche que se pueden afectar apreciablemente a través de la dieta son el yodo y el hierro (Bath et al, 1982).

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1. LOCALIZACION Y DURACION.

El ensayo fue realizado en la Unidad de Lechería del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Estación Experimental La Estanzuela (LE), ubicada en el paraje Semillero Dpto. Colonia.

Se inició el trabajo el 2 de julio de 1998 finalizando el 21 de septiembre de 1998. Este periodo constó con tres etapas: la primera de 12 días (2/7/98 a 13/7/98), previo a la aplicación de las dietas experimentales, donde fueron colectados los datos con el manejo habitual de las vacas para determinar su nivel de partida con el objetivo de utilizar esta información como covariable de los resultados del ensayo; la segunda o acostumbramiento de 14 días (14/7/98 a 27/7/98) con las vacas seleccionadas y la dieta experimental a la que cada una fue asignada y por último 8 semanas más de experimento propiamente dicho (27/7/98 a 21/9/98).

3.2. SELECCIÓN DE ANIMALES.

Se preseleccionaron 60 vacas del rodeo general de la unidad, parición de otoño bloqueadas por nivel de producción previo al inicio del experimento, número de lactancia, fecha de parto y peso. Luego de monitoreadas en la primer etapa del ensayo fueron seleccionadas 48 vacas. Las restantes fueron descartadas por enfermedades (ej.: mastitis), problemas de ordeño o la variabilidad en su producción respecto al promedio del bloque.

El promedio general para las características utilizadas al bloquear los animales se presenta en el cuadro N° 8.

Cuadro N° 8. Promedio de las Variables Utilizadas en las 48 vacas.

<i>Característica</i>	<i>Media</i>
<i>Producción de Leche (l/v/d)</i>	<i>27.4</i>
<i>Días pos parto</i>	<i>99</i>
<i>N° de lactancias</i>	<i>2.74</i>
<i>Peso vivo</i>	<i>544.5</i>
<i>Condición <u>Corporal</u></i>	<i>1.66</i>

3.3. TRATAMIENTOS.

Los tratamientos surgen de un arreglo factorial con dos niveles para la asignación de pasturas por animal y por día, dos niveles para el tipo concentrado a suplementar (AL, alto lípido y AA, alto almidón), y tres niveles de suplementación de los mismos (3, 6 y 9 kg./v/d). De esta forma se obtiene 12 tratamientos (dos niveles de ofrecido de pastura, dos niveles para tipo de concentrado y tres niveles de suplementación, con cuatro repeticiones siendo los tratamientos los siguientes:

P10ALC3: Oferta de pastura 10, concentr. altos lípidos y nivel 3 Kg

P10ALC6: Oferta de pastura 10, concentr. altos lípidos y nivel 6 Kg

P10ALC9: Oferta de pastura 10, concentr. altos lípidos y nivel 9 Kg

P10AAC3: Oferta de pastura 10, concentr. altos almidón y nivel 3 Kg

P10AAC6: Oferta de pastura 10, concentr. altos almidón y nivel 6 Kg

P10AAC9: Oferta de pastura 10, concentr. altos almidón y nivel 9 Kg

P15ALC3: Oferta de pastura 15, concentr. altos lípidos y nivel 3 Kg

P15ALC6: Oferta de pastura 15, concentr. altos lípidos y nivel 6 Kg

P15ALC9: Oferta de pastura 15, concentr. altos lípidos y nivel 9 Kg

P15AAC3: Oferta de pastura 15, concentr. altos almidón y nivel 3 Kg

P15AAC6: Oferta de pastura 15, concentr. altos almidón y nivel 6 Kg

P15AAC9: Oferta de pastura 15, concentr. altos almidón y nivel 9 Kg

Las dietas experimentales constaron entonces de la asignación de dos niveles de pasturas plurianuales mezcla de gramíneas y leguminosas utilizadas bajo pastoreo directo durante medio día (entre el ordeño matutino y vespertino), los concentrados fueron ofertados en cantidades iguales en cada ordeño. Durante el restante medio día fue

ofertado ensilaje de maíz ad libitum en comederos colectivos en corrales temporarios que alojaran las 4 vacas de cada tratamiento de pastura por concentrado por nivel de suplementación.

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL.

El modelo utilizado para el análisis de las dietas experimentales en los aspectos de composición, utilización de los distintos ingredientes y valor nutritivo; fue un diseño de parcelas al azar con 8 repeticiones donde se utilizaran como repeticiones las observaciones semanales practicadas sobre cada uno de los ingredientes utilizados en cada una de las últimas 7 semanas experimentales.

El modelo lineal que aplica de resultados de composición de las dietas es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + C_j + N_k + F_i.C_j + F_i.N_k + C_j.N_k + F_i.C_j.N_k + \epsilon_{ijk};$$

Donde:

Y_{ijk} : Observación asociada a la oferta forrajera i , tipo de concentrado j y nivel de suplementación K .

μ : Media poblacional.

F_i : Efecto de la oferta forrajera i .

C_j : Efecto del tipo de concentrado j .

N_k : Efecto del nivel de suplementación k .

$F_i.C_j$: Interacción entre el efecto de la oferta forrajera i por el tipo de concentrado j .

$F_i.N_k$: Interacción entre el efecto de la oferta forrajera por efecto del nivel de suplementación k .

$C_j.N_k$: Interacción entre el efecto del tipo de concentrado por efecto del nivel de concentrado.

$F_i.C_j.N_k$: interacción triple entre el efecto de la oferta forrajera i por tipo de concentrado j y por efecto del nivel de suplementación k .

ϵ_{ijk} : Error aleatorio asociado a la observación ijk .

Para el análisis de las variables de producción animal el diseño experimental utilizado fue un factorial completo con bloques al azar, con dos niveles para el efecto nivel de pasturas, dos niveles para el efecto tipo de concentrado y tres niveles para el efecto nivel de suplementación, con cuatro repeticiones. Las medias semanales de las observaciones practicadas sobre las variables de producción animal constituirán la información correspondiente a cada unidad de observación.

El diseño experimental con la utilización de medias estructuradas permitió estimar funciones de respuestas para los parámetros de producción a las variables de mayor efecto estudiadas mediante la estimación de polinomios ortogonales.

En el caso de las variables de producción animal se utilizará la información generada en la semana previa a la aplicación de las dietas experimentales (semana 0) como covariable de la información experimental generada, donde el análisis estadístico así lo aconseje.

El modelo lineal que aplica al análisis de los resultados de producción animal es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + F_i + C_j + N_k + B_l + F_i.C_j + F_i.N_k + C_j.N_k + F_i.C_j.N_k + \epsilon_{ijkl} ;$$

Donde:

Y_{ijkl} : Observación asociada a la oferta forrajera i, tipo de concentrado j, nivel de suplementación K y bloque l.

μ : Media poblacional.

F_i : Efecto de la oferta forrajera i.

C_j : Efecto del tipo de concentrado j.

N_k : Efecto del nivel de suplementación k.

B_l : Efecto del bloque l.

$F_i.C_j$: Interacción entre el efecto de la oferta forrajera i por el tipo de concentrado j.

$F_i.N_k$: Interacción entre el efecto de la oferta forrajera por efecto del nivel de suplementación k.

Cj.Nk : Interacción entre el efecto del tipo de concentrado por efecto del nivel de concentrado.

Fi.Cj.Nk.: interacción triple entre el efecto de la oferta forrajera i por tipo de concentrado j y por efecto del nivel de suplementación k.

ϵ_{ijkl} : Error aleatorio asociado a la observación ijkl.

3.5. ALIMENTOS.

Durante el ensayo se pastorearon pasturas plurianuales mezcla de gramíneas (festuca o dactylis) y leguminosas (Alfalfa y T.blanco) en los potreros I1a, I1b, I1c, L4 (todas de 3° año) y D7 (2° Año).

Los concentrados suministrados presentaban la propiedad de ser isoenergéticos e isoproteicos (cuadro N° 10), siendo su principal diferencia la fuente de energía la cual en alto almidón (AA) provenía de cebada y maíz siendo su base el almidón y en el caso de alto lípido(AL) la fuente principal eran los lípidos provenientes de la grasa by-pass (cuadro N° 9).

Cuadro N° 9. Componentes de los concentrados AA y AL en Kg por tonelada, base húmeda.

Componentes	AA Kg t (BII)	AL Kg t (BII)
<i>Afrechillo arroz desgrasado</i>	--	222
<i>Afrechillo arroz entero</i>	47.2	268.6
<i>Carbonato de calcio</i>	--	3.459
<i>Dolomita calcinada</i>	36.471	6.720
<i>Expeller de soja</i>	132	--
<i>Grano de cebada</i>	391.1	--
<i>Grano de maíz</i>	245.6	--
<i>Grano de sorgo</i>	--	313.8
<i>Harina de plumas hidrol.</i>	53.3	53.3
<i>Harina de vísceras avícola</i>	5.553	23.790
<i>Melaza</i>	44.4	44.4
<i>Sal (NaCl)</i>	14.6	14.2
<i>Sebo</i>	9.7	--
<i>Urea</i>	11.850	14.670
<i>Yeso (CaSO₄)</i>	8.142	8.147
<i>Profat (Schils)</i>	--	27

Cuadro N° 10. Composición química y valor nutritivo medio más probable de los concentrados AA y AL (Base Seca).

<i>Concentrado</i>	<i>11</i>	<i>11.</i>
<i>Materia seca (%)</i>	88.90	88.80
<i>Proteína cruda (%)</i>	22.00	22.00
<i>Proteína by pass (%)</i>	35.00	35.00
<i>FDA (%)</i>	5.20	9.10
<i>FDN (%)</i>	16.20	24.90
<i>Extracto al éter (%)</i>	4.50	9.00
<i>Cenizas totales (%)</i>	9.76	9.74
<i>CNE (%)</i>	47.50	34.40
<i>NDT (%)</i>	78.00	75.40
<i>ENI (Mcal / Kg MS)</i>	1.80	1.80
<i>Calcio (%)</i>	1.30	1.01
<i>Fósforo (%)</i>	1.35	1.08
<i>Sodio (%)</i>	0.60	0.60
<i>Magnesio (%)</i>	0.65	0.65
<i>Azufre (%)</i>	0.45	0.45
<i>Potasio (%)</i>	0.72	0.99

El ensilaje de maíz utilizado del cultivar Morgan M 396, cosechado 5 meses antes del inicio del ensayo en estado grano maduro con una cosechadora de micropicado, sus características de calidad pueden observarse en los cuadros de resultados.

3.6. MANEJO.

Las vacas eran ordeñadas dos veces al día (5:00 Hs. y 16:00 Hs.). El concentrado era pesado en bolsas de polietileno individuales previo a cada ordeñe y se ofrecía en mitades iguales en cada ordeñe según el tratamiento correspondiente.

Luego del ordeñe matutino las vacas eran conducidas en grupos de 24 vacas hasta la parcela correspondiente por su nivel de oferta de forraje, donde permanecían

hasta el ordeño vespertino. En base a los datos de disponibilidad se asignaban franjas de 3 y 4 días de duración, limitadas por alambre electrificado delantero y trasero, a su vez las franjas se dividían en mitades (1.5 y 2 días respectivamente); dentro de estas se delimitaban dos subfranjas para las diferentes asignaciones. Se ofrecía agua ad libitum entre 10:30 – 11:00 Hs a todos los animales bajo el experimento. Luego del ordeño vespertino eran conducidas por separado según nivel de forraje a los encierres nocturnos y al llegar a las parcelas eran sub-separadas por nivel y tipo de concentrado en grupos de 4 vacas, según tratamiento de asignación de pasturas, tipo de concentrado y nivel de suplementación, donde tenían ensilaje de maíz y agua disponible ad libitum.

3.7. DETERMINACIONES.

3.7.1. En los alimentos.

3.7.1.1. Pastura.

3.7.1.1.a. Disponibilidad y Composición.

La disponibilidad fue estimada sobre la base del muestreo del área que posteriormente se pastorearía por tres días. Para lo cual se realizaron 10 cortes al azar con cuadros de 0,2 x 0,5 m con tijera de aro y al ras del suelo. Tres cuadros elegidos al azar de los diez se utilizaron para la determinación de componentes botánicos de la pastura; estos se separaban en 4 fracciones: restos secos, malezas, gramíneas y leguminosas. Luego cada una de las muestras enteras y fracciones botánicas fueron pesadas en fresco en bandejas individuales para posteriormente ser llevadas a la estufa de aire forzado a 55°C hasta alcanzar peso constante (aprox. 72 Hs.) , para la determinación de Materia Seca parcial (M_{Sp}).

Con el dato de disponibilidad, se dimensionaban las franjas de 3 y 4 días y las subfranjas, correspondientes a cada oferta de pasturas. Luego de pastoreada la franja de tres días y sobre cada una de las subfranjas se realizaba la determinación de la disponibilidad del rechazo para la cual se cortaban 15 cuadros en cada parcela con tratamiento de ofrecido diferente. De los 15 se seleccionaban al azar 3 cuadros de cada presión de pastoreo con los cuales se determinarían la composición botánica residual.

Los muestreos se realizaron para el cálculo de la franja de 3 días, siendo los restantes 4 estimados suponiendo las mismas características que los anteriores.

3.7.1.1.b. Valor Nutritivo.

Las muestras secas fueron molidas en un molino para pasturas Wiley equipado con una malla de 1 mm, las cuales se mezclaron y cuartearon por separado: oferta, rechazo P10 y rechazo P15. Luego fueron remitidas al Laboratorio de Nutrición del INIA LE para la determinación de: materia seca absoluta (MS), proteína cruda (PC), digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DMO), residuo insoluble en detergente ácido (FDA), residuo insoluble en detergente neutro (FDN), extracto etéreo (EE) y cenizas (Cen). La metodología para el análisis de los nutrientes fueron las siguientes:

- a) Materia seca absoluta según el A.O.A.C., 1984.
- b) Cenizas según el A.O.A.C., 1984.
- c) Fibra detergente neutra según el método de H.K.Goering y P.J. Van Soest, 1970.
- d) Fibra detergente ácido según el método de H.K.Goering y P.J. Van Soest, 1970.
- e) Digestibilidad de la materia orgánica por Tilley y Terry, 1963.
- f) Nitrógeno y proteína cruda según el A.O.A.C., 1984 utilizándose para la determinación un equipo marca KJELTEK AUTO Modelo 1030, fabricado por TECATOR, Suecia.
- g) Extracto etéreo según el método de Extracción por solvente, adaptado por E.V. Hemida (1952), con modificaciones realizadas en el laboratorio de calidad de granos de INIA “La Estanzuela”.

Las muestras fueron enviadas al laboratorio de Tecnología del INIA LE para la determinación de extracto etéreo (EE).

A partir de la información obtenida se procedió al calculo de la fracción Carbohidratos no Estructurales (CNE) de la siguiente manera:

$$\text{CNE} = 100 - (\text{FDN} + \text{PC} + \text{EE} + \text{Cen}).$$

Para la estimación de la Energía Neta de lactación (ENI) de las pasturas se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{ENI (Mcal/kg. MS)} = 2.398 - (0.028 * \% \text{ FDA}), \text{ Cozzolino et al, 1991.}$$

3.7.1.2. Ensilaje.

3.7.1.2.a. Disponibilidad.

El ensilaje de maíz era ofrecido ad libitum en comederos colectivos correspondientes a las 4 vacas de cada tratamiento las cuales permanecían allí entre el ordeño vespertino y matutino. En cada semana y durante tres días consecutivos se pesó el ofrecido y el rechazo, para determinar el desaparecido de ensilaje de cada tratamiento. Para esto, el ensilaje era ofrecido en una cantidad considerable de forma tal que permitiera rechazo del orden del 10%, por lo cual se considera que es ofrecido ad libitum.

3.7.1.2.b. Valor nutritivo.

Las determinaciones del valor nutritivo se realizaban en el 2° día de la franja control en la cual se tomaba una muestra representativa del ofrecido y del rechazo en conjunto de todas las piletas. Las muestras eran acondicionadas en una bolsa de nylon de forma hermética y conservadas a -18°C , hasta ser colocadas en la estufa de aire forzado a 55°C hasta peso constante. Luego estas fueron molidas con malla de 1mm y remitidas al Laboratorio de Forrajes y Concentrados de INIA para las mismas determinaciones que la pastura.

La estimación de ENI del ensilaje fue realizada a través de su FDA mediante la siguiente ecuación:

$$\text{ENI (Mcal/Kg. MS)} = 2.301 - (0.0273 * \% \text{ FDA}) \text{ Cozzolino et al, 1991.}$$

3.7.1.3. Concentrados.

3.7.1.3.a. Consumo.

Los concentrados eran ofrecidos dentro de la sala de ordeño en sus tres niveles (3, 6, y 9 Kg. Vaca/día) y su tipo según cada tratamiento (Alto Lípido o Alto Almidón). Este era ofrecido en mitades iguales en cada ordeño, para lo cual eran preparadas previo a cada ordeño las bolsas de 1.5 y 3 Kg con las cuales se proporcionaba el nivel correspondiente a cada vaca.

En ambos ordeños correspondientes a cada día de la franja de 3 días se colectaban los rechazos individuales y luego pesados de forma de poder estimar el concentrado desaparecido por vaca.

3.7.1.3.b. Valor nutritivo.

Al igual que el ensilaje en el 2º día de la franja de 3 se formaba una muestra compuesta de ambos concentrados tanto de la oferta como del rechazo. Estas muestras al final del ensayo fueron remitidas al Laboratorio para la determinación de las mismas componentes.

Para la estimación de ENI de los concentrados fue utilizada la siguiente ecuación:
$$\text{ENI}(\text{Mcal/Kg. MS}) = 1.909 - (0.015 * \% \text{FDA}), \text{ Cozzolino et al, 1991.}$$

3.7.2. En los animales.

Previo al inicio del ensayo durante 12 días se registró diariamente la producción de leche individual de las 60 vacas posibles de entrar al ensayo, consumiendo la misma dieta que el rodeo general. Durante cada semana fue colectada una alícuota de leche de cada vaca y por cada ordeño formando una muestra compuesta semanal por vaca. En dos ocasiones dentro de estos doce días se registró el peso vivo de las vacas (PV) y la condición corporal (CC). Esta información se utilizó como covariable de los resultados obtenidos en el periodo experimental.

3.7.2.1. Producción de leche.

En cada ordeño se midió la producción de leche por vaca durante todo el experimento. El rendimiento de leche es expresado en L/V/día tanto para leche sin corregir y para leche corregida por grasa al 4 % (L.C.G.) la cual se calculo según la ecuación:

$$\text{L.C.G.} = \text{Kg. Leche} \times (0.4 + 0.15 \times \% \text{Grasa}).$$

3.7.2.2. Componentes de la leche.

Durante toda la semana (lunes a viernes inclusive), se tomó una alícuota de leche de cada vaca y en cada ordeño correspondiente a 1ml por litro de leche producida. Esta era colectada en frascos de vidrio con su correspondiente conservante y en una heladera de forma de obtener una muestra semanal compuesta de cada vaca. Esta muestra semanal se remitió al Laboratorio de Calidad de Leche de INIA La Estanzuela para la determinación de: grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos y cenizas. Para la determinación de los componentes se utilizó la técnica refractaria de la radiación del infrarrojo cercano por medio de un equipo marca MILKO – Scan modelo 104 A/B de Foss Electric, Dinamarca.

La determinación de la caseína en leche fue basada en la técnica de precipitación y, el recuento de células somáticas sobre la base de microscopía electrónica con un equipo SOMACOWNT 300.

3.7.2.3. Peso vivo y condición corporal.

Una vez a la semana al 2º día de la franja de tres días las vacas eran pesadas individualmente en una balanza electrónica marca True-Test. A la salida de la balanza se registraba la condición corporal de las vacas, por apreciación visual utilizando la escala de valores de 6 puntos (donde 0 es un animal emaciado y 5 uno muy engrasado) según la metodología propuesta por García Paloma, 1990.

4. RESULTADOS Y DISCUSION.

La información presentada en esta sección se encuentra subdividida en a) Descripción y Análisis de las dietas experimentales, b) Resultados de Producción Animal y c) Análisis Conjunto. El resumen de ANOVAS y regresiones, de todas las variables analizadas puede observarse en el apéndice.

4.1. DESCRIPCION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES.

4.1.1. Dietas Completas.

La información presentada a continuación representa el total de la dieta consumida por los animales en los diferentes tratamientos así como la composición de los mismos en cuanto a los macronutrientes.

Los valores presentados corresponden a las medias de cada uno de los tratamientos para las semanas de ensayo consideradas; siendo necesaria la aclaración de que fueron eliminadas las primeras tres semanas debido a la variabilidad generada por el acostumbramiento y, la semana 9 donde se registró una importante variabilidad en la pastura por causas extra experimentales.

Las variables asignación, tipo de concentrado, nivel de concentrado y sus interacciones serán descriptas en este orden para cada uno de los alimentos.

Las letras incluidas en los cuadros solo separan medias dentro de cada tipo de variable diferentes estadísticamente para un 10% de probabilidad, presentándose como información complementaria el consumo de los tres componentes de la dieta.

4.1.1.1. Efecto asignación de forraje.

La información acerca del efecto de la asignación de pastura se presenta en el cuadro N° 11.

Cuadro N° 11. Consumo y valor nutritivo total según la asignación de forraje.

	P10	P15	EEM	Signif.	P10%	P15%
CMST (Kg.MS.)	20.693	22.495	0.5	0.0001	100	100
Past.(Kg MS.)	5.364	7.738	0.9813	0.062	25.9	34.4
Ens.(Kg MS.)	10.34	9.9	0.507	0.0035	49.9	44
Conc. (Kg MS.)	4.991	4.856	0.5	Ns	24.2	21.6
PC (Kg)	3.048	3.5	0.105	0.0001		
ENI (Mcal.)	32.005	31.716	0.8814	Ns		
FDA (Kg)	5.347	6.15	0.049	0.0001		
FDN(Kg)	10.477	11.393	0.135	0.0001		
CEN(Kg)	1.753	2.116	0.04165	0.0001		
CNE (Kg)	4.657	4.679	0.178	Ns		
EE (Kg)	0.777	0.825	0.032	0.0001		
MOD (Kg)	12.837	12.944	0.42	Ns		

Cuadro N° 12. Composición media de las dietas experimentales, según la asignación de forraje.

	P10	P15
%PC	14.73	15.56
%FDA	25.84	27.34
%FDN	50.63	50.65
%CEN	8.47	9.41
%EE	3.75	3.67
MOD	62.04	57.54

El consumo de materia seca total (CMST) es de 20.7 y 22.5 Kg MS/v/d, representando el 3.8 y 4.1 % PV para P10 y P15 respectivamente. Un aumento de 50 % en la oferta de forraje resultó en un 44 % de aumento en el consumo de pastura y, 8.7 % de CMST en la dieta. La composición de este CMST puede apreciarse en la figura 4, representó para P10 50 % de ensilaje, 25 % de pasturas y 25% de concentrados, en cambio P15 44 % ensilaje, 34 % de pasturas y 22% de concentrados. Al aumentar la asignación el incremento en CMST esta basado en el incremento de CMS de la pastura.

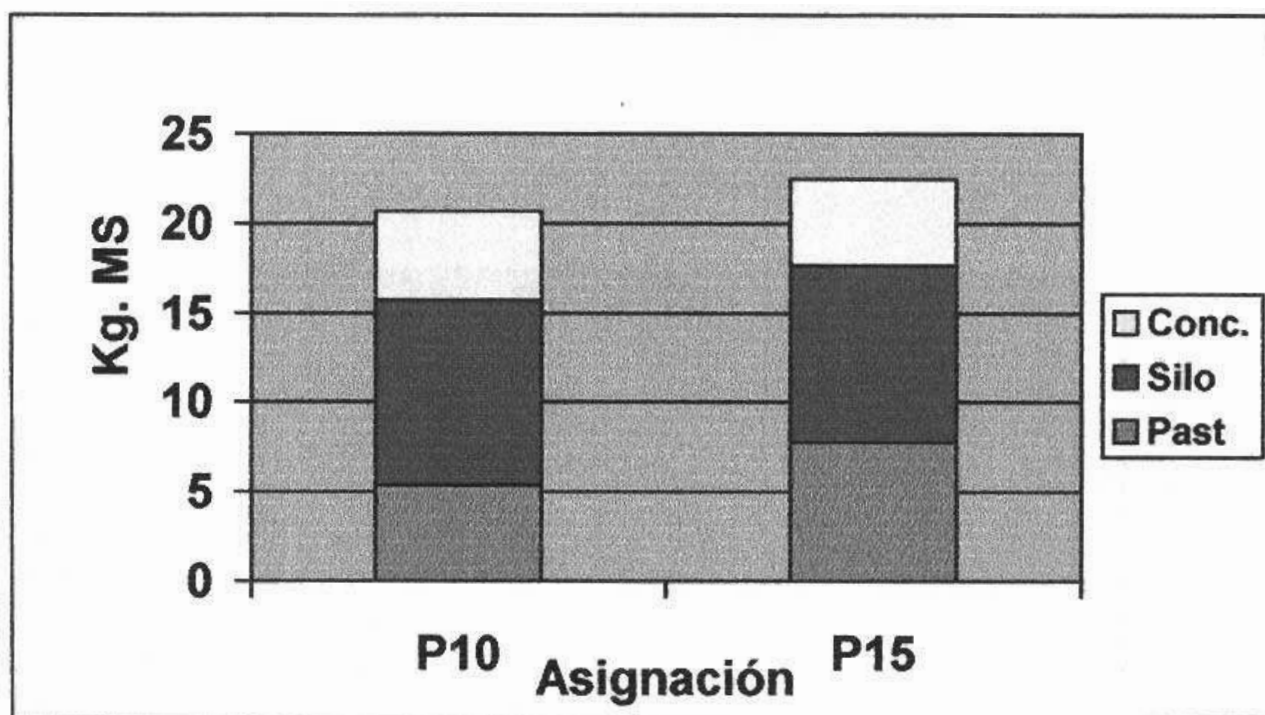


Figura N° 4. Consumo de MS discriminado por alimento, según asignación de forraje.

Al igual que Rivoir y Fernández (1995), se encontraron diferencias significativas entre asignaciones de 8 a 14 Kg MS/V/d, no así pasando a 20, hecho que en el presente trabajo quedó demostrado.

De todos modos la proporción promedio de concentrados en la MST, consumida resulta inferior al valor crítico de 30%, por lo cual no se observaron problemas en la fermentación.

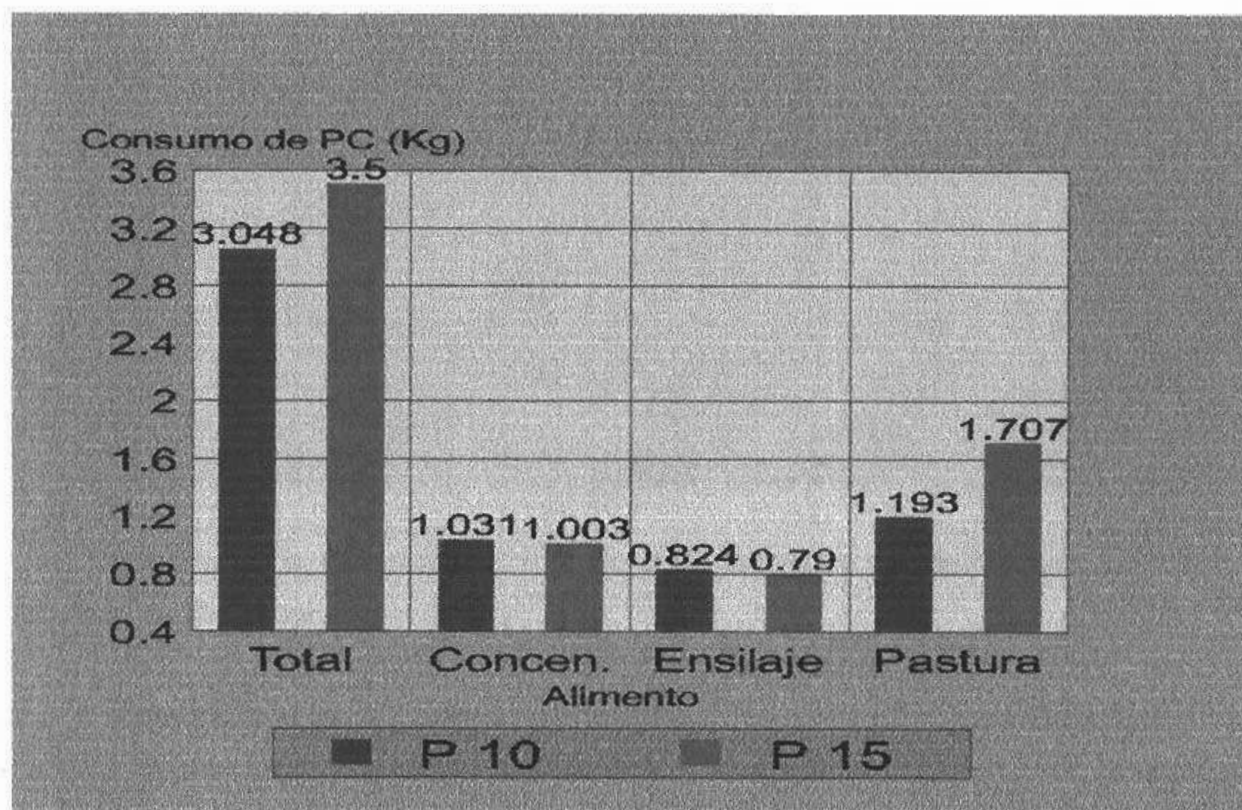


Figura N° 5. Consumo de PC del total de la dieta y aporte de cada alimento según asignación de forraje.

La proteína cruda (PC) se incrementó con el aumento de la asignación, (Figura N° 5), en 452 g diarios, siendo los valores estadísticamente diferentes, representando un incremento de 14 % respecto a P10, mayor que el incremento en consumo. Esto puede explicarse por el aumento de proteína cruda de la fracción consumida, debido al mayor índice de selección que en las asignaciones menores y reducción en el consumo de ensilaje. En el caso de las asignaciones mayores el consumo fue proporcionalmente mayor en aquellos elementos que proporcionan más proteína pastura y concentrado, disminuyendo el ensilaje el cual posee un valor de PC más bajo. Lo cual queda también de manifiesto en un punto porcentual en la mayor asignación (cuadro N° 12). Los valores registrados son normales ya que rondan en promedio 15% PC (NRC, 1989).

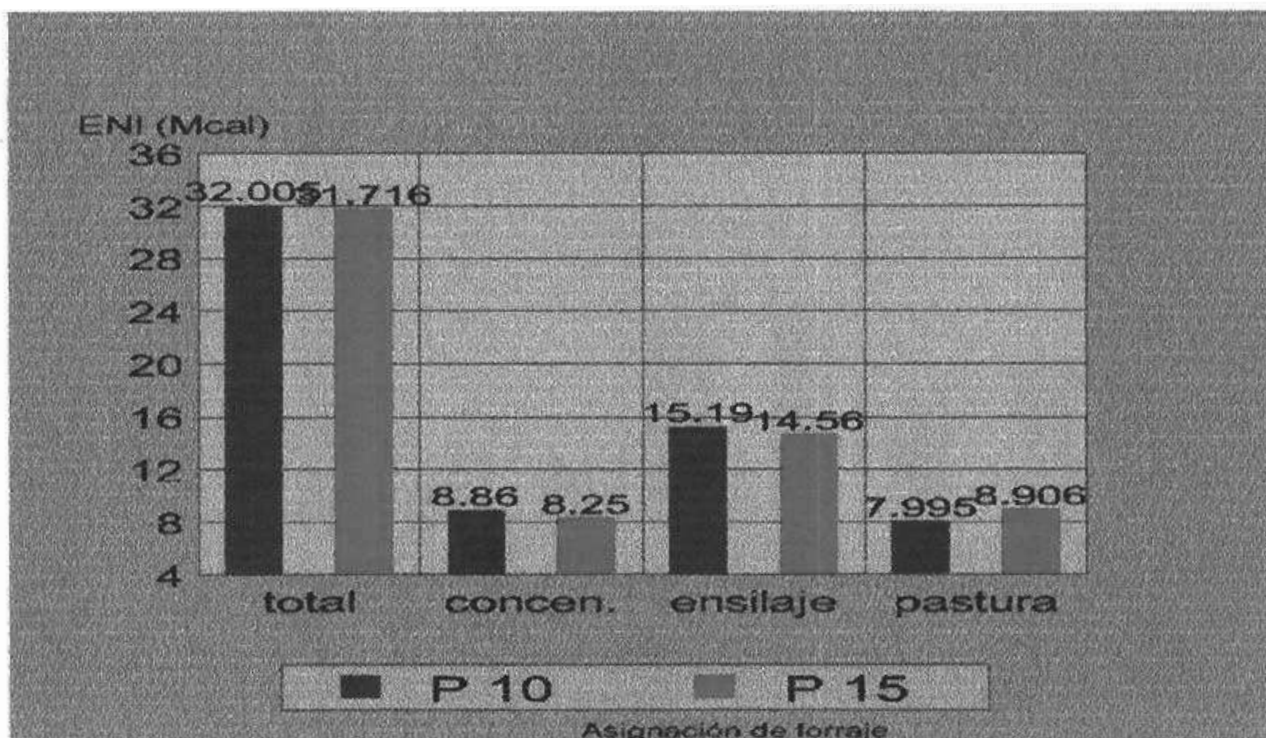


Figura N° 6. Consumo de ENI de la dieta total y aporte de cada alimento, según asignación de forraje.

Para el caso de la energía no presentó diferencias significativas estadísticamente para las asignaciones. Esto podría deberse al menor aporte energético de las pasturas con lo cual la asignación pesa poco respecto al aporte del concentrado y ensilaje, no revistiendo la importancia de la proteína donde el aporte es más importante por parte de la pastura (figura N° 6).

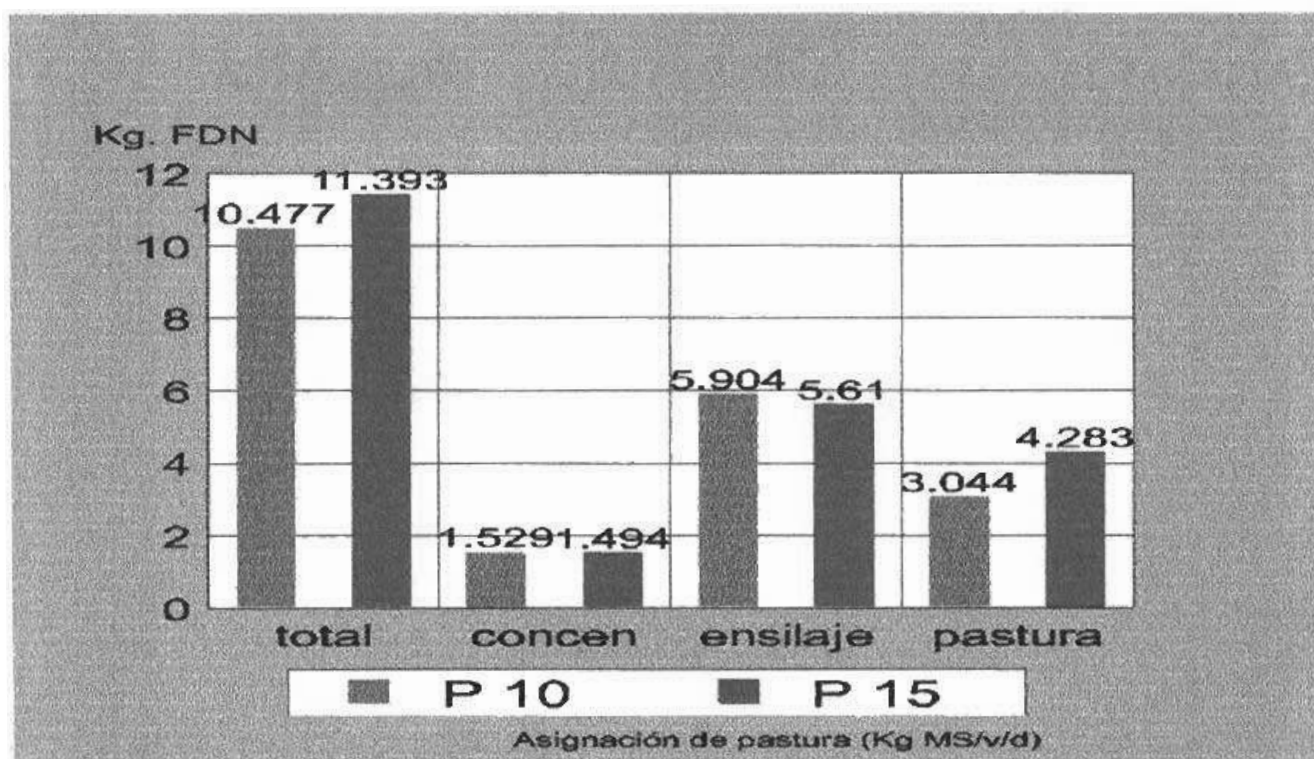


Figura N° 7. Consumo de FDN de la dieta total y aporte de cada alimento, según asignación de forraje.

Los contenidos de FDN y FDA (figuras N° 7 y 8) se incrementaron con la asignación tanto en Kg como porcentualmente. El incremento en FDN representó un 8.7% respecto a P10, en cambio FDA de un 15%. Los valores de ambos parámetros manejados son menores a los que podría limitar el consumo físicamente, pero no alcanzan para que la regulación sea de índole fisiológico, por ello se concluye que se encuentra entre ambos con una mayor posibilidad que sea de índole físico.

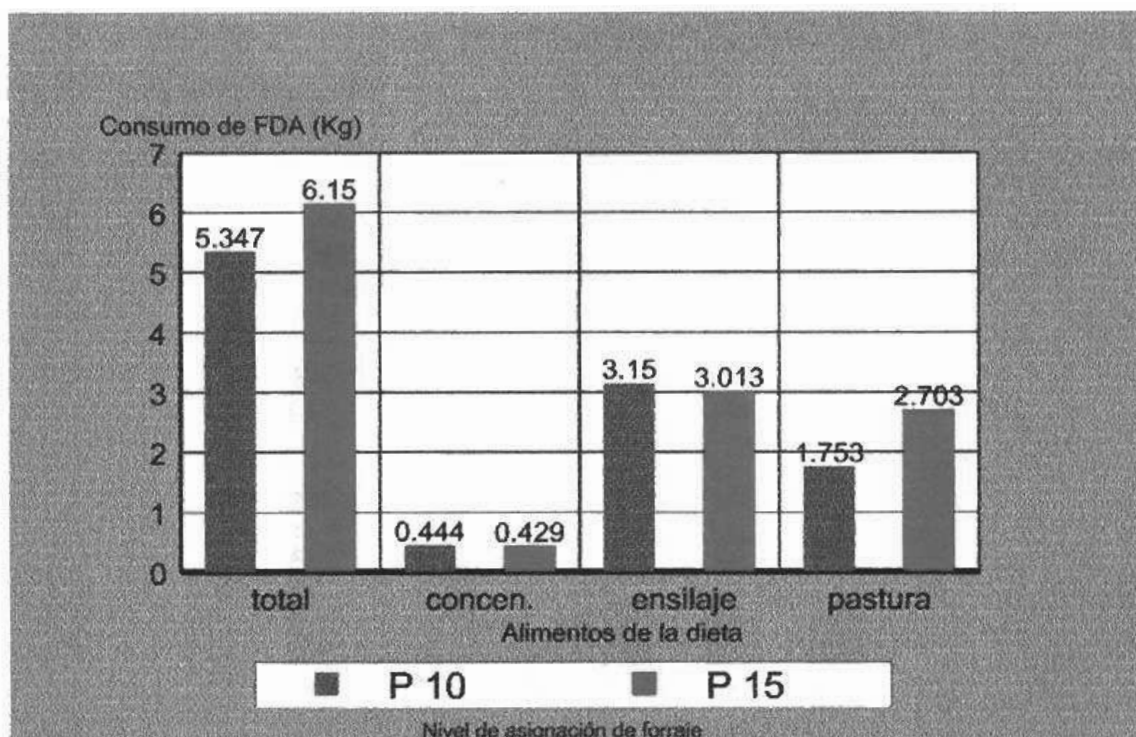


Figura N° 8. Consumo de FDA de la dieta total y aporte de cada alimento, según asignación de forraje.

Estos valores se incrementaron a medida que aumenta la asignación de forraje en forma absoluta, en cambio el porcentaje FDA se incrementa en 1.5% a diferencia la FDN se mantiene constante. El hecho contundente de estas relaciones según Rivoir y Fernández (1995), es que al aumentar la asignación de forraje a causa de la selección operada a favor de los componentes menos fibrosos de la pastura las relaciones deben disminuir. Pero en este caso el ensilaje juega un rol preponderante en la dieta por lo cual sus valores son mayores que el promedio de las mismas. Confirmando que la composición y balance de la dieta permitió lograr elevados consumos.

El nivel de extracto etéreo (EE) de la dieta presentó un incremento significativo al aumentar la asignación de aproximadamente un 6% respecto a P10 en Kg, en cambio su porcentaje disminuyó al pasar a P15, siendo los valores registrados altos respecto al promedio manejado por la bibliografía (NRC, 1989); aproximándose al 4% en la mayor asignación, debido a que se encuentran promediados los valores de ambos concentrados (AL y AA).

El contenido de CNE no presenta valores significativos para estos niveles de asignación, respecto a la dieta total.

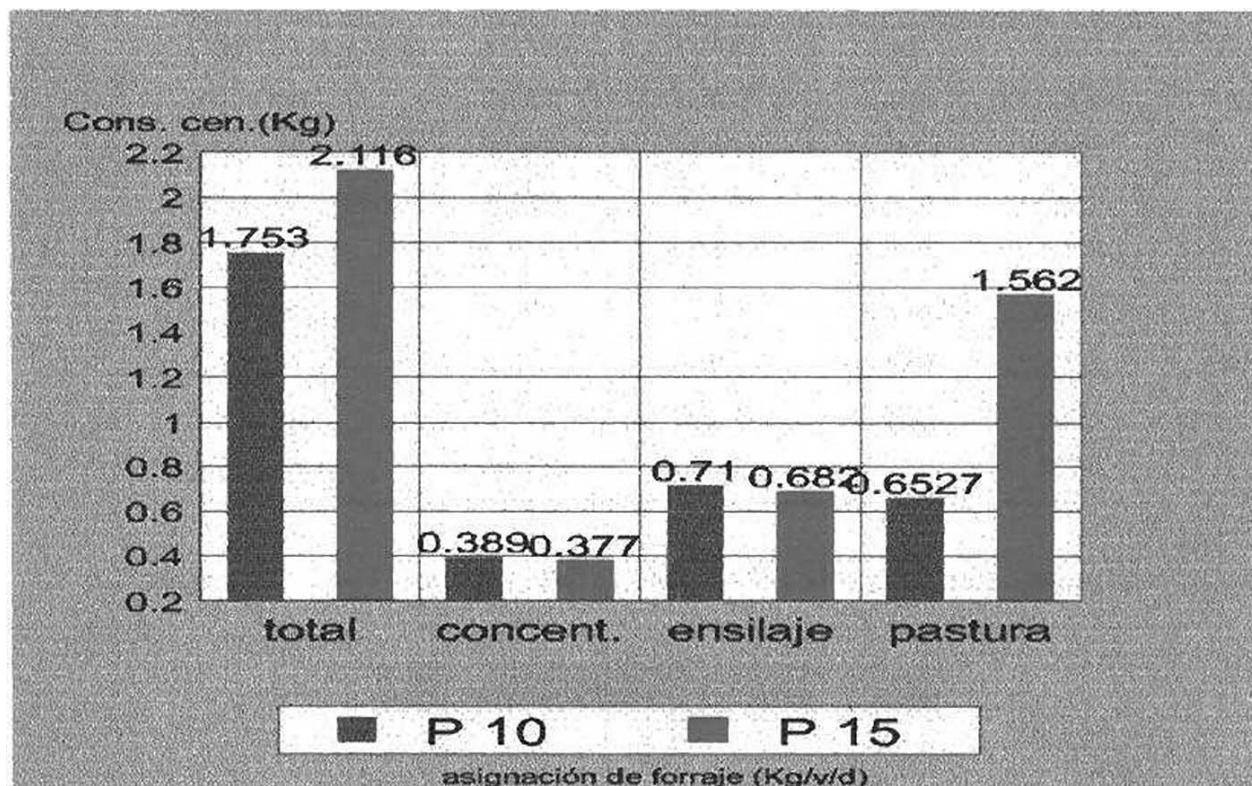


Figura N° 9. Consumo de cenizas de la dieta total y aporte de cada nutriente, según asignación de forraje.

El contenido de cenizas de la dieta presentó un incremento interesante con el aumento de 5 Kg en la asignación de forraje, el cual representa un aumento de 20.7% en kilogramos, siendo estas diferencias estadísticamente significativas (Fig. N°9). La MOD no manifestó diferencias estadísticamente significativas para las asignaciones.

4.1.1.2. Efecto del tipo de concentrado.

En el cuadro N° 13 se presenta la información del efecto del tipo de concentrado sobre el consumo y valor nutritivo de la dieta total.

Cuadro N° 13. Efecto del tipo de concentrado sobre el consumo y los valores nutritivos de la dieta total.

	<i>AA</i>	<i>AL</i>	<i>EEM</i>	<i>Signif</i>
CMST(KgMS)	21.999	21.189	0.5	0.0001
PC (Kg)	3.352	3.197	0.105	0.0001
ENI (Mcal.)	32.602	31.119	0.8814	0.0001
FDA(Kg)	5.773	5.725	0.049	0.0042
FDN(Kg)	11.118	10.751	0.135	0.0001
CEN(Kg)	1.949	1.919	0.04165	0.0343
CNE(Kg)	4.874	4.461	0.178	0.0001
EE(Kg)	0.702	0.899	0.032	0.0001
MOD(Kg)	13.363	12.418	0.42	0.0001

Cuadro N° 14. Composición media de las dietas experimentales por tipo de concentrado.

	<i>AA</i>	<i>AL</i>
%PC	15.24	15.09
Mcal/Kg	1.48	1.47
%FDA	26.24	27.02
%FDN	50.54	50.74
%CEN	8.86	9.06
%CNE	22.16	21.05
%EE	3.19	4.24
%MOD	60.74	58.61

Como puede apreciarse en el cuadro N° 13 y la figura N° 10, el CMST disminuye significativamente cuando el concentrado empleado presenta un alto contenido de lípidos pasantes. Aunque la disminución relativa es del orden del 3.7%, responsabilizándose de la misma al concentrado el cual desciende 11.2% respecto a AA, ya que el descenso de las pasturas no se pudo contabilizar por que dentro de la misma franja pastoreaban vacas de ambos concentrados. Este hecho puede explicarse, según Jenkins y Palmquist (1980) por el efecto que generan los lípidos tanto en el rumen como en el resto de los procesos fisiológicos que se producen.

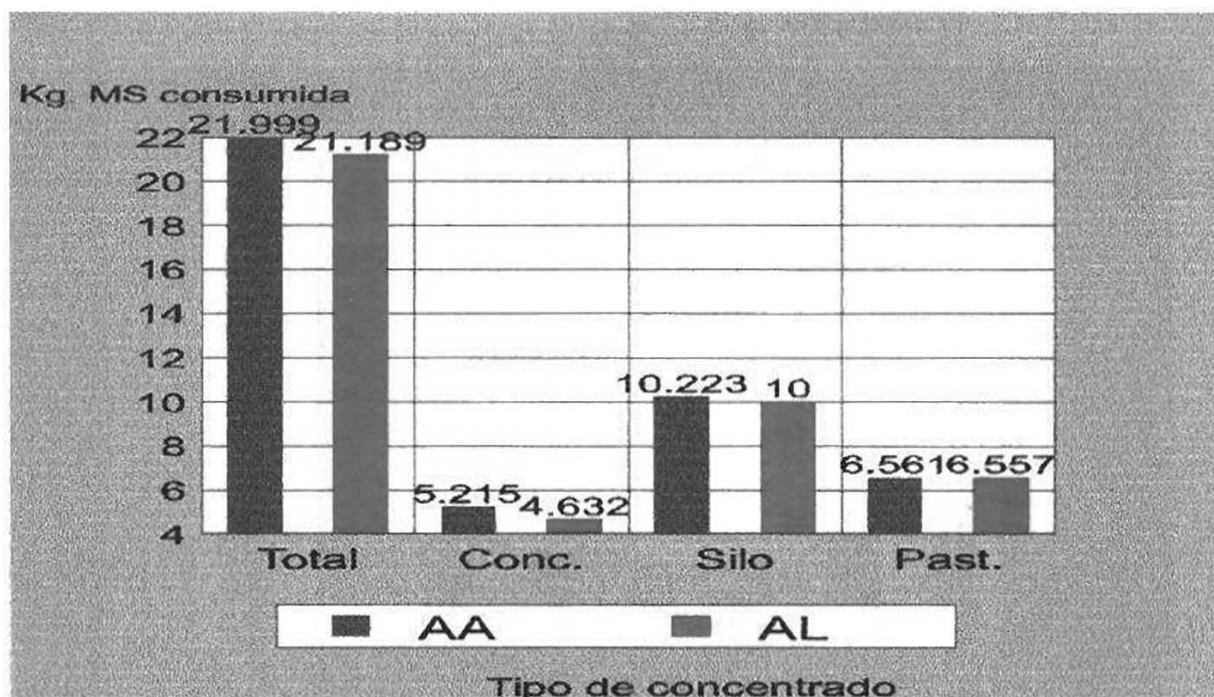


Figura N° 10. Consumo de MS total y aporte de cada nutriente, según el tipo de concentrado suministrado.

El objeto de la inclusión de lípidos en las dietas es el aumento de la concentración calórica de las mismas; pero, muchas veces este efecto no es alcanzado porque los lípidos poseen efectos secundarios negativos a nivel ruminal, reduciendo la digestibilidad de la fibra y afectando negativamente el consumo de materia seca total. Por esta reducción de la digestibilidad de la fibra y de la materia seca se afecta el consumo total de esta última (Jenkins y Palmquist, 1984). Aún en este caso donde las grasas utilizadas son pasantes, siempre una proporción de la misma puede resultar degradada a nivel ruminal, por lo cual los efectos secundarios adversos pueden estar presentes.

En este caso el consumo total de energía, como ENI fue adversamente afectado por el concentrado con lípidos, que causó una depresión del orden del 4.5 % (Cuadro N° 13).

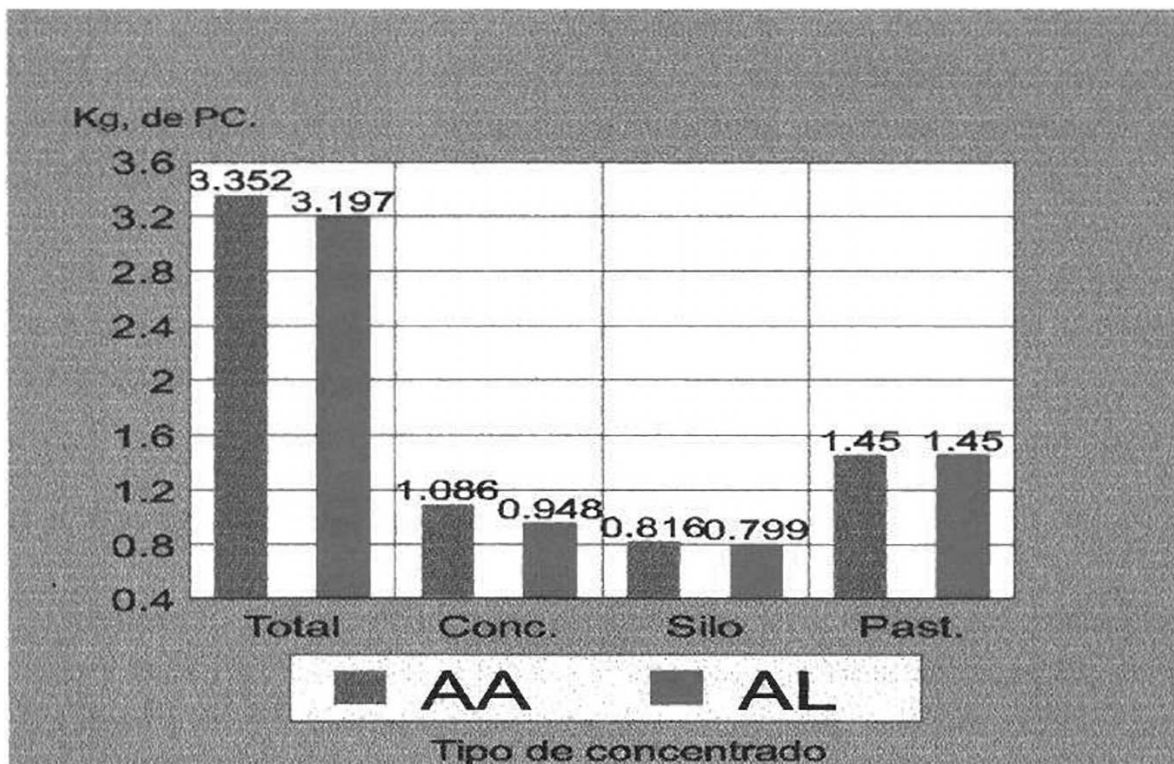


Figura N° 11. Consumo de PC en la dieta total y aporte de cada alimento, según tipo de concentrado suministrado.

El contenido de proteína cruda disminuyó 4.6 % al incluir lípidos en la dieta tanto en Kg (figura N° 11) como en porcentaje. Esta merma puede deberse a la disminución en consumo de concentrado ya que al contener una elevada proporción de proteína, una merma pequeña podría ocasionar un menor consumo total del nutriente.

Además de esto para el tipo de concentrado AL existió un menor consumo de FDA aunque aumentó su concentración debido a un descenso del consumo total. En FDN sus proporciones son similares en cuanto a su porcentaje pero de menor magnitud significativa en el total.

La cantidad de CNE en la dieta AL fue un 8.7 % menos respecto de AA con lo cual también desciende su porcentaje.

Es de notar la mayor proporción de EE con el agregado de la grasa ubicándose en un punto porcentual por encima de los tratamientos sin suplementación con grasa.

También se registró una caída de 0.945 Kg MOD/v/d en el consumo presentando 7.1% menos respecto de AA, a la vez que una caída de concentración en MOD por encima de 2 puntos porcentuales entre tratamientos, en contra del concentrado con altos lípidos. Quedando de manifiesto que el concentrado AL afectó la gestibilidad de la dieta.

El consumo total las cenizas del concentrado AL disminuyó significativamente respecto al concentrado AA, en cambio el porcentaje de las mismas se incrementó al disminuir el consumo global.

1.1.3. Efecto del nivel de concentrado.

En el cuadro N° 15 se presenta el efecto del nivel de los concentrados sobre el consumo y la calidad de la dieta global. En este caso los resultados son los verificados por la mayoría de los trabajos experimentales (Fernández y Rivoir, 1995; Collazzi y Engelhardt, 1994).

Cuadro N° 15. Consumo y composición de la dieta total según nivel de concentrado.

	3	6	9	EEM	Signif
CMSt(kgMS)	19.951 a	21.271 b	23.56 c	0.5	0.0001
PC (Kg)	2.852 a	3.257 b	3.714 c	0.105	0.0001
ENI (Mcal.)	28.733 a	31.411 b	35.437 c	0.8814	0.0001
FDA(Kg)	5.746 a	5.635 b	5.865 c	0.049	0.0001
FDN(Kg)	10.631 a	10.704 a	11.468 b	0.135	0.0001
CEN(Kg)	1.8 a	1.914 b	2.089 c	0.04165	0.0001
CNE(Kg)	3.965 a	4.616 b	5.422 c	0.178	0.0001
EE(Kg)	0.692 a	0.811 b	0.899 c	0.032	0.0001
MOD(Kg)	11.296 a	12.664 b	14.711 c	0.42	0.0001

Cuadro N° 16. Composición media de las dietas experimentales, según nivel de concentrados.

	3	6	9
%PC	14.30	15.31	15.76
Mcal/Kg	1.44	1.48	1.50
%FDA	28.80	26.49	24.89
%FDN	53.29	50.32	48.68
%CEN	9.02	9.00	8.87
%CNE	19.87	21.70	23.01
%EE	3.47	3.81	3.82
%MOD	56.62	59.54	62.44

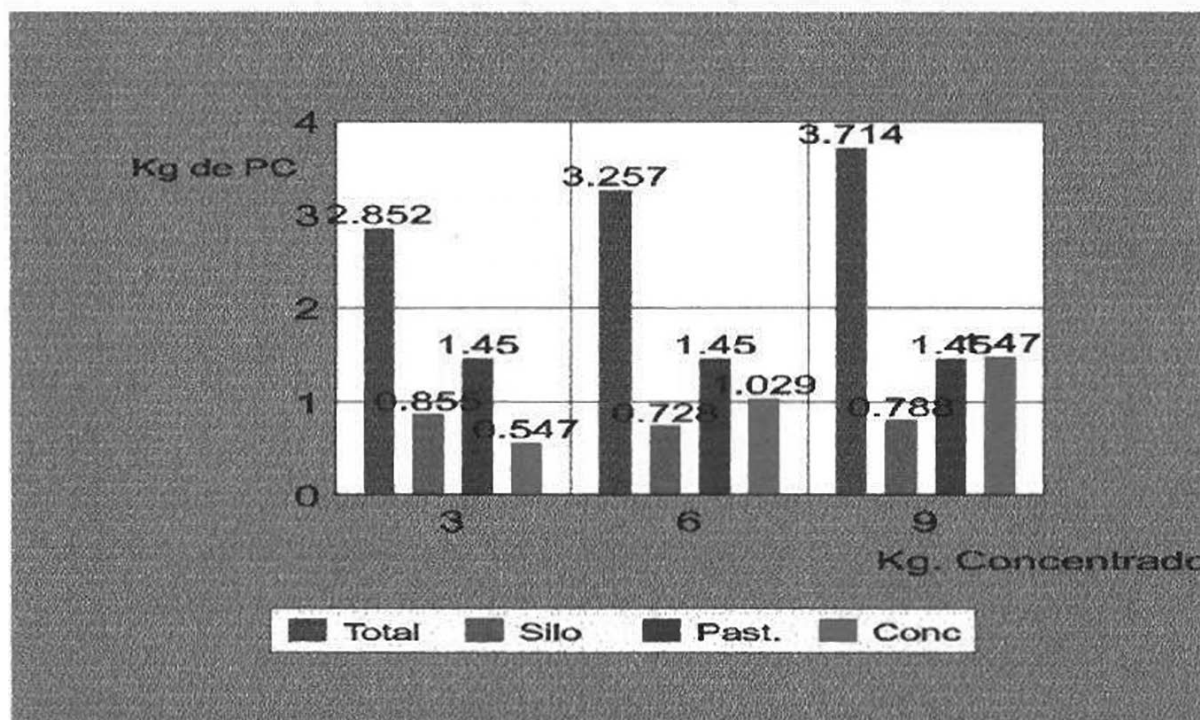


Figura N° 12. Consumo de PC total y aporte de cada alimento, según nivel de concentrado suministrado.

En este caso el consumo de la dieta total se incrementó a medida que se eleva el nivel de concentrados, no siendo este incremento lineal, por lo cual significa que se produce un incremento de consumo de alguno de los otros factores de la dieta al aumentar el concentrado.

En términos muy genéricos al pasar de 3 a 6 Kg de concentrado, el consumo de MS total crece en 1,32 Kg MS, es decir, que la tasa de sustitución media es del orden de 0,56 Kg MS total/Kg concentrado. En el tramo siguiente, de 6 a 9 Kg de concentrado, la tasa de sustitución es de 0,237 Kg MS total/Kg concentrado, y para el total del tramo, o sea, de 3 a 9 Kg de concentrado, la tasa de sustitución es de 0,399 Kg MS total/Kg concentrado; valores contenidos por la mayor parte de la bibliografía (Nocetti y Resquin, 1991). También hay una mejora en la eficiencia de uso del concentrado, que se puede deber al efecto del aumento del nivel de suplemento, con restricción en la oferta de forraje, lo que limita las interacciones negativas.

Todos los parámetros del consumo tienden a incrementarse a medida que se incrementa el nivel de los concentrados, mientras que porcentualmente se produce un leve aumento de la proteína y de la energía (cuadro N° 16, figura N° 12 y 14); esto se debe a la mayor incorporación de un alimento rico en estos componentes, lo que lleva a incrementar las proporciones.

Es de hacer notar que si bien el consumo de MS total se incrementó en un 6.6% entre los niveles de 3 a 6 Kg concentrado/vaca/día, el consumo de ENI se incrementó en un 9,3%. Entre 6 y 9 Kg concentrado/vaca/día, el incremento de MS total consumida es de 10,8%, en cambio el incremento del consumo de ENI es de 12,8% (cuadro N° 15) (Fig. N°14).

El consumo de proteína tiene un comportamiento similar, al pasar de 3 a 6 Kg concentrado/vaca/día, el consumo de la misma aumentó un 14,2% y para el siguiente tramo de suplementación, de 6 a 9 Kg concentrado/vaca/día, el incremento fue de un 14 %. Esto permite concluir que el aumento en el nivel de concentrado, produce un incremento más que proporcional respecto al consumo, debido al aumento en la proporción del concentrado en la dieta total frente al ensilaje y la pastura, siendo la proteína cruda el parámetro que mayor incremento presentó.

La FDN y la FDA, disminuyeron al incrementarse la proporción de concentrados en la dieta. Lo cual hace posible que si bien la regulación de la dieta fue física, debido a los niveles de FDN se logren elevados consumos. Esto puede unirse con el aumento de los CNE, al aumentar el nivel de concentrados en la dieta, incrementan la proporción de este tipo de carbohidratos, frente al contenido de pared celular. En el caso del EE la proporción aumenta hasta los 6 Kg y luego se mantiene (figura N° 13).

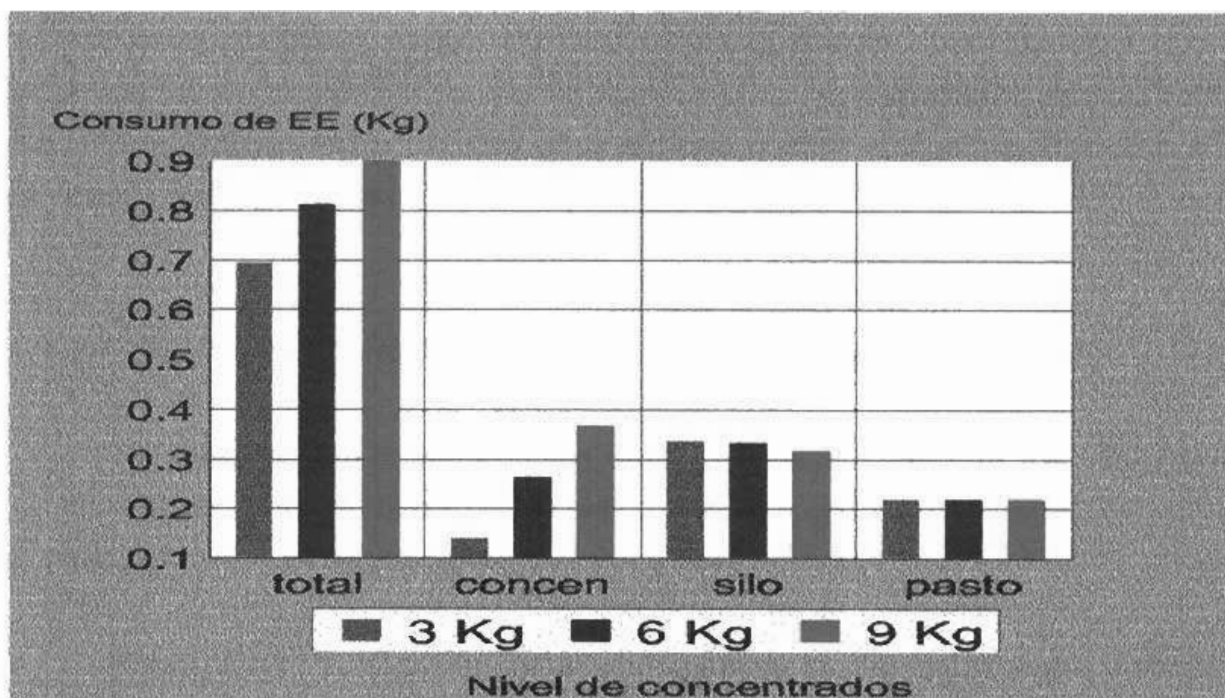


Figura N° 13. Consumo de EE total y aporte de cada alimento según nivel de concentrado suministrado.

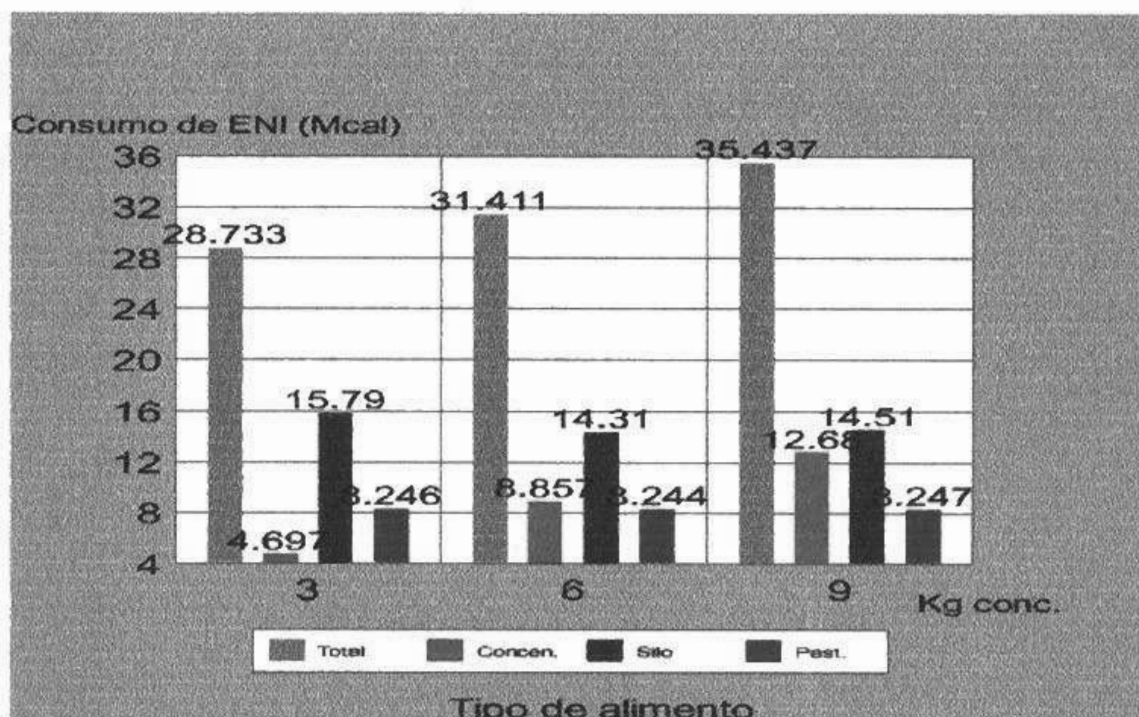


Figura N° 14. ENI de la dieta total y aporte de cada alimento según nivel de concentrado.

En el caso de las cenizas poseen un incremento en la cantidad total consumida, pero proporcionalmente existe una tendencia a la disminución, debido a que el aporte proporcional de las pasturas es menor, siendo estas las que mayor cantidad aportan a la dieta. Por último la digestibilidad de la materia orgánica se incrementó con el aumento de concentrados en la dieta.

4.1.1.4. Efecto de la interacción tipo por nivel de concentrado.

Esta interacción se basa en los efectos existentes entre el tipo de concentrado y sus respectivos niveles, siendo todas sus variables significativas estadísticamente, como se puede observar en el cuadro N° 17.

Cuadro N° 17. Consumo y composición de la dieta total según interacción nivel por tipo de concentrado.

	AA 3	AA 6	AA 9	AL 3	AL 6	AL 9	EEM	Signif
CMST(KgMS)	20.03 a	21.582 b	24.385 c	19.87 a	20.959 d	22.735 e	0.5	0.0027
PC (Kg)	2.867 a	3.308 b	3.88 c	2.837 a	3.206 d	3.547 e	0.105	0.0028
ENI (Mcal.)	28.892 a	31.971 b	36.943 c	28.575 a	30.85 d	33.93 e	0.881	0.02
FDA(Kg)	5.744 a	5.66 b	5.914 c	5.749 a	5.609 d	5.815 e	0.049	0.0423
FDN(Kg)	10.694 a	10.887 b	11.774 c	10.569 a	10.52 d	11.163 e	0.135	0.0004
CEN(Kg)	1.797 a	1.92 b	2.13 c	1.804 a	1.908 b	2.047 e	0.042	0.0243
CNE(Kg)	4.026 a	4.776 b	5.821 c	3.904 a	4.456 b	5.022 d	0.178	0.0002
EE(Kg)	0.619 a	0.72 b	0.768 c	0.765 c	0.902 d	1.029 e	0.032	0.0004
MOD(Kg)	11.437 a	13.053 b	15.599 c	11.155 a	12.276 d	13.822 e	0.42	0.0004

Cuadro N° 18. Composición media de las dietas experimentales según la interacción nivel por tipo de concentrado.

	<i>AA 3</i>	<i>AA 6</i>	<i>AA 9</i>	<i>AL 3</i>	<i>AL 6</i>	<i>AL 9</i>
%PC	14.314	15.328	15.911	14.278	15.297	15.601
Mcal/Kg	1.442	1.481	1.515	1.438	1.472	1.492
%FDA	28.677	26.226	24.253	28.933	26.762	25.577
%FDN	53.390	50.445	48.284	53.191	50.193	49.101
%CEN	8.972	8.896	8.735	9.079	9.103	9.004
%CNE	20.100	22.130	23.871	19.648	21.261	22.089
%EE	3.090	3.336	3.149	3.850	4.304	4.526
%MOD	57.099	60.481	63.970	56.140	58.571	60.796

El consumo de materia seca se incrementó más que linealmente a medida que aumenta el nivel de concentrados siendo este mayor para el concentrado AA que para el concentrado AL (figura N° 15). El incremento en el consumo al pasar de 3 a 6 Kg conc./v/día, fue de 7,7 % para el concentrado AA; mientras que para AL fue de 5,5 % en el tramo siguiente, o sea, de 6 a 9 Kg conc./v/día; los incrementos fueron de 12,9 % y 8,5 % respectivamente. Se puede observar que los mayores incrementos se dan en los niveles más altos y es también donde se da la mayor diferencia, en el consumo entre los concentrados, no habiendo diferencias estadísticas en el nivel más bajo (3 Kg conc./v/día). El incremento total del consumo al pasar de 3 a 9 Kg conc./v/día, fue de 21,7 % para el concentrado AA y de 14,4 % para AL.

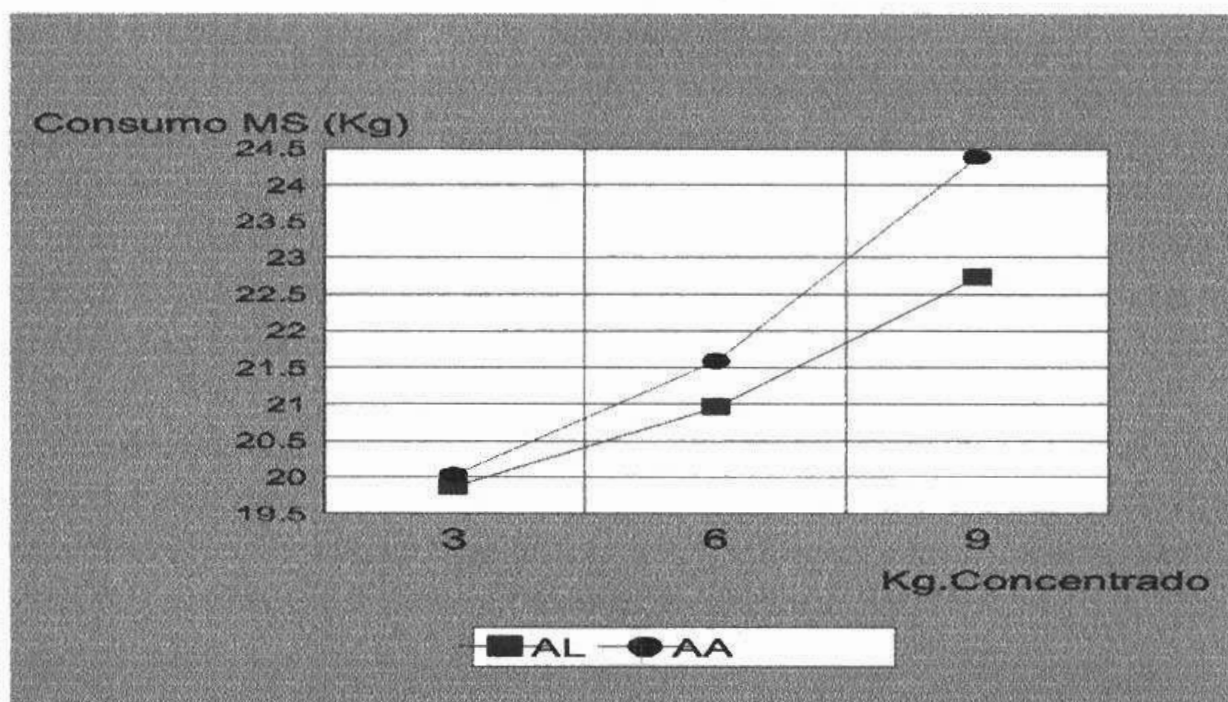


Figura N° 15. Consumo de MS total para cada nivel y tipo de concentrado.

Cuadro N° 19. Tasas de sustitución (Kg MS total/Kg BH concen.), según la interacción tipo por nivel de concentrado.

	3-6	6-9	3-9
AA	0.483	0.066	0.274
AL	0.637	0.408	0.523

Como se puede apreciar en el cuadro N° 19, registra mayores tasas de sustitución el concentrado AL que el AA, reflejando que los incrementos de concentrado no son traducidos directamente en el consumo de MS total, disminuyendo las tasas al aumentar el nivel de concentrados.

Estas diferencias pueden deberse básicamente al consumo de grasas dentro del concentrado AL, hecho que puede haber afectado el consumo de materia seca por los cambios que produce en la microflora ruminal, además de la merma en el consumo de concentrado probablemente por diferencia en la palatabilidad del mismo.

El contenido de proteína cruda se incrementó tanto en forma absoluta, como en forma relativa en la dieta a medida que aumentó el nivel de concentrados consumidos.

Para AA el incremento total es superior al 10 % con respecto al concentrado AL, al pasar de 3 a 9 Kg conc./v/día. Los incrementos por tramo fueron, para el concentrado AA, de 15,4 % (3 a 6 Kg conc./v/día) y de 17,3 % (6 a 9 Kg conc./v/día), en cambio para el concentrado AL fueron incrementos decrecientes, 13 % y 10.6 % para el primer y segundo tramo respectivamente. Esto se da por que al aumentar el nivel de concentrado en la dieta, se incrementa proporcionalmente la proteína de la misma, siendo esta más elevada en todos los niveles para el concentrado AA, existiendo 1.5 puntos porcentuales de diferencia en la proteína (cuadro N° 18).

De acuerdo con las tasas de sustitución observadas, se puede afirmar el aumento en el consumo de otros ingredientes con bajos tenores de proteína cruda (ensilaje) para el concentrado AA. En cambio para AL se registró un menor consumo de concentrado y un moderado aumento en el consumo de otros componentes (ensilaje).

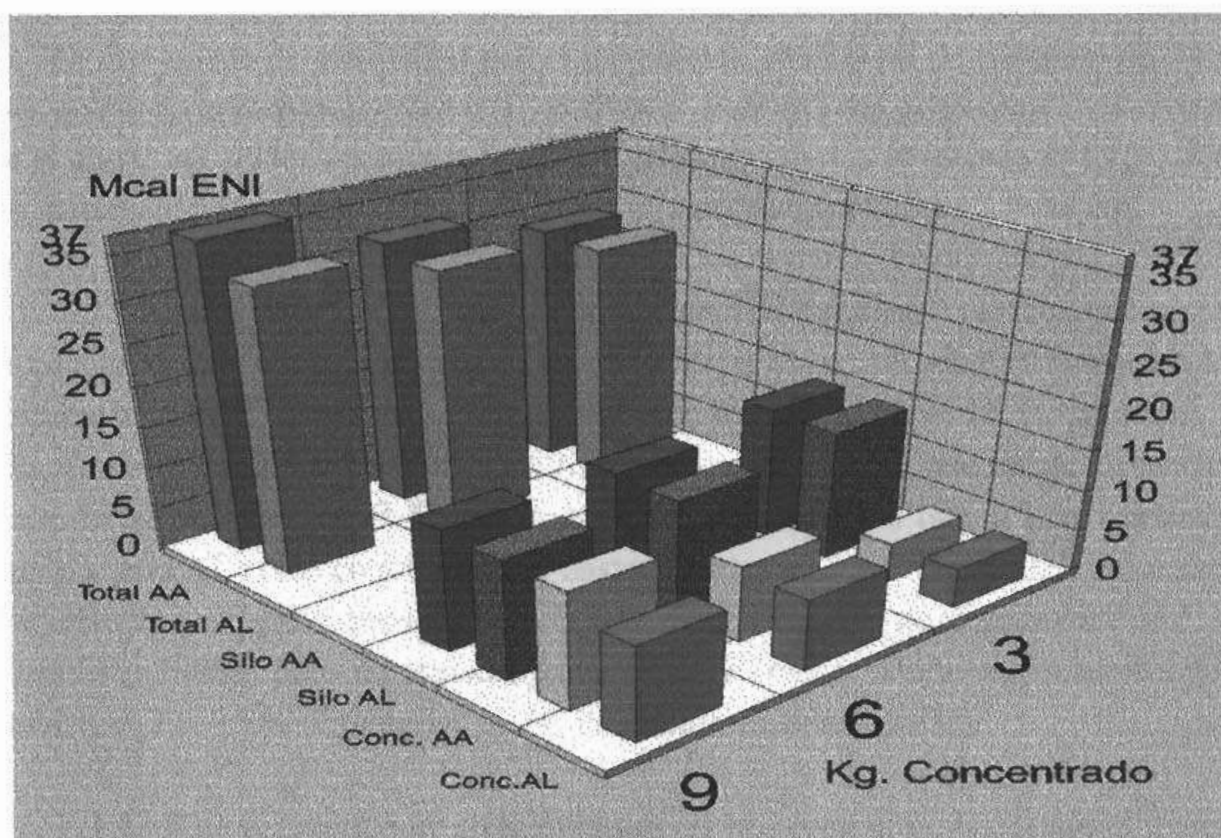


Figura N° 16. ENI total y aporte de los alimentos, según nivel y tipo de concentrado.

La energía neta de lactación (figura N° 16) se incrementó para ambos tipos de concentrados con el aumento de los niveles, no existiendo grandes diferencias entre los

niveles más bajos, en cambio entre los niveles mayores existe una diferencia de 2 Mcal, básicamente debido a las diferencias en el consumo. En el caso de la concentración, son más elevadas para el concentrado AA e incrementándose aún más la diferencia en 9 Kg.

La FDA mostró un comportamiento particular con un descenso en 6 Kg de concentrado/V/d, respecto a 3 y 9 Kg de conc./V/d. El porcentaje para AA mostró un descenso marcado respecto a AL. La FDN también registró un descenso al aumentar el nivel, donde AA9 y AL9 poseen incluso valores por debajo del 50 %, permitiendo los elevados consumos registrados.

Los CNE aumentan con el nivel de concentrados siendo este incremento mayor para AA respecto AL. Los incrementos registrados para AA entre 3 y 6 Kg fueron de un 18%, mientras que para 6 a 9 Kg de conc/V/d un 21.8 %. En cambio para AL en el primer tramo se registró un incremento de 14%, mientras que en el segundo fue de un 12 %; con esto queda de manifiesto que el incremento en el nivel de concentrados aumentó más que proporcionalmente los CNE debido al aumento del porcentaje de concentrados en la dieta, los cuales aportan más que el promedio de los alimentos al CNE. Además, los incrementos para AA fueron crecientes en cambio para AL no.

El EE presentó un incremento en kilogramos creciente con el aumento de nivel de concentrados en la dieta, siendo éste entre 3 y 6 Kg de 16.3 y 17.9 % para AA y AL respectivamente; en cambio, entre 6 y 9 Kg fue de un 7 y 14 % para AA y AL respectivamente. El incremento para AL es mayor debido al porcentaje de grasa en la dieta. El porcentaje de EE fue creciente para AA hasta los 6kg y luego decreció; en cambio, para AL crece continuamente hasta un valor de 4.526% EE. Este valor supera al de dietas típicas para vacas lecheras en lactación, las cuales no poseen más de 3.5% EE (Depeters, 1989), pero se encuentran dentro del rango donde no existirían grandes problemas 3.5 – 5 % (Palmquist, 1974; Palmquist y Conrad, 1978).

La MOD se incrementó en kilogramos al aumentar el nivel, siendo el incremento para AA de 14 y 19.5% de 3 a 6 Kg conc./v/d y 6 a 9 Kg conc./v/d respectivamente, en cambio para AL de 10 y 12.6 % para el primer y segundo tramo respectivamente; debido a esto los porcentajes de AA se incrementaron en mayor proporción que AL. Quedando de manifiesto en primer lugar: que la mayor incorporación de concentrado en la dieta incrementó el % MOD del mismo y en segundo lugar que para AL existió algún efecto

digestivo que afectó la MOD disminuyendo incluso 3 puntos porcentuales para el mayor nivel respecto de AA.

4.1.1.5. Efecto de la interacción asignación por nivel de concentrado.

Para esta interacción son significativas los aumentos de consumo de MS, al aumentar el nivel de concentrado. Existe diferencia significativa entre los tratamientos de asignación, no existiendo entre P10 6 con P15 3, ni con P10 9 y P15 6; por lo cual se entiende que una diferencia de 3 Kg conc./v/d, determinó consumo similares que la asignación de 5 Kg MS pastura/v/d, radicando la diferencia en la capacidad de carga de los mismos. El incremento del consumo de MS total es mayor al pasar de 6 a 9 Kg conc./v/d en ambas asignaciones, siendo superior en P15 que en P10 (Ver cuadro N°20 y N°21).

Cuadro N° 20. Consumo y composición de la dieta total según interacción asignación por nivel de concentrado.

	P10 3	P10 6	P10 9	P15 3	P15 6	P15 9	EEM	Signif
CMST(Kg)	19.14 a	20.54 b	22.41 c	20.77 b	22.00 c	24.71 d	0.5	0.0907
PC (Kg)	2.619	3.029	3.949	3.084	3.484	3.933	0.105	Ns
ENI (Mcal.)	28.985	31.762	35.267	28.482	31.059	35.608	0.881	Ns
FDA(Kg)	5.386 a	5.308 b	5.346 a	6.107 c	5.961 d	6.384 e	0.049	0.0001
FDN(Kg)	10.252 a	10.399 b	10.779 c	11.011 d	11.01 d	12.157 e	0.135	0.0001
CEN(Kg)	1.624	1.742	1.893	1.977	2.086	2.284	0.042	Ns
CNE(Kg)	3.965	4.608	5.397	3.966	4.624	5.446	0.178	Ns
EE(Kg)	0.659	0.794	0.877	0.726	0.829	0.92	0.032	Ns
MOD(Kg)	11.291	12.707	14.513	11.301	12.622	14.909	0.42	Ns

Cuadro N° 21. Composición media de la dieta experimental según la interacción asignación por nivel de concentrado.

	<i>P10 3</i>	<i>P10 6</i>	<i>P10 9</i>	<i>P15 3</i>	<i>P15 6</i>	<i>P15 9</i>
%PC	13.69	14.75	17.62	14.85	15.83	15.91
Mcal/Kg	1.51	1.55	1.57	1.37	1.41	1.44
%FDA	28.15	25.84	23.86	29.41	27.09	25.83
%FDN	53.58	50.63	48.11	53.02	50.04	49.19
%CEN	8.49	8.48	8.45	9.52	9.48	9.24
%CNE	20.72	22.44	24.09	19.10	21.02	22.04
%EE	3.44	3.87	3.91	3.50	3.77	3.72
%MOD	59.01	61.87	64.77	54.42	57.36	60.33

Cuadro N° 22. Tasas de sustitución (Kg MS total/Kg B.H. de Concentrado) según asignación de pastura y rango de concentrados.

	<i>3 - 6</i>	<i>6 - 9</i>	<i>3 - 9</i>
P 10	0.533	0.367	0.450
P 15	0.600	0.100	0.350

Como puede apreciarse en el cuadro N° 22 las tasas de sustitución para ambas asignaciones disminuyen al aumentar el nivel de concentrados, siendo el descenso más acentuado para P15. Ambas tasas (0.450 y 0.350) son en general inferiores a las registradas en la bibliografía (Leaver, 1985; Journet and Demarquilly, 1983; Meijs, 1983). Presentaron, además, una relación contrapuesta con las tendencias explicadas en la bibliografía, esta diferencia puede explicarse debido a que en los niveles de asignación y concentrados más elevados el consumo de ensilaje no cae de forma significativa debido a los elevados consumos de PC.

También son significativos los consumos de FDA y FDN, los cuales muestran una tendencia a incrementarse, al aumentar los concentrados. En general son mayores las diferencias de FDA en P15, que en P10, en cambio la FDN no presenta diferencias tan evidentes.

4.1.1.6. Efecto de la interacción asignación por tipo de concentrado.

La interacción tipo de concentrado por asignación, se observa en el cuadro N° 23, en primera instancia el consumo es superior con asignaciones de 15 Kg MS/v/día. El efecto del concentrado AL es depresivo sobre el consumo, respecto al concentrado AA, ya que en ambos casos los valores obtenidos son inferiores, siendo esta diferencia mayor para la asignación de 15 Kg MS/v/día. El pasaje de 10 a 15 Kg de asignación presenta un incremento de 10,6 % para AA, frente a un 6,7 % de AL; con lo cual pueden apreciarse los efectos depresivos del concentrado AL en el consumo. Es de hacer notar que el descenso del consumo entre P10 AA y P10 AL es de 1,88 %, frente a un 5,3 % de descenso entre los tratamientos P15 AA y P15 AL, con lo cual los efectos adversos aumentan al incrementarse la asignación.

La PC no fue diferente significativamente para los distintos tratamientos.

Cuadro N° 23. Consumo y composición de la dieta total según la interacción asignación por tipo de concentrado.

	<i>P10 AA</i>	<i>P10 AL</i>	<i>P15 AA</i>	<i>P15 AL</i>	<i>EEM</i>	<i>Signif.</i>
CMST(Kg)	20.89 b	20.497 a	23.108 d	21.88 c	0.5	0.0133
PC (Kg)	3.098	2.998	3.605	3.396	0.105	ns
ENI (Mcal.)	32.411 c	31.597 b	32.793 c	30.639 a	0.8814	0.0229
FDA(Kg)	5.3262 a	5.368 b	6.219 d	6.082 c	0.049	0.0001
FDN(Kg)	10.563 a	10.39 b	11.674 d	11.112 c	0.135	0.0001
CEN(Kg)	1.753 a	1.753 a	2.145 c	2.086 b	0.04165	0.031
CNE(Kg)	4.806 b	4.507 a	4.942 c	4.415 a	0.178	0.0519
EE(Kg)	0.679 a	0.874 c	0.725 b	0.924 d	0.032	0.0224
MOD(Kg)	13.154 b	12.52 a	13.57 c	12.315 a	0.42	0.0265

Cuadro N° 24. Composición media de la dieta experimental según la interacción asignación por tipo de concentrado.

Consumo	P10 AA	P10 AL	P15 AA	P15 AL
%PC	14.83	14.63	15.60	15.52
Mcal/Kg	1.55	1.54	1.42	1.40
%FDA	25.50	26.19	26.91	27.80
%FDN	50.56	50.69	50.52	50.79
%CEN	8.39	8.55	9.28	9.53
%CNE	23.01	21.99	21.39	20.18
%EE	3.25	4.26	3.14	4.22
%MOD	62.97	61.08	58.72	56.28

Para el caso de la ENI no se encontraron diferencias significativas entre P15AA y P10AA, esto se debe a que el aporte importante de energía la realizan los concentrados. El resto de los tratamientos si presentaron diferencias estadísticamente significativa, para el caso del suplemento AL, la concentración energética disminuye al aumentar la asignación de 10 a 15 Kg MS/v/día, en aproximadamente 3 % (cuadro N° 24). Los valores de ENI /Kg MS son inferiores en P10 frente a P15, lo cual reafirma lo dicho anteriormente, de que los concentrados realizan el mayor aporte de energía.

En cuanto al contenido de FDN y FDA, este se incrementa con el nivel de pastura y disminuye al pasar de AA a AL, siendo los porcentajes de FDN similares, en cambio la FDA fue mayor cuando el concentrado consumido es AL. Los incrementos de FDA, al aumentar la asignación de forraje en 5 Kg MS, para el concentrado AA representa un 16 %, mientras que para AL es solo de 13 %. En cambio para FDN este incremento es de 10,5 % para AA, frente a 6,9 % de AL, similares a los registrados en el consumo. Siendo el porcentaje de FDA superior para P15 con respecto a P10 en un punto porcentual, mientras que la FDN no presentan diferencias.

La composición de CNE es mayor para el concentrado AA que para AL. No existieron diferencias entre pastura para AL en cambio para AA se incrementó en 2,8 % al aumentar la asignación de forraje.

En el caso del EE, este es más alto para los concentrados AL, siendo la diferencia para P10 un 28,7 % y P15 27 %, de AL respecto a AA. En cambio la diferencia entre

asignaciones (P10-P15) para AA es de 6,7% y 5 % para AL. El porcentaje de EE disminuyó a medida que aumentó la asignación de forraje para ambos tipos de concentrados.

Las cenizas aumentan a medida que se incrementa la asignación de forraje, siendo superiores los valores porcentuales del concentrado AL que AA, no existiendo diferencias significativas en P10, en cambio para P15 AA supera a AL en 2,83 %.

El % MOD disminuye al aumentar la asignación de forraje, siendo siempre inferior para AL que para AA, donde el descenso de AL es más pronunciado que para AA debido a las limitantes metabólicas provocadas por el excesivo nivel de grasas.

4.1.2. Consumo de forraje.

4.1.2.1. Efecto de la asignación.

Según se puede ver en el cuadro N° 25, la asignación de 15 Kg de MS produjo un aumento en el consumo de 2,374 Kg de MS, el cual representó un aumento del 44,2 %, disminuyendo la eficiencia de utilización de la pastura. Para el caso de P10 mostró una eficiencia de 53.6%, en cambio P15 de 51.6%, con lo cual se prevee un posible aumento en el consumo de nutrientes para P15.

Es de hacer notar que un aumento del ofrecido de 50 % (de 10 a 15 Kg MS/v/d) redundó en un aumento de 44 % en CMSP, de 43 % en PC y solo una tendencia en energía. No siendo significativos los valores de ENL, CNE y MOD.

Cuadro N° 25. Consumo y composición del forraje desaparecido según la asignación.

	<i>P10</i>	<i>P15</i>	<i>EEM</i>	<i>Signif.</i>
CMSP(KgMS)	5.364	7.738	0.5	0.0001
PC (Kg)	1.192	1.706	0.105	0.0001
ENI (Mcal.)	7.954	8.534	0.8814	Ns
FDA(Kg)	1.753	2.708	0.049	0.0001
FDN(Kg)	3.0435	4.289	0.135	0.0001
CEN(Kg)	0.623	1.056	0.04165	0.0001
CNE(Kg)	0.297	0.429	0.178	Ns
EE(Kg)	0.178	0.2575	0.032	0.0001
MOD(Kg)	3.294	4.777	0.42	Ns

Además de esto sería previsible esperar un aumento en la calidad del forraje consumido debido a que la mayor asignación permite una mayor selección del forraje, aumentando la proporción de hojas/tallo, con lo cual baja la eficiencia de utilización del mismo. En este caso no se evidencia debido a que el aumento de asignación no produjo un marcado descenso de la eficiencia de utilización que afecte la respuesta en la calidad del forraje.

Cuadro N° 26. Composición media del forraje desaparecido expresada según la asignación.

	<i>P10</i>	<i>P15</i>
%PC	22.22	22.05
%FDA	32.68	35.00
%FDN	56.74	55.43
%CEN	11.61	13.65
%CNE	5.54	5.54
%EE	3.32	3.33
%MOD	61.41	61.73

La PC se incrementó aproximadamente 43,1 %, al aumentarse la asignación de forraje, aunque se observó una leve disminución en el porcentaje de la misma. Debido a que el consumo de MS se incrementa más que el de la proteína, se evidencia que la mayor asignación de forraje no capitalizó el aumento de la selección.

La FDA se incrementó un 54,5 %, al pasar de P10 a P15, en cambio la FDN se incrementó en un 40,9 %. El pasaje a P15 aumentó el consumo, pero con leve incremento en la calidad del mismo, con lo cual la selección operó, incrementando el consumo de leguminosas que elevan la FDA más que la FDN (Rivoir y Fernández, 1994).

Las cenizas aumentaron un 69 %, al incrementarse la asignación, elevándose también la proporción de las mismas en la MS total.

El EE también se incrementó, este fue de 44,6 %, similar al aumento del consumo, con niveles relativos semejantes.

4.1.3. Consumo de concentrado.

4.1.3.1. Efecto de la asignación.

El consumo y los parámetros nutricionales no son significativos frente a la asignación de forraje (cuadro N° 27). Esto significa que el aumento de asignación no produjo una merma en el consumo promedio de concentrado.

Cuadro N° 27. Desaparecido promedio y composición del concentrado según la asignación de forraje.

	<i>P10</i>	<i>P15</i>	<i>EEM</i>	<i>Signif.</i>
CMSC(Kg MS)	4.991	4.856	0.5	Ns
PC (Kg)	1.031	1.003	0.105	Ns
ENI (Mcal.)	8.86	8.625	0.8814	Ns
FDA(Kg)	0.444	0.429	0.049	Ns
FDN(Kg)	1.529	1.494	0.135	Ns
CEN(Kg)	0.389	0.378	0.04165	Ns
CNE(Kg)	1.795	1.75	0.178	Ns
EE(Kg)	0.262	0.25	0.032	Ns
MOD(Kg)	4.434	4.327	0.42	Ns

No pudiéndose concluir sobre el efecto de sustitución del concentrado, ya que dentro de cada parcela de P10 o P15 había vacas consumiendo 3, 6 o 9 Kg de

concentrado; intuyéndose que la mayor sustitución estaría en los niveles mayores de concentrado, pero este efecto no sería tan depresivo ya que el consumo de MS total no disminuye sino que se incrementa levemente.

4.1.3.2. Efecto del tipo de concentrado.

El consumo de concentrado para el tipo AA fue un 12,6 % superior a AL (cuadro N° 28), hecho este que podría deberse a diferencias de palatabilidad del concentrado AL. La saponificación de los lípidos le confiere gusto a jabón, lo que explicaría la merma en el consumo.

Cuadro N° 28. Desaparecido (Kg MS/v/d) y composición del concentrado según tipo de concentrado suministrado.

	AA	AL	EEM	Signif
Cons.(Kg /v/d)	5.215	4.632	0.5	0.0009
PC (Kg)	1.086	0.948	0.105	0.0003
ENI (Mcal.)	9.314	8.174	0.8814	0.0003
FDA(Kg)	0.428	0.445	0.049	Ns
FDN(Kg)	1.62	1.403	0.135	0.0001
CEN(Kg)	0.391	0.376	0.04165	Ns
CNE(Kg)	1.959	1.585	0.178	0.0001
EE(Kg)	0.16	0.35	0.032	0.0001
MOD(Kg)	4.774	3.987	0.42	0.0001

Cuadro N° 29. Composición media de los concentrados, según tipo de concentrado.

	AA	AL
%PC	20.82	20.47
Mcal/Kg	1.79	1.76
%FDA	8.21	9.61
%FDN	31.06	30.29
%CEN	7.50	8.12
%CNE	37.56	34.22
%EE	3.07	7.56
%MOD	91.54	86.08

En cuanto a la energía y PC de las raciones, estos son similares para ambos tipos de concentrados (cuadro N° 29), por lo cual AA al tener un mayor consumo logra también una mayor cantidad de estos nutrientes, no existiendo diferencias entre los porcentajes de ambas raciones. Considerando que los incrementos en el consumo de ENI (14,5%) y proteína (13,9%) son superiores al consumo de concentrado (12,6%), es de suponer que AA presentó una mayor calidad que el AL.

Se manifestaron diferencias significativas en los CNE y en su porcentaje, esto es debido a su composición, ya que el concentrado AA logra un 23,6 % más de CNE y por lo tanto el mismo presentó un mayor contenido de almidón.

El EE presentó una diferencia de 3.5%, de AL respecto a AA, siendo esta la diferencia fundamental entre los concentrados evaluados. El concentrado AL presenta un 218 % más de EE, respecto del concentrado AA, con lo cual se logran valores límites para rumiantes.

Otra diferencia importante se encontró en el contenido de MOD, siendo para el concentrado AL inferior en 5% al AA debido al tipo de granos utilizados en la confección de las dietas. El concentrado AL incluye sorgo en su constitución, que presenta una menor MOD, que acompañado de los lípidos, se refleja en una menor MOD del concentrado.

4.1.3.3. Efecto del nivel de concentrado.

El consumo de MS y nutrientes aumentan significativamente a medida que aumenta los concentrados, como se observa en el cuadro N° 30.

El consumo de concentrado, al pasar la oferta de 3 a 6 Kg conc./v/d, se incrementó en 88 %, mientras que en el siguiente tramo (6 a 9 Kg conc./v/d), el incremento es de solo 43,2 %.

Cuadro N° 30. Desaparecido (Kg MS/v/d) y composición del concentrado según nivel de suministro.

	3	6	9	EEM	Signif
Cons. Kg/d	2.647 a	4.986 b	7.138 c	0.5	0.0001
PC. (Kg)	0.547 a	1.029 b	1.47 c	0.105	0.0001
ENI (Mcal)	4.697 a	8.854 b	12.68 c	0.8814	0.0001
FDA (Kg)	0.237 a	0.443 b	0.63 c	0.049	0.0001
FDN (Kg)	0.804 a	1.528 b	2.203 c	0.135	0.0001
CEN (Kg)	0.207 a	0.389 b	0.554 c	0.04165	0.0001
CNE (Kg)	0.95 a	1.792 b	2.575 c	0.178	0.0001
EE (Kg)	0.14 a	0.262 b	0.366 c	0.032	0.0001
MOD (Kg)	2.342 a	4.427 b	6.372 c	0.42	0.0001

Cuadro N° 31. Composición media del concentrado consumido según nivel suministrado.

	3	6	9
%PC	20.66	20.64	20.59
Mcal/Kg	1.77	1.78	1.78
%FDA	8.95	8.88	8.83
%FDN	30.37	30.65	30.86
%CEN	7.82	7.80	7.76
%CNE	35.89	35.94	36.07
%EE	5.29	5.25	5.13
%MOD	88.48	88.79	89.27

Es de destacar que la FDA y FDN tienden a aumentar en valores absolutos, porcentualmente la FDA tiende a disminuir, no así la FDN, que tiende a aumentar levemente. Además, PC, EE y CEN muestran disminuciones leves en cuanto a su porcentaje (cuadro N° 31).

4.1.3.4. Efecto de la interacción nivel por tipo de concentrado.

El consumo de concentrado como es de esperar aumentó con el nivel de suministro, y mayor fue el incremento para el concentrado AA debido a probablemente

la mayor palatabilidad de este (cuadro N° 32). Para AL, el consumo al pasar de 3 a 6 Kg, se incrementó linealmente y al pasar de 6 a 9Kg el incremento fue también lineal pero con una pendiente inferior. Representando el pasaje de 3 a 6 Kg conc./v/d un 92,4 % de incremento para el concentrado AA, frente a un 84,5 % de AL. En cambio al pasar de 6 a 9 Kg conc./v/d, representa un 52,5 % para AA, frente a un 33,4 % para AL. Con lo cual se demuestra que el concentrado AL presentó probablemente problemas de palatabilidad, ya que la disminución en el consumo aumenta a medida que se incrementa la oferta del mismo.

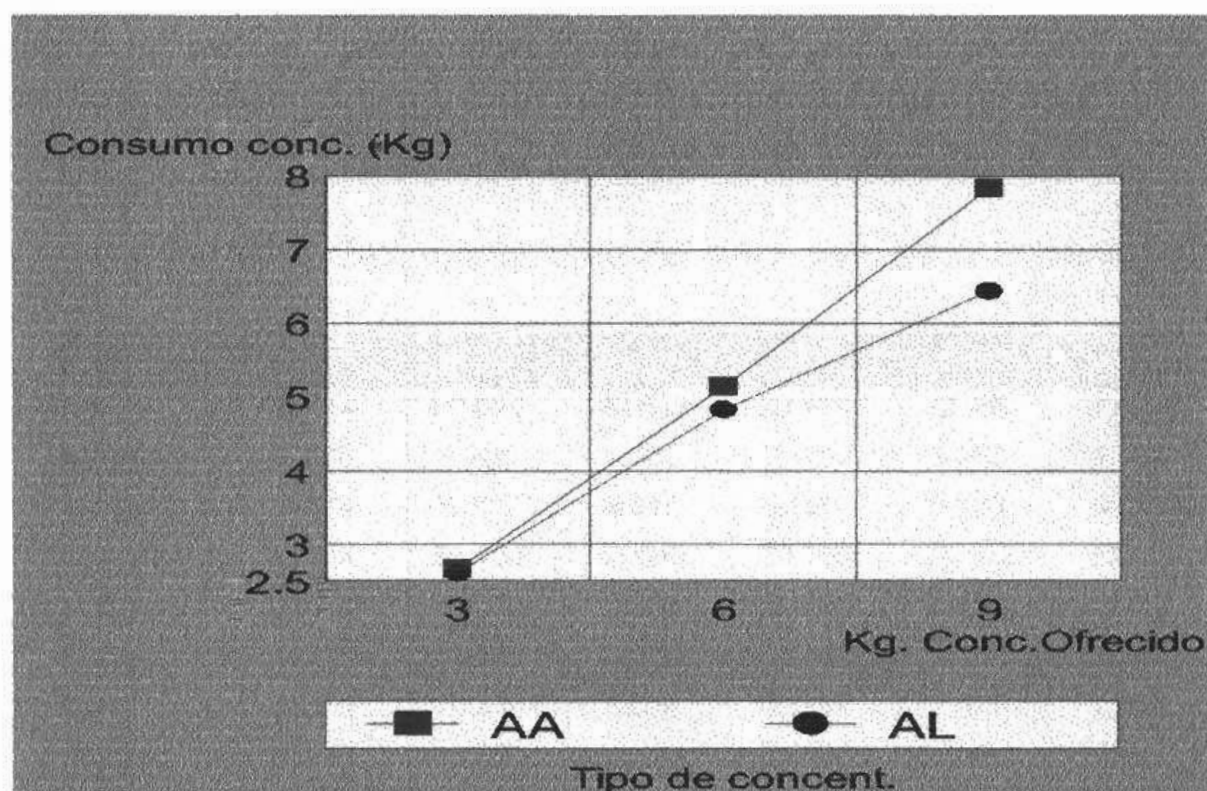


Figura N° 17. Consumo de concentrado (Kg MS/v/d), según nivel y tipo de concentrado.

La PC aumenta su contenido en valores absolutos siendo estas diferencias significativas, debidos solo a incrementos en el consumo. Porcentualmente los valores entre niveles son similares con una leve superioridad para el concentrado AA, como puede observarse en el cuadro N° 32. Es de hacer notar que el incremento entre los concentrados AA y AL, aumenta su diferencia en Kg de PC consumida a medida que aumenta el suministro de concentrado (pasando de 3,7 % en los niveles más bajos, a 8 % en el nivel medio y 23,7 % en el nivel más alto).

Cuadro N° 32. Consumo y composición del concentrado según la interacción nivel por tipo.

	AA 3	AA 6	AA 9	AL 3	AL 6	AL 9	EEM	Signif.
C.C(Kg/d)	2.671a	5.139 b	7.836 c	2.621 a	4.832 b	6.441 d	0.5	0.0049
PC (Kg)	0.557 a	1.069 b	1.6325d	0.537 a	0.99 b	1.32 c	0.105	0.0035
ENI (Kg)	4.77 a	9.18 b	13.99 d	4.62 a	8.52 b	11.37 c	0.8814	0.0035
FDA (Kg)	0.219	0.42	0.644	0.254	0.465	0.617	0.049	Ns
FDN (Kg)	0.828 a	1.6 c	2.433 e	0.78 a	1.455 b	1.972 d	0.135	0.0016
CEN (Kg)	0.2 a	0.385 b	0.588 d	0.214 a	0.393 b	0.52 c	0.04165	0.0357
CNE (Kg)	1.004 a	1.931 c	2.943 e	0.896 a	1.653 b	2.207 d	0.178	0.0004
EE (Kg)	0.082 a	0.158 b	0.242 d	0.199 c	0.366 e	0.489 f	0.032	0.0001
MOD (Kg)	2.446 a	4.705 b	7.171 e	2.238 a	4.15 c	5.57 d	0.42	0.0008

Cuadro N° 33. Composición media del concentrado según la interacción nivel por tipo.

	AA3	AA6	AA9	AL3	AL6	AL9
%PC	20.854	20.811	20.833	20.488	20.488	20.494
Mcal/Kg	1.786	1.786	1.785	1.763	1.763	1.765
%FDA	8.199	8.173	8.218	9.691	9.623	9.579
%FDN	31.000	31.134	31.049	29.760	30.112	30.616
%CEN	7.488	7.492	7.504	8.165	8.133	8.073
%CNE	37.589	37.575	37.557	34.185	34.209	34.265
%EE	3.070	3.075	3.088	7.593	7.575	7.592
%MOD	91.576	91.555	91.514	85.387	85.886	86.477

La ENI consumida sigue el mismo patrón, incrementándose con el consumo total, en cuanto a las Mcal/Kg consumido no hay grandes diferencias (cuadro N° 33). Cabe destacar que la diferencia en el consumo de ENI entre nivel 9 Kg AA vs AL es de un 23 %.

Los Kg FDA no son estadísticamente significativos, aunque porcentualmente el concentrado AL esta 1.5 puntos por encima del concentrado AA. En cuanto a la FDN, también responde con un aumento al incremento del consumo, pero a diferencia de la FDA porcentualmente hay un mayor porcentaje con el concentrado AA (cuadro N° 31).

La cantidad de CEN aumenta con el aumento del consumo, sus valores en 3 y 6 Kg son similares y para AA en 9 Kg el incremento es mayor; porcentualmente es siempre mayor para el concentrado AL.

El contenido de CNE es igual para ambos concentrado en el nivel 3, siendo el resto de los valores diferentes significativamente. En general los valores de AA son superiores a AL, presentando en su porcentaje valores relativamente constantes.

El EE, para el concentrado AA presenta un leve incremento con el aumento en el consumo, pero para el concentrado AL el contenido del mismo es el doble en forma absoluta y en porcentaje, que AA presentando tasas de incremento similares al consumo.

La MOD es superior para el caso del concentrado AA en todos sus niveles, incrementándose con el nivel de concentrado; pero, porcentualmente para el concentrado AA hay un leve descenso con el aumento en el nivel; para el concentrado AL el comportamiento es inverso, aumenta la MOD con el aumento en el consumo.

4.1.4. Consumo de ensilaje.

4.1.4.1. Efecto de la asignación.

El consumo de ensilaje disminuye significativamente un 4,4 % al aumentar la asignación de forraje, con lo cual el resto de los componentes disminuye a un ritmo similar, como se observa en el cuadro N° 34. Este efecto puede deberse al mayor consumo de forraje ya que el silo es el ajuste de la dieta.

El resto de los componentes desciende en similar magnitud que el descenso en el consumo.

Cuadro N° 34. Desaparecido (Kg MS/v/d) y composición del ensilaje según asignación de forraje.

	<i>P10</i>	<i>P15</i>	<i>EEM</i>	<i>Signif.</i>
CMSE(Kg MS)	10.34	9.9	0.507	0.0035
PC (Kg)	0.824	0.79	0.048	0.0044
ENI (Mcal.)	15.19	14.56	0.8928	0.0041
FDA(Kg)	3.15	3.013	0.1859	0.0028
FDN(Kg)	5.904	5.61	0.3888	0.0022
CEN(Kg)	0.7109	0.682	0.042	0.0052
CNE(Kg)	2.565	2.5	0.1359	0.0467
EE(Kg)	0.337	0.317	0.03074	0.0822
MOD(Kg)	7.21	6.91	0.4215	0.0038

4.1.4.2. Efecto del tipo de concentrado.

El tipo de concentrado no posee efecto alguno, ni sobre el desaparecido de ensilaje, ni sobre la composición nutritiva de los mismos.

4.1.4.3. Efecto del nivel de concentrado.

Para los niveles de concentrado se manifiesta un fenómeno común (cuadro N° 35), la disminución del consumo de ensilaje al aumentar los niveles de oferta de concentrado, descendiendo en 0,9 Kg de MS de ensilaje entre los niveles más extremos, no existiendo diferencias en los niveles 6 y 9 Kg. Por lo cual, lo mismo se manifiesta en el resto de los parámetros nutricionales, donde el nivel de 3 Kg fue siempre superior a 6 y 9 Kg. No se encontraron diferencias porcentuales en la composición nutricional del ensilaje para las diferentes ofertas.

Cuadro N° 35. Desaparecido (Kg MS/v/d) y nutrientes del ensilaje según nivel de concentrado.

	3	6	9	EEM	Signif
CMSE (Kg)	10.754 a	9.734b	9.87b	0.507	0.0001
PC (Kg)	0.855 a	0.778b	0.788b	0.048	0.0001
ENI (Mcal.)	15.79 a	14.31b	14.51b	0.8928	0.0001
FDA(Kg)	3.279 a	2.961b	3 b	0.1859	0.0001
FDN(Kg)	6.16 a	5.51 b	5.6 b	0.3888	0.0001
CEN(Kg)	0.739 a	0.671 b	0.68 b	0.042	0.0001
CNE(Kg)	2.652 a	2.462 b	2.484 b	0.1359	0.0001
EE(Kg)	0.334 a	0.331 b	0.315 b	0.03074	0.0822
MOD(Kg)	7.504 a	6.79 b	6.889 b	0.4215	0.0001

4.1.4.4. Efecto de la interacción asignación por nivel de concentrado.

El desaparecido de ensilaje en el caso de la asignación 10 disminuye a medida que aumenta el nivel de concentrados, en cambio para P15 la tendencia no es clara ya que P15 3 y 9 Kg conc./v/d no mostraron diferencias significativas (cuadro N° 36). Es de hacer notar que el consumo P10 6 no mostró diferencias significativas con P15 3 y P15 9, también P10 9 presenta consumo similar P15 6, con lo cual se cumple el rol del ensilaje en balancear los consumos.

Cuadro N° 36. Consumo y composición del ensilaje según la interacción asignación por nivel de concentrado.

	P10 3	P10 6	P10 9	P15 3	P15 6	P15 9	EEM	Signif.
C.E.(kgMS)	11.16 c	10.21 b	9.645 a	10.35 b	9.25 a	10.097 b	0.507	0.0002
PC (Kg)	0.89 c	0.814 b	0.77 a	0.823 b	0.74 a	0.806 b	0.048	0.0002
ENI (Mcal.)	16.39 d	15 c	14.17 b	15.19 c	13.63 d	14.85 c	0.8928	0.0004
FDA(Kg)	3.4 d	3.11 c	2.94 b	3.15 c	2.81 a	3.07 c	0.1859	0.0003
FDN(Kg)	6.413 d	5.84 c	5.46 b	5.91 c	5.185 a	5.74 c	0.3888	0.0002
CEN(Kg)	0.77 c	0.702 b	0.665 a	0.712 b	0.64 a	0.695 b	0.042	0.0026
CNE(Kg)	2.73 c	2.532 b	2.434 a	2.575 b	2.391 a	2.534 b	0.1359	0.0004
EE(Kg)	0.341	0.352	0.319	0.327	0.311	0.311	0.03074	Ns
MOD(Kg)	7.784 c	7.118 b	6.729 a	7.224 b	6.46 a	7.05 b	0.4215	0.0002

La cantidad de PC tiende a disminuir de la misma forma que el consumo con el aumento en el nivel de concentrados, pero como los aportes de PC del ensilaje son bajos alrededor de 8%, no existen grandes diferencias siendo menor el aporte en P15 por un menor consumo.

La ENI aportada por el ensilaje disminuye consistentemente al aumentar el nivel de concentrados, no siendo tan marcada la diferencia para P15. La concentración de ENI del ensilaje esta dentro de los estándares normales, siendo su valor de 1.47 Mcal/Kg MS.

La FDA y FDN mantienen el patrón de consumo, presentando valores de 30.5 y 57 % respectivamente los cuales son normales a bajos indicadores de la buena calidad del ensilaje, por lo cual se registraron los altos niveles de consumo mencionados anteriormente.

Las cenizas del ensilaje bajaron a medida que aumentó el nivel de concentrados al igual que los CNE y la MOD.

4.1.4.5. Efecto de la interacción asignación por tipo de concentrado.

Los desaparecidos de ensilaje son siempre superiores para P10 (AA y AL) y P15 AA frente a P15AL. No existieron diferencias para los tipos de concentrados cuando la asignación es 10, siendo 5 % mayor el consumo para el concentrado AA cuando la asignación fue P15 (cuadro N° 37).

En el caso de la PC en P10 no hay diferencias, bajando para P15 cuando se paso de AA a AL.

El resto de los componentes nutritivos poseen el mismo comportamiento que la PC, no mostrando diferencias estadísticamente significativas el EE.

Cuadro N° 37. Desaparecido (Kg MS/v/d) y nutrientes del ensilaje según la interacción asignación por tipo de concentrado.

	P10 AA	P10 AL	P15 AA	P15 AL	EEM	Signif.
CMST(kg MS)	10.328 a	10.35 a	10.14 a	9.66 b	0.507	0.0002
PC (Kg)	0.823 a	0.825 a	0.81 a	0.77 b	0.048	0.0002
ENI (Mcal.)	15.17 a	15.2 a	14.91 a	14.2 b	0.8928	0.0004
FDA(Kg)	3.15 a	3.15 a	3.08 a	2.94 b	0.1859	0.0003
FDN(Kg)	5.904 a	5.904 a	5.76 a	5.46 b	0.3888	0.0002
CEN(Kg)	0.71 a	0.712 a	0.697 a	0.667 b	0.042	0.0026
CNE(Kg)	2.557 a	2.573 a	2.547 a	2.453 b	0.1359	0.0004
EE(Kg)	0.341	0.333	0.307	0.327	0.03074	Ns
MOD(Kg)	7.2 a	7.21 a	7.07 a	6.75 b	0.4215	0.0002

4.3. RESULTADOS DE PRODUCCION ANIMAL.

4.3.1. Producción y composición de la leche.

4.3.1.1. Efecto de la asignación de pastura.

Como se observa en el cuadro N° 38, la producción de leche aumentó al aumentar la oferta de pastura en 1.44 l, la cual representó 5.9 % de incremento. Con un aumento del 50% en la asignación se logró un aumento del consumo del 44 %, pasando de un 3,8% a 4,1% del peso vivo. La composición de la dieta incrementó el consumo de pastura frente al ensilaje y concentrado, este consumo no logró aumentar la calidad en forma significativa ya que el descenso de la eficiencia de utilización fue muy bajo, de igual forma permitió el incremento en producción mencionado anteriormente. Lo mismo se denota en el parámetro LCG siendo este también significativo pero de un menor efecto.

El cambio en el nivel de asignación no afectó significativamente el porcentaje proteína ya que este solo posee pequeñas variaciones; además, al aumentar la leche porcentualmente esta permaneció constante, en cambio la cantidad de proteína producida se incrementó un 6,3%, hecho explicado por el aumento del consumo de la misma en un 14,8%, respecto a P10.

En cuanto a la grasa ni el porcentaje ni su cantidad fueron significativamente diferentes.

El nivel de lactosa aumentó tanto porcentualmente como su cantidad total, siendo superior el aumento en Kg de lactosa, 7,8%, respecto al 1,8% del porcentaje. La cantidad de lactosa producida se incrementó más que el rendimiento en leche, por lo cual su porcentaje tuvo un leve pero significativo aumento.

Cuadro N° 38. Producción y composición de la leche, según asignación de forraje.

	<i>P10</i>	<i>P15</i>	<i>EEM</i>	<i>Signif.</i>
Leche(l/v/d)	24.365	25.805	2.253	0.0352
LCG	22.589	23.759	2.184	0.0792
Proteína (%)	2.993	3.014	0.0852	Ns
Proteína(Kg)	0.7295	0.7759	0.07019	0.0298
Grasa (%)	3.515	3.528	0.329	Ns
Grasa (Kg)	0.853	0.899	0.09785	Ns
Lactosa (%)	4.734	4.822	0.08032	0.0007
Lactosa (Kg)	1.156	1.246	0.1196	0.0138
SNG (%)	8.429	8.534	0.1264	0.0087
SNG (Kg)	2.056	2.202	0.2043	0.0189
Caseína (%)	2.233	2.298	0.085	0.0178
Caseína (Kg)	0.544	0.594	0.05549	0.0047
RCS(*1000)	385.58	172.18	374.4	0.0582

Los SNG y la caseína presentan el mismo comportamiento que la lactosa, la cantidad de los mismos aumenta en mayor proporción que la producción, por lo cual su porcentaje también se incrementó.

Ambos hechos son explicados por el aumento del consumo de nutrientes, reflejados en un incremento de la producción y también en algunos de sus componentes (% de lactosa, % de SNG y % caseína).

El RCS presentó diferencias significativas con mayor variabilidad, por lo cual la diferencia puede ser significativa pero los valores no representativos.

4.3.1.2. Efecto del tipo de concentrado.

Como puede apreciarse en el cuadro siguiente (N° 39) el cambio de concentrado AA(alto almidón) por AL (alto lípido) produce un descenso de 5,8% en la producción de leche; fundamentalmente debido al cambio de la fuente energética.

Cambiando grasas por almidón, las primeras producen varias modificaciones en la fisiología ruminal cuando no son pasantes. Estas modificaciones son cambio de la flora microbiana, debida a posibles efectos tóxicos de los ácidos grasos sobre ciertos grupos microbianos, la existencia de un efecto de recubrimiento de la grasa sobre la fibra que impide que los microorganismos se adhieran a esta para digerirla, déficit de algunos aminoácidos, déficit de glucosa, debido a que el aporte energético está dado por ácidos grasos los cuales no tienen precursores directos de la glucosa y por último modificaciones metabólicas. Además de estos efectos se pueden destacar una inhibición de la actividad microbiana por efectos surfactivos de los ácidos grasos sobre las membranas celulares y por último la reducción de la actividad de los cationes por complejos insolubles, entre estos los ácidos grasos de cadena larga, los que serían limitantes para cumplir las funciones microbianas (Devendra y Lewis citados por Jenkins y Palmquist, 1980).

Así como también algún efecto sobre el consumo general del concentrado ya que estas al ser jabones ven reducida su palatabilidad, reduciendo el consumo o algún efecto ruminal que pueda afectar el consumo de ensilaje o pastura. En este caso, aunque las mismas son pasantes, es probable que exista cierta proporción que sea degradable a nivel ruminal. La disminución en el consumo de AL respecto a AA fue de 3,7%, explicado fundamentalmente por el descenso en el consumo de concentrado, cambiando el perfil de nutrientes. Todo esto se tradujo en un descenso de la leche producida, manifestándose también en la LCG, la cual fue significativamente superior para AA.

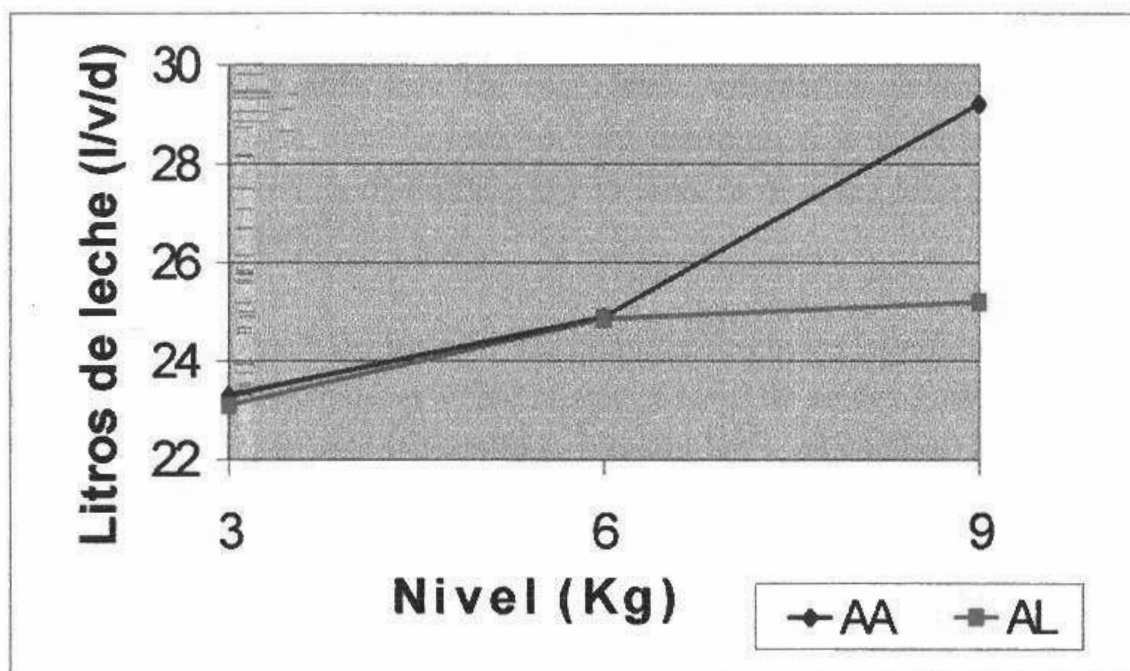


Figura N° 18. Producción de leche según tipo y nivel de concentrado.

Cuadro N° 39. Producción y composición de la leche, según tipo de concentrado suministrado.

	AA	AL	EEM	Signif.
Leche(l/v/d)	25.794	24.376	2.253	0.0372
LCG	23.775	22.572	2.184	0.0654
Proteína (%)	3.029	2.979	0.0852	0.0527
Proteína(Kg)	0.7809	0.7245	0.07019	0.093
Grasa (%)	3.50	3.54	0.329	Ns
Grasa (Kg)	0.896	0.856	0.09785	Ns
Lactosa (%)	4.802	4.754	0.08032	0.0461
Lactosa (Kg)	1.242	1.1595	0.1196	0.0233
SNG (%)	8.53	8.434	0.1264	0.0129
SNG (Kg)	2.204	2.055	0.2043	0.0177
Caseína (%)	2.301	2.23	0.085	0.0072
Caseína (Kg)	0.589	0.549	0.05549	0.0161
RCS(*1000)	219.6	338.2	374.4	Ns

La proteína desciende al pasar al tratamiento AL igual que la cantidad total de la misma. Debido al tipo de metabolismo de estos nutrientes disminuyendo el nivel de glucosa en sangre, esta debe usar los esqueletos carbonados de los aminoácidos para transformarlos en glucosa; con lo cual se verá disminuida la cantidad de aminoácidos disponibles para la glándula mamaria y por lo tanto la proteína total producida en leche (Coppock y Wilks, 1998).

En cuanto al nivel de grasa no existieron diferencias significativas tanto para el porcentaje como para la cantidad, debido a que el nivel de ácidos grasos aportados por el metabolismo de uno y de otro concentrado son similares; en cambio, la diferencia radica en el tipo de ácido graso que constituye uno y otro, existió una tendencia a que el porcentaje de grasa fuese mayor en AL, pero no tuvo significancia estadística.

En el caso de la lactosa tanto el porcentaje como la cantidad de la misma fueron superiores para el concentrado AA vs. AL, siendo este el principal glúcido osmóticamente activo y principal constituyente de la leche, teniendo la misma respuesta que ella.

La caseína también, como principal constituyente de la proteína de la leche presenta la misma respuesta que esta, disminuyendo su porcentaje y Kg al pasar al concentrado AL.

Se puede concluir que el concentrado AL produce una modificación tanto en el consumo como en el metabolismo, determinando una disminución en el nivel de producción y en los componentes de la misma.

4.3.1.3. Efecto del nivel de concentrado.

En el cuadro N° 40 se observa la respuesta en producción de leche al aumento del nivel de concentrado, siendo esta de carácter exponencial, 7,2% al pasar de 3 a 6 Kg conc./v/d y 9,3% de 6 a 9 Kg conc./v/d.

La LCG mostró diferencias significativas entre 3 y 9 Kg conc./v/d, siendo el incremento de 9,2%. Estos aumentos pueden ser explicados por el incremento en el consumo de concentrados, ya que mejora la eficiencia de utilización de los nutrientes, permitiendo disminuir las interacciones negativas e incrementar la asignación.

Cuadro N° 40. Producción y composición de la leche según nivel de concentrado suministrado.

	3	6	9	EEM	Signif
Leche(l/v/d)	23.197 a	24.864 b	27.193 c	2.253	0.0001
LCG	22.179 a	23.112 ab	24.230 b	2.184	0.0439
Proteína (%)	3.0035	3.0038	3.0043	0.0852	Ns
Proteína (Kg)	0.696 a	0.745 b	0.817 c	0.07019	0.0001
Grasa (%)	3.726 a	3.529 a	3.309 b	0.329	0.0053
Grasa (Kg)	0.859	0.874	0.895	0.09785	Ns
Lactosa (%)	4.74	4.80	4.788	0.08032	Ns
Lactosa (Kg)	1.102 a	1.197 b	1.305 c	0.1196	0.0002
SNG (%)	8.451	8.51	8.483	0.1264	Ns
SNG (Kg)	1.96 a	2.116 b	2.31 c	0.2043	0.0002
Caseína (%)	2.268	2.248	2.28	0.085	0.023
Caseína (Kg)	0.524 a	0.558 b	0.626 c	0.05549	0.0001
RCS(*1000)	314	237	284	374.4	Ns

Para la proteína el porcentaje no muestra diferencias significativas, en cambio la cantidad de proteína total producida aumentó en forma significativa en conjunto con el nivel, siendo un 7% entre 3 y 6 Kg conc./v/d y de 9.6% entre 6 y 9 Kg conc./v/d. Existió un incremento del 17 % de proteína, aumento mas que proporcional explicado por el mayor porcentaje de concentrado en la dieta, alimento más rico en este nutriente que el promedio.

Para el caso del porcentaje de grasa este posee una respuesta común a otros ensayos la cual disminuye con el aumento en el nivel de concentrado, siendo la respuesta significativa al 10.3 % para el caso entre 3 y 6 Kg, en cambio entre 6 y 9 es significativa a 6.83 %. Este hecho concuerda con lo citado en la bibliografía (Rearte, 1992; Sutton, 1985, 1989; Sutton y Morant, 1989), estos autores explican la caída debido a un aumento en el nivel de concentrados almidonosos los cuales producen un cambio en el tipo de fermentación ruminal transformándose en una fermentación más propiónica. Con esto se produce un aumento de los precursores glucogénicos con relación a lipogénicos resultando en un aumento de la cantidad de lactosa y así del volumen de leche producido, el cual diluye la grasa disminuyendo su porcentaje. Los Kg/v/d de grasa

láctea crecen pero a una tasa menor del volumen de leche resultando en una caída en el porcentaje en leche con el aumento del nivel de suplementación.

En sistemas pastoriles donde la suplementación no supera el 30 % de la dieta, como en este caso, las modificaciones en los perfiles ruminales de los AGV no son suficientemente drásticas para producir cambios en la producción de leche (Rearte, 1992). Pudiéndose producir alteraciones por el tipo de AGV producidos, ya que alimentos con almidones de alta fermentabilidad producen relaciones $C2 + C4/C3$ bajas, aumentando el volumen de leche en desmedro de otros componentes, con relación a concentrados de menor fermentabilidad o forrajes (Sutton, 1985; Orcasberro, 1992).

El porcentaje de lactosa no presentó diferencias significativas, en cambio si el total de lactosa producido, este hecho se explica por el mismo fenómeno que el cambio en el porcentaje de grasa. Debido al aumento en el contenido de lactosa producida también se produjo un aumento en la producción de leche por lo cual el porcentaje de la misma permanece constante, siendo los incrementos en Kg de lactosa concordantes con el aumento en Kg de leche producidos.

El porcentaje de SNG no manifestó diferencias significativas, en cambio en las cantidades producidas hubo un incremento con los niveles, similares al incremento en leche.

La caseína no tuvo diferencias significativas en el porcentaje, en cambio se incrementaron los Kg totales producidos, siendo estos más importantes con el aumento del nivel de concentrados, ya que al igual que la proteína, presenta un incremento más que proporcional en los niveles superiores.

4.3.1.4. Efecto de la interacción tipo por nivel de concentrado.

Cuadro N° 41. Producción y composición de la leche, según la interacción nivel por tipo de concentrado.

	AA 3	AA 6	AA 9	AL 3	AL 6	AL 9	EEM	Signif
Leche(l/v/d)	23.296 ab	24.881 ab	29.204 c	23.098 a	24.848 ab	25.182 b	2.253	0.0325
LCG	22.193 a	23.026 a	26.107 b	22.165 a	23.199 a	22.355 a	2.184	0.0303
Prot. (%)	2.9946	3.0244	3.067	3.0125	2.983	2.941	0.085	0.0881
Prot. (Kg)	0.696 a	0.753 a	0.895 b	0.696 a	0.738a	0.740 a	0.07	0.0095
Grasa (%)	3.73	3.45	3.32	3.72	3.60	3.29	0.329	Ns
Grasa (Kg)	0.858 a	0.864a	0.965 b	0.860 a	0.884ab	0.824 a	0.098	0.0596
Lactosa (%)	4.768 a	4.764 a	4.874 b	4.72 a	4.838 b	4.703 a	0.08	0.0007
Lact. (Kg)	1.11 ab	1.191 ab	1.426	1.093 b	1.202 a	1.183 ab	0.119	0.0113
SNG (%)	8.463 a	8.493 a	8.635	8.439 ab	8.525 a	8.336 b	0.126	0.0023
SNG (Kg)	1.969 a	2.117 a	2.524 b	1.952 a	2.115 a	2.098 a	0.204	0.0105
Cas. (%)	2.26 ab	2.29 bc	2.35 c	2.27 ab	2.21 a	2.21 a	0.085	0.06
Cas. (Kg)	0.525 a	0.56 a	0.684 b	0.523 a	0.556 a	0.567 a	0.055	0.0113
RCS*1000	219.8	333.3	105.7	409.9	141.8	462.8	374.4	Ns

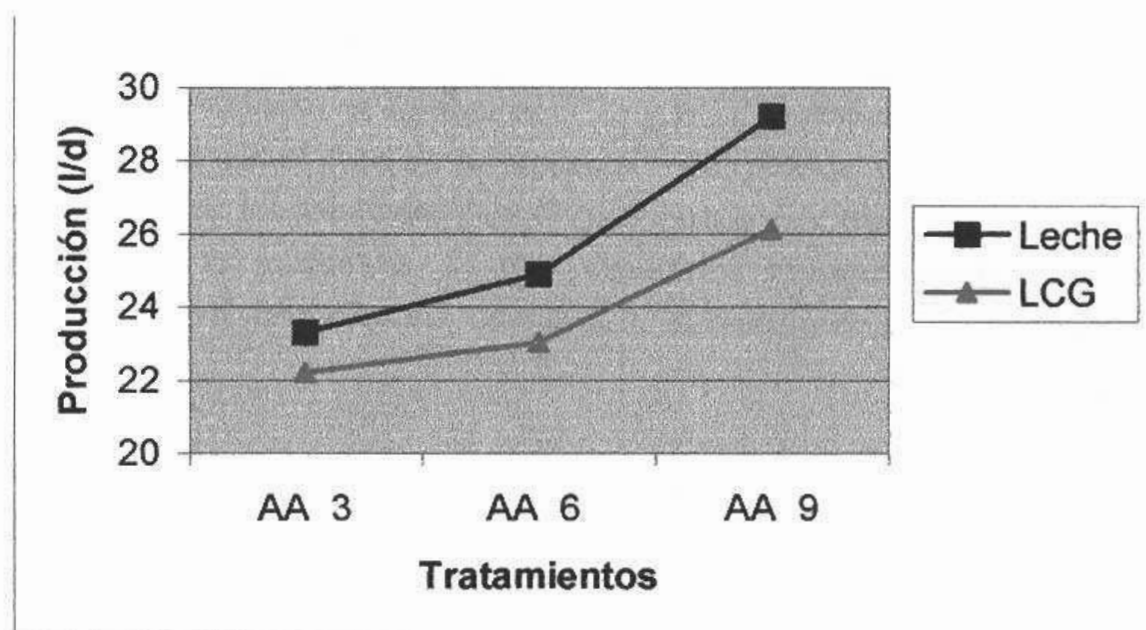


Figura N° 19. Producción de leche y LCG para el concentrado AA, según nivel.

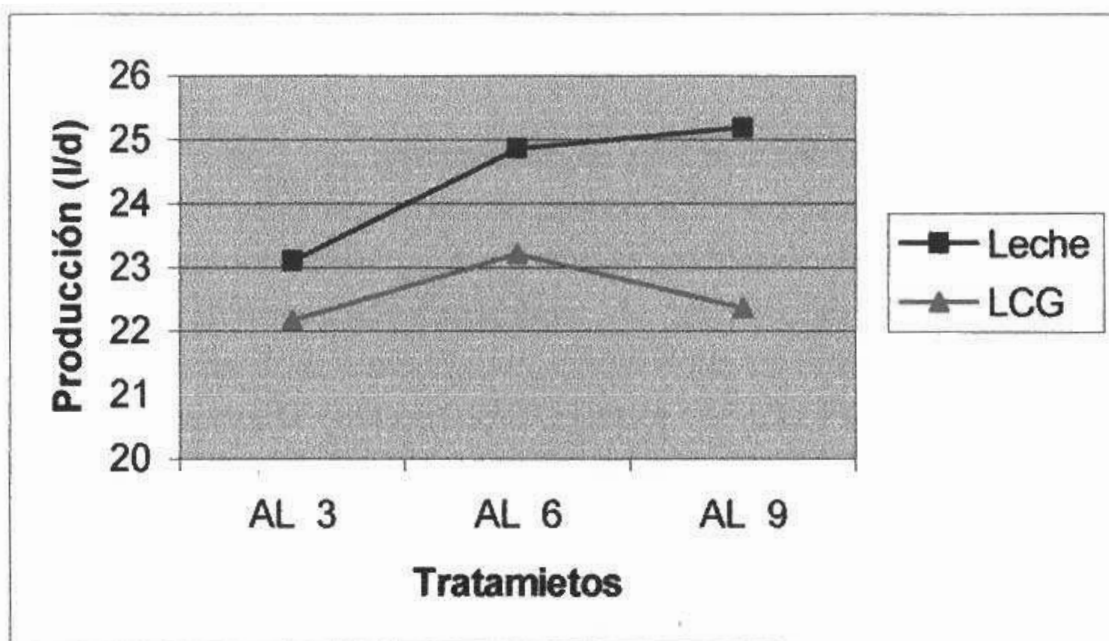


Figura N° 20 Producción de leche y LCG para el concentrado AL, según nivel de suministro.

Como puede observarse en las figuras N°19 y N°20 la respuesta varía según tipo de concentrado y nivel. En el caso de la producción de leche se pueden observar una tendencia exponencial de los resultados para el concentrado AA, mientras que en el caso del concentrado AL la misma es de tipo cuadrático mostrando un crecimiento decreciente para su nivel más elevado, debido a la diferencia en el desaparecido real AA9 y AL9.

Estadísticamente no existe diferencias significativas entre los niveles AA3, AA6, AL3 y AL6 y tampoco entre AA3, AA6, AL6 y AL9; por lo cual el nivel que si manifestó diferencias fue el AA9 (cuadro N°41). Este último manifestó un incremento de porcentaje de concentrados en la dieta, con una composición de nutrientes que le permitió maximizar la producción. Se comprobó la diferencia entre nivel AL3 y AL9 a favor de este último. En el caso de LCG se acentúa la tendencia en el tipo de respuesta para el nivel superior de AL por lo cual parecería excesivo el nivel 9 Kg, a pesar de esto estadísticamente el único valor diferente fue el producido por AA9, eliminándose también la diferencia que existía entre niveles 3 y 9 de AL. Podría concluirse que los niveles bajos 3 y 6 Kg conc./v/d. no existieron diferencias significativas entre los

concentrados, pero si tendencias diferentes. En cambio en el nivel 9 Kg conc./v/d. si se manifestó una diferencia importante a favor de AA. AL9 registró una notoria caída en el tenor graso de su leche (cuadro N° 41).

En cuanto a proteína, el contenido de esta manifestó una tendencia levemente creciente hacia los niveles superiores de concentrado para la ración AA (cuadro N° 67). Los elevados consumos de energía aumentan la producción de precursores glucogénicos a nivel ruminal, favoreciendo la síntesis de glucosa, disminuyendo por tanto la neoglucogénesis a partir de aminoácidos, quedando estos disponibles para su utilización en la glándula mamaria (Sutton, 1989; Rearte, 1992). Para el concentrado AL el porcentaje tiende a disminuir a medida que aumenta el nivel; los niveles del concentrado AA no difieren estadísticamente entre sí. Tampoco los niveles de AL entre sí; pero en cambio si se manifiestan diferencias entre AA6 y AL9, y AA9 con AL6 y 9. Con esto queda en evidencia la reducción en el porcentaje de proteína que produce el concentrado AL en sus niveles altos (Sutton, 1989 ; Rearte, 1992).

En el caso de la cantidad de proteína producida esta solo manifestó diferencias el tratamiento AA 9, los demás no fueron estadísticamente diferentes. Aunque de forma concordante con el porcentaje la cantidad aumenta levemente para luego mantenerse constante en los niveles superiores.

La suplementación con lípidos generalmente reduce el porcentaje de proteína en la leche (Oldham y Sutton, 1983; Coppock y Wilks, 1991), debido principalmente a la disminución del porcentaje de caseína. Las posibles explicaciones de este descenso pueden ser: a) descenso en la producción de proteína microbiana (Dunkley et al, 1977); b) restricción en la disponibilidad de glucosa (Smith et al, 1978); c) transporte de aminoácidos en la glándula mamaria afectado por resistencia a la insulina (Palmquist y Noser, 1981) y d) descenso en la liberación de somatotropina bovina, disminuyendo el ingreso de aminoácidos a la glándula mamaria (Casper y Schingoethe, 1989).

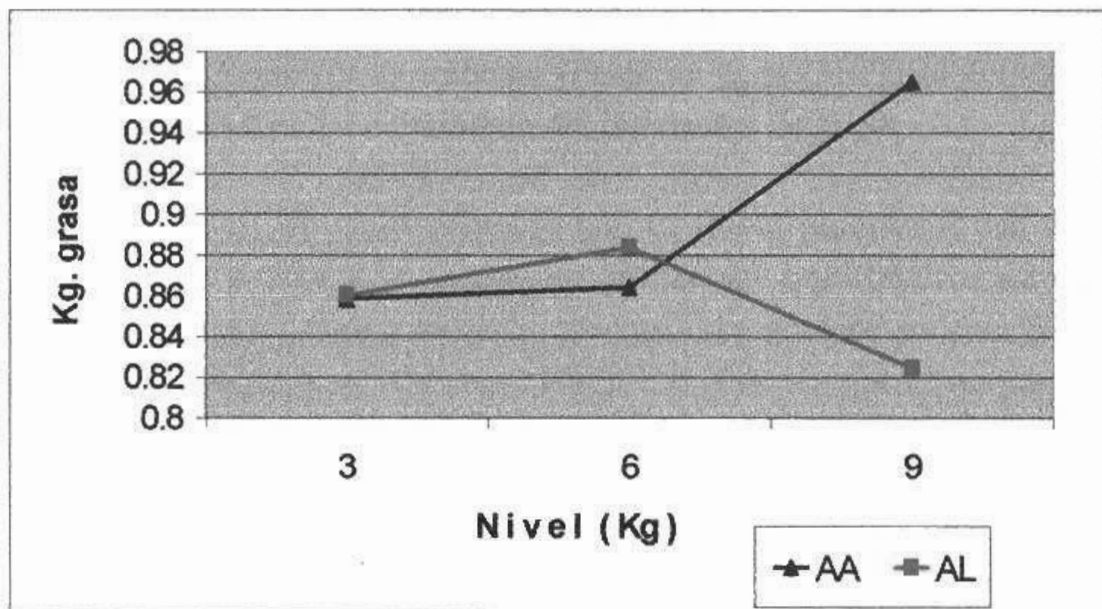


Figura N° 21. Producción de grasa (Kg), según tipo y nivel de concentrados.

El porcentaje de grasa no manifestó diferencias significativas entre los tratamientos pero si se mantiene la tendencia normal de descenso en el porcentaje al aumentar el nivel, independientemente del tipo de concentrado. Debido al tipo de fermentación producida, ya que altos niveles de concentrados producen una relación de $C2 + C4/C3$ baja con lo cual tienden a aumentar los precursores lactogénicos en desmedro de los lipogénicos. Esta tendencia coincide con la concentración de FDA la cual desciende al aumentar el nivel de concentrado, según Sutton y Morant (1989) esta explicó un 92 % de la variación en el porcentaje de grasa. En cambio en la cantidad de grasa producida (figura N° 21), la diferencia fundamental radica en la tendencia creciente al aumentar el nivel de concentrado en la ración AA, pero para AL la tendencia aumenta hasta el nivel 6 y luego cae. Significativamente para el concentrado AA solo muestran diferencias el nivel 9. Para la ración AL no mostraron diferencias significativas entre los niveles, en cambio si mostraron diferencias AA9 con la mayoría salvo con AL 6 con el cual solo es significativo al 10.88 %.

Con estos datos se reafirma el concepto anteriormente mencionado dado que los altos niveles de concentrado AL producen un cambio metabólico de tal magnitud que producen un descenso en la cantidad de grasa producida, provocado por las interacciones negativas que produce el exceso de grasa. Según Storry (1979) la inclusión de lípidos en la dieta reduce la síntesis intramamaria de precursores de ácidos grasos de cadena corta,

lo que no es compensado por la alta cantidad de ácidos grasos de cadena larga absorbidos desde el tracto digestivo, provocando un descenso de la concentración de grasa en la leche. Según otros trabajos (Dunkley *et al*, 1977) la suplementación con sebos protegidos produce un incremento del porcentaje de grasa.

Para la lactosa se puede observar que siendo el porcentaje una medida estable (figura N° 22), AA 9 y AL 6 no mostraron diferencias significativas entre estos pero si con el resto de los tratamientos. Esto significa que las mayores producciones de leche se darían con estos tratamientos. En el caso de AA 9 si fue comprobado pero en el caso de AL 6 no se verificó con lo cual esto indica que debe haber existido alguna otra limitante que se ha interpuesto, por ejemplo el nivel de lípidos, no excesivo pero puede afectarlo.

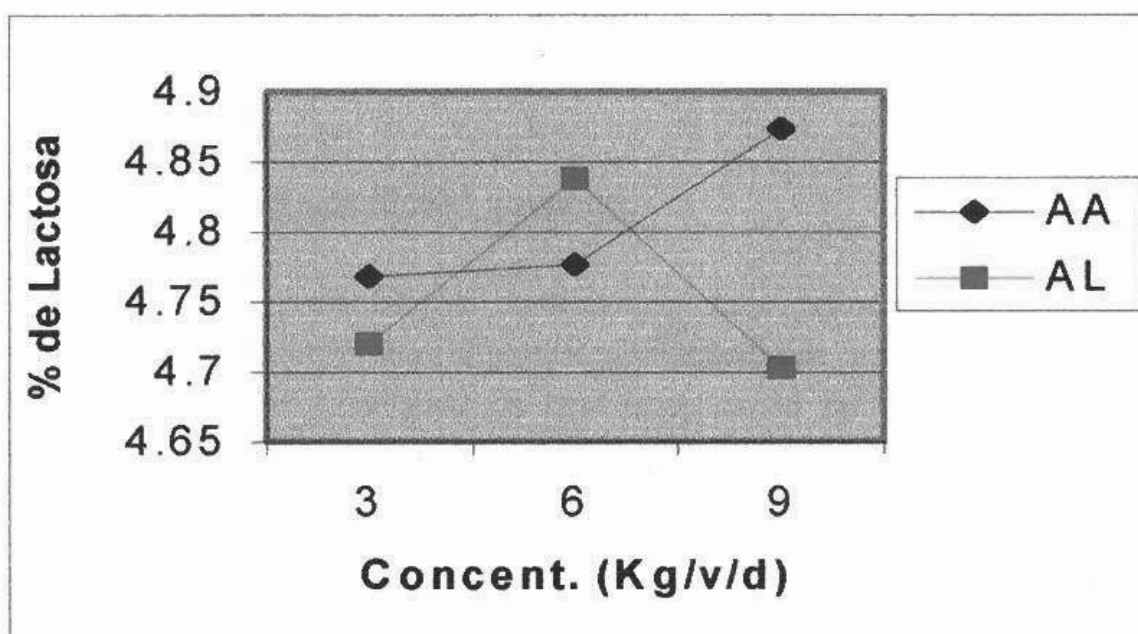


Figura N° 22. Porcentaje de lactosa, según nivel y tipo de concentrado.

El porcentaje de SNG mostró una tendencia creciente para el concentrado AA, pero no manifestó diferencias significativas entre los niveles más bajos, en cambio si con AA9. Para el concentrado AL no mostró diferencias entre AL3 y AL6 y AL3 y AL9, con lo cual muestra una tendencia creciente hasta los 6 Kg conc./v/d y luego cae. Las cantidades de SNG no mostraron diferencias significativas, salvo AA9.

La caseína en su porcentaje mostró una leve tendencia a aumentar con el nivel de concentrado para AA, hecho este que al igual que la proteína está explicado por el

aumento de energía, no siendo necesario la utilización de esqueletos carbonados para la síntesis de glucosa. En cambio AL no mostró diferencias significativas para sus niveles, pero si una leve tendencia decreciente explicado por un aumento de concentrado con lípidos, lo cual genera un déficit de glucosa que debe suplantarse con aminoácidos. La cantidad de caseína no mostró diferencias significativas excepto AA9.

Con esta interacción quedó demostrado que el concentrado AA no posee perjuicios que afecten la producción y composición de la leche, en cambio el concentrado AL presenta altos niveles de lípidos que ocasionan disturbios metabólicos, produciendo mermas en rendimiento y modificaciones en producción. Por otro lado el nivel AA9 mostró una gran eficiencia de utilización de nutrientes, logrando valores elevados tanto en rendimiento como en composición debido al incremento del porcentaje de concentrados en la dieta, con lo cual aumentó el consumo de un alimento rico en nutrientes (energía y proteína), disminuyendo las posibles interacciones negativas.

4.3.2. Ganancia peso y condición corporal.

La información presentada a continuación hace referencia a la respuesta observada para los tratamientos más importantes asignación de pasturas, nivel y tipo de concentrado. El análisis estadístico de esta información no mostró interacciones significativas. Solo fue significativa la variable nivel de concentrado.

4.3.2.1. Efecto del nivel de concentrado.

En el cuadro N°42 se muestra la variación de peso vivo en función del nivel de concentrado.

Cuadro N° 42. Ganancia de peso (Kg/día) y condición corporal de las vacas según nivel de concentrado suministrado.

	3	6	9	EEM	Signif.
Gan Peso	0.296 a	0.501 b	0.492 b	0.00471	0.08
Gan CC	0.000081 a	0.00295 b	0.0038 b	0.248	0.0457

Como puede apreciarse en el cuadro N° 42 la ganancia de peso aumentó al pasar de 3 a 6 Kg de concentrado, ya que luego al pasar a los 9 kg. esta deja de crecer y se mantiene sin diferencias respecto a la de 6 Kg. Esto podría explicarse por la diferencias en el consumo de concentrado el cual no continua aumentando con la misma tasa al pasar a 9 kg., por lo cual la ganancia no continua con la misma tasa.

En el caso de la ganancia de condición corporal el efecto se manifiesta de la misma forma con ganancias que se incrementan al pasar de 3 a 6 Kg, tendencia que no continua manifestándose al pasar a los 9 Kg.

A través del estudio de las ganancias de peso queda comprobado que la elevada eficiencia de utilización de los nutrientes fue dirigida hacia la producción y no hacia la ganancia de peso, efecto que sería más importante en estas vacas de lactancia avanzada.

4.4. FUNCIONES DE RESPUESTA.

En esta sección se pasaran a describir las funciones de respuesta obtenidas para los efectos principales. Los mismos se encuentran representados por las funciones de tipo polinomial que mejor explican los resultados de producción y composición de leche.

Para la obtención de las mismas se tomó la interacción significativa para los parámetros de producción que en este caso fue tipo de concentrado por el nivel de los mismos, el resto de las interacciones posibles no fueron tomadas en cuenta en la estimación de los parámetros ya que las mismas no resultaron significativas.

Por otro lado la disponibilidad de dos grados de libertad para efecto del nivel de concentrados permitió en este caso estimar modelos lineales y cuadráticos. No así en caso de la asignación de pasturas donde solo existe un grado de libertad por lo cual solo pueden estimarse modelos lineales, tampoco se contempló la variable tipo de concentrado ya que esta es una variable discreta.

La selección de los modelos se realizó de forma exhaustiva, tomando en cuenta para la misma en primer instancia el nivel de significancia (con una confianza del 90%), para el caso de las cuadráticas el estudio de la suma de cuadrados tipo I o III, determinando el aporte del termino cuadrático al modelo y finalmente el coeficiente de determinación.

4.4.1. Respuesta al nivel de suplementación según tipo de concentrado y asignación.

En los cuadros 43, 44, 45 y 46 se presentan las funciones lineales y cuadráticas significativas obtenidas para las diferentes variables, con sus correspondientes parámetros estadísticos. También se representan las diferentes funciones en las figuras N° 22 a N° 30 inclusive.

La estimación de los parámetros fueron realizados con los datos de las 7 semanas consideradas en el ensayo.

Cuadro N° 43. Funciones de respuesta al nivel de concentrado ofrecido de tipo lineal para la interacción asignación (P10) por tipo de concentrado.

<i>Variable</i>	β_0	β_1	R^2	<i>EER</i>	$Pr>F$	<i>Modelo</i>
P10 AA						
<i>Leche(l/v/d)</i>	18.58	1.026	0.4248	2.975	0.0001	
<i>L.C.G.</i>	17.72	0.802	0.3235	2.887	0.0001	
<i>Grasa (%)</i>	3.648	-0.039	0.0785	0.331	0.0301	NS
<i>Prot. (%)</i>					0.7840	NS
<i>Lact. (%)</i>					0.1660	NS
<i>SNG (%)</i>					0.3270	NS
<i>Cas. (%)</i>					0.7088	
<i>Grasa (Kg)</i>	0.686	0.026	0.2138	0.124	0.0002	
<i>Proteína(Kg)</i>	0.539	0.032	0.4397	0.091	0.0001	
<i>Lactosa (Kg)</i>	0.860	0.053	0.4056	0.160	0.0001	
<i>SNG(Kg)</i>	1.530	0.093	0.4303	0.266	0.0001	
<i>Caseína (Kg)</i>	0.410	0.023	0.3805	0.072	0.0001	
P10 AL						
<i>Leche(l/v/d)</i>	21.646	0.413	0.1557	2.397	0.0018	
<i>L.C.G.</i>	20.586	0.278	0.0888	2.214	0.0207	
<i>Grasa (%)</i>					0.1343	NS
<i>Prot. (%)</i>					0.3557	NS
<i>Lact. (%)</i>					0.6172	NS
<i>SNG (%)</i>					0.8001	NS
<i>Cas. (%)</i>	2.332	-0.025	0.1013	0.186	0.0132	
<i>Grasa (Kg)</i>					0.2192	NS
<i>Proteína(Kg)</i>	0.649	0.011	0.1059	0.077	0.0112	
<i>Lactosa (Kg)</i>	1.006	0.020	0.1522	0.120	0.0021	
<i>SNG (Kg)</i>	1.807	0.034	0.1412	0.208	0.0031	
<i>Caseína (Kg)</i>					0.1939	NS

Cuadro N° 44. Funciones de respuesta al nivel de concentrado ofrecido de tipo lineal para la interacción asignación (P15) por tipo de concentrado.

<i>Variable</i>	β_0	β_1	R^2	<i>EER</i>	<i>Pr>F</i>	<i>Modelo</i>
P15 AA						
<i>Leche(l/v/d)</i>	20.077	1.077	0.3404	3.730	0.0001	
<i>L.C.G.</i>	20.040	0.770	0.3244	2.775	0.0001	
<i>Grasa (%)</i>	3.899	-0.053	0.0862	0.428	0.0228	
<i>Prot. (%)</i>	2.954	0.025	0.1028	0.186	0.0125	
<i>Lact. (%)</i>	4.670	0.033	0.2416	0.144	0.0001	
<i>SNG (%)</i>	8.320	0.060	0.2026	0.286	0.0003	
<i>Cas. (%)</i>	2.200	0.036	0.1180	0.244	0.0072	
<i>Grasa (Kg)</i>	0.800	0.023	0.2218	0.106	0.0001	
<i>Prot. (Kg)</i>	0.580	0.040	0.4933	0.113	0.0001	
<i>Lact. (Kg)</i>	0.924	0.062	0.3865	0.193	0.0001	
<i>SNG (Kg)</i>	1.645	0.110	0.4113	0.427	0.0001	
<i>Cas. (Kg)</i>	0.425	0.036	0.3900	0.113	0.0001	
P15 AL						
<i>Leche(l/v/d)</i>	22.15	0.460	0.1855	2.413	0.0006	
<i>L.C.G.</i>					0.9303	NS
<i>Grasa (%)</i>	4.290	-0.120	0.4273	0.354	0.0001	
<i>Prot. (%)</i>	3.142	-0.028	0.2596	0.120	0.0001	
<i>Lact. (%)</i>	4.670	0.022	0.1152	0.154	0.0008	
<i>SNG (%)</i>					0.6036	NS
<i>Cas. (%)</i>	2.360	-0.017	0.0608	0.175	0.0574	
<i>Grasa (Kg)</i>	0.960	-0.013	0.0759	0.114	0.0332	
<i>Prot. (Kg)</i>					0.1016	NS
<i>Lact. (Kg)</i>	1.034	0.270	0.2087	0.133	0.0002	
<i>SNG (Kg)</i>	1.887	0.380	0.1459	0.227	0.0026	
<i>Caseína (Kg)</i>					0.1406	NS

Cuadro N° 45. Funciones de respuesta de tipo cuadrática a la interacción asignación (P10) por tipo de concentrado.

<i>Variable</i>	β_0	β_1	β_2	R^2	<i>EER</i>	<i>Pr>F</i>	<i>Mod</i>
P10 AA							
<i>Leche(l/v/d)</i>	24.42	-1.31	0.195	0.4707	2.879	0.0001	S
<i>L.C.G.</i>	23.48	-1.50	0.192	0.3790	2.790	0.0001	S
<i>Grasa (%)</i>							NS
<i>Prot. (%)</i>							NS
<i>Lact. (%)</i>	5.019	-0.126	0.012	0.0913	0.202	0.0654	S
<i>SNG %</i>							NS
<i>Cas. (%)</i>							NS
<i>Grasa (Kg)</i>							NS
<i>Prot. (Kg)</i>	0.732	-0.044	0.0064	0.4915	0.088	0.0001	S
<i>Lact. (Kg)</i>	1.239	-0.098	0.0126	0.4743	0.152	0.0001	S
<i>SNG (Kg)</i>	2.143	-0.152	0.0020	0.4930	0.253	0.0001	S
<i>Cas. (Kg)</i>	0.555	-0.035	0.0048	0.4327	0.069	0.0001	S
P10 AL							
<i>Leche(l/v/d)</i>	17.74	1.975	-0.130	0.202	2.350	0.0016	S
<i>L.C.G.</i>	16.93	1.738	-0.122	0.140	2.170	0.0135	S
<i>Gra (%)</i>							NS
<i>Pro (%)</i>	2.687	0.121	-0.010	0.0779	0.187	0.0992	S
<i>Lac (%)</i>	4.162	0.169	-0.016	0.1615	0.163	0.0066	S
<i>SNG %</i>	7.550	0.320	-0.027	0.1268	0.310	0.0210	S
<i>Cas (%)</i>							NS
<i>Gra (Kg)</i>							NS
<i>Prot. (Kg)</i>	0.450	0.090	-0.006	0.2279	0.723	0.0006	S
<i>Lact. (Kg)</i>	0.707	0.140	-0.099	0.2612	0.113	0.0002	S
<i>SNG (Kg)</i>	1.280	0.244	-0.017	0.2540	0.196	0.0002	S
<i>Cas. (Kg)</i>	0.365	0.058	-0.005	0.1315	0.057	0.0180	S

Cuadro N° 46. Funciones de respuesta al nivel de concentrado ofrecido de tipo cuadrática para la interacción asignación (P15) por tipo de concentrado.

<i>Variable</i>	β_0	β_1	β_2	R^2	<i>EER</i>	<i>Pr>F</i>	<i>Modelo</i>
P15 AA							
<i>Leche(l/v/d)</i>							NS
<i>L.C.G.</i>							NS
<i>Gras. (%)</i>							NS
<i>Prot. (%)</i>	3.400	-0.150	0.0149	0.2112	0.170	0.0120	S
<i>Lact. (%)</i>	5.148	-0.158	0.0159	0.4145	0.127	0.0001	S
<i>SNG (%)</i>	9.250	-0.310	0.0300	0.3760	0.255	0.0001	S
<i>Cas. (%)</i>	2.689	-0.159	0.0162	0.1900	0.236	0.0024	S
<i>Grasa (Kg)</i>							NS
<i>Prot. (Kg)</i>	0.747	-0.026	0.0055	0.4682	0.111	0.0001	S
<i>Lact. (Kg)</i>							NS
<i>SNG (Kg)</i>							NS
<i>Cas. (Kg)</i>	0.598	-0.033	0.0058	0.4196	0.111	0.0001	S
P15 AL							
<i>Leche(l/v/d)</i>							NS
<i>L.C.G.</i>							NS
<i>Gras. (%)</i>							NS
<i>Prot. (%)</i>	3.450	-0.150	0.010	0.3598	0.1128	0.0001	S
<i>Lact. (%)</i>	4.398	0.130	-0.009	0.1713	0.1500	0.0047	S
<i>SNG (%)</i>							NS
<i>Cas. (%)</i>							NS
<i>Grasa (Kg)</i>							NS
<i>Prot. (Kg)</i>							NS
<i>Lact. (Kg)</i>							NS
<i>SNG (Kg)</i>							NS
<i>Cas. (Kg)</i>							NS

Como puede apreciarse los niveles de significancia son elevados, en cambio los coeficientes de determinación son medios a bajos en algunos casos. Este hecho puede explicarse por la variabilidad de los datos tomados, ya que en este caso no fueron corregidos con una covariable para independizarnos de los valores iniciales.

Para la construcción de los gráficos se tomaron en cuenta los modelos significativos en cada caso, por lo cual aparecen tanto modelos lineales como cuadráticos de manera de buscar significancia y el coeficiente de determinación mas elevado.

En la Figura 23 muestra el comportamiento de la producción de leche con las diferentes interacciones entre nivel y tipo, frente al aumento en el nivel de los concentrados.

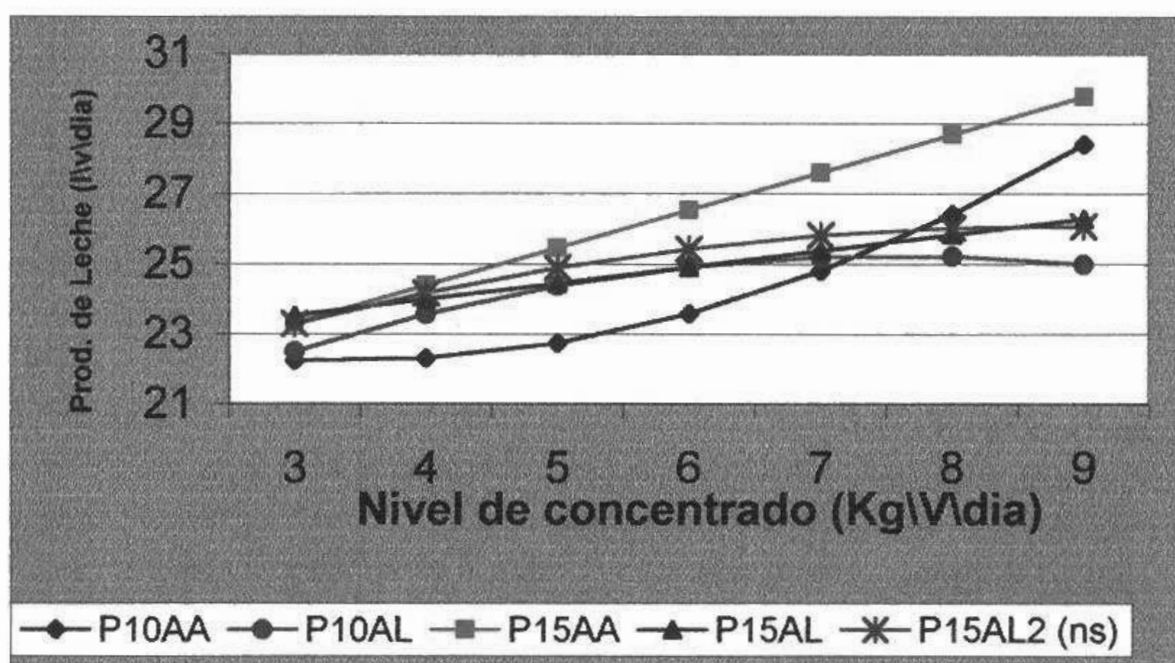


Figura N° 23. Funciones de respuesta de la producción de leche al nivel de concentrado, para las interacciones asignación por tipo de concentrado.

Es de destacar el aumento lineal de P15AA y cuadrático con una tasa de crecimiento creciente P10AA lo cual reafirma los datos anteriores de respuesta obtenidos. Estas tasa se logran debido al tipo de dieta consumida, la cual permite elevadas producciones. A diferencia del concentrado AL en el cual presenta respuesta

lineal para P15AL donde muestra una tendencia creciente pero con una tasa pequeña, si tomáramos la cuadrática podríamos observar la tendencia decreciente de la misma al igual que P10 luego de los 7 Kg de concentrado AL, donde comienza a caer. Por lo expresado anteriormente los lípidos en exceso perjudicarían la fermentación y con esto causarían merma de producción.

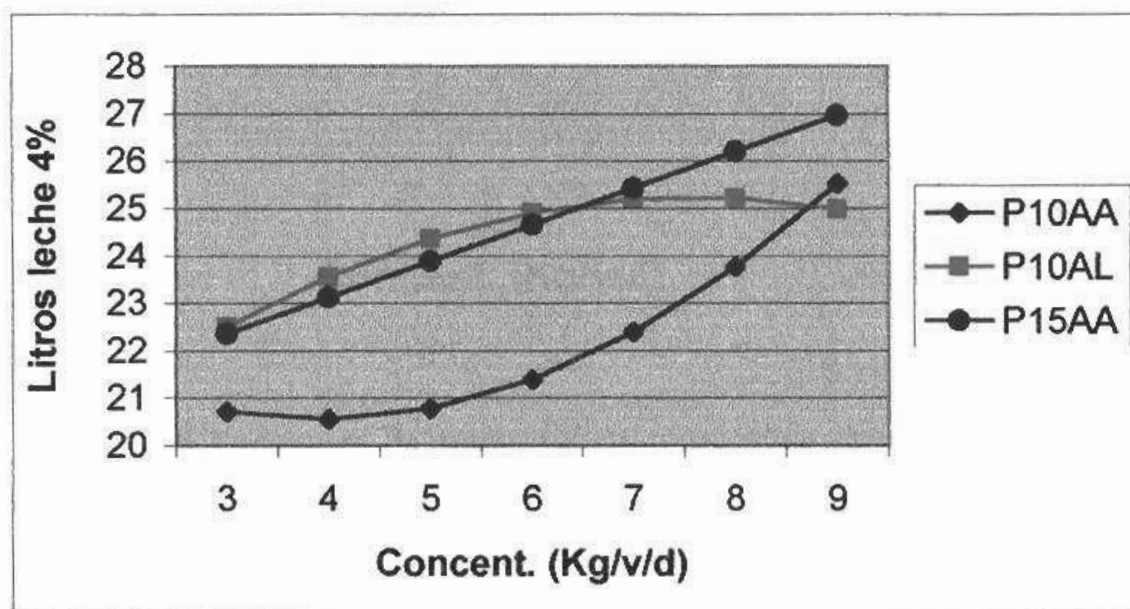


Figura N° 24. Funciones de respuestas de la producción de LCG al nivel de concentrado, según las interacciones asignación por tipo de concentrado.

En la figura 24 puede apreciarse la respuesta en LCG a los diferentes niveles de concentrado donde se verifica la respuesta lineal para P15AA y cuadrática para P10AA, y también las respuestas para P10. Es de destacar en este caso que concentrado AL permanece por encima de AA hasta 6 Kg con lo cual demuestra la ventaja del mismo en lo que a composición de leche se refiere.

En la figura 25 puede observarse la respuesta para el % de proteína la cual muestra una tasa creciente para P15AA a medida que aumenta el nivel de concentrados, no siendo significativa la curva P10AA ; en cambio para AL ambas curvas caen en su % pero con velocidades diferentes. Incluso P10AL en valores de 4-6Kg de concentrado llega a estar por encima de P15AA.

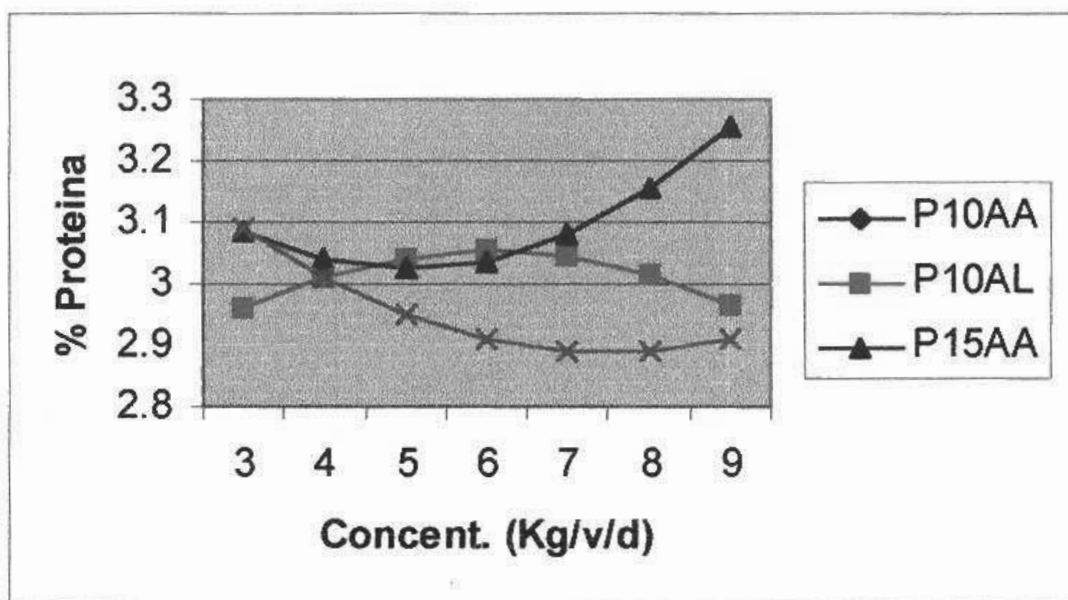


Figura N° 25 Funciones de respuesta del porcentaje de proteína al nivel de concentrado para las interacciones asignación por tipo.

En la figura 26 puede observarse la tendencia del concentrado AA al aumentar el contenido de proteína. Para AL, P15 no es significativa pero en P10 si lo es y muestra también la tasa decreciente al aumentar el nivel de concentrados, pero vuelve a mostrarse que en niveles menores a 8 Kg P10 AL presenta valores superiores de proteína que P10AA.

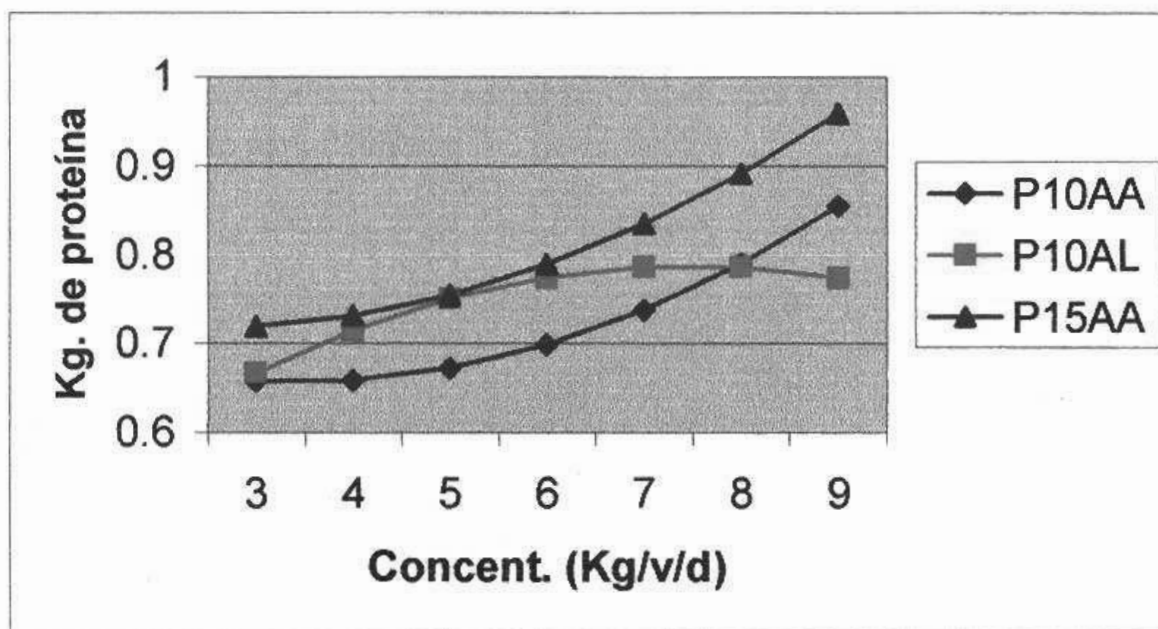


Figura N° 26 Funciones de respuesta de la producción de proteína (Kg) al nivel de concentrado para las interacciones asignación por nivel.

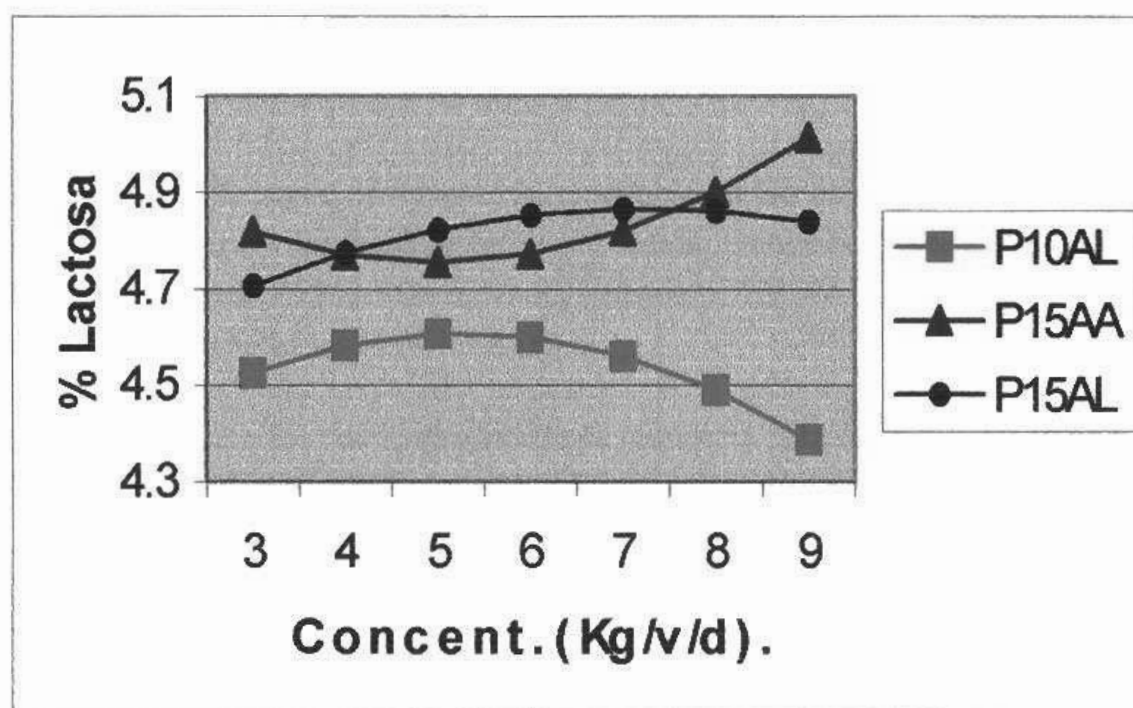


Figura N° 27 Funciones de respuesta del porcentaje de lactosa al nivel de concentrado, para las interacciones de asignación por tipo.

La lactosa como puede observarse en la figura 27 presenta una respuesta para P10AA con un coeficiente muy bajo por lo cual no se toma en cuenta. Para el resto también son bajos pero no de la misma magnitud. En esta puede observarse la tendencia a disminuir el contenido de lactosa al aumentar el nivel para AL, siendo menor la tasa de descenso para P15 que para P10.

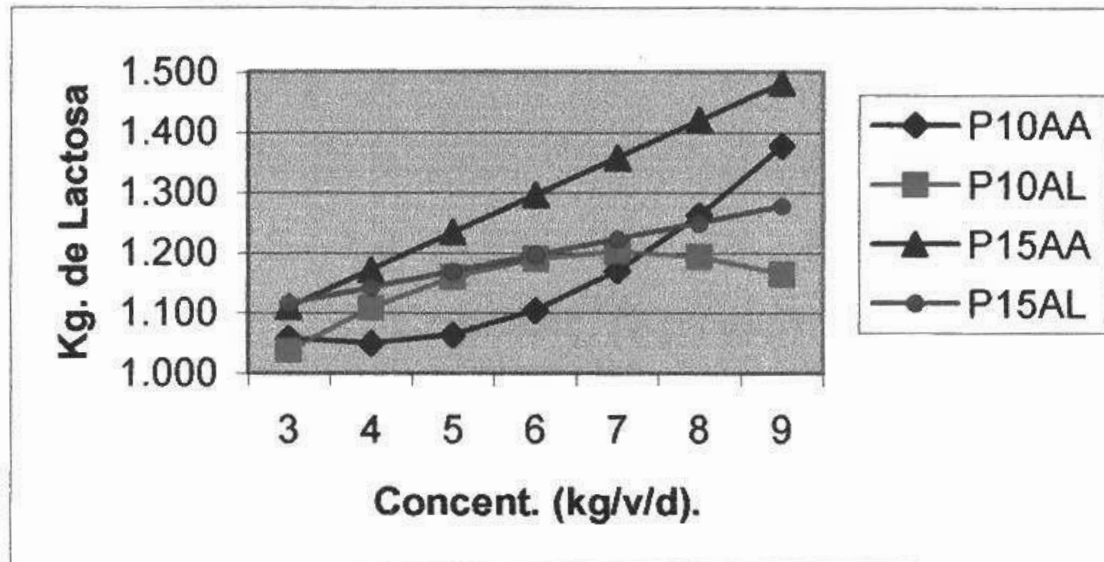


Figura N° 28 Funciones de respuesta de la producción de lactosa (Kg) al nivel de concentrado, para las interacciones de asignación por tipo.

En la figura 28 puede observarse la tendencia en Kg de lactosa la cual responde de la misma forma que la cantidad de leche producida. Donde se destaca el efecto de los concentrados AA donde P15 es más elevado, pero para P10 AA con niveles menores a 7 Kg poseen niveles de lactosa inferiores a AL.

En la figura 29 y 30 puede observarse la respuesta para los Kg de caseína y % de la misma la cual presenta similares tendencias que la proteína.

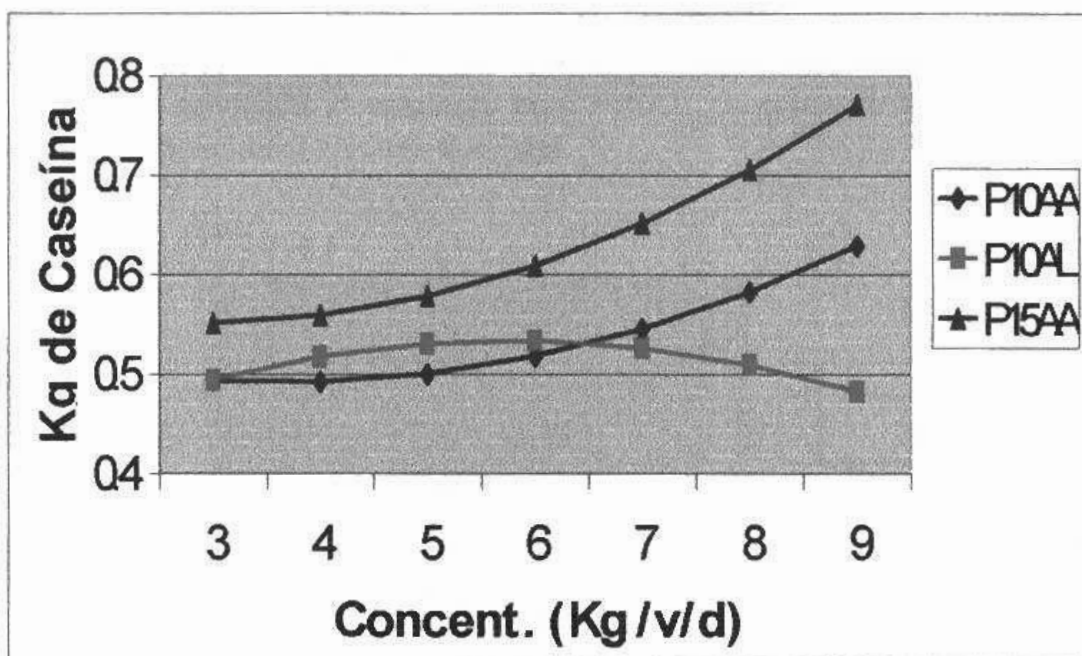


Figura N° 29. Funciones de respuesta de la producción de caseína (Kg) al nivel de concentrado, para las interacciones asignación por tipo.

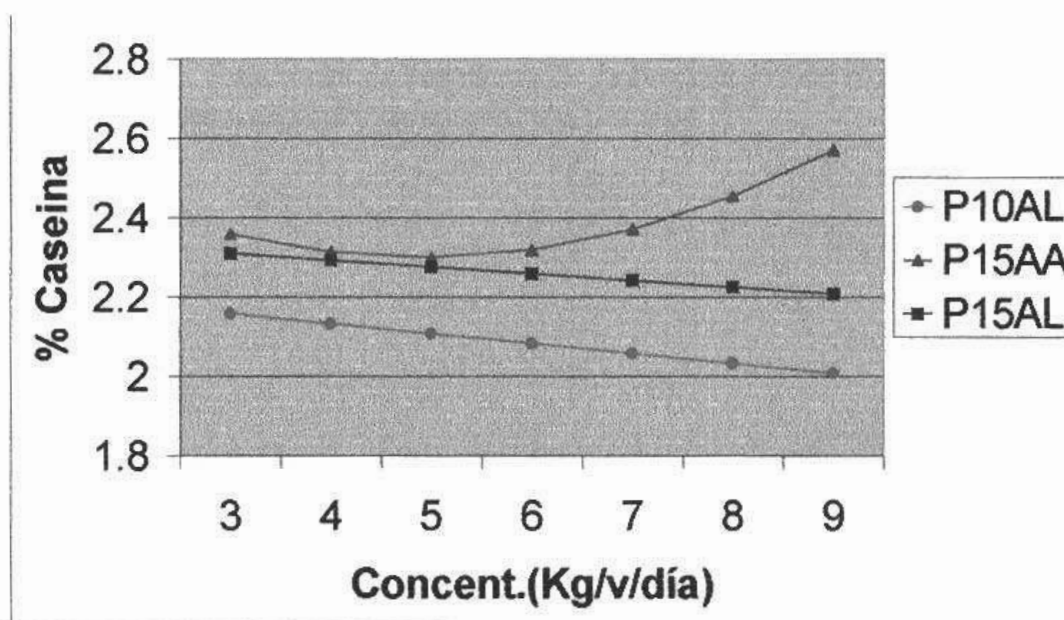


Figura N° 30. Funciones de respuesta del porcentaje de caseína al nivel de concentrado, para las interacciones asignación por tipo.

En la figura 31 puede observarse el contenido de SNG en P10AA se incrementa al aumentar el nivel de concentrados, en cambio para concentrado AL los niveles son similares, con una tendencia decreciente para P10AL a partir de los 7 Kg., P15AL presenta una tendencia lineal con una tasa baja.

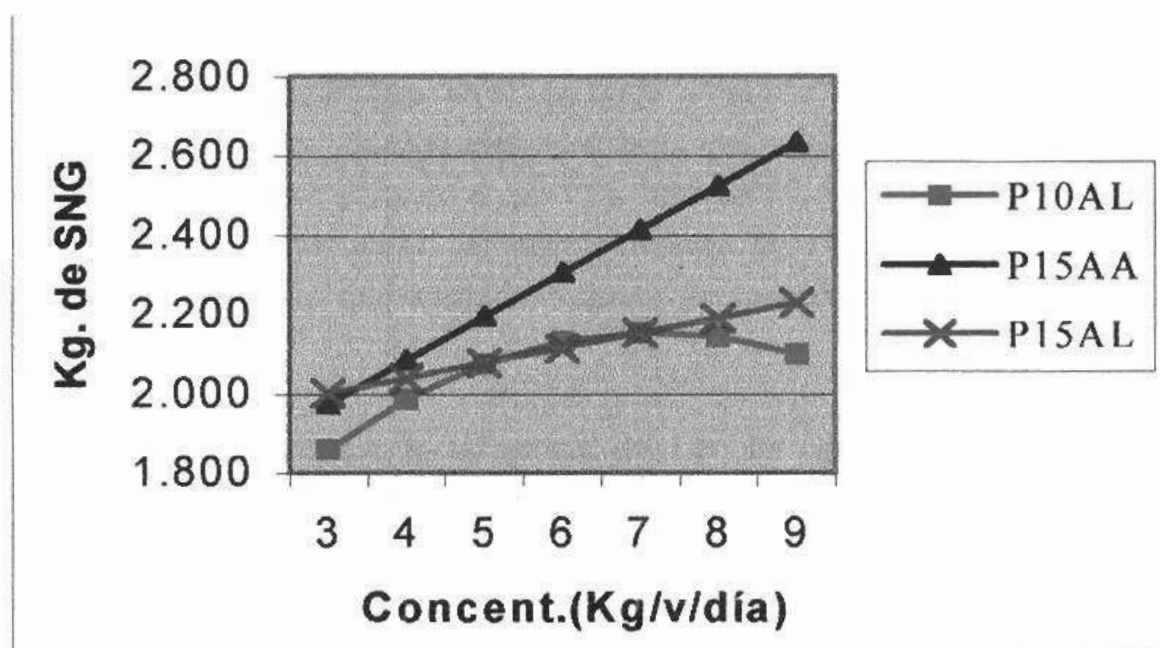


Figura N° 31. Funciones de respuesta de la producción de SNG (Kg) al nivel de concentrado para las interacciones de asignación por tipo.

4.5. ANALISIS CONJUNTO DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES Y COMPORTAMIENTO ANIMAL.

4.5.1. Consumo y producción.

Como puede apreciarse en el cuadro N° 47 el CMST se incrementa al aumentar el nivel de concentrados. Siendo estos los principales reguladores de las proporciones dentro de la dieta total, pasando de un 13 a 30% del CMST. El ensilaje es la variable de ajuste por lo que disminuye en valores importantes. Para la pastura estos cambios son de menor importancia ya que también disminuyen proporcionalmente pero su % es de menor magnitud.

Es de destacar que la influencia del tipo de concentrado comienza a notarse recién en el nivel mas elevado donde para los concentrado en AL presenta un % menor de importancia relativa.

En el caso de la energía los valores son superiores recién para AA9, pero sí existe un cambio en las proporciones de energía aportada por los componentes siendo el cambio sustancial el aumento en porcentaje de energía aportada por los concentrados, con un leve descenso de las pasturas.

Cuadro N° 47. Consumo y componentes relevantes de la dieta total, con el aporte porcentual de cada alimento y producción diaria de leche, grasa y proteína, discriminados por la interacción nivel por tipo de concentrado.

	AA3	AA6	AA9	AL3	AL6	AL9
CMST ⁽¹⁾	20.03	21.582	24.385	19.87	20.959	22.735
Ensilaje (*)	53.9	45.8	41.0	53.8	45.7	42.9
Pastura (*)	32.7	30.4	26.9	33.0	31.3	28.8
Conc. (*)	13.3	23.8	32.1	13.2	23.1	28.3
ENI.Total ⁽²⁾	28.892	31.971	36.943	28.575	30.85	33.93
Ensilaje (**)	55.0	45.5	39.8	55.0	45.6	42.2
Pastura (**)	28.5	25.8	22.3	28.9	26.7	24.3
Conc. (**)	16.5	28.7	37.9	16.2	27.6	33.5
Prot. Tot. ⁽¹⁾	2.867	3.308	3.88	2.837	3.206	3.547
Ensilaje (***)	30.0	23.9	20.6	30.0	23.9	21.9
Past. (***)	50.6	43.8	37.4	51.1	45.2	40.9
Conc. (***)	19.4	32.3	42.1	18.9	30.9	37.2
FDA ⁽¹⁾	5.744	5.66	5.914	5.749	5.609	5.815
Ensilaje (****)	57.3	53.2	51.4	56.8	52.0	51.0
Past. (****)	38.8	39.4	37.7	38.8	39.8	38.3
Conc. (****)	3.8	7.4	10.9	4.4	8.3	10.6
Leche (Kg/d)	23.30	24.88	29.20	23.10	24.85	25.18
LCG (Kg/d)	22.19	23.03	26.11	22.17	23.20	22.36
Prot. (Kg/d)	0.70	0.75	0.89	0.70	0.74	0.74
Grasa (Kg/d)	0.86	0.86	0.97	0.86	0.88	0.82

Referencias: ⁽¹⁾ Kg

⁽²⁾ Mcal

(*) Porcentaje del CMST

(**) Porcentaje de la ENI total

(***) Porcentaje de la proteína cruda total

(****) Porcentaje de la FDA total

En el caso de la proteína existe una diferencia importante entre ambos tipos de concentrados, siendo proporcionalmente el aporte de AA superior AL, en todos los niveles con una tendencia creciente al aumentar el mismo.

La FDA es aportada en su mayoría por el ensilaje, lo cual redundará en una dieta de valores bajos en FDA por lo cual es de esperar que los consumos de MS sean elevados, ya que el aporte de los concentrados a la dieta es realmente importante.

Según Mertens (1994), utilizando el contenido de FDN para representar el efecto de llenado de la dieta, determinó que el consumo de MS y la performance animal eran maximizados cuando el consumo de FDN era de 1.2 ± 0.1 % del peso vivo. Según estos valores la dieta presenta un % FDN medio a bajo (cuadro N° 48) en los niveles superiores de concentrado, esto permite que los mecanismo de regulación por llenado o metabólica estén en su límite, lográndose elevados consumos de MS ya que la dieta presenta características que así lo favorecen. Debe aclararse que por efectos analíticos en la determinación de FDN son considerados algunos almidones principalmente en el análisis de ensilaje por lo cual los datos de FDN no son puros. El principal aporte de la misma es el ensilaje de maíz, el cual presenta una limitante importante en su constitución que es su contenido de PC, este déficit ha sido suplido por un concentrado con elevado contenido de PC (22%), el cual busca no limitar la actividad ruminal por déficit de NH₃ ruminal. Pero además de esto el tipo de manejo donde la pastura era ofrecida en una vez diaria; los concentrados ofrecidos en mitades iguales en cada ordeño. Provocando probablemente un contenido de NH₃ en rumen elevado, a la entrada de las bateas con ensilaje ad libitum que permite que se alcancen elevados consumos.

Como puede observarse en la figura N° 32 el CMST aumenta al bajar progresivamente el %FDN.

Cuadro N° 48. Contenido y porcentaje de FDN en la dieta total, según la interacción nivel por tipo de concentrado.

	AA3	AA6	AA9	AL3	AL6	AL9
%FDN	53.390	50.445	48.284	53.191	50.193	49.101
FDN (Kg)	10.694	10.887	11.774	10.569	10.52	11.163

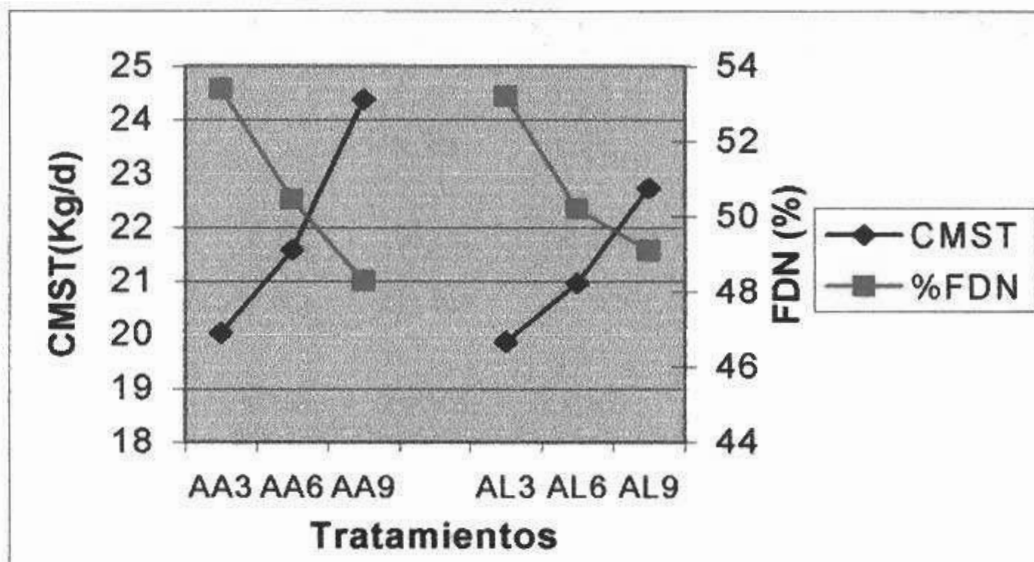


Figura N° 32. Consumo de MS total y porcentaje de FDN de la dieta total, según las interacciones nivel por tipo de concentrado.

Con lo expresado anteriormente en cuanto a los elevados consumos de MS y de la calidad mencionada es que se han obtenido las producciones descritas. Debido al logro de una dieta equilibrada entre Energía /proteína que permite consumos elevados , por su bajos niveles de FDA y FDN, con los adecuados niveles de PC digestible y pasante. Salvo para el caso de AL donde quedan dudas si el nivel de PC no fue limitante, debido al tipo de metabolismo de los lípidos.

En el cuadro N° 49 se muestra la composición de ENI, PC y FDA de cada uno de los tratamientos, quedando en evidencias que en promedio la dieta no es diferente a otras comunes, lo que la hace diferente son los elevados consumos, atribuible al porcentaje de PC del concentrado y la producción obtenida debida a su porcentaje de proteína pasante.

Cuadro N° 49. Proporción de ENI, proteína cruda y FDA de la dieta total y del concentrado, según la interacción tipo por nivel.

	AA3	AA6	AA9	AL3	AL6	AL9
ENI.Total ¹	1.44	1.48	1.51	1.44	1.47	1.49
Conc. ¹	1.79	1.79	1.79	1.76	1.76	1.77
Prot.Tot. (%)	14.31	15.33	15.91	14.28	15.30	15.60
Conc. (%)	20.85	20.82	20.83	20.49	20.49	20.49
FDA (%)	28.68	26.23	24.25	28.93	26.76	25.58
Conc. (%)	8.20	8.17	8.22	9.69	9.62	9.58

¹Mcal/ Kg MS.

En el cuadro N° 50, se presenta la información que ayuda a interpretar la disponibilidad de energía y proteína a nivel ruminal y sus consecuencias sobre la producción animal. Para lograr una elevada tasa de proteosíntesis y crecimiento microbiano debe existir un aporte de materia orgánica fermentable y proteína degradable en forma sincronizada (Stern *et al.*, 1993; Hoover y Stokes, 1991). La energía de rápida disponibilidad proviene de los CNE debido a su elevada digestibilidad, mientras que los CE son de una digestión mas lenta por lo cual su aporte de energía es mas lento, siendo necesarios aportes de proteína para que estos sean digestibles. Según Mertens (1988), se recomienda un uso de CNE de 1.1 % del peso vivo, por lo cual para estas vacas representaría 5.99 Kg CNE/v/d. Según los datos expresados en el cuadro N° 50, las dietas con 3 y 6 Kg de AA y AL y de 9 Kg de AL no se aproximarían al valor recomendado, en cambio AA9 estaría muy cercano al nivel óptimo de energía fácilmente digestible, por lo cual la ventaja de esta dieta puede ser la sincronización de energía y proteína permitiendo un uso más eficiente de los nutrientes.

Cuadro N° 50. Aporte de ENI, CNE, PC y FDA y su relación frente a la PC consumida según la interacción nivel por tipo de concentrado.

	AA3	AA6	AA9	AL3	AL6	AL9
ENI (Mcal)	28.892	31.971	36.943	28.575	30.85	33.93
CNE (Kg)	4.026	4.776	5.821	3.904	4.456	5.022
PC (Kg)	2.867	3.308	3.88	2.837	3.206	3.547
FDA (Kg)	5.744	5.66	5.914	5.749	5.609	5.815
ENI/PC¹	10.08	9.66	9.52	10.07	9.62	9.57
CNE/PC²	1.40	1.44	1.50	1.38	1.39	1.42
FDA/PC³	2.00	1.71	1.52	2.03	1.75	1.64

¹ Expresado como Mcal de ENI por Kg de PC consumida.

² Expresado como Kg de CNE por Kg de PC consumida.

³ Expresado como Kg de FDA por Kg de PC consumida.

Es de destacar que el análisis de las dietas experimentales en cuanto al comportamiento de los concentrados versus la pastura no puede profundizarse en la estimación de tasas puras de sustitución debido a la forma que fue planteado el ensayo, ya que en las dos parcelas P10 y P15 coexisten vacas con niveles de suplementación de 3, 6, y 9 Kg y de ambos tipos de concentrado.

Pese a estos problemas puede afirmarse que la suplementación con concentrados de tipo AA con un contenido de PC 22 % y aproximadamente un 35% de la misma pasante, con un adecuado nivel energético permiten un balance energético/proteico adecuado. A través del mismo con la alta calidad de la dieta se logran consumos de MS elevados, con elevadas eficiencias de utilización de la energía lo que permite elevados índices productivos. Según Conrad y Higgs (1992) y NRC (1989) los alimentos normalmente usados para la alimentación de vacas lecheras proveen cierta cantidad de proteína sobrepasante que sumada a la proteína microbiana permiten obtener producciones de leche de alrededor de 20 Kg/día, por encima de estas producciones se torna deficitaria la proteína a nivel intestinal, por lo cual debe suplementarse con proteína sobrepasante.

Debe destacarse la importancia de la proteína cruda para elevadas producciones; a través del concentrado se aporta proteína verdadera con proporción degradable pero de baja solubilidad lo que permite su lenta liberación ruminal. También se aporta con el mismo una proporción importante de proteína pasante para cubrir los requerimientos en las altas producciones de leche ya que en estos casos no alcanzaría con la PC microbiana para satisfacer los requerimientos (Rearte, 1992; Craig *et al*, 1998).

El concentrado AL, por su constitución presenta elevadas concentraciones de lípidos, aunque originalmente estos son pasantes existe una proporción que se degrada a

nivel ruminal. Esta pequeña proporción provoca que existan efectos adversos a nivel ruminal con la digestión microbiana, incrementándose al aumentar el nivel de concentrados ya que en AL 9 llega a valores de EE 7-8 %. Parecería importante aclarar que debido al tipo de metabolismo de los lípidos en relación a la proteína los requerimientos de la misma se verían incrementados; aún en niveles superiores a los existentes en estos concentrados o cambiando el tipo de proteína.

4.5.2. Eficiencia de producción y utilización de los nutrientes.

Por último puede observarse en el cuadro N° 51 las eficiencias obtenidas para producción de leche. Las mismas son en general muy elevadas y en mayor medida para el tratamiento AA9, lo que comprueba, no solo la tendencia creciente en producción al aumentar el concentrado, sino que su eficiencia no ha caído.

Para el caso del concentrado AL es diferente, en los niveles 3 y 6 Kg de conc/v/d. son mayores las eficiencias que para el concentrado AA pero esta cae al pasar a 9 Kg/v/d, ya que existe un problema metabólico con el exceso de lípidos. Este hecho queda evidenciado en LCG, donde se muestra un descenso de la eficiencia en el nivel de 9 Kg conc./v/d AL. En AA se manifestó un descenso de la eficiencia hasta los 6 Kg AA pero vuelve a aumentar hacia los 9 Kg a diferencia de AL donde cae.

Cuadro N° 51. Eficiencia de utilización de los nutrientes para producir 1 litro de leche según la interacción nivel por tipo de concentrado.

	AA3	AA6	AA9	AL3	AL6	AL9
<i>KgMS/l.</i>	0.860	0.867	0.835	0.860	0.843	0.903
<i>KgMS/l LCG</i>	0.903	0.937	0.934	0.896	0.903	1.017
<i>Kg PC/l</i>	0.123	0.133	0.133	0.123	0.129	0.141
<i>Mcal ENI./l</i>	1.240	1.285	1.265	1.237	1.242	1.347

La eficiencia PC por litro de leche producida disminuye a medida que aumenta el nivel de concentrados permaneciendo en 6 y 9 Kg constante para AA, para el caso de AL la eficiencia continua disminuyendo a medida que aumenta el nivel de concentrado pero en los niveles más bajos es mayor o igual que AA. Este hecho ratifica la necesidad de otro tipo de PC o Energía capaz de sincronizarse con el aporte proteico, elevando nivel de almidón, al incluir lípidos en la misma.

Para la ENI la eficiencia disminuye al aumentar el nivel de concentrados en AL, en cambio para AA presenta una respuesta cuadrática. Siendo para los niveles menores, mayores las eficiencias en AL respecto a AA.

En el cuadro N° 52 puede observarse la eficiencia de utilización de la energía, según Agricultural Research Council (1980), varía entre 0.52-0.72, sin embargo otros autores lo fijan en 0.62. Con este valor se determina la constante K la cual es influida por la composición de la dieta que afecta la proporción de AGV producidos, siendo estos los que afectan la eficiencia de utilización de la energía para la producción de leche. En este caso la eficiencia bruta se calculó como la energía metabolizable erogada en producto leche sobre el total de la energía metabolizable consumida; en segundo termino se calculó la eficiencia neta como la energía metabolizable erogada sobre la energía metabolizable consumida menos la energía de mantenimiento (calculada como 80 Kcal ENL/Kg^{0.75} de peso vivo el cual incluye un 10 % de incremento debido a actividad).

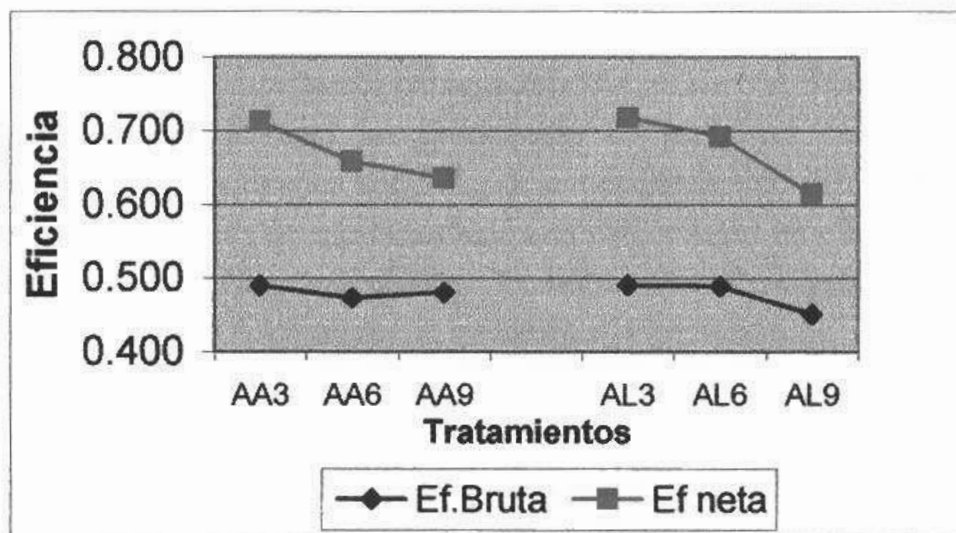


Figura N° 33. Eficiencia bruta y neta de utilización de la energía para las diferentes interacciones nivel por tipo de concentrado.

Cuadro N° 52. Eficiencia de utilización de la energía, según la interacción nivel por tipo de concentrado.

	AA3	AA6	AA9	AL3	AL6	AL9
ENI.Total	28.892	31.971	36.943	28.575	30.85	33.93
Leche(l/v/d)	23.30	24.88	29.20	23.10	24.85	25.18
EM Leche MJ	72.22	77.13	90.53	71.60	77.03	78.06
EM dieta MJ	147.42	163.13	188.50	145.80	157.41	173.13
EM mant. MJ	46.04	46.04	46.04	46.04	46.04	46.04
Ef.Bruta	0.490	0.473	0.480	0.491	0.489	0.451
Ef neta	0.712	0.659	0.636	0.718	0.692	0.614

La eficiencia bruta presenta respuestas diferentes como puede observarse en la figura N° 32, donde para las interacciones AA6 y AL6 radica la diferencia ya que es mayor para AL que para AA. Para la eficiencia neta las respuestas son decrecientes para el concentrado AL, en cambio para AA presenta una respuesta cuadrática con un mínimo en 6 Kg. Con esto queda expresada la eficiencia que tienen los altos niveles de suplementación, por lo cual las producción de leche no cae, sino que continua incrementándose por lo menos con 9 Kg de concentrado tipo AA. Además la eficiencia de los niveles más bajos de suplementación es mayor tanto en eficiencia bruta como en Eficiencia Neta para AL, registrándose un limite el cual se sobrepaso y desciende la eficiencia. En cambio AA9 parecería maximizar la eficiencia.

4.5.3. Análisis comparativo Consumo real Vs. Requerimientos estimados.

Los requerimientos fueron estimados tomando como base los requerimientos para las producciones obtenidas según NRC,(1982). Como muestra el cuadro N° 53 los requerimientos fueron ampliamente superados tanto para energía como para la proteína, incrementados el porcentaje a medida que aumenta el nivel de concentrados. Para este caso fue tomado un incremento de 20% de la Energía de mantenimiento, debido a un 10% costo suntuario de los movimientos y otro 10% costo de caminatas , pastoreo y otros.

Con estos datos puede sacarse la conclusión que para lograr elevadas producciones como las obtenidas es necesario incrementar los requerimientos entre un 5 y 20 % para la energía y 15 y 40% para la proteína. Por lo cual para este tipo de dieta y

producciones la proteína pasaría a ser el de mayores diferencias por lo cual debería considerarse con mayor énfasis.

Cuadro N° 53. Requerimientos y consumos de PC y ENI, según la interacción nivel por tipo de concentrado.

	AA3	AA6	AA9	AL3	AL6	AL9
EnlMcal(Req.)	27.57	28.08	30.33	27.42	28.05	27.65
PC Kg (Req.)	2.46	2.53	2.79	2.45	2.53	2.5
ENI.Mcal Cons.	28.892	31.971	36.943	28.575	30.85	33.93
PC Kg Cons.	2.867	3.308	3.88	2.837	3.206	3.547
% Req. ENI	104.8	113.9	121.8	104.2	109.9	122.7
% Req. PC	116.5	130.8	139.1	115.8	126.7	141.9

Es de hacer notar el momento de la lactancia que se encontraban las vacas ya que a inicios del ensayo promediaban 99 días y este duró aproximadamente 120 días más, con lo cual los efectos registrados tanto en producción como en composición se refieren a efectos de la dieta y no a momentos dentro de la lactancia. Otro dato a agregar a esto para comprobar la elevada eficiencia de esta dieta es la ganancia de peso la cual creció hasta 6 Kg conc./v/d, pero no existió diferencia hasta los 9 Kg conc./v/d con lo cual los nutrientes fueron orientados hacia la producción de leche.

4.6. EVOLUCION DE LOS TRATAMIENTOS.

En esta sección se trata de mostrar la evolución que tuvieron los diferentes tratamientos antes de las semanas de ensayo, intentando a través de los mismos estudiar la tendencia de las curvas de manera de verificar la estabilidad de los tratamientos.

En la figura 34 se observa la evolución de la producción de leche, donde los tratamientos se ordenan y diferencian de manera importante 9 AA P15, 9 AA P10, 6 AA P15, 6 AL P15 y por último se entremezclan el resto de los tratamientos donde se destaca la importancia de nivel de concentrado AA 9 Kg frente a la pastura y luego los niveles mas bajos 6 Kg aparece el concentrado AL.

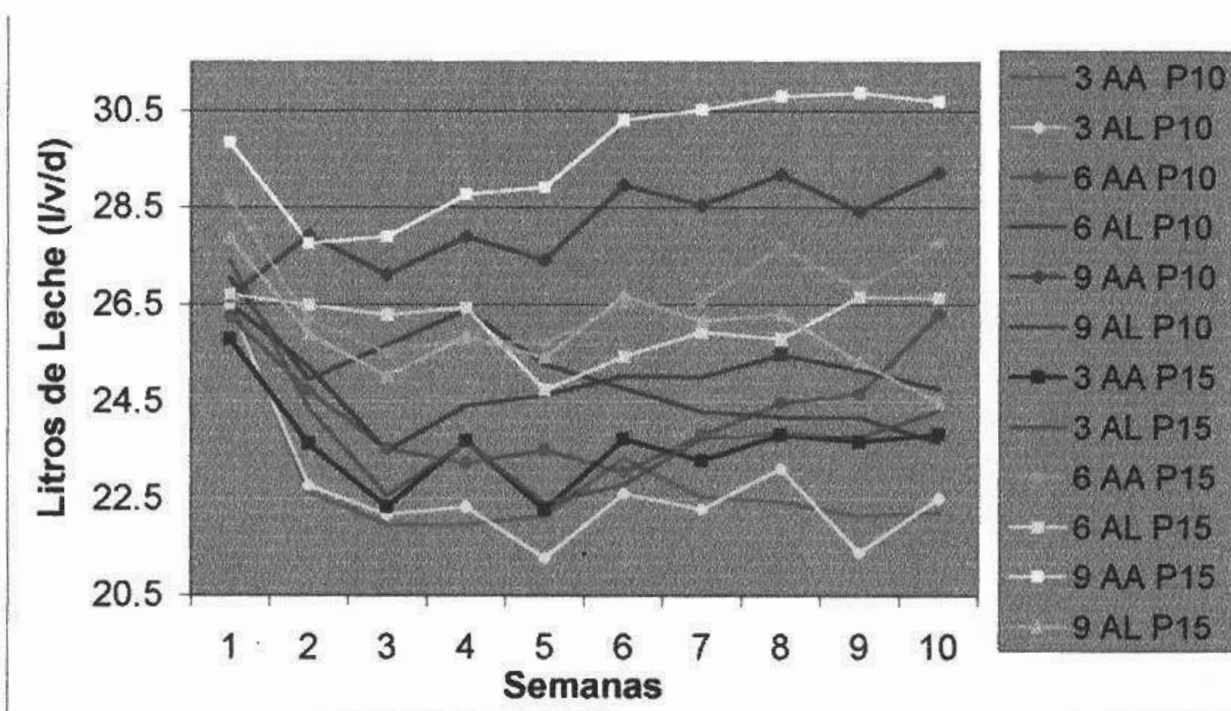


Figura N° 34. Evolución semanal de la producción de leche (l/d), para los doce tratamientos, durante todo el período experimental.

En la figura 35 puede observarse la evolución de LCG en este caso los concentrados AL logran cierta diferenciación al final del ensayo, ordenándose los primeros cuatro tratamientos de la siguiente manera, AL 15 6, AL 10 6, AA 15 9 y AL 15 3. Luego continúan el resto de los tratamientos.

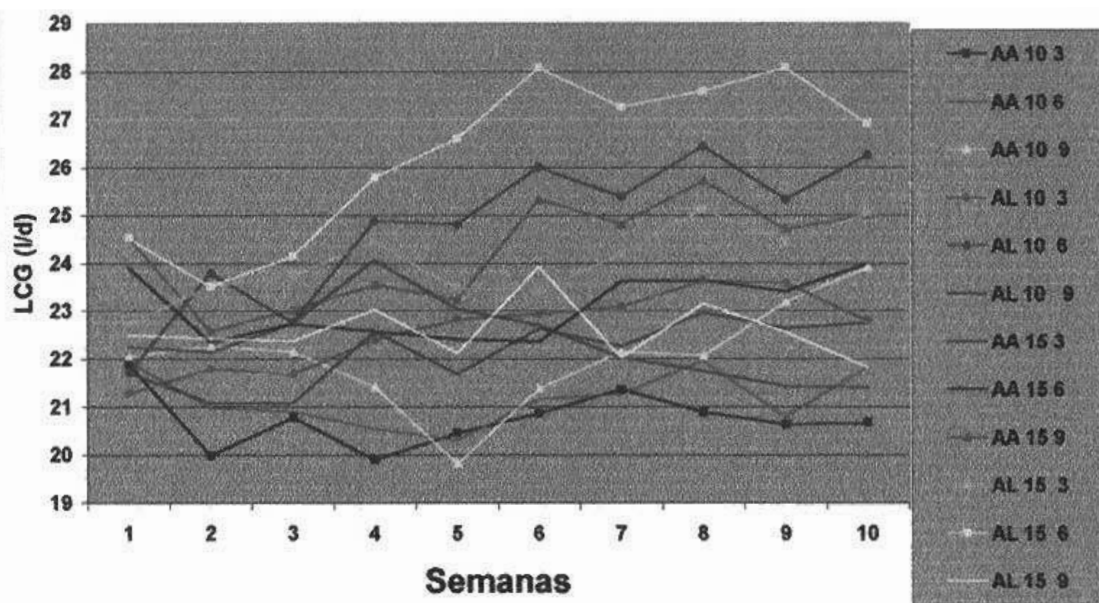


Figura N° 35 Evolución semanal de la producción de leche corregida por grasa, para los doce tratamientos, durante todo el período experimental.

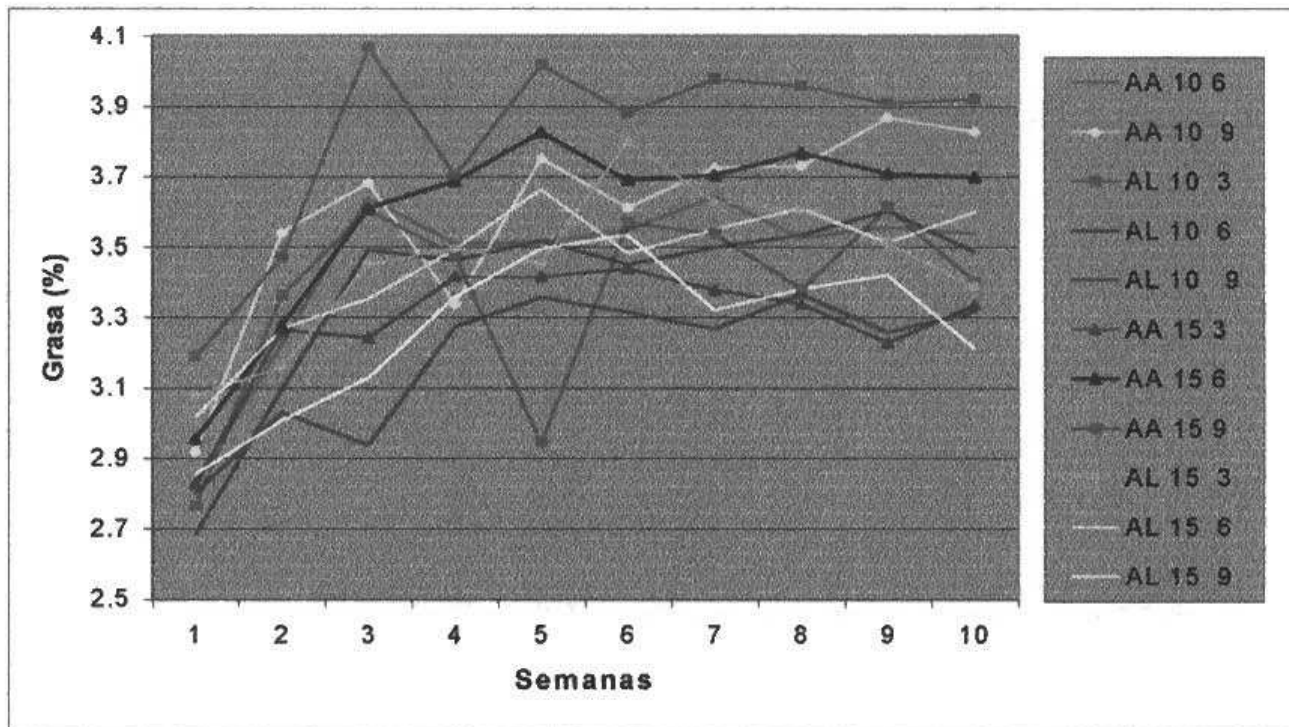


Figura N° 36. Evolución semanal del porcentaje de grasa, para los doce tratamientos, durante todo el período experimental.

La figura 36 muestra la evolución del porcentaje de grasa donde debe destacarse la gran variabilidad de los mismos. En las últimas semanas se aclara la tendencia, donde los valores de AA156, AA10 6 y AA15 3 son los primeros tres luego se entremezclan el resto. Para continuar, en relación a los Kg de grasa las producciones del concentrado AL están por encima de AA, cuando se ofertan 6 Kg /v/d. En cambio con el nivel superior AL presenta una gran desventaja, a diferencia de AA.

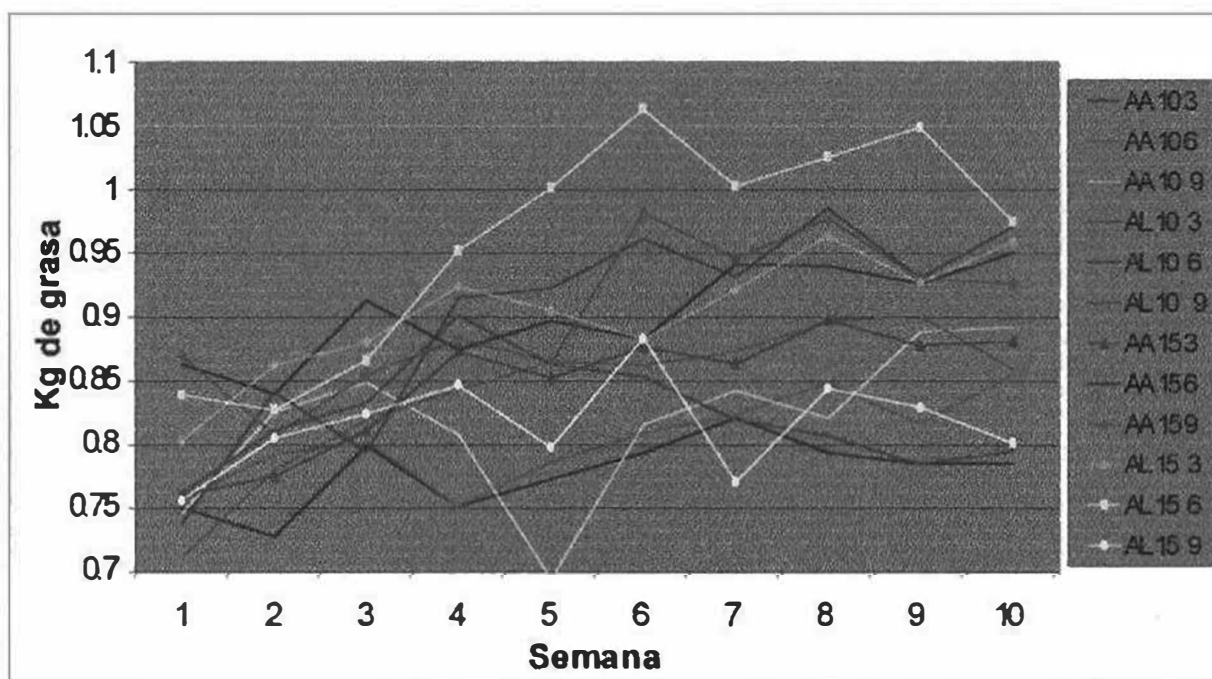


Figura N° 37. Evolución semanal de la producción de grasa, para los doce tratamientos, durante todo el período experimental.

La proteína presenta una respuesta diferente ya que como se aprecia en la figura 38 la respuesta en porcentaje aumenta al aumentar el concentrado pero se separan los diferentes tratamientos siendo los tres primeros AL 15 6, AA15 6 y AA15 3, luego una gran parte están en torno al 3%. Es de destacar que en el nivel 9 de AL presentan los niveles mas bajos de proteína debido al exceso de lípidos. La figura 38 muestra la respuesta en Kg de proteína donde los tratamientos que se diferencian son AL 15 6 y AL 10 6 , continuando por AA 15 9 y luego el resto de los tratamientos.

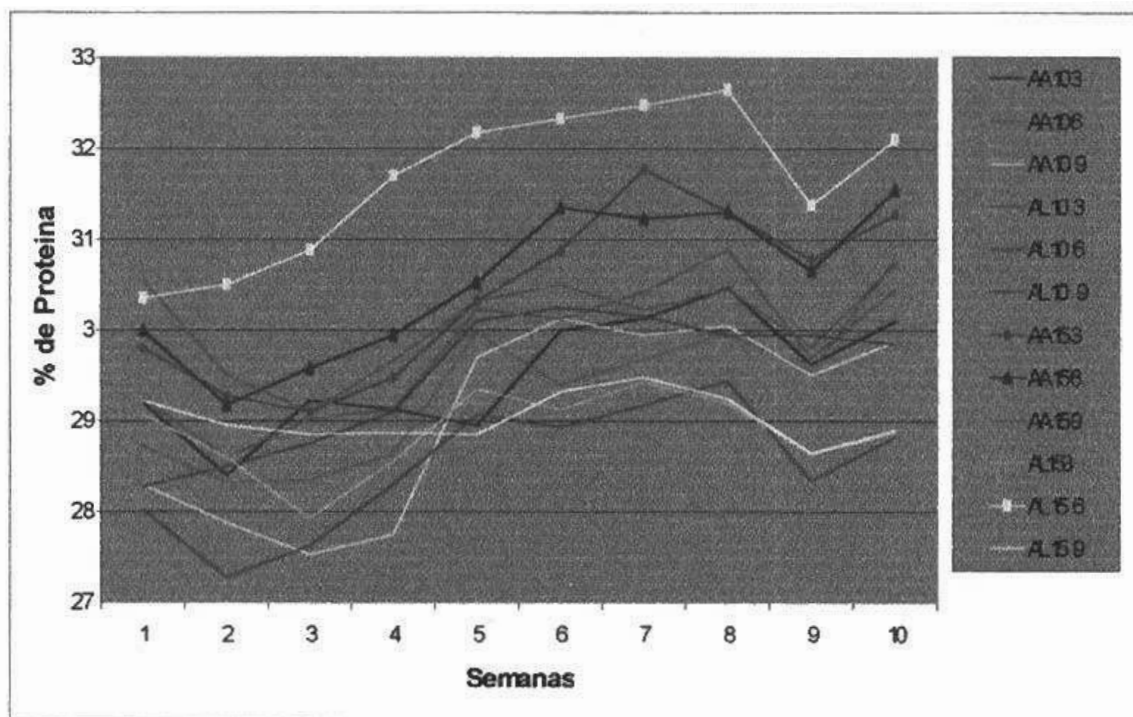


Figura N° 38. Evolución semanal del porcentaje de proteína, para los doce tratamientos, durante todo el período experimental.

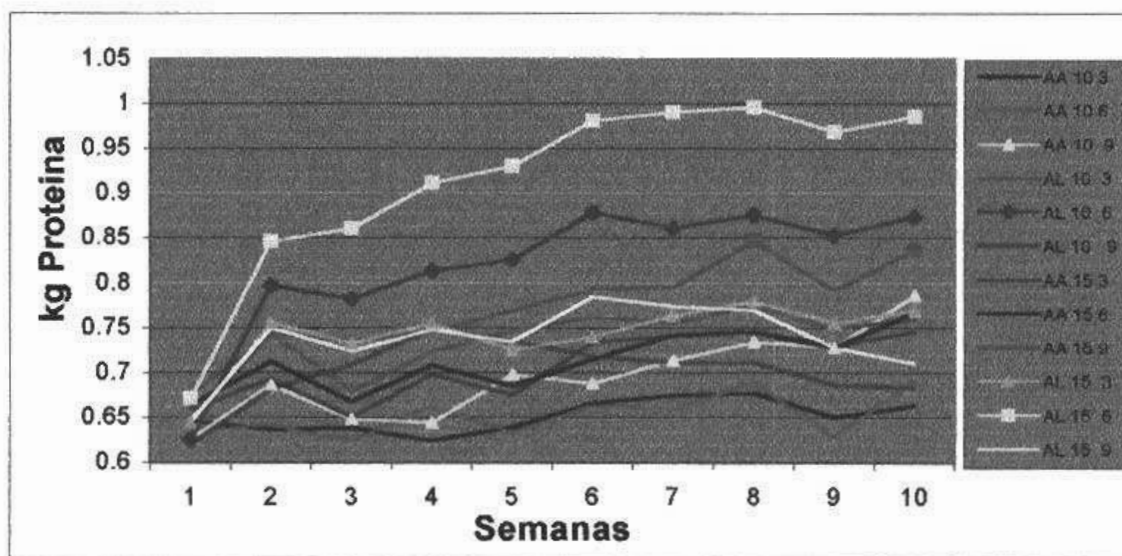


Figura N° 39 Evolución semanal de la producción de proteína, para los doce tratamientos, durante todo el período experimental.

Finalmente debe aclararse que los gráficos fueron construidos con los datos de

campo y solo sirven a los efectos de comparar el desarrollo de los mismos a lo largo de las semanas del ensayo. A los efectos estadísticos debe recordarse que los datos fueron utilizados con una covariable de manera de eliminar la incidencia de los valores iniciales y no confundir con el efecto de los tratamientos.

5. CONCLUSIONES.

El aumento de asignación de forraje de 10 a 15 KgMS/v/d incrementó el CMST en 8.7 %, explicado por un 44 % de incremento en el consumo de pastura, afectando también la composición nutritiva de la dieta. Descendiendo la eficiencia de utilización de la pastura en un 2 %.

El tipo de concentrado afectó significativamente el CMST y la composición de la dieta, debido a la inclusión de lípidos, presentando mayores efectos adversos en las asignación más alta. Este concentrado disminuyó también la digestibilidad de la MO en al menos 2 puntos evidenciando las interacciones negativas. El consumo también pudo haberse afectado por problemas de palatabilidad del concentrado AL.

El nivel de concentrado incrementó el CMST, siendo la tasa de sustitución promedio de 0.399 Kg MS/Kg de concentrado, entre los niveles extremos. El aumento en el nivel de concentrado incrementó la PC de la dieta, debido al mayor peso de este alimento rico en PC.

El incremento en el CMST tuvo una respuesta exponencial al aumento en el nivel de concentrado, siendo mayor la tasa cuando el concentrado no poseía grasas. La interacción pastura por nivel de concentrado fue significativa, aunque los CMST no mostraron diferencia entre el incremento de 3Kg conc./v/d o un aumento de 5 Kg de MS/v/d.

Las tasas de sustitución mostraron una tendencia a disminuir al aumentar la oferta de pastura, lo cual no concuerda con la bibliografía, debido probablemente al elevado porcentaje de proteína del concentrado el cual permite que los consumos de ensilaje no disminuyan sino que se mantengan, por lo tanto las tasas de sustitución se mantuvieron.

El consumo de ensilaje disminuyó significativamente al aumentar la asignación de forraje. En cambio para los niveles mayores de concentrado y pastura el consumo no decreció de forma significativa.

Los concentrados jugaron un rol preponderante sobre el CMST, pasando de 13% a 32% en la dieta, siendo el incremento mayor para AA que para AL. Los consumos de ENI y PC se incrementaron con altos niveles de concentrado AA, siendo para la energía

el ensilaje y el concentrado los que jugaron roles de mayor relevancia, en cambio para la proteína fueron la pastura y el concentrado.

Los elevados CMST se debieron al balance de E/PC, con relativamente bajos niveles de FDN y FDA de la dieta, con un adecuado aporte de proteína pasante para satisfacer los requerimientos de los elevados índices productivos. A pesar de esto los valores promedios de las dietas (Mcal/kg MS y %PC) no fueron valores irreales.

Las eficiencias productivas y de utilización de la energía indicaron, que hasta un nivel de 6 Kg de conc/v/d, existe una pequeña diferencia a favor de AL, en cambio para el nivel 9 Kg la cantidad de grasa es excesiva y AA presenta una ventaja importante.

La producción de leche y LCG se incrementaron al aumentar la asignación de forraje. En cambio el concentrado con alta grasa en su nivel superior disminuyó el rendimiento en leche.

El nivel de concentrados incrementó la producción de leche de forma exponencial. La grasa de la leche presentó una respuesta normal, disminuyendo al aumentar el nivel de concentrados. La proteína de la leche disminuyó con el concentrado AL en cambio para AA creció al aumentar el nivel de concentrados.

La interacción nivel por tipo de concentrado no manifestó diferencias, salvo para AA9, por lo cual hasta el nivel 6 Kg de concentrado no se manifestaron diferencias entre ambos tipos de concentrado.

La ganancia de peso y la variación de CC no manifestaron diferencias significativas para la asignación de pastura, tipo de concentrado, ni para las posibles interacciones, en cambio si para el nivel de concentrado. Ambas variables se incrementan hasta el nivel 6 Kg y luego se mantienen constantes por lo cual, los nutrientes fueron dirigidos hacia la producción de leche y no al engrasamiento.

Fueron ajustados modelos de respuesta para los parámetros de producción en función del nivel de concentrados, los cuales presentaron ajustes medios pero permitieron identificar las tendencias con mayor exactitud. En estas se puede concluir que en general AL estaría por encima o en similar posición a AA hasta 6 Kg de concentrado por encima de este valor AA presentó ventajas importantes, acentuándose las diferencias con ventaja para AA en los niveles menores de asignación.

6.RESUMEN

En la Unidad de Lechería de INIA “La Estanzuela” se realizó un ensayo de alimentación , con 48 vacas lecheras Holando (12 tratamientos, 4 repeticiones) con el objeto de evaluar el efecto de dos asignaciones de pastura (10 y 15 kgMS/v/día), con tres niveles de concentrado (3, 6 y 9 Kg/v/día) y dos tipos de concentrado (AA: alto almidón y AL: alto lípido); sobre el rendimiento y composición de leche, ganancia de peso y condición corporal de las vacas. Para esto se utilizaron praderas artificiales con mezcla de leguminosas y gramíneas, en pastoreo directo diurno, dos tipos de concentrado, AL: con nivel elevado de energía proveniente de grasas y AA: la cual provenía de granos (almidón), y ensilaje de maíz ofrecido ad libitum. Los valores de consumo registrados rondan 4% del peso vivo(PV), valores altos para los mencionados en la bibliografía. El consumo de materia seca total (CMST) fue afectado significativamente por la asignación de forraje, donde con un aumento de 50% en la asignación se incrementó 44.2% el consumo de pasturas. También se incrementó el CMST con el aumento en el nivel de concentrados, disminuyendo la tasa de sustitución al aumentar el nivel, debido al elevado tenor de PC el cual permitió que el consumo de ensilaje se mantuviera. Por último el concentrado AL fue depresivo en el CMST, demostrando sus interacciones negativas , disminuyendo la materia orgánica digestible (MOD), por lo cual los lípidos afectaron la digestión de la fibra. La producción de leche y L.C.G., aumentó con la asignación de pasturas y con el nivel de concentrado; en cambio, hasta el nivel 6 Kg/v/d no existió diferencias entre AA y AL, pero en el nivel más alto AA incrementó más que proporcionalmente su producción, en cambio para AL se mantuvo, como consecuencia probablemente del exceso de lípidos. Es de destacar que las eficiencias productivas hasta nivel 6 Kg fueron mayores para AL, en cambio en el nivel superior cayó sin embargo para AA aumentó. Tanto el contenido como el rendimiento diario de los distintos sólidos de leche fueron afectados significativamente por los tratamientos aplicados existiendo también interacción entre nivel y tipo de concentrados. El incremento de peso vivo y la ganancia de condición corporal no mostraron diferencias significativas entre los valores más altos de concentrado, por lo cual los nutrientes no fueron a ganancia de peso sino que aumentaron los niveles productivos.

7.SUMMARY.

At the Dairy Unit of INIA " La Estanzuela " was carried out a feeding rehearsal, including 48 milkmaids caws Holstein (12 treatments, 4 repetitions) with the objective of evaluate the effect of two pasture assignments (10 and 15 kgDM/c/day), with three levels of concentrate (3, 6 and 9 Kg/c/day) and two types of concentrate (AA: high starch and AL: high lipid); on the milk yield and composition and on gain weight and corporal condition of the cows. For this rehearsal were used artificial prairies and a mixture of leguminous and gramineous, at diurnal direct shepherding, were used two types of concentrates, AL: with high level of energy coming from the lipids and AA: which came from grains (starch), and silage of corn offered ad libitum. The values of consumption are about 4% LW, high values for those mentioned in the bibliography. The CMST was very affected by the forage assignment, where an increase of 50% on the assignment was accompanied by the increase of the 44.2% on the pasture consumption. There was an increase on the CMST with the enlargement of the concentrate levels, decreasing the substitution rate, with the enlargement the level of concentrate, due to the high condition of PC which makes remain the silage consumption. Finally the concentrate AL was depressing at the CMST, showing it is negative interactions, lawing the MOD, for that the lipids affected the fibres digestion. At one hand the production of milk and L.C.G. enlarged with the assignment of the pastures, on the other hand until the 6 Kg/c/d level did not exist differences between AA and AL, but at the highest level AA, increased more than proportionally its production, but the AL remains probably expressing an lipid excess. It is important to highligh that the productive efficiency until 6 Kg level were bigger for AL, but for the highest level diminishs for the AL, and increase for AA. The contents and the dairy yield of the different solids of milk were affected significantly by the applied tretments, also existing an interaction between level and type of concentrates. The increment of LW and the gain of CC did not show significant differences between the highe values of concentrate, for this reason the nutrients did not go for gain of weight besides there were an increase at the productive levels.

8.BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA, Y.M. 1991. Utilización de ensilajes, concentrados y pasturas para producción de leche. In Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva. Uruguay INIA. Serie técnica N° 15. pp. 159-166.
2. ACOSTA, Y.M. 1993. Alimentación de la vaca lechera: utilización de suplementos. In MGAP Plan Agropecuario. Un aporte a la producción lechera en el Uruguay. Colonia, Uruguay. pp. 1-11.
3. ACOSTA, Y.M. 1994. II. Estimadores del valor nutritivo para producción de leche. In Guía para la alimentación de rumiantes. Uruguay INIA. Serie técnica N° 44. pp.41-50.
4. ACOSTA, Y.M. 1998. Resumen de los trabajos de alimentación de vacas lecheras. In Jornada de lechería y pasturas. Serie de actividades de difusión N° 163, (INIA La Estanzuela), pp. 1-7.
5. ALLEN, M.S. 1991. Carbohidrato nutrición. The Veterinary Clinics of North América. Food animal practice. 7(2):327-339.
6. ALLEN, M.S. 1993. Troubleshooting silage-based ration problems: ruminal fermentation of fiber and starch. In Silage production from seed to animal. Proceedings from the National Silage Production Conference (1993), Syracuse, New York. pp. 176-185.
7. ALVIR, M.R.; GONZALEZ, J.; CAJA, G.; GALVEZ, J.F. 1987. Relación entre la solubilidad y la degradación ruminal de la proteína en alimentos concentrados. Investigaciones agrarias: producción y sanidad animal. 20:43-53.
8. A.R.C. 1980. The nutrient requeriment of the ruminant livestock. Agricultural Research Council. Commonwealth Agricultural Bureaux. Farnham Royal, England.
9. ARMENTANO, L.E. 1996. Metabolismo de carbohidratos en vacas lecheras. In Esenciales lecheras. <http://babcock.cals.wisc.edu>. Wisconsin. 6p.
10. ARNOLD, G.W. and DUDZINSKI, M.L. 1967. Studies on the diet of grazing animal. II The effect of phisiological status in ewes and pasture availability on herbage intake. Australian Journal of Agricultural Research. 18:349-359.
11. ARNOLD, G.W. 1981. Grazing bahaviour. In Morley, F.H.W. ed. Grazing animal. Amsterdam, Elsevier. World Animal Science. pp79-104.

12. ASTIBIA, O.R.; CANETIANO, C.A.; COCIMANO, M.R. y SANTINI, F.J. 1982. Principios fisiológicos que condicionan la síntesis de proteína microbiana en el rumen y el efecto de la degradabilidad de las proteínas sobre este parámetro. In Congreso Argentino de Producción Animal. Utilización del nitrógeno por el rumiante. (9º, 1982, Mar del Plata), 1982. Argentina. I.N.T.A.. pp.44-57.
13. BALDWIN, R.L.; SMITH, N.E.; TAYLOR, J. and SHRP, M. 1980. Manipulating metabolic parameters to improve growth rate and milk secretion. *Journal of Animal Science* 51:1416-1428.
14. BARRETO, A.G. y MONTOSI, F.M. 1989. Efecto del nivel y distribución del concentrado en la producción de vacas Holando de parición de primavera, sobre una pastura asociada de sudangras, trébol rojo y achicoria. Tesis de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 141p.
15. BATH, D.L.; DIKINSON, I.N.; TUCKER, H.A. Y APPLEMAN, R.D. 1982. Ganado lechero: principios, prácticas, problemas y beneficios. Contin Sanz, A. trad.. 2ª ed. México. Interamericana. 541p.
16. BAUMGARDT, B.R. 1970. Control of feed intake in the regulation of energy balance. In Phillipson, R. de.: *Physiology of digestion and metabolism in the ruminant*. Oriel press, Newcastle-upon-Tyne. pp235-253.
17. BEAUCHEMIN, K.A. 1991. Ingestion and mastication of feed by dairy cattle. *The Veterinary Clinics of North America. Food animal practice*. 7 (2):439-463.
18. BEAUCHEMIN, K.A. 1991. Effects of dietary neutral detergent fiber concentration and alfalfa hay quality on chewing, rumen function and milk production of dairy cow. *Journal of Dairy Science* 74:3140-3141.
19. BINES, J.A. 1976. Regulation of food intake in dairy cow in relation to milk production. *Livestock Production Science* 3:115-128.
20. BINES, J.A. 1982. Factores que influyen sobre el consumo voluntario de alimento por el ganado. In Swan, H. y Broster, W.H. eds. *Principios para la producción ganadera*. Buenos Aires, Hemisferio Sur. pp.283-296.
21. BLASER, R.E.; HAMMES, R.C.; BRYANT, H.T.; HARDISON, W.A.; FONTENOT, J.P. and ENGEL, R.W. 1960. The effects of selective grazing. In *international Grassland Congress (8th, Reading, 1960)*. Proceedings. Reading, 1961. pp.601-606.

22. BORUKI, S.I. y VASELLI, M. 1993. Gluten feed de maíz y afrechillo de trigo en vacas lecheras a base de ensilaje y pastoreo restringido. Tesis de Ing. Agr.. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 101p.
23. BRODERICK, K.G. 1994. Quantifying forage protein quality. In Fahey, g.c. et al eds. Forage quality, evaluation, and utilization. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy. pp.200-229.
24. BROSTER, W.H.; BROSTER, V.G. and SMITH, T. 1969. Experiments on the nutritions of the dairy heifer. VIII. Effect in milk production of level of feeding at two stages of lactation. Journal of Agricultural Science 72:229-245.
25. BROUILLETTE, J.P. and PELL, A.N. 1993. Why and how monitor feed intake in high producing dairy cows. In Silage production from seed to animal. Proceedings from the National Silage Production Conference (1993), Syracuse, New York. pp.166-175.
26. BULL, L.S. AND CLEALE, R.M. 1981. Relationships between energy and protein in the ruminant. In Proceedings Distillers Feed Conference (1981). Cincinnati, Ohio. Vol. 36. pp.30-39.
27. BURNS, J.C.; POND, K.R. and FISHER, D.S. 1994. Measurement of forage intake. In Fahey, G.C. et al eds. Forage quality, evaluation, and utilization. Madison, Wisconsin. American Society of Agronomy. pp.494-532.
28. BYERS, F.M. AND SCHELLING, G.T. 1988. Lipids in ruminant nutrition. In Church, D.C. ed. The ruminant animal. Digestive physiology and nutrition. New Jersey. Prentice Hall. pp.298-312.
29. CASTLE, M.E.; REID, D. and WATSON, J.N. 1983. Silage and milk production studies with diets containing white clover silage. Grass and Forage Science 38:193-200.
30. CEA, A.G. 1987. Efecto de la presión de pastoreo y concentrados sobre la producción de vacas Holando de parición de otoño. Tesis de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 75p.
31. CHALUPA, W.; VECCHIARELLI, B.; ELSER, A. and KONFELD, D.S. 1986. Ruminant fermentation in vivo as influenced by long chain fatty acids. Journal of Dairy Science 69:1293-1301.
32. CHALUPA, W. and SNIFFEN, C.J. 1991. Protein and aminoacids nutrition of lactating dairy cattle. The Veterinary Clinics of North America. Food animal practice. 7(2):353-372.

33. COLLAZI, G.D. y ENGELHARDT, P.D. 1994. Comparación de dos ensilajes y cuatro niveles de concentrado en vacas Holstein de lactancia temprana y media. Tesis de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 112p.
34. CONRAD, H.R.; PRATT, A.D. and HIBBS, J.W. 1964. Regulation of feed intake in dairy cow. I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *Journal Dairy of Science* 47:54-62.
35. CONRAD, H.R. and HIBBS, J.W. 1968. Nitrogen utilization by the ruminant. Appreciation of its nutritive value. *Journal of Dairy Science* 51:276-285.
36. COPPOCK, C.E. and WILKS, D.L. 1991. Supplemental fat in high energy rations for lactating cows: effects on intake, digestion, milk yield and composition. *Journal of Animal Science* 69:3826-3837.
37. COULON, J.B.; PRADEL, P. and VERDIER, I. 1996. Effect of forage conservation (hay or silage) on chemical composition of milk. pp 21-26.
38. DANELON, J.L.; FENOGLIO, H.F. y QUAINO, O.R. 1985. Suplementación de vacas lecheras con grano de sorgo. In Molestina, C.J. ed. Programa Cooperativo de Investigación Agrícola del Cono Sur. Diálogo X. ICA/BID/PROCISUR. Montevideo, Uruguay. pp.225-265.
39. DAVIS, C.L. 1993. Alimentación de la vaca lechera alta productora. Milk Specialties Company. Dundee, Illinois. 60p.
40. DELUCCHI, M.I. 1994. Composición de la leche. In Jornada sobre presentación de resultados experimentales. Ejercicio 1993. Programa Nacional de Lechería. I.N.I.A. Serie de actividades de difusión N° 21. pp.255-265.
41. DULPHY, J.P. 1979. The intake of conserved forage. In Thomas, C. ed. Forage conservation in the 80's. Occasional symposium N° 11. British Grassland Society. Brighon. UK. pp.107-121.
42. DULPHY, J.P. and DEMARQUILLY, C. 1994. The regulation and prediction of feed intake in ruminants in relation to feed characteristics. *Livestock Production Science*. 39:1-12.
43. DURÁN, H. 1981. Factores relacionados con las pasturas que afectan el consumo voluntario de animales en pastoreo. Seminario. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica, Santiago, Chile. (Mecanografiado). 32p.

44. DURÁN, H. 1981. Factores del animal que afectan el consumo voluntario de vacas lecheras. Seminario. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica, Santiago, Chile. (Mecanografiado). 24p.
45. DURÁN, H. 1982. Uso de concentrados con vacas lecheras en pastoreo. Seminario. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica, Santiago, Chile. (Mecanografiado). 26p.
46. EMERY, R.S. and HERDT, T.H. 1991. Lipid nutrition. The Veterinary Clinics of North America. Food animal practice. 7(2):341-352.
47. FAHEY, G.C. and BERGER, L.L. 1988. Carbohydrate nutrition of ruminants. In Church, D.C. ed. The ruminant animal. Digestive physiology and nutrition. New Jersey. Prentice Hall. pp.250-268.
48. FERGUSON, J. 1991. Nutrition and reproduction in dairy cows. The Veterinary Clinics of North America. Food animal practice. 7(2):483-507.
49. FERNANDEZ, C.E. y RIVOIR, P. 1995. Efecto de la oferta de forraje 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 de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 222p.
50. FERRELL, C.L. 1988. Energy metabolism. In Church, D.C. ed. The ruminant animal. Digestive physiology and nutrition. New Jersey. Prentice Hall. pp.250-268.
51. FORBES, J.M. 1985. Consumo voluntario. In Broster, W.H.; Phipps, R.H. y Johnson, C.L. eds. Principios y prácticas de la alimentación de vacas lecheras. Montevideo. Hemisferio Sur. pp.9-28.
52. FREER, M. 1981. The control of food intake by grazing animals. In Morley, F.H.W. ed. Amsterdam, Elsevier. World Animal Science. pp.105-124.
53. GAGLIOSTRO, G.A.; CANGIANO, C. y SANTINI, F. 1986. Suplementación de vacas lecheras en pastoreo: efecto del consumo de forraje y la producción de leche. Resúmenes. 12º Congreso Argentino de Producción Animal. Revista Argentina de Producción Animal 6:3-4.
54. GALLARDO, M.; CANGIANO, C.; GAGLIOSTRO, C.A. y GONDA, H. 1991. Consumo de vacas lecheras en pastoreo. I. Efecto de la suplementación energética sobre la tasa de sustitución y la producción de leche. Revista Argentina de Producción Animal 11:381-389.

55. GARCIA PALOMA, J.A. 1990. El método de la condición corporal en vacuno lechero: propuesta de una metodología unificadora. *Investigaciones Agrarias: producción y sanidad animal* 5:121-130.
56. GARCIA TRUJILLO, R. 1988. Estudio de la respuesta al suministro de alimentos concentrados en vacas lecheras. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 22:39-46.
57. GEYMONAT, F. 1992. Efecto de la presión de pastoreo y de la suplementación concentrada en vacas Holando de parición de primavera sobre pasturas de sudangras. Tesis de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 206p.
58. GILLES, A.; MONDON, A. y SIMSON, A.R. 1990. Evaluación de la respuesta a la suplementación con concentrados de vacas Holando de parición de otoño sobre un silo de sudangras y con acceso restringido a una pastura de avena. Tesis de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 206p.
59. GILLES, J.C. 1993. Efecto de la suplementación con afrechillo de arroz sobre el rendimiento y la composición de la leche y sobre la ganancia de peso y la variación de condición corporal en vacas lecheras. Tesis de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 79p.
60. GOERING, H.K. and VAN SOEST, P.J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). ARS U.S. Department of Agriculture. Handbook Nº 379, Superintendent of documents, U.S. Government Printing Office, Washington D.C. 20402.
61. GRANIGER, C. and MATHEWS, G.L. 1989. Positive relation between substitution rate and pasture allowance for cows receiving concentrates. *Australian Journal of experimental Agriculture* 29:355-360.
62. GRUMMER, R.R. 1996. Clases de lípidos. In *Esenciales lecheras*. <http://babcok.cals.wisc.edu> Wisconsin. 6p.
63. HIJINK, W.F.; LE DU, Y.L.P.; MEIJS, J.A.C. and MEIJER, A.B. 1981. Supplementation of the grazing dairy cows. Report of the Institute for Livestock Feeding and Nutrition Research, Lelystad, Netherland, Nº 141.
64. HILLMAN, D. 1998. Dietary nutrient allowances for dairy cattle. In *Feedstuffs 1998 Reference Issue* 70:54-65.
65. HODGSON, J. 1985. Grazing behaviour and herbage intake. In Frame, J, ed. *Grazing*. British Grassland Society. Occasional symposium 19:51-64.

66. HODGSON, J.; CLARK, D.A. and MITCHELL, R.J. 1994. Foraging behaviour in grazing animals and its impact on plant communities. In Fahey, G.C. *et al* eds. Forage quality, evaluation, and utilization. Madison, Wisconsin. American Society of Agronomy. pp.796-827.
67. HODGSON, J.; RODRIGUEZ CAPRILES, M.J. and FORLON, P. 1977. The influence of sward characteristics on the herbage intake of grazing calves. *Journal of Agricultural Science* 89:743-750.
68. HODGSON, J.; TAYLER, J.C. and LORSDALE, C.R. 1971. The relationship between intensity of grazing and the herbage consumption and growth of calves. *Journal of the British Grassland Society*. 89:743-750.
69. HOOVER, W.H. 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *Journal of Dairy Science* 69:2755-2766.
70. HOOVER, W.H. and MILLER, T.K. 1991. Rumen digestive physiology and microbial ecology. *The Veterinary Clinics of North America. Food animal practice*. 7(2):311-325.
71. HOOVER, W.H. and STOKES, S.R. 1991. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. *Journal of Dairy Science* 74:3630-3644.
72. HUBER, J.T. and LIMIN KUNG, J.R. 1981. Protein and non protein nitrogen utilization in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 64:1170-1195.
73. JENNINGS, P.G. and HOLMES, W. 1984. Supplementary feeding of dairy cows on continuously stocked pasture. *Journal of Agricultural Science* 103:161-170.
74. JOHNSON, C.L. 1986. Plano nutritivo. In Broster, W.H.; Phipps, R.H. y Johnson, C.L. eds. *Principios y prácticas de la alimentación de vacas lecheras*. Montevideo. Hemisferio Sur. pp.29-54.
75. JOURNET, M. and REMOND, B. 1976. Physiological factors affecting the voluntary intake of feed by dairy cow: A review. *Livestock Production Science*. 3:129-146.
76. JOURNET, M. y DEMARQUILLY, C. 1983. Pastoreo. In Broster, W.H. y Swan, H. comps; Orcasberro, R. tr. 1983. *Estrategias de alimentación para vacas lecheras de alta producción*. 1ª edición. México. AGT. pp.219-234.

77. KLAASSEN, H.; MEERHOFF, A. y TRIVER, F. 1993. Efecto de la suplementación de vacas lecheras en pastoreo. II Consumo y producción de leche. Tesis de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 110p.
78. LANGE, A. 1980. Suplementación de pasturas para la producción de carnes. 2ª edición. Comisión Técnica Intercrea de Producción de Carnes. 74p.
79. LE DU, Y.L.P.; COMBELLAS, J.; HODGSON, J. and BAKER, R.D. 1979. Herbage intake and milk production by grazing dairy cow. 2. The effect of level of winter feeding and daily herbage allowance. *Grass and Forage Science* 34:249-260.
80. LEAVER, J.D.; CAMPLING, R.C. and HOLMES, W. 1968. Use of supplementary feeds for grazing dairy cows. *Dairy Science Abstracts* 30:355-361.
81. LEAVER, J.D. 1982. Utilización de pasturas por la vaca lechera. In Swan, H. y Broster, W.H. eds. Principios para la producción ganadera. Buenos Aires, Hemisferio Sur. pp.301-315.
82. LEAVER, J.D. 1985. Effects of supplements on herbage intake and performance. In Fram, J. ed. *Grazing. British Grassland Society. Occasional symposium* 19:79-88.
83. MAY, M.G.; OTTERBY, D.E. and LINN, J.G. 1993. The prediction of dry matter intake in dairy cattle and the factors affecting it: A review. In 54th. Minnesota Nutrition Conference and National Renderers. Technical Symposium. Bloomington, Minnesota (1993). pp.77-94.
84. MAYNARD, L.A. et al, 1984. Nutrición animal. 4ª edición. México, Mc. Graw Hill. 640p.
85. MAYNE, C.S. y THOMAS, C. 1986. Sistemas de manejo del pastoreo. In Broster, W.H.; Phipps, R.H. y Johnson, C.L. eds. Principios y prácticas de la alimentación de vacas lecheras. Montevideo. Hemisferio Sur. pp.239-276.
86. Mc. CULLOUGH, M.E. 1978. Silage - Some general considerations. In Mc. Cullough, M.E. ed. *Fermentations of silage: A review. National Feed Ingredients Asociation. West des Moines. Iowa.* pp.3-24.
87. Mc. DONALD, P.; EDWARDS, R.A. y GREENHALGH, J.F.D. 1986. Nutrición animal. 3ª edición. Zaragoza. Acribia. 518p.
88. MEIJS, J.A.C. and HOECKSTRA, J.A. 1984. Concentrate supplementation of grazing dairy cows. 1. Effects of concentrate intake and herbage allowance on herbage intake. *Grass and Forage Science* 39:59-66.

89. MEIJES, J.A.C. 1985. Comparison of starchy and fibrous concentrate for grazing dairy cows. In Frame, J, ed. Grazing. British Grassland Society. Occasional symposium 19:129-137.
90. MERCHEN, N.R. and BOURQUIN, L.D. 1994. Processes of digestion and factors influencing the digestion of forage- based diets by ruminants. In Fahey, G.C. et al eds. Forage quality, evaluation, and utilization. Madison, Wisconsin. American Society of Agronomy. pp.564-612.
91. MERTENS, D.R. 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. Journal of Animal Science 64:1548-1558.
92. MERTENS, D.R. 1994. Regulation of forage intake. In Fahey, G.C. et al eds. Forage quality, evaluation, and utilization. Madison, Wisconsin. American Society of Agronomy. pp.450-494.
93. MILNE, J.A.; HODGSON, J.; THOMPSON, R.; SOUTER, W.G. and BARTHRAM, G.T. 1982. The diet ingested by sheep grazing swards differing in white clover and perennial ryegrass content. Grass and Forage Science 37:209-218.
94. MINSON, D.J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press Inc. St. Lucia, Queensland, Australia. 483p.
95. MINSON, D.J. and WILSON, J.R. 1994. Prediction of intake as an element of forage quality. In Fahey, G.C. et al eds. Forage quality, evaluation, and utilization. Madison, Wisconsin. American Society of Agronomy. pp.533-563.
96. MO, M. 1979. The potential of conserved forage for milk production. In Thomas, C. ed. Forage conservation in the 80's. Occasional symposium N° 11. British Grassland Society. Brighon. UK. pp.154-1163.
97. MOE, P.W.; TYRRELL, H.F. and FLATT, W.P. 1971. Energetics of body tissue mobilization. Journal of Dairy Science 54:548-553.
98. MOE, P.W.; TYRRELL, H.F. and FLATT, W.P. 1972. Net energy values of feeds for lactation. Journal of Dairy Science 54:945-958.
99. MOE, P.W. and TYRRELL, H.F. 1972. The metabolizable energy requirements of pregnant dairy cows. Journal of Dairy Science 55:480-483.
100. MOE, P.W. 1981. Energy metabolism dairy cattle. Journal of Dairy Science 64:1120-1139.

101. MOORE, L.A.; IRVIN, H.M. and SHAW, J.C. 1953. Relationship between TDN and energy value of feeds. *Journal of Dairy Science* 36:93-97.
102. MORAN, J.B. and STOCKDALE, C.R. 1992. Maize silage for the pasture-fed dairy cow. 1. Effect of level of silage feeding, and responses to cottonseed meal while grazing perennial pastures in the spring. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 32:279-285.
103. MUCK, R.E. 1988. Factors influencing silage quality and their implications for management. *Journal of Dairy Science* 71:2992-3002.
104. MUCK, R.E. and PITT, R.E. 1993. Ensiling and its effect on crop quality. In *Silage production from seed to animal. Proceedings from the National Silage Production Conference (1993)*, Syracuse, New York. pp. 56-66.
105. NOCEK, J.E. and TAMMINGA, S. 1991. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract in dairy cows and its effect on milk yield and composition. *Journal of Dairy Science* 74:3598-3629.
106. NOCETTI, J.M. y RESQUIN, J.F. 1991. Utilización de ensilajes, pasturas y concentrados para producción de leche con vacas de parición de primavera. Tesis de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 182p
107. N.R.C. 1985. Ruminant Nitrogen Usage. National Academy Press. Washington, D.C. 138p.
108. N.R.C. 1988. Nutrient requeriment of dairy cattle. 6th Washington. National Academy Press. 157p.
109. OLDHAM, J.D. and SUTTON, J.D. 1983. Composición de la leche y la vaca de alta producción. In Broster, W.H. y Swan, H. comps; Orcasberro, R. tr. 1983. Estrategias de alimentación para vacas lecheras de alta producción. 1^o edición. México. AGT. pp.84-108.
110. OLDHAM, J.D. 1984. Protein- energy interrelationship in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 67:1090-1114.
111. ORCASBERRO, R. 1991. Suplementación y performance de ovinos y vacunos alimentados con forraje. In *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva*. Uruguay. I.N.I.A. Serie técnica N° 13. pp.225-232.

112. ORCASBERRO, R. 1992. Suplementación de vacas lecheras con concentrados. In Jornada Regional de Lechería . Centro Agronómico Regional Paysandú. Paysandú. Uruguay (Mecanografiado). 16p.
113. ORCASBERRO, R.; MARICHAL, M. de J.; ARIAS, G.; COSTABEL, M. y PIAGGIO, L. 1996. Alimentos. Montevideo. Facultad de Agronomía. 17p.
114. ORSKOV, E.R. 1986. Starch digestion and utilization in ruminants. *Journal of Animal Science* 63:1624-1633.
115. OSORO, K. 1989. Manejo de reservas corporales y utilización del pasto en los sistemas de producción de carne con vacas madres establecidos en zonas húmedas. In *Investigación Agraria. Producción y Sanidad Animal* 4(3):207-240.
116. OWENS, F.N.; ZINN, R.A. and KIM, Y.K. 1986. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. *Journal of Animal Science* 63:1634-1648.
117. OWENS, F.N. and GOETSCH, A.L. 1988. Ruminal fermentation. In Church, D.C. ed. *The ruminant animal. Digestive physiology and nutrition*. New Jersey. Prentice Hall. pp.145-171.
118. OWENS, F.N. and ZINN, R.A. 1988. Protein metabolism of ruminant animals. In Church, D.C. ed. *The ruminant animal. Digestive physiology and nutrition*. New Jersey. Prentice Hall. pp.227-249.
119. PALMQUIST, D.L. and JENKINS, T.C. 1980. Fat in lactation rations. Review. *Journal of Dairy Science* 63:1-14.
120. PASTORINO, J.A. y SARLO, A.L. 1994. Comparación de la ganancia de peso de vaquillonas (200 Kg), a dos presiones de pastoreo y cuatro niveles de suplementación durante el otoño. Tesis de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 116p.
121. PATERSON, J.A.; BELYA, R.L.; BOWMAN, J.P.; KERLEY, M.S. and WILLIAMS, J.E. 1994. The impact of forage quality and supplementation regimen on ruminant animal. In Fahey, G.C. *et al* eds. *Forage quality, evaluation, and utilization*. Madison, Wisconsin. American Society of Agronomy. pp.58-114.
122. PHILLIPS, C.J.C. and LEAVER, J.D. 1985. Supplementary feeding of forage to grazing dairy cows. 2. Offering grass silage in early and late season. *Grass and Forage Science* 40:193-199.

123. PHILLIPS, C.J.C. 1988. The use of conserved forage as supplement for grazing dairy cow. Review paper. Grass and Forage Science 43:215-230.
124. PICKARD, D.W. 1986. Minerales y vitaminas. In Broster, W.H.; Phipps, R.H. y Johnson, C.L. eds. Principios y prácticas de la alimentación de vacas lecheras. Montevideo. Hemisferio Sur. pp.93-122.
125. FIGURINA, G. y METHOL, M. 1994. 1. Tabla de contenido nutricional de pasturas y forrajes del Uruguay. In Guía para la alimentación de rumiantes. Uruguay. I.N.I.A. Serie técnica N° 44. Pp.3-10.
126. RADICCIÓN, D.; TARANTO, V. y ZIBIL, S. 1993. Efecto de la suplementación de vacas lecheras en pastoreo. I. Ambiente ruminal y composición de la leche. Tesis de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 74p.
127. REARTE, D.H. 1992. Alimentación y composición de la leche en los sistemas pastoriles. Balcarce, Argentina, Centro Regional Buenos Aires Sur (CERBAS). I.N.T.A. 94p.
128. RISSO, D.F. y ZARZA, A.R. 1981. Producción y utilización de pasturas para engorde. Uruguay. C.I.A.A.B. Miscelánea N° 28 pp725.
129. ROBERTS, D.J. and LEAVER, J.D. 1986. Supplementary feeding of forage to grazing dairy cows. 3. The effect of three daytime stocking rates on the performance of cows offered grass silage overnight. Grass and Forage Science 41:71-78.
130. ROTZ, C.A. and MUCK, R.E. 1994. Changes in forage quality during harvest and storage. In Fahey, G.C. et al eds. Forage quality, evaluation, and utilization. Madison, Wisconsin. American Society of Agronomy. pp.828-868.
131. SANTINI, F.; CONSCIUTO, G.; COCIMANO, M. y CASCIOLA, C. 1985. Efecto de la suplementación energética sobre la producción de leche durante la primera fase de la lactancia. Una forma de análisis. In Reunión técnica sobre manejo de pasturas cultivadas y suplementación para producción lechera. Diálogo X. IICA/BID/PROCISUR. Rafaela, Santa Fe, Argentina. Pp.234-240.
132. SARKER, A.B. and HOLMES, W. 1974. The influence of supplementary feeding on the herbage intake and grazing behaviour of dry cows. Journal of the British Grassland Society. 29:141-143.
133. SATTER, L.D. and ROFFLER, R.E. 1975. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. Journal of Dairy Science 58:1219-1237.

134. SATTER, L.D. 1986. Protein supply from undergraded dietary protein. *Journal of Dairy Science* 69:2734-2749.
135. SCHINGOETHE, D.J.; BYERS, F.M. and SCHELLING, G.T. 1988. Nutrient needs during critical periods of the life cycle. In Church, D.C. ed. *The ruminant animal. Digestive physiology and nutrition*. New Jersey. Prentice Hall. pp.421-447.
136. SHAVER, R. 1993. T.M.R. strategies for transition feeding of dairy cow. In 54th. Minnesota Nutrition Conference and National Renderers. Technical Symposium. Bloomington, Minnesota (1993). pp.163-184.
137. SNIFFEN, C.J.; THOMAS, E.D. and WELCH, J.G. 1993. Effective fiber in silage. In *Silage production from seed to animal. Proceedings from the National Silage Production Conference* (1993), Syracuse, New York. pp.176-185.
138. SPORNOLY, E. 1989. Effects of diets in milk composition and yield of dairy cow with special emphasis on milk protein content. *Swedish Journal of Agricultural Research* 19:99-106.
140. STERN, M.D. and SATTER, L.D. 1984. Evaluation of nitrogen solubility and the dracon bag technique as methods for estimating protein degradation in the rumen. *Journal of Animal Science* 58:714-724.
141. STERN, M.D.; ENDRES, M.I. and CALSAMIGLIA, S. 1993. Protein concepts in ruminant nutrition. In 54th. Minnesota Nutrition Conference and National Renderers. Technical Symposium. Bloomington, Minnesota (1993). pp.97-125.
142. SUTTON, J.D. 1985. Digestion and absorption of energy substrates in the lactating dairy cow. *Journal of Dairy Science* 68:3376-33930.
143. SUTTON, J.D. 1986. Composición de leche. In Broster, W.H.; Phipps, R.H. y Johnson, C.L. eds. *Principios y prácticas de la alimentación de vacas lecheras*. Montevideo. Hemisferio Sur. pp.272-300.
144. SUTTON, J.D.; BROSTER, W.H.; SCHELLER, E.; NAPPER, D.J.; BROSTER, V.J. and BINES, J.A. 1988. Influence of plane of nutrition and diet composition on rumen fermentation and energy utilization by dairy cow. *Journal Agricultural Science* 110:261-270.
145. SUTTON, J.D. 1989. Altering milk by feeding. *Journal of Dairy Science* 72:2801-2814.

146. SUTTON, J.D. and MORANT, S.V. 1989. A review of the potential of nutrition to modify milk fat and protein. *Livestock Production Science*. 23:219-237.
147. TAMMINGA, S. 1982. Energy-protein relationship in ruminant feeding: similarities and differences between rumen fermentation and postruminal utilization. In Miller, E.L.; Pike, I.H. and Van Es, A.J.H. eds. *Protein contribution of feedstuffs for ruminants: application to feed formulation*. pp.4-17.
148. THOMSON, D.J.; BEEVER, D.E.; HAINES, M.J.; CAMMELL, S.B.; EVANS, R.T.; DHANOA, M.S. and AUSTIN, A.R. 1985. Yield and composition of milk from friesian cows grazing either perennial ryegrass or white clover in early lactation. *Journal of Dairy Research* 52:17-31.
149. TYRRELL, H.F. and MOE, P.W. 1975. Effect of intake on digestive efficiency. *Journal of Dairy Science* 58:1151-1163.
150. ULYATT, M.J. 1981. The feeding value of temperate pastures. In Morley, F.H.W. ed. *Grazing animals*. Amsterdam, Elsevier. World Animal Science. B1.pp.125-142.
151. VAN ES, A.D.H. y VAN DER HONING, Y. 1983. Utilización de la energía. In Broster, W.H. y Swan, H. comps; Orcasberro, R. tr. 1983. *Estrategias de alimentación para vacas lecheras de alta producción*. 1º edición. México. AGT. pp.52-68.
152. VAN SOEST, J.P. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. *Journal of Animal Science* 24:834-843.
153. VAN SOEST, J.P. 1982. *Nutritional ecology of the ruminant: ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plant fibers*. Ithaca. New York. Cornell University Press. 373p.
154. VAN SOEST, J.P. and MERTENS, D.R. 1984. The use of neutral detergent fiber versus acid detergent fiber in balancing dairy rations. In Monsanto Technical Symposium, Fresno, California. Publ. Nutrition Chemicals Division, Monsanto Co., St. Louis, MO. pp.75-63.
155. VAN SOEST, J.P.; ROBERTSON, J.B. and LEWIS, B.A. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polyccharoides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74:3583-3597.
156. VAN VUUREN, A.M.; VAN DER KOELEN, C.J. and VROONS- DE BRUIS, J. 1986. Influence of level and composition of concentrate supplements on rumen

fermentation patterns of grazing dairy cows. Netherlands Journal Agricultural Science 34:457-467.

157. VIGLIZZO, E. 1981. Dinámica de los sistemas pastoriles de producción lechera. 1ª edición. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 125p.
158. WALDO, D.R. 1973. Extent and partition of cereal grain starch digestion in ruminants. Journal of Animal Science 37:1062-1074.
159. WALDO, D.R. and JORGENSEN, N.A. 1981. Forages for high animal production: nutritional factors and effects of conservation. Journal of Dairy Science 64:1207-1229.
160. WATTIAUX, M.A. 1996. Alimentación con concentrados. In Esenciales lecheras. [http://babcock.cals.wisc.edu.Wisconsin](http://babcock.cals.wisc.edu/Wisconsin). 6p.
161. WATTIAUX, M.A. 1996. Composición de la leche y su valor nutritivo. In Esenciales lecheras. <http://babcock.cals.wisc.edu.Wisconsin>. 8p
162. WATTIAUX, M.A. 1996. Metabolismo de la proteína en vacas lecheras. In Esenciales lecheras. <http://babcock.cals.wisc.edu.Wisconsin>. 7p.
163. WEISS, W.P. 1993. Fiber requirements of dairy cattle emphasis NDF. In 54th. Minnesota Nutrition Conference and National Renderers. Technical Symposium. Bloomington, Minnesota (1993). pp.63-76.
164. WELCH, J.G. 1982. Rumination, particle size and passage from the rumen. Journal of Animal Science 54:885-894.
165. WELCH, J.G. and HOOPER, A.P. 1988. Ingestion of feed and water. In Church, D.C. ed. The ruminant animal. Digestive physiology and nutrition. New Jersey. Prentice Hall. pp.108-116.
166. WU, Z. And HUBER, J.T. 1994. Relationship between dietary fat supplementation and milk protein concentration in lactating cows: A review. Livestock Production Science. 39:141-155.