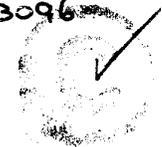


T 3096



**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**EFFECTO DEL MOMENTO DE SUPLEMENTACION CON ENSILAJE DE MAIZ
SOBRE LA PRODUCCION Y COMPOSICION DE LA LECHE Y EN EL
AMBIENTE RUMINAL EN VACAS LECHERAS HOLANDO CON PARICION DE
OTOÑO ALIMENTADAS EN BASE A PASTURA**

por

**Corina BACCHETTA GALMÉS
Soledad ETCHEGARAY PIÑEYRÚA
Inés FERREIRA RIVABEN
Cecilia LOCKHART CAMPOMAR
Lourdes POSE LEMA**

FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo
(Orientación Agrícola Lechero)

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2003**

Tesis aprobada por:

Director: _____
Pablo Chilibroste

Diego Mattiauda

Enrique Favre

Fecha: _____
25 de abril de 2003

Autor: _____
Corina Bacchetta Galmés

Soledad EtcheGARAY Piñeyrúa

Inés Ferreira Rivaben

Cecilia Lockhart Campomar

Lourdes Pose Lema

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Mario Alberto Cassinoni (E.E.M.A.C), por la oportunidad de formarnos en esta estación experimental.

A todo el personal de la E.E.M.A.C que de alguna forma colaboró con nosotras.

Al personal del tambo Ruben, Méndez, Juan, Jesús, Tanicho, Giordano y Esbré, por su colaboración para que fuera posible este ensayo, y por enseñarnos día a día todo lo que estaba a su alcance.

A Ferrari, por su interés y su constante incentivo y por prestarnos a "Cacho" quien además de significar una ayuda, fue una linda compañía.

A Marta por nunca hacerle mala cara a nuestra ropa sucia.

A Oscar "Coco" Bentancour por su constante asesoramiento en el procesamiento estadístico de los resultados.

A Chili (Ing. Agr. Pablo Chilibroste) nuestro director de tesis, por confiar en nosotras, por brindarnos esta oportunidad, y por ser un cable a tierra en los momentos críticos (y también nuestro camino a la fama en los medios de prensa).

A Francisco "Panchinton" Elizondo por exigirnos sin compasión, porque con él aprendimos cuando trabajó cada día de la etapa de campo a la par de nosotras ... y por su continuo "vamo", "vamo".

A la sexta integrante de nuestro grupo de tesis "Rosita" (Leticia Rubio), porque lo vivió con nosotras.

A nuestros amigos de la generación 2001 que nos acompañaron durante el trabajo de campo.

A Capela porque siempre, aún cuando no lo percibimos, estuvo con nosotras.

A nuestros amigos porque de una forma u otra han estado con nosotras.

A Gonzalo y Rodrigo por ayudarnos y estar cuando los necesitamos, formando parte de éste, el proceso mas importante de nuestras carreras.

A este grupo por la amistad que nos brindó, del que aprendimos a reírnos de lo que no se puede cambiar.

A nuestras familias porque su apoyo incondicional nos hizo llegar hasta aquí y porque nos han hecho saber que siempre están y que siempre estarán.

Gracias.

DEDICATORIA

A mi papá por hacerme descubrir esta hermosa carrera, a mi mamá por estar continuamente alentando con su “arriba el ánimo” y a mis hermanas (hermanos postizos “cuñados” también) por ser un apoyo constante y ayuda vital en la realización de la misma. A mis sobrinos Joaqui, Luci y el Gonchi por ser los que me permiten mantener la alegría de todos los días.

A Rodri por enseñarme a que no todo se tiene que ver de la misma forma, y por todo ese cariño.

A papá y mamá en forma de agradecimiento por todos estos años, por escucharme, acompañarme y apoyarme durante todos los días de mi carrera, a mis hermanos por bancarme, llevarme, traerme y por mucho más. A la familia grande, los que están y los que siempre estarán.

A mi mamá y mi papá por el constante apoyo en mi carrera, y en todos los momentos que (aunque desde lejos) “estuvieron”, a mis hermanitas por “estar” y por “bancarme”, en la vida montevideana. A la abuela Tunga, por tu constante preocupación y por quererme, a la abuela Isabel por preguntar siempre y quererme. A Blanca (“Blanquita”), por ser parte de mi vida y apoyarme en todo.

A mis padres por el apoyo que me brindaron durante la realización de mi carrera. A mis hermanos y cuñado por acompañarme en la vida. A Gonzalo por apoyarme en todo momento y por “bancarme” sobre todo durante la realización de la parte de campo de esta tesis.

Dedico este trabajo uno de los mas importantes de mi proyecto de vida a Papá y Mamá porque me dieron esta invaluable oportunidad, porque son mi refugio y esa fuente inagotable de amor, a mis hermanos porque cada uno de ellos forma parte de lo que soy, a mis cuñados, a Santi por enseñarme el increíble milagro de ser tía. A todos los que son mi familia, a los que se fueron pero supieron quedarse conmigo y en especial a abuela Yola quien me dejó el mejor ejemplo de luchar la vida.

ABREVIATURAS

% MS: Materia seca

AA: Aminoácidos

AG: Ácidos grasos

AGV: Ácidos grasos volátiles

AP: Asignación de pastura

BF: Base fresca

C₂: Acético

C₃: Propiónico

C₄: Butírico

CC: Condición corporal

CHO's NE: Carbohidratos no estructurales

CHO's: Carbohidratos

C.R.S: Centro regional Sur

ED: Energía digestible

E.E.M.A.C: Estación experimental Mario A. Cassinoni

ENI: Energía neta de lactación

FDA: Fibra detergente ácido

FDN: Fibra detergente neutro

GB: Grasa butirosa

H⁺: Ión hidrógeno

Kp: Tasa de pasaje

l: litros

LCG: Leche corregida por grasa

MAT: Fracción de muestra ruminal fresca

MF: Materia fresca

mg/l: miligramos por litro

MO: Materia orgánica

MS: Materia seca

N: Nitrógeno

N-NH₃: Amonio

NNP: Nitrógeno no proteico

NP: Nitrógeno proteico

PC: Proteína cruda

PCR: Peso de contenido ruminal

PFL: Peso de la fracción líquida

PFS: Peso de la fracción sólida

ppm: partes por millon

PV: Peso vivo

RDP: Proteína degradable en rumen

TMR: Ración mezcla de ingredientes

TGI: Tracto gastrointestinal

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	14
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	15
2.1	PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE	15
2.1.1	La alimentación en la producción y composición de la leche 16	
2.1.1.1	Efectos de la dieta en la producción de leche.....	16
2.1.1.2	Efecto de la dieta en la composición de la leche	19
2.1.2	Efecto de la frecuencia de alimentación en la producción y composición de la leche	23
2.2	CONSUMO	24
2.2.1	Regulación del consumo y factores que lo afectan	25
2.2.2	Efecto de la alimentación en el consumo	28
2.2.2.1	Efecto de la suplementación energética sobre el consumo de forraje.....	28
2.2.2.1.1	Sustitución.....	30
2.2.3	Efecto de la frecuencia de alimentación sobre el consumo ... 33	
2.3	CONTENIDO RUMINAL	35
2.4	FERMENTACIÓN RUMINAL.....	40
2.4.1	Introducción	40
2.4.2	pH ruminal	41
2.4.2.1	Variaciones de pH en el ambiente ruminal.....	41
2.4.2.2	Efecto del pH en la digestibilidad de la fibra	44
2.4.2.3	Efecto de la suplementación y frecuencia de alimentación en el pH ruminal.....	46
2.4.3	Concentración de N-NH3 ruminal	49
2.4.3.1	Efecto de la suplementación en la concentración de N-NH3 ruminal.....	50
2.4.3.2	Efecto del pH ruminal en la concentración de N-NH3.....	53
2.4.3.3	Variaciones diarias en la concentración de N-NH3 ruminal ..	54
2.4.4	Concentración de AGV ruminal	57
2.4.4.1	Efecto de la alimentación en la concentración de AGV ruminal.....	58
2.4.4.2	Variación de la proporción de los AGV en el rumen.....	59
2.5	HIPÓTESIS	63
3	MATERIALES Y MÉTODOS	64
3.1	LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL	64
3.2	PASTURA	65
3.3	SUPLEMENTOS	65
3.4	ANIMALES.....	65
3.5	TRATAMIENTOS.....	66
3.6	MANEJO	67
3.7	DETERMINACIONES	68

3.7.1	En la pastura	68
3.7.2	En los suplementos	70
3.7.3	En los animales	70
3.7.3.1	Mediciones productivas.....	70
3.7.3.2	Mediciones ruminales.....	72
3.8	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	75
3.8.1	Producción de leche	75
3.8.2	Ambiente ruminal	76
3.8.3	Condición corporal	78
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	79
4.1	PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE	79
4.1.1	Producción de leche	79
4.1.2	Producción AM y PM	82
4.1.3	Producción y contenido de grasa	85
4.1.4	Producción de LCG	88
4.1.5	Producción y contenido de proteína	90
4.2	RESULTADOS DE CONDICIÓN CORPORAL	94
4.3	VACIADO RUMINAL	97
4.3.1	Contenido ruminal total	97
4.3.2	Fracción sólida	101
4.3.3	Fracción líquida	104
4.3.4	Relación Líquido/Sólido	106
4.3.5	Porcentaje de Materia Seca	108
4.3.6	Concentración de N-NH₃	110
4.4	AMBIENTE RUMINAL	111
4.4.1	Resultados de muestreo de pH ruminal	111
4.4.2	Concentración de N-NH₃ ruminal	115
4.4.3	Ácidos Grasos Volátiles	120
4.4.3.1	Ácido acético.....	122
4.4.3.2	Ácido propiónico.....	123
4.4.3.3	Relación acético:propiónico.....	124
4.4.3.4	Ácido isovalérico e isobutírico.....	126
4.5	DEGRADABILIDAD	127
4.6	DISPONIBILIDAD DE LA PASTURA	130
4.7	DISCUSIÓN GENERAL	133
5	CONCLUSIONES	136
6	RESUMEN	138
7	BIBLIOGRAFÍA	140
8	ANEXOS	149

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Diseño para vaciado ruminal.	75
Cuadro 2 : Producción promedio de leche total de los tratamientos por semana (litros/día).	79
Cuadro 3: Producción promedio de leche AM de los tratamientos por semana (litros/ordeño).	82
Cuadro 4: Producción promedio de leche PM de los tres tratamientos según semana (litros/ordeño).	83
Cuadro 5: Producción promedio de leche PM por tratamiento (litros/ordeño). ..	85
Cuadro 6: Porcentaje promedio de grasa de los tratamientos para cada semana.	86
Cuadro 7: Producción de grasa promedio de los tres tratamientos para cada semana (kg).	87
Cuadro 8: Producción promedio de LCG de los tres tratamientos según semana (litros/día).	89
Cuadro 9: Porcentaje promedio de proteína de los tres tratamientos por semana.	91
Cuadro 10 : Producción promedio de proteína de los tres tratamientos por semana (Kg).	93
Cuadro 11: Coeficientes del modelo cuadrático para cada tratamiento.	94
Cuadro 12 : Comparación de los coeficientes del modelo cuadrático entre tratamientos.	94
Cuadro 13: Diferencia de los valores promedio de peso de contenido ruminal entre los tres momentos de muestreo.(Kg. BF)	98
Cuadro 14: Valores promedio de los pesos del contenido ruminal para los tres momentos de muestreo según tratamiento. (Kg) BF.	99
Cuadro 15: Diferencia entre distintos momentos de muestreo de los PFS del contenido ruminal promedio de los tres tratamientos (Kg.).	101
Cuadro 16: Valores promedio de los PFS del contenido ruminal para los tres momentos según tratamiento. (Kg)	102
Cuadro 17: Valores promedio de los PFL del contenido ruminal para los tres momentos de muestreo según tratamiento. (Kg.)	105
Cuadro 18: Relación líquido/sólido del contenido ruminal para la media de los tratamientos según momento de muestreo.	107
Cuadro 19: Porcentaje de materia seca promedio de la fracción sólida del contenido ruminal, según tratamiento.	108
Cuadro 20: Porcentaje de materia seca de la fracción sólida del contenido ruminal, promedio de los tratamientos según momento de muestreo.	109
Cuadro 21: Porcentaje de materia seca de la fracción sólida del contenido ruminal, según momento de muestreo por tratamiento (%).	110
Cuadro 22: Concentración de N-NH ₃ (mmol/l) promedio según momento de la fracción líquida del contenido ruminal.	110

Cuadro 23: Diferencia entre momentos de muestreo de las concentraciones de N-NH ₃ de la fracción líquida del contenido ruminal, promedio de los tres tratamientos (mg/l).....	111
Cuadro 24: pH promedio de todos los momentos de muestreo según tratamiento.....	112
Cuadro 25: PH según momento de muestreo, para el promedio de los tratamientos.....	113
Cuadro 26: N-NH ₃ promedio de todos los momentos de muestreo según tratamiento (mmol/l).....	116
Cuadro 27: N-NH ₃ según momento de muestreo, para el promedio de los tratamientos (mg/l).....	117
Cuadro 28: Concentración ruminal promedio de AGV por tratamiento (mmol/l) y relaciones molares.....	121
Cuadro 29: Disponibilidad de la pastura (Kg MS/ha) promedio por tratamiento según semana de muestreo.....	130
Cuadro 30: Disponibilidad de la pastura por semana y por tratamiento según fracción (KgMS/ha).....	131
Cuadro 31: Disponibilidad de la pastura (Kg MS/ha) promedio de los tres tratamientos según semana.....	132
Cuadro 32: Disponibilidad de la pastura (Kg MS/ha) por potrero y por parcela según fracción.....	132

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: Resultados estadísticos para las variables de producción de leche.	150
ANEXO 2: Resultados estadísticos para las variables composición química de la leche.	150
ANEXO 3: Producción de leche total según tratamiento por semana (litros/día).	150
ANEXO 4: Producción de leche diaria promedio de cada tratamiento durante todo el período experimental.	150
ANEXO 5: Producción de leche AM según tratamiento por semana (litros/día).	151
ANEXO 6: Producción de leche AM diaria promedio de cada tratamiento durante todo el período experimental.	151
ANEXO 7: Producción de leche PM según tratamiento por semana (litros/día).	151
ANEXO 8: Producción de leche PM diaria promedio de cada tratamiento durante todo el período experimental.	151
ANEXO 9: % Grasa según tratamiento por semana.	152
ANEXO 10: % de grasa promedio de cada tratamiento para todo el período experimental.	152
ANEXO 11: Producción de LCG según tratamiento por semana (litros/día).	152
ANEXO 12: Producción diaria de LCG promedio para cada tratamiento en todo el período experimental.	152
ANEXO 13: % Proteína según tratamiento por semana.	153
ANEXO 14: % de proteína promedio según tratamiento en todo el período experimental.	153
ANEXO 15: Fecha de partos y días de lactancia al 20 de mayo.	154
ANEXO 16: Promedio de los días de lactancia según tratamiento.	155
ANEXO 17: Valores promedio de CC para cada tratamiento según semana.	155
ANEXO 18: Calendario del experimento.	155
ANEXO 19 : Resultados estadísticos de las variables de vaciado ruminal.	155
ANEXO 20: Resultados estadísticos para las variables pH y amonio de los muestreos de líquido ruminal.	156
ANEXO 21: Relación líquido/sólido promedio del contenido ruminal según momento de muestreo, por tratamiento.	156
ANEXO 22: Porcentaje de MS de la fracción sólida del contenido ruminal, según momento de muestreo por tratamiento.	156
ANEXO 23: Valores promedio de concentración de amonio (mmol/l) por tratamiento según momento, de la fracción líquida del contenido ruminal.	157
ANEXO 24: Valores promedio de porcentaje de amonio, por tratamiento según momento de muestreo, de la fracción líquida del contenido ruminal (%).	157

ANEXO 25: Evolución de la concentración de amonio promedio de los tres tratamientos según momento de muestreo (ppm).....	157
ANEXO 26: pH por tratamiento según momento de muestreo.....	158
ANEXO 27: Valores promedio de pH y N-NH3 según tratamiento.....	158
ANEXO 28: Diferencia de los valores promedio de pH y N-NH3 entre tratamientos.....	158
ANEXO 29: N-NH3 por tratamiento según momento de muestreo.....	159
ANEXO 30: Peso vivo individual y promedio de las vacas fistuladas.....	159
ANEXO 31: Resultados estadísticos para las determinaciones de AGV.....	159
ANEXO 32: Concentración ruminal de ácido acético por momento de muestreo según tratamiento (mmol/l).....	160
ANEXO 33: Concentración de ácido propiónico por momento de muestreo según tratamiento (mmol/l).....	160
ANEXO 34: Concentración de ácido butírico por momento de muestreo según tratamiento (mmol/l).....	161
ANEXO 35: Concentración ruminal de ácido butírico por momento de muestreo según tratamiento.....	161
ANEXO 36: Concentración de ácido isobutírico por momento de muestreo según tratamiento (mmol/l).....	162
ANEXO 37: Concentración de ácido isovalérico por momento de muestreo según tratamiento (mmol/l).....	162
ANEXO 38 : Desaparición de MS (gramos) según hora de muestreo por tratamiento para la fecha del 12/6 al 17/6.....	163
ANEXO 39 : Porcentaje de degradabilidad según hora de muestreo por tratamiento para la fecha del 12/6 al 17/6.....	163
ANEXO 40 : Desaparición de MS (gramos) según hora de muestreo por tratamiento para la fecha del 26/6 al 1/7.....	163
ANEXO 41 : Porcentaje de degradabilidad según hora de muestreo por tratamiento para la fecha del 26/6 al 1/7.....	164
ANEXO 42: Rechazo de la pastura en Kg MS/ha promedio para cada tratamiento por semana.....	164
ANEXO 43: Rechazo de la pastura (Kg MS/ha) promedio por tratamiento según semana.....	165
ANEXO 44: Rechazo de la pastura en Kg MS/ha promedio para cada semana.....	165

FACULTAD DE AGRONOMIA


 DEPARTAMENTO DE
 INVESTIGACIONES
 BIOLÓGICAS
 BIBLIOTECA

1 INTRODUCCIÓN

Los sistemas pastoriles de producción de leche presentan como principal componente a la pastura en la alimentación de las vacas en producción. Cuanto mayor es la proporción de las pasturas en la dieta de los animales menor es el costo de producción por litro de leche y mayores los márgenes para competir en una coyuntura internacional que tiende a fijar el precio de la leche a la baja. Grupo de lechería del C.R.S y de la E.E.M.A.C, (2001).

Sin embargo durante otoño e invierno la disponibilidad de las pasturas es limitada y los nutrientes que éstas aportan no son suficientes para que el animal ingiera una dieta balanceada, por lo que alguna forma o tipo de suplementación energética es utilizada. La adición de un ingrediente en particular debe responder estrictamente al déficit de la base forrajera.

En nuestros sistemas de producción lechero el uso de reservas forrajeras como ensilajes, son generalmente los mas utilizados por su relativo bajo costo y la posibilidad de generarlo dentro de los mismos.

Dada la necesidad de optimizar la eficiencia en el uso de los recursos asignados para la producción de leche, se vienen llevando a cabo experimentos con tal objetivo. Actualmente ya se ha podido determinar el mejor momento para la sesión de pastoreo, para vacas lactando suplementadas con ensilaje de maíz.

Surge después la necesidad de evaluar en que momento es mejor suplementar a los animales para obtener mejores respuestas productivas. Por tal motivo se planteó este ensayo con los siguientes objetivos:

- evaluar el efecto del momento de suplementación con ensilaje de maíz sobre la producción y composición de la leche (proteína y grasa) en vacas lecheras.
- evaluar el efecto del momento de suplementación con ensilaje de maíz sobre las características del ambiente ruminal en vacas lecheras (pH, N-NH₃ y AGV).
- evaluar el efecto del momento de suplementación con ensilaje de maíz sobre el contenido ruminal (PCR, PFL, PFS y %MS) en vacas lecheras.

2 REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE

La producción de leche atañe, básicamente, a la secreción de grasa, proteínas y lactosa en concentraciones que varían en términos absolutos y relativos.

La producción total de leche depende, principalmente, de la cantidad secretada de los constituyentes osmóticamente activos más importantes: lactosa y sales. La síntesis de proteína y de grasa se llevan a cabo en forma muy independiente. En consecuencia la concentración de lactosa en la leche es relativamente constante pero la concentración de proteína y aún más particularmente la de grasa, varían ampliamente. Oldhman et al., (1983).

La composición de la leche en nuestro país es importante, debido a que el precio que recibe el productor está relacionado con el contenido total de

sólidos, grasa y sólidos no grasos. Los valores promedio de los diferentes componentes de la leche según Rearte, (1992) bajo sistemas pastoriles son: Minerales 0.7%, Lactosa 4.6%, Proteína 2.9%, Grasa 3.2-3.3%.

2.1.1 La alimentación en la producción y composición de la leche

La producción y composición de la leche se ven afectadas por factores no nutricionales y nutricionales. Dentro de los factores nutricionales la dieta afecta la producción y composición de la leche básicamente a través de su contenido, tipo de energía y proteína. Oldhman, (1983).

2.1.1.1 Efectos de la dieta en la producción de leche

En un ensayo realizado por Raddiccione et al. (1993) con vacas Holando pastoreando pradera convencional, con tres tratamientos: sólo pastura (T1), suplementado con afrechillo de trigo (T2) y con expeller de citrus (T3) encontraron que suministrando suplementos energéticos (T2 y T3) aumenta la producción de leche, grasa y proteína con respecto al tratamiento sin suplementar.

Según Bruni et al., (1994) los concentrados energéticos aumentan la producción de leche pero, en condiciones corrientes de explotación, con una participación de los concentrados energéticos en la dieta inferior al 30 %, el tipo de concentrado tiene poco efecto en la producción de leche, grasa y proteína.

En un experimento realizado por Stockdale, (1997b), a 24 vacas, se les ofreció 20 kg MS/ vaca/ día de trébol blanco suplementadas con ensilaje de maíz: sólo, con semilla de algodón, cebada o urea. Los rendimientos en producción de leche de las vacas suplementadas fueron mayores a los de las

vacas sin suplementar, sin embargo, no hubieron diferencias entre los tratamientos suplementados. Ninguna otra variable de producción fue influenciada por los tratamientos. Además se observó que la producción de leche en vacas suplementadas solamente con ensilaje de maíz no fue significativamente diferente a la de vacas no suplementadas.

Los efectos positivos del ensilaje de maíz sobre la producción de leche se deben a mejoras en la eficiencia de conversión de la energía digestible en leche, más que a aumentos en la energía consumida. (Tyrrel et al., 1970). Citados por Rearte, (1992).

En trabajos donde se comparó la suplementación con ensilaje de maíz con la de ensilaje de pastura se observó que el ensilaje de maíz, incluido como 25% de la dieta, permitía mayores producciones de leche, grasa, proteína y lactosa que los ensilajes de pastura, aún cuando ambos suplementos tuviesen similar digestibilidad de la MS y se lograsen iguales consumos de energía digestible (ED). Bryant et al., (1974). Citado por Rearte (1992).

Ruggia et al., (2002) trabajando con vacas Holando, en lactancia temprana sobre praderas plurianuales con diferentes horarios de pastoreo (T1: 7 a 11 hs. vs. T2: 11 a 15 hs.) y suplementación con ensilaje de maíz (15 kg a las 17 hs.), no encontraron diferencias en la producción de leche para los distintos tratamientos.

Resultados similares encontraron Gorlero et al., (1999) cuando suplementaron con ensilaje de maíz a razón de 4 kg de MS/vaca/día y durante el ordeño 7 kg de MF/vaca/día de concentrado a vacas lecheras en diferentes horarios de pastoreo (T1: 8 hs. de acceso a la pastura comprendidas entre el ordeño AM y PM; T2: de 8 a 12:30 hs. y de 18 a 20 hs.; T3: 12:30 a 14:30 hs. y

16 a 20hs.) en donde no encontraron diferencias en producción de leche entre los tratamientos.

En un experimento realizado por Stockdale (1996), en donde se evaluaron dos asignaciones de pastura de trébol blanco (19 vs. 39 kg MS/vaca/día) en combinación con dos niveles de ensilaje de maíz (0 vs. 4.4 kg MS/vaca/día) no se encontraron diferencias significativas en la producción de leche para la pastura de alta asignación con y sin suplementación. En cambio si encontró diferencias en producción de leche cuando la asignación es baja siendo mayor la producción cuando se suplementa.

La respuesta marginal de suplementar con ensilaje de maíz de 0.8 kg de leche /kg MS para vacas a las cuales se les ofreció una baja asignación de trébol blanco en este experimento, es una respuesta típica. Cuando las vacas consumen pasturas mixtas perianuales las respuestas marginales del ensilaje de maíz son menores que para el caso anterior.

Bartesaghi et al., (1996) en un experimento donde evaluaron dos niveles de oferta de pastura (8 kgMS/vaca/día y 12 KgMS/vaca/día), dos tipos de ensilaje (maíz y trigo) y tres niveles de suplementación con concentrado (3, 6 y 9 kg/vaca/día), concluyeron que a menor presión de pastoreo aumenta la producción de leche, LCG, el % de proteína y lactosa y que el % de grasa no varía. Los contenidos de grasa, proteína y sólidos totales no fueron diferentes entre ambos tipos de ensilaje. Pero el ensilaje de maíz tuvo mayores producciones en Kg/v/día de todos los componentes, debido a la mayor producción de leche observada con este tipo de ensilaje.

2.1.1.2 Efecto de la dieta en la composición de la leche

Químicamente los componentes de la leche que mas se afectan a través de la dieta son la proteína y la grasa butirosa. El componente que más varía es la grasa, siguiendo luego la proteína. Rearte (1992).

Según Rearte, (1992) los efectos de la suplementación con concentrados sobre la composición de la leche dependerán de la cantidad suplementada, del tipo de concentrado utilizado, de la forma de suministro y de las características de la dieta base a suplementar.

Para este autor la contribución del forraje al mantenimiento del porcentaje de grasa butirosa de la leche, reside en su contenido de fibra. El efecto mejorador de la fibra sobre la síntesis de GB se debe a su composición química, una mezcla de celulosa y hemicelulosa como principal substrato fermentecible, y a su estructura física.

Fisher et al., (1996) reportaron evidencias de aumentos en el contenido de grasa en la leche, en respuesta de suplementar vacas en pastoreo con concentrados fibrosos (Meijs, 1986; Valk et al., 1990; Van Vuuren et al., 1986). Sin embargo, el último autor citado encontró que no había evidencias de algún efecto del tipo de suplemento en las características de la fermentación ruminal en vacas lecheras en pastoreo, que expliquen el aumento de grasa en la leche.

En una comparación entre suplementación con una mezcla de concentrados almidonosos (trigo, cebada y mandioca) y una mezcla de concentrados fibrosos (pulpa de remolacha, pulpa de citrus y afrechillo de trigo) se obtuvieron mayores concentraciones de grasa butirosa en leche con ésta última alimentación. El mayor contenido de fibra de esta dieta, favoreció la

producción de ácidos grasos lipogénicos en rumen, lo que explica la mayor síntesis de GB. (Sutton et al., 1984). Citado por Rearte (1992).

Concuerta con Rearte (1992), el cual menciona que la suplementación con almidones fácilmente fermentecibles produce mayores niveles de leche de menor contenido graso, mientras que las otras dietas es decir la de un concentrado con almidón de baja degradabilidad como el maíz o con alto contenido de fibra ocasionan menores producciones de leche pero de mayor contenido graso.

Meijs (1986), citado por Rearte (1992), suplementó con concentrados energéticos, almidonosos o fibrosos en niveles no superiores al 30% de la dieta, a vacas lecheras pastoreando raigras de alta calidad. Dio como resultado que la suplementación con concentrados fibrosos mejoró la producción de leche, y aunque la concentración de grasa no se vio incrementada, sí aumentó la producción diaria de grasa butirosa.

Maekawa et al., (2002) a partir de resultados experimentales concluyen que el % de grasa en la leche tiende a aumentar linealmente con el incremento en la proporción de ensilaje de cebada cuando éste representa el componente fibroso de la dieta, mientras que el % de lactosa se relaciona inversamente con el aumento del ensilaje.

Según Rearte, (1992) los efectos de la suplementación con ensilajes en el contenido graso de la leche pueden ser variables, pero generalmente están inversamente relacionados a los efectos sobre la producción de leche. Cuando el ensilaje es de mejor calidad que el forraje, el porcentaje de grasa disminuye o se mantiene inalterado.

La alta degradabilidad de la proteína de las pasturas generará excesos de N no utilizados por el animal y la adición de un suplemento como el ensilaje de maíz de bajo contenido proteico pero rico en energía contribuirá a atenuar el desbalance nitrógeno-energía que se da en los animales con pastura solamente. Trabajos realizados en Argentina, muestran el efecto balanceador que el ensilaje de maíz tiene sobre la pastura consumida, y que se traduce principalmente en aumentos en el contenido graso de la leche. Rearte et al., (1990 b). Citado por Rearte (1992).

La respuesta a la suplementación en nuestros sistemas pastoriles, en términos de contenido proteico de la leche, dependerá de la cantidad y calidad de pastura disponible para los animales. Cuando ésta no es limitante, la suplementación con concentrados provocará altos niveles de sustitución sin que se mejore el plano nutricional de las vacas, no obteniéndose en consecuencia respuesta productiva. En caso contrario, si la disponibilidad de pastura es limitante, o el forraje ofrecido no es de alta calidad, los animales estarán en un cuadro de subnutrición energética, lo que hará que el suministro de granos mejore no solo la producción de leche, sino también su contenido proteico (Rook et al., 1960). Citado por Rearte (1992).

En un experimento realizado en la EEMAC, Mattiauda et al., (1993), citados por Bruni, (1994) con pastoreo de avena complementado o no con afrechillo de trigo, encontraron que éste último aumentó la proporción de la proteína en la leche de 3.1 a 3.6 % una explicación de este incremento notable, es que la disponibilidad energética producida por el almidón y la fibra del afrechillo haya sincronizado bien con las concentraciones de amoníaco ruminal.

En cuanto a la suplementación proteica Paquay et al., (1973) y Gordon (1977), opinan que la cantidad de proteína ofrecida en la dieta tendrá efectos

sobre la concentración proteica de la leche sólo cuando la subnutrición proteica sea severa.

Sólo cuando las pasturas tienen un contenido proteico inferior a 12-14% suelen aparecer limitaciones de compuestos nitrogenados a nivel ruminal, que afecten la actividad bacteriana, la digestibilidad de la dieta e incluso el consumo por parte del animal (Elizalde, 1990). Citados por Rearte, (1992).

2.1.2 Efecto de la frecuencia de alimentación en la producción y composición de la leche

Cuando el nivel de forraje en la dieta es alto (mayor a 50%) no se han observado beneficios claros de cambios en la frecuencia o momento de suplementación. (Nocek, 1987). Citado por Chilibroste (1998b).

Los efectos de la frecuencia de alimentación en la producción de leche encontró que en la mayoría de los trabajos no se obtuvieron aumentos en la producción de leche al aumentar la frecuencia de alimentación. (Gibson, 1984). Citado por Dhiman et al., (2002).

Dhiman et al., (2002) en un experimento que realizaron con distintos tipos de concentrado de grano de maíz con diferentes procesamientos y con diferentes frecuencias de alimentación (una o cuatro veces al día) de los mismos, no encontraron diferencias en la producción de leche y en la LCG, al variar las frecuencias de alimentación. La producción de grasa, el contenido y rendimiento de la proteína, la lactosa y la urea en la leche no fueron afectadas por el aumento de la frecuencia de alimentación de 1 a 4 veces por día.

Por el contrario, Rearte et. al., (1992) evaluaron los efectos de la forma de suministro del ensilaje de maíz sobre el consumo, la fermentación ruminal y la producción y composición de la leche en vacas en pastoreo. Para estas últimas variables se observó que al aumentar la frecuencia de suministro de ensilaje, aumenta la producción de leche mientras que el tenor proteico y el tenor graso no se ven afectados.

A modo de resumen, se podría decir que la producción y composición de la leche son fuertemente afectadas por el tipo y características de la dieta suministrada y por la proporción de cada componente dentro de la misma.

El efecto de la suplementación energética en vacas lecheras bajo pastoreo varía según el tipo de fuente de energía. Concentrados del tipo almidonosos provocan aumentos en la producción de la leche con menores tenores grasos y mejoras en el tenor proteico.

Concentrados del tipo fibrosos como el ensilaje de maíz generalmente provocan aumentos en la producción de leche y para el % de grasa, los resultados son contradictorios.

La inclusión en la dieta hasta un 30% de suplementos energéticos, en la mayoría de los casos, produce un aumento en la producción de leche, producción de grasa y proteína.

No se han encontrado claros beneficios al aumentar la frecuencia de alimentación con concentrados.

2.2 CONSUMO

La cantidad de alimento que un animal puede consumir es, en forma individual, el factor más importante en la determinación de la performance animal. La productividad de un animal dada cierta dieta, depende en más de un 70% (Waldo, 1986) de la cantidad de alimento que pueda consumir y en menor proporción de la eficiencia con que digiera y metabolice los nutrientes consumidos. Chilibroste, (1998a).

Según Grovum, (1993) la producción animal puede ser mejorada mediante el aumento del consumo de alimentos o logrando que sean más eficientes la digestión y el metabolismo.

2.2.1 Regulación del consumo y factores que lo afectan

Los factores que afectan el consumo se pueden dividir en inherentes al animal (como por ejemplo etapa de lactancia, producción de leche), inherentes al alimento (como por ejemplo composición de la dieta, composición química) y los inherentes al manejo y al ambiente (como por ejemplo frecuencia de alimentación). El control del consumo de forraje bajo pastoreo es un proceso complejo en el que intervienen múltiples factores interdependientes. Chilibroste, (1998a).

Según Chilibroste, (1998a) cuando los animales están consumiendo forrajes como principal componente de la dieta “el llenado” o “regulación física” ha sido el mecanismo más comúnmente aceptado como primer limitante al consumo de materia seca. La teoría de la regulación física del consumo establece que el animal puede consumir hasta que el “nivel de llenado del rumen”, produce una distensión de las paredes ruminales suficiente para activar los receptores mecánicos, quienes enviarán información al sistema nervioso central, que una vez procesada, señalaría el cese del consumo. La presión sobre las paredes del rumen es aumentada por el consumo de materia seca y aliviada por dos procesos simultáneos y competitivos: degradación del contenido ruminal a cargo de la microflora fermentativa y pasaje de las fracciones insolubles. Una vez que la presión sobre la pared ruminal es aliviada por el efecto combinado de estos dos procesos, el estímulo sobre los receptores desaparece y el consumo puede reiniciarse.

Diferentes factores pueden predominar en la finalización de las comidas durante un periodo de 24hrs. (Gill et al., 1994). En vacas en producción consumiendo forraje, las limitaciones físicas han sido propuestas como las mayores limitantes para obtener un alto consumo de materia seca (Mertens, 1994). Citado por Chilbroste (1998a).

En un experimento realizado por Soriano et al., (2000) con 36 vacas en lactancia media, suplementadas con 6 Kg/g de MS de grano con alta humedad, 6 Kg/g de MS de grano molido seco, 6 Kg/g de MS de grano molido fino o 4 Kg/g de MS de grano húmedo, en iguales cantidades 2 veces por día, se registró el menor consumo de materia seca, combinado con una disminución en la producción de leche observada en las primeras semanas del experimento. Esto sugiere que las vacas en alta producción cesan el pastoreo antes de consumir la cantidad de nutrientes requeridos para mantener la producción de leche. El menor consumo de materia seca puede ser el primer factor limitante de la producción de leche cuando las vacas están pastoreando pasturas de alta calidad comparando cuando consumen una ración mezcla de ingredientes (TMR).

En los últimos años, factores tales como la presión osmótica en el líquido ruminal (Grovm, 1987) y/o la concentración de AGV en animales consumiendo forrajes frescos de buena calidad (Van Vuuren, 1993) y/o la acumulación de productos de la fermentación incompleta de compuestos nitrogenados en ensilajes de pastura (Gill et al., 1988; Os, 1997) han ganado aceptación para explicar los bajos consumos de nutrientes observados en esas condiciones.

En un experimento realizado por Chilbroste et al., (2000) se evaluó el efecto de diferentes períodos de rebrote de raigrás después de cortado (6, 9, 16, 22, y 30 días), en el consumo de vacas en producción. Los valores mas

altos de FDN del pool ruminal (medidas en el día 30) fueron por debajo de los umbrales de 1.1 a 1.2 % del peso corporal descrito por Mertens (1994) para la capacidad de llenado de vacas en producción. Esto sugiere que la FDN es un valor independiente el cual no es una señal recibida por las vacas para que terminen la sesión de pastoreo.

En general una relación fue observada entre la cantidad de infusión de AGV y la reducción del consumo de materia seca, lo que sugiere que un leve aumento por encima de los niveles basales debería reducir el consumo de materia seca.

Según Grovum, (1993) se ha intentado separar las señales probables de saciedad en las que limitan los consumos de forraje (factores físicos) y otras que limitan los consumos de dietas ricas en concentrados (factores fisiológicos o químicos).

No resulta clara la base científica para esta separación porque no existen experimentos en los que se demuestre que la distensión del retículo-rumen es más eficaz para limitar los consumos de forrajes que los de dietas concentradas o que el contenido en ácidos grasos volátiles del rumen es más eficaz para limitar los consumos de concentrados que de forrajes.

Forbes, (1995) citado por Chilibroste, (1998a) ha sugerido que múltiples factores no excluyentes pueden ser los responsables de un nivel sub-óptimo de consumo de materia seca en rumiantes, mas que factores individuales mutuamente excluyentes.

La estrecha asociación entre la naturaleza de la dieta consumida (características nutricionales de la materia orgánica ingerida) y la población microbiana (tamaño y actividad metabólica) es la que va a determinar la efectividad de la degradación del alimento (tasa y extensión de la digestión) así

como la tasa de pasaje, ambos procesos fuertemente relacionados con la capacidad de consumo del animal. Chilibroste, (1998a).

2.2.2 Efecto de la alimentación en el consumo

2.2.2.1 Efecto de la suplementación energética sobre el consumo de forraje

El pasto es considerado un alimento desbalanceado; interesa en particular que la liberación de energía y nitrógeno durante la fermentación en el rumen no se equilibra en cada momento con las necesidades de los microorganismos ruminales (Cammel et al., 1983). Citado por Rodriguez et al., (1990).

Cuando no existe limitación de pastura, generalmente el consumo total de MS es menor con la combinación ensilaje/pastura, que con pastura solamente. Sin embargo, ocasionalmente la suplementación con ensilaje en pastoreo, provoca mayores consumos total de MS que el que podría predecirse de los consumos de cada forraje separadamente. Esto se puede explicar debido a que los alimentos se complementan corrigiendo el desbalance entre energía y proteína. Rearte, (1992).

Bargo et al., (2002) realizaron un experimento en donde se estudió el efecto de la suplementación con concentrados y con dos asignaciones diferentes de pastura. El consumo de MS y ENI fue significativamente menor en las vacas sin suplementar lo que sugiere que vacas lecheras de alta producción en pastoreo, necesitan energía suplementada para alcanzar su potencial genético para consumo y producción de leche.

Según Raddiccione et al. (1993), en un ensayo donde se evaluó el efecto en la suplementación de vacas lecheras en pastoreo, suplementadas con afrechillo de trigo o expeller de citrus, los rangos de necesidades de PC y FDN estarían cubiertos, un mayor consumo de MS y por lo tanto un mayor consumo de energía podrían explicar el aumento en la producción de leche de vacas suplementadas.

Sin embargo, Caton et al., (1997) realizando una revisión sobre la influencia de la suplementación energética en rumiantes en pastoreo encontraron que el consumo y la digestibilidad pueden disminuir o no ser afectadas por la suplementación energética. En algunos casos, bajos niveles de suplementación energética aumentan la utilización del forraje consumido en pastoreo. Reducciones en el pH ruminal a menudo es citado como la mayor causa en la reducción de la digestión de la fibra, pero no siempre explica reducciones en el consumo y la digestibilidad asociada con suplementación energética.

En acuerdo con el autor anterior, (Thomas et al., 1986; Van Vuuren et al., 1986; Valk et al., 1990; Visser et al., 1990; Valk, 1993) sugieren que suplementos con altos niveles de almidón pueden deprimir el consumo voluntario de forraje. En vacas lecheras en pastoreo o consumiendo forraje fresco (suministrado cortado), Khion et al., 1987; Meijs 1986; Stakelum et al., 1988; Valk 1993 y Van Vuuren et al., 1987, reportaron aumentos en el consumo de forraje como resultado de suplementar con concentrados fibrosos. Citados por Fisher et al., (1996).

En el experimento llevado a cabo por Fisher et al., (1996) en donde se evaluó el efecto de suplementar con grano de cebada y con un suplemento de

pulpa de remolacha, a vacas pastoreando raigrás, los resultados sugieren que no hay diferencias significativas entre los distintos efectos que tienen en el consumo de forraje y en la producción de leche suplementos de origen fibroso con suplementos de fuente almidonosa, en vacas lecheras paridas en verano. Observan, además, que es posible aumentar el consumo de forraje ofreciendo suplementos fibrosos. Los mismos citan que la literatura relacionada a los efectos del tipo de suplemento. fibra vs. almidón. en vacas en pastoreo son contradictorios.

2.2.2.1.1 Sustitución

El uso de suplementos es un factor importante que afecta la respuesta, del forraje ofrecido, en la producción de leche, el consumo de forraje y la utilización del mismo. (Meijs et al., 1984). Citado por Virkajärvi et al., (2002).

Caton et al., (1997) realizando una revisión sobre la influencia de la suplementación energética en rumiantes en pastoreo encontraron que el consumo y la digestibilidad pueden disminuir o no ser afectadas por la suplementación energética, puede existir sustitución o adición al suplementar, que ocurra una u otra de las dos situaciones depende de factores como la cantidad y calidad de la pastura y las demandas de producción.

La tasa de sustitución se define como la reducción en el consumo de pastura por kilo de suplemento consumido (Kellaway et al., 1993). Citado por Bargo et al., (2002).

Cuanto menor es la tasa de sustitución, mayor es la respuesta en producción de leche obtenida por kilo de suplemento. Bargo et al., (2002).

Según Stockdale, (1996) los animales, la pastura y los factores de suplementación afectan la tasa de sustitución, incluyendo la asignación de pastura (AP), cantidad de concentrado, digestibilidad de la pastura, propiedades químicas y físicas del concentrado y etapa de lactancia (Kellaway et al., 1993). Entre estos factores, la cantidad de pastura ofrecida por vaca diariamente o AP tiene un efecto mayor en la tasa de sustitución. La tasa de sustitución es mayor en altas asignaciones de pastura (Meijs et al., 1984; Stakelum, 1986; Grainger et al., 1989; Robaina et al., 1998).

En un experimento realizado por Stockdale, (1996) se evaluaron dos asignaciones de pastura, trébol blanco (19 vs. 39 kg de MS/vaca/día) en combinación con dos niveles de ensilaje de maíz (0 vs. 4.4 kg de MS/vaca/día), durante la estación de otoño. Cuando el ensilaje de maíz fue suministrado (4.4 kg de MS/vaca/día), aumentó el consumo total, esto ocurrió en la menor asignación, ya que no existió sustitución de la pastura por parte del suplemento, en comparación a cuando se ofreció una alta asignación de pastura. El mejor retorno de la suplementación sobre pastura en vacas lecheras ocurre cuando las vacas están subalimentadas. Al aumentar la asignación de pastura, el retorno del suplemento disminuye. En parte esto se deba al aumento de la sustitución provocada por el suplemento sobre la pastura.

El nivel de sustitución de la pastura por un suplemento aumenta al aumentar la disponibilidad de la pastura establecido claramente por (Meijs et al., 1984; y Grainger et al., 1989). Citados por Stockdale (1996).

La sustitución por parte del suplemento es eventualmente probable porque el alimento tiende a ser menos eficiente para propósitos productivos en altos planos de nutrición, que cuando las vacas son alimentadas a un menor nivel de calidad, al aumentar los niveles de alimentación disminuye la digestibilidad (Schneider et al., 1975; Lindgren 1981; Coppock 1985). Citados por Stockdale, (1996).

Estudios realizados por Hannah et al., (1989); Zorrilla-Rios et al., (1989); Vanzant et al., (1990); citados por Caton et al., (1997), encontraron que la suplementación con grano reduce la digestibilidad de la materia seca en todo el tracto digestivo y la digestibilidad de la materia orgánica. Otros no han encontrado aumentos o efectos en la digestibilidad en el tracto digestivo en respuesta a la suplementación con grano (Kartchner, 1981; Krysl et al., 1989; Del Curto et al., 1990; Freeman et al., 1992; Matejorsky et al., 1995; Branine et al., 1995). Citados por Caton et al., (1997).

Caton et al., (1997), citan a Sanson et al., (1990) quienes obtuvieron en un experimento resultados sobre el consumo de forraje en donde las reducciones en el mismo están asociadas con la suplementación con maíz. atribuible a su contenido de almidón.

Por otro lado Horn et al., (1987); Paterson et al., (1994) opinan que al suplementar con una fuente de energía proveniente de material fibroso generalmente tiene un menor efecto negativo en el consumo de forraje que al suplementar con una fuente de carbohidratos provenientes del almidón y puede resultar en un aumento en el consumo total.

Meijs (1986), citado por Rearte (1992), suplementó con concentrados energéticos, almidonosos o fibrosos en niveles no superiores al 30% de la dieta, a vacas lecheras pastoreando raigras de alta calidad. El concentrado fibroso

provocó una menor sustitución sobre las pasturas, aumentando el consumo de ésta, lo que explica el mayor consumo de energía por parte de las vacas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Van Vuuren (1986), citado por el mismo autor, utilizando los mismos tipos y niveles de concentrados también en vacas pastoreando raigras de alta calidad.

Los concentrados energéticos, como el ensilaje de maíz, tienen un importante efecto en el consumo de materia seca, produciendo una alta tasa de sustitución de forraje, al compararlo con otro, (ensilaje de raigrás). (Faverdin et al, 1991; citado por Dewhurst et al., 2001). Según Dixon et al., (1999) ésta puede darse por efectos asociativos negativos en el rumen de vacas en pastoreo suplementadas con concentrados, lo que puede estar relacionado a reducciones en el tiempo de pastoreo cuando vacas en pastoreo son suplementadas. (McGilloway et al., 1996; Bargo et al., 2002).

En un experimento realizado por Stockdale, (1997b) en el que se ofreció 20 kg MS/ vaca/ día de trébol blanco suplementadas con ensilaje de maíz sólo, con semilla de algodón, cebada o urea; los niveles promedio de sustitución a lo largo de todos los suplementos, fue de 0.36 kg de reducción en el consumo de MS de la pastura por cada kg de MS de suplemento consumido. Contrario a esto, Hume et al., (1986) escribieron que los concentrados que son mas rápidamente degradados, como los granos de cereales procesados, tienen un mayor efecto en sustitución, mientras que los que se degradan mas lentamente, como las proteínas, tienen menos efecto.

2.2.3 Efecto de la frecuencia de alimentación sobre el consumo

Johnson, (1976), citado por Dhiman et al., (2000) reportó que alimentando con más frecuencia el ganado aumenta la eficiencia de la utilización del alimento en el rumen, estimula el consumo y resulta en aumentos de producción de leche.

Sin embargo, Dhiman et al., (2002) en un experimento que realizaron con diferentes procesamientos de grano de maíz y a diferentes frecuencias de alimentación (una o cuatro veces al día), concluyen que el aumento de la frecuencia de alimentación no tiene efectos en el consumo de materia seca por parte de las vacas mientras tanto la digestibilidad de FDN aumentó un 19 % cuando se aumentó la frecuencia de alimentación de 1 a 4 veces por día.

A modo de resumen se podría decir que la cantidad de alimento que un animal pueda consumir es uno de los factores mas importantes en determinar la performance animal. La suplementación de pasturas puede ser un factor que permita un incremento en la producción animal.

Al suplementar con concentrados energéticos a vacas con una dieta base, rica en proteína como son las pasturas templadas de alta calidad, se corrige el desbalance nutricional y se produce un aumento en el consumo total.

Otro efecto que puede tener el suplemento sobre el consumo de la pastura es la sustitución, que ocurra uno u otro depende de la cantidad y calidad de la pastura al igual que el tipo de suplemento.

Generalmente un aumento en el consumo de MS esta asociado con bajas asignaciones de pastura lo inverso sucede a altas asignaciones.

En cuanto al tipo de suplemento, el ensilaje de maíz, al ser un suplemento fibroso en la mayoría de los casos tiene efectos positivos sobre el consumo de forraje.

Para la frecuencia de alimentación los resultados obtenidos en diferentes ensayos son contradictorios.

2.3 CONTENIDO RUMINAL

Cuando los animales están consumiendo forrajes como principal componente de la dieta el “llenado” o “regulación física” ha sido el mecanismo más comúnmente aceptado como primer limitante al consumo de MS. Chilibroste, (1998a).

Esta regulación fue comprobada por un experimento realizado por Chilibroste (1999), con dos largos de ayuno (1.65 y 2 hs) y la presencia o ausencia de material sintético indigestible en el rumen, donde la inclusión de material inerte antes del pastoreo redujo significativamente el contenido ruminal total, líquido, MS, MO, y amonio ruminal. Altos niveles de amonio así como el total del contenido ruminal pueden estar involucrados en el control del tiempo de pastoreo en este trabajo.

El contenido ruminal no es estable a lo largo del día, reflejando con cierto retraso el patrón de consumo. Los valores máximos y mínimos de contenido ruminal se dan a la noche y a la mañana respectivamente (Chilibroste et al., 1987; 1988). Chilibroste, (1998b).

Según Owens et al., (1993), el ganado vacuno posee un volumen líquido medio del rumen de 48 l o del 15 al 21 % de su peso corporal, aumentando éste cuando aumenta el nivel de consumo de alimentos. A modo de ejemplo, un animal con 500 kg de PV que consume 10 Kg de MS (2% de su PV) tendría un volumen de rumen igual al 15 % de su peso corporal, es decir 80 l.

El porcentaje de MS en el contenido ruminal puede oscilar desde menos del 7 % hasta más del 14% del peso fresco del rumen, un animal de 500 Kg supondría un contenido ruminal de sustancia seca del 12.5 % de su peso fresco. El nivel de forraje de la dieta altera el contenido de la sustancia seca en el rumen con valores medios de 11.8, 12.3 y 12.8 para dietas con el 100, 50 y 0 % de concentrado respectivamente. Owens et al., (1993).

Chilibroste (1999), obtuvo pesos promedio del pool de MS del rumen después del pastoreo de 139 g/Kg de PV. Éstos fueron menores que los observados por Van Vuuren et al.,(1991), que en promedio fue 163 g/Kg. De todos modos los tamaños del pool de MS del rumen, observados fueron menores que los valores reportados para dietas incluyendo una alta proporción de concentrados (>40%).

Existen evidencias experimentales de que las vacas no pudieron incrementar el % de MS del rumen más de 12.5%. La consecuencia práctica de esta observación es que cuando el contenido de MS se acerca a determinados umbrales, la única alternativa posible para que las vacas aumenten el contenido ruminal es incrementando el volumen del rumen. Chilibroste, (1999).

Resultados del tamizado de la materia fresca sugieren que la masticación durante la comida fue relativamente baja y parece que las vacas requieren un periodo de rumia para incrementar los contenidos de materia seca ruminal y lograr una fracción soluble disponible para los microorganismos. Chilibroste, (1999).

El bajo contenido de MS en el forraje consumido por las vacas en pastoreo, puede jugar un rol en el bajo porcentaje de MS observado. De Visser et al.(1993), trabajando con una mezcla de material húmedo (33-39% MS),

reportaron porcentajes de MS del rumen de 12-13 %. También el ensilaje asignado por Bosch et al., (1992), tuvo un 45% de MS y el % de MS del contenido ruminal fue 10 - 11%. Citado por Chilibroste (1999).

De acuerdo con lo anterior, John et al., (1987) citados por Kloster et al.,(1995), indicaron que el consumo de MS de forrajes frescos se correlaciona con su tenor de MS en el rango del 12 al 25 %, dado que la masticación permite una rápida liberación del líquido intracelular y su posterior absorción, el mecanismo involucrado en la regulación del consumo frente a bajos contenidos de MS no parecería ser una retroalimentación negativa por distensión ruminal sino que mas bien se relacionaría con la incapacidad de sostener una adecuada tasa de consumo.

Reis et al., (2000), en un experimento con vacas lactantes en pastoreo suplementadas con diferentes niveles de grano, registró diferencias significativas en el peso del contenido ruminal entre los tratamientos. Las vacas que consumieron solo forraje tendieron a presentar mayores pesos y volúmenes ruminales, pero mas bajos contenidos de MS ruminal respecto a las vacas que fueron suplementadas con grano. Las vacas no suplementadas consumieron mas MS de forraje. El llenado ruminal pudo haber sido limitante en el consumo de esos animales, en donde las vacas suplementadas incrementan el consumo de MS pero sustituyen la MS del forraje por la del grano.

En un experimento realizado por Chilibroste (1999), con cuatro tiempos de pastoreo (1, 1.75, 2.5 y 3.25 hs) después del ayuno nocturno, se observó que este ayuno da como resultado un decrecimiento en el tamaño, tanto como en las proporciones entre las fracciones ruminales. El tamaño total del pool ruminal fue reducido por la continua desaparición del material desde el rumen junto con la MS del contenido ruminal y la proporción en el total ruminal como

MAT (fracción de muestra ruminal fresca) las que tuvieron también disminuciones significativas.

Cuando se evaluó el efecto del largo de ayuno, la proporción del contenido ruminal presente como MAT disminuyó junto con el contenido ruminal. La mayor disminución de la MS comparado con la no MS del contenido ruminal, puede verse como una adaptación fisiológica de la capacidad ruminal, como cambios en el total de consumo de MS (Hartnell et al., 1979), o deprivaciones de consumo por horas severas. Chilbroste (1999).

Chilbroste, (1998a), obtuvo que el contenido de MS del rumen tendió a ser mayor a medida que avanzó la sesión e pastoreo, pero no se detectaron diferencias significativas en el contenido total (MS + líquido) de material en el rumen para diferentes tiempos de pastoreo. Esta aparente contradicción respondió a los cambios que se dan en el contenido de MS del contenido ruminal a medida que avanza la sesión de pastoreo.

El modelo logístico que relaciona contenido de MS del contenido ruminal con el pool total del rumen, propuesto en la tesis de Chilbroste (1999), sugiere que los cambios en el volumen del rumen con un bajo contenido ruminal es principalmente explicado por los cambios en la fracción líquida, donde la MS se hace asíntota en 0.76 kg cuando el pool total del rumen se acerca a 0. Chilbroste (1999).

Aunque los líquidos y las partículas comparten el rumen, las partículas abandonan el rumen menos rápidamente que los líquidos. Esto se debe a la colocación de las partículas en el rumen o a la filtración realizada por el omaso. Owens et al., (1993).

Chilibroste et al (sin publicar) determinaron un valor promedio de 3.4%MS para la fracción líquida para vacas consumiendo forraje fresco. Citado por Chilibroste (1999).

El valor de Kp correspondiente al líquido del rumen aumenta generalmente cuando se incrementa el porcentaje de forraje de la dieta o el consumo de pienso. Owens et al., (1993).

La baja eficiencia de masticación (disminución de tamaño de partícula) durante la comida que exhibieron los animales en pastoreo puede ser la explicación de los resultados de la fracción líquida del rumen. Para forrajes frescos la eficiencia de masticación durante las comidas puede ser mas influenciada por la tasa de consumo, que por el tipo de alimento. Bajo condiciones de pastoreo, se ha podido demostrar que las vacas fueron capaces de reducir la masticación mientras come para incrementar la tasa de consumo, especialmente después de un periodo de ayuno. Chilibroste (1999).

Según los antecedentes se puede decir que el contenido ruminal refleja con cierto retraso el patrón de consumo, donde los máximos y mínimos se dan a la noche y a la mañana respectivamente. La importancia de la determinación del contenido ruminal se debe a la implicancia que éste tiene sobre la regulación del consumo de MS por un efecto de llenado o "regulación física".

El volumen observado es dependiente del nivel de consumo de alimento y de la proporción de forraje en la dieta, determinando variaciones entre los valores presentados por los diferentes autores.

El % de MS del contenido ruminal se ha determinado en un rango de 7 a 14 %, aumentando con la proporción de forraje en la dieta, su contenido de MS y el efecto de la masticación y período de rumia requeridos para incrementarlo.

2.4 FERMENTACIÓN RUMINAL

2.4.1 Introducción

El ambiente ruminal de vacas lecheras en sistemas pastoriles se puede caracterizar por bajos valores de pH a lo largo del día, alta concentración de AGV (90 – 120 mmoles/l), baja relación acético:propiónico y altas concentraciones de N – amoniacal (90 – 140 mg/l). El ambiente ruminal observado es producto de las propiedades fermentativas del forraje y del patrón de consumo mostrado por los animales (Van Vuuren et al., 1986; Rearte et al., 1990; Mattiauda et al., 1993) más que del nivel o tipo de suplementación utilizada. Chilibroste, (1998b).

Un ambiente ruminal óptimo en su actividad celulolítica para la digestión de la fibra y síntesis de grasa butirosa es aquel que presenta un pH de 6.7 – 6.8, una concentración de NH₃ de 5.8 mg% y de AGV de 79.9 mmol/l y una relación acético:propiónico de 3.3 – 3.5. Rearte, (1992).

La vaca lechera en pastoreo presenta un patrón de consumo muy marcado (Rook et al., 1994) con dos sesiones principales de pastoreo a la salida de los ordeños. Van Vuuren et al., (1986) observaron a las 12 de la noche los máximos valores de concentración de AGV y amonio y los menores valores de pH en el licor ruminal de vacas pastoreando raigrás durante todo el día. En contraste las mínimas concentraciones de amonio y AGV se registraron

a las 8 de la mañana, reflejando que el consumo durante la noche de los animales en pastoreo es muy reducido. Chilbroste, (1998a).

2.4.2 pH ruminal

El pH es un factor determinante y un producto importante de la digestión ruminal. La relación entre el pH ruminal y el desarrollo promedio de los microorganismos según pH es un componente importante en los modelos desarrollados para estimar la utilización de los nutrientes. Veth et al., (2001).

2.4.2.1 Variaciones de pH en el ambiente ruminal

Los descensos de pH del líquido ruminal se originan con las altas concentraciones de carbohidratos solubles de los pastos en determinados momentos del día. Cuando estos carbohidratos ingeridos son fermentados por las bacterias del rumen a una tasa superior a la tasa de absorción de los AGV producidos, la concentración de estos en el líquido ruminal aumenta provocando los descensos de pH ruminal. Rearte, (1992).

Con dietas a base de concentrado, el pH del fluido ruminal suele oscilar entre 5.5 y 6.5 mientras que con dietas de forraje cabe esperar valores de 6.2 a 6.7. El pH suele ser mínimo entre ½ y 4 horas después de ingerir el alimento, reflejando el equilibrio entre las tasa de producción de ácidos, llegadas de tampones procedentes de la saliva, y presencia o liberación de tampones o bases del alimento. Owens et al., (1993).

Existen antecedentes experimentales en la EEMAC, donde se trabajó con novillos alimentados en base a raigrás en el periodo otoño invernal, suplementados con grano de maíz con diferentes procesamientos. El pH no

varía con diferentes procesamiento (entero/molido), encontrándose diferencias en el pH para los diferentes momentos de muestreo a lo largo del día, con valores de pH promedio en un rango de 6 a 6.28. En lo que respecta a las variaciones diarias del pH, se encontró que el mismo disminuyó luego de consumido el suplemento y más aun después de que los animales ingresaron a pastoreo. François et al.,(2003).

Ruggia et al., (2002), trabajando con vacas Holando sobre praderas plurianuales con diferentes horarios de pastoreo (T1:7 a 11 hs vs T2:11 a 15 hs) y suplementación con ensilaje de maíz (15 kg BF a las 17hs), encontraron que el pH disminuyó después de los momentos de mayor consumo de los animales. El pH aumentó en forma importante entre las 12 y 18 hs después de ingresar al pastoreo y luego se mantuvo constante hasta la salida del pastoreo del siguiente día. Estas autoras explican el aumento del pH durante el ayuno debido a la utilización de energía proveniente del ensilaje de maíz y el hecho de que ese valor se mantuviera durante la sesión de pastoreo por la rumia realizada.

Estudios realizados han sugerido que las fluctuaciones diarias de pH ruminal se encuentran en un rango de 0.3 a 1.2 unidades (Dado et al., 1995; Johnson et al., 1968; Robinson et al, 1986; Weimer et al, 1999.). Citados por Mouriño et al., (2001).

En los trabajos en que se contó con tacógrafos para medir tiempo de pastoreo se observó que el pH ruminal registraba sus valores más bajos cuando el animal se encontraba pastoreando. Un consumo discontinuo por parte del animal que esta en pasturas permanentemente, provocará descensos del pH ruminal a valores inferiores a lo esperado. Este cuadro de ambiente ruminal en condiciones pastoriles y al cual podríamos definir como de pseudo acidosis,

explicaría en parte el bajo contenido graso de la leche en nuestros sistemas de producción pastoril. Rearte, (1992).

En un experimento realizado por Maekawa et al., (2002), con vacas Holando, se evaluó el efecto de la proporción de ensilaje de cebada en la dieta y la alimentación de una ración mezcla en comparación con los ingredientes consumidos en forma separada. En todos los casos el pH ruminal disminuyó inmediatamente después de la comida de las 15 hs, se incrementó durante la noche y disminuyó otra vez después de la ingesta de la mañana.

Soriano et al., (2000), suplementaron 4 vacas canuladas en media lactancia, con 6 Kg. de materia seca por grano de maíz molido grueso o grano altamente húmedo en dos comidas iguales después del ordeño. Midiéndose AGV y amonio a las 0.5, 1, 2, 3 y 8 horas luego del consumo de grano durante el pastoreo, donde el pH mas bajo (5.8-5.9) fue observado a las 8 hs después de la suplementación con grano, sin obtener diferencias en los pH entre tratamientos.

En concordancia con los datos obtenidos, los autores antes mencionados citan a Van Vuuren et al, (1986), quienes encontraron el pH ruminal mas bajo a las 8 hs después de iniciado el pastoreo en vacas lactando cuando fueron suplementadas con una baja o alta concentración de almidón.

En vacas lecheras consumiendo raciones mezcla (TMR) dos veces al día, el pH ruminal puede estar en un rango de 5.5 a 6.5 (Cameron et al, 1991; Fischer et al, 1994) citados por Veth et al., (2001), y en dietas con forraje fresco, de alta calidad puede resultar en una variabilidad entre 5.6 y 6.8 en 24 hs. (Carruthers et al., 1997; Carruthers et al., 1997; Holden et al., 1994). Citados por Veth et al., (2001).

Allen, (1997), citado por Mouriño et al., (2001) resumió datos de 28 experimentos comprendiendo 106 tratamientos en vacas lecheras lactando y reportó que la media de pH varió en un rango de 5.51 a 6.6. Este señala que estos valores reflejan diferencias entre animales y entre prácticas de alimentación pero no reflejan fluctuaciones diurnas en el pH de acuerdo a la dieta, orden de alimentación, y otros factores.

2.4.2.2 Efecto del pH en la digestibilidad de la fibra

La digestión de celulosa es determinada por el pH al cual se inicia la fermentación, y la proporción de productos finales refleja gran actividad de la población de microorganismos no celulolíticos a pH menores. Mouriño et al., (2001).

El óptimo rango de pH ruminal para la digestión de la celulosa ha sido sugerido entre 6.4 y 6.8 (Erdman, 1988), citado por Carruthers et al., (1997), sin embargo éstos obtuvieron valores de pH ruminal en un experimento con vacas en lactancia temprana menores a 6 para la mayor parte del día. Éstos bajos valores de pH pueden haberse asociado con altas concentraciones de AGV observadas, con inadecuada fibra físicamente efectiva en la dieta (Allen, 1995) o con bajas capacidades buffer del forraje (Erdman, 1988). Citados por Carruthers et al., (1997).

Owens et al., (1993) afirman que la digestión de la celulosa queda inhibida con pH menor a 6 y cuando el pH desciende desde 7 a entre 5.0 y 5.5, muchos microbios del rumen dejan de multiplicarse a pesar de su capacidad para sobrevivir incluso con concentraciones superiores de H^+ .

Al igual que Russell et al., (1996), citados por Mouriño et al., (2001), que han resumido evidencia que las especies predominantes de bacterias celulolíticas del rumen no se desarrollan a pH menores a 6.0.

Sin embargo Mouriño et al., (2001) opinan que la digestión de celulosa puede ocurrir bajo condiciones in vitro a valores de pH menores a 6.0, si la fermentación es iniciada a valores de pH superiores a 6.0.

Hoover, (1986) sugiere que el pH ruminal en el rango de 5.8 a 6.2 en cortas duraciones puede causar una moderada depresión en la digestión de la fibra por el menor tiempo de exposición en el rumen. Citado por Soriano et al., (2000).

Caton et al., (1997) realizaron una revisión de datos relacionados con la suplementación energética en rumiantes en pastoreo.

Mertens, (1977) citado por estos autores, sugirió que la digestión de la fibra del forraje disminuye cuando el pH ruminal es menor a 6.7. Más tarde Ørskov, (1982) y Mould et al., (1983) indicaron que un pH ruminal menor a 6.2 reduce la actividad de las bacterias celulolíticas y la digestión de la paja. Estas revisiones citadas indicaron que depresiones en el pH ruminal pueden ser responsables de reducciones en la digestibilidad de la fibra del forraje asociado a la suplementación con grano. En el mismo trabajo Church, (1979) sugirió que rumiantes consumiendo como dieta base forraje mantienen un pH ruminal entre 6.2-6.8. mientras que aquellos consumiendo concentrados el pH varía de 5.8-6.6.

Russell et al., (1979) y Russell et al., (1980) indicaron que la población de bacterias celulolíticas disminuye cuando el rango de pH es de 5.7 a 6.2,

mientras que las bacterias fermentadoras de carbohidratos solubles persisten hasta valores de pH de 4.6 a 4.9. Citados por Caton et al., (1997).

Según la investigación realizada por Mouriño et al., (2001), bajo condiciones in vitro, a partir de la alimentación de vacas lecheras (Holando) alimentadas con una ración mezcla conteniendo ensilaje de alfalfa, ensilaje de maíz, grano de maíz, SBM, y un complemento de vitaminas y minerales, se evaluaron diferentes variaciones en el pH como resultado de la frecuencia de alimentación. Dando como resultado que la digestión de la celulosa puede ocurrir a pH menores al valor mínimo al que se desarrollan las bacterias celulolíticas, donde el grado de inhibición de la fermentación de la celulosa a pH bajos es poco dependiente del pH, siendo el pH bajo el cual se estableció el inicio de la fermentación el de mayor importancia.

Veth et al., (2001) observaron que la digestibilidad de la MS, MO, FDN, FDA, y CHO´SNE y el N disponible para los microorganismos, disminuyen en respuesta al aumentar el tiempo en el que el pH ruminal es sub-óptimo (4 hs vs. 8 y 12 hs), como consecuencia de que la fermentación ocurrió en condiciones controladas in vitro (pH 5,4 durante los diferentes períodos en que se hicieron las mediciones). En el mismo trabajo los autores citan a Hoover, (1986), quien sugirió que la cantidad de tiempo en que el pH ruminal se encuentra por debajo del pH óptimo puede ser más importante que el pH diario promedio en la disminución de la digestibilidad del alimento.

2.4.2.3 Efecto de la suplementación y frecuencia de alimentación en el pH ruminal

Raddiccione et al. (1993), en un ensayo realizado con vacas Holando pastoreando pradera convencional, con tres tratamientos (sólo pastura (T1),

suplementado con afrechillo de trigo (T2) y con expeller de citrus (T3)), obtuvieron que los valores promedio de pH variaron entre 6.4 y 6.61 y el tratamiento con suplementación con afrechillo presentó valores de pH promedio menores a 6.2, los que son considerados por debajo del óptimo para la actividad celulolítica. Estos valores críticos de pH pueden estar asociados a un mayor aporte adicional de carbohidratos rápidamente fermentecibles por parte del afrechillo de trigo (22.1% almidón, 4.8% azúcar).

Stockdale et al. (1987) citado por Caton et al., (1997), trabajando con vacas lecheras consumiendo pastura de gramínea y suplemento de 0 a 10 kg de alta concentración de energía (pellets), no han reportado reducciones en el pH ruminal.

Por otro lado Sansón et al., (1990), sugirieron que la suplementación energética con granos puede reducir los niveles de pH ruminal. Citado por Caton et al., (1997).

Sin embargo corrientemente los datos sugieren que las respuestas no son consistentes y que a veces el pH ruminal no es afectado por la suplementación con grano. Utilizando fuente energética proveniente de fibra degradable como alimento se obtienen respuestas en rendimiento de producción similares a los de si se suplementara con granos (Anderson et al., 1988). Citado por Caton et al., (1997).

Caton et al., (1997), concluyeron de la revisión que el impacto en el pH ruminal está poco definido y se piensa que está relacionado al nivel de suplementación. Sugieren también que algunos de los datos indican que la disminución de la digestibilidad del forraje asociada con la suplementación energética puede ocurrir independientemente de lo que suceda con el pH ruminal. Sólo una parte de los datos soportan la teoría de que las reducciones

de pH asociadas con suplementación energética pueden explicar reducciones en el consumo y en la digestibilidad.

La importancia del rol del pH inicial en el establecimiento de la fermentación de la celulosa, puede explicar porqué una mayor frecuencia de alimentación, designada para minimizar grandes depresiones del pH ruminal, generalmente no mejora la performance animal relativa al orden en que consume los alimentos, el cual genera grandes fluctuaciones en el pH ruminal, por ejemplo cuando la duración de las comidas son presentadas menos frecuentemente (Elimam et al., 1985; Klusmeyer et al., 1990; Noeck et al., 1985; Sabih et al., 1998). Citados por Mouriño et al., (2001).

Sin embargo en un experimento realizado por Dhiman et al., (2002), donde se evaluaron distintos procesamientos del maíz en combinación con 2 frecuencias de alimentación (una vez por día y cuatro veces al día) en la performance animal de vacas lecheras, obtuvieron como resultado que una mayor frecuencia de alimentación no provocó aumentos en el pH al no encontrarse diferencia entre tratamientos.

En vista de los antecedentes presentados para pH, éste resulta un factor determinante de la actividad microbiana a nivel ruminal. El rango de la variación diaria del pH se encuentra entre 5.5 y 6.8, existiendo diferencias entre autores al proponer el pH inicial de la fermentación o el tiempo durante el cual el pH es menor al crítico (pH = 6.2) como principal factor en determinar la disminución de la digestión de la fibra.

La suplementación con ensilaje de maíz el cual contiene CHO's rápidamente fermentecibles generalmente provocaría una disminución del pH ruminal.

Por otro lado es difícil concluir acerca del efecto de la dieta, orden de consumo de los alimentos, frecuencias de alimentación y prácticas de

alimentación en las variaciones diarias de pH, debido a la existencia de resultados variados.

2.4.3 Concentración de N-NH₃ ruminal

Los rumiantes obtienen sus aminoácidos esenciales a partir de proteína bacteriana sintetizada en el rumen y de la fracción de la proteína de la dieta que escapa a la degradación por los microorganismos ruminales. Por lo tanto los factores del ambiente ruminal que afectan la degradación de las proteínas dietarias y la síntesis de proteína microbiana son de fundamental importancia en la nutrición de los rumiantes. Astibia et al., (1984).

El amonio producido en la hidrólisis de proteínas podrá ser utilizado por las bacterias del rumen para sintetizar su propia proteína siempre que exista simultáneamente suficiente energía. Cuando en la fermentación ruminal se producen picos excesivos de NH₃, éste no es aprovechado en su totalidad por la microflora ruminal y los excedentes son excretados a través de la orina y de la leche, originando concentraciones de NNP en la misma superiores a lo normal. La pérdida de NH₃ a través de la orina en forma de urea ocasionará además un gasto extra para el animal, por la energía utilizada en la detoxificación de NH₃. Rearte, (1992).

Pasturas de alta calidad son usualmente caracterizadas por sus altas concentraciones de PC, la cual es altamente degradada en el rumen (Brzaghi et al., 1996). Esto resulta en un transporte de grandes cantidades de N-NH₃ a través de las paredes del rumen donde es convertido primariamente en urea en el hígado. Cuando el alimento son pasturas de alta calidad la relación de RDP con los CHO'SNE es casi siempre más alta que el óptimo. La mayoría de los microorganismos del rumen dependen de los CHO's y su energía la cual puede

maximizar la utilización del N-NH₃ por los microorganismos del rumen (Hoover et al., 1991). Citado por Soriano et al., (2000).

De acuerdo con los autores anteriores Carruthers et al.,(1997), citan a Uliatt et al., (1988), Van Vuuren et al., (1986 y 1991), quienes expresan que la proteína cruda en la pastura se caracteriza por su alta tasa y extensión en la degradación ruminal lo cual puede resultar en altas concentraciones de amonio en el rumen y excesiva excreción de nitrógeno en la orina.

Los rumiantes utilizan la PC de la dieta de forma relativamente ineficiente, debido ampliamente al metabolismo del N ruminal (Broderick et al., 1991). Las vacas lecheras de alta producción son alimentadas con una gran cantidad de proteína de alta calidad, y debido a que la degradación de la proteína microbiana no esta directamente unida con la síntesis de proteína microbiana, la producción de NH₃ ruminal generalmente es excesiva y existen perdidas por la excreción de N urinario. Citado por Sannes et al., (2002).

Sin embargo, no está claro si la conversión de amonio a urea tiene un costo energético de tal magnitud como para afectar el gasto energético del animal, o si durante la detoxificación del N-NH₃ existe un costo adicional atribuible a un aumento del peso y/o de la actividad metabólica del tejido visceral (Reynolds et al., 1991; Kelly et al., 1993). Citados por Di Marco et al., (2000).

2.4.3.1 Efecto de la suplementación en la concentración de N-NH₃ ruminal

Stockdale, (1997) afirma que el uso de suplementos generalmente reduce la concentración de N-NH₄ medido en líquido ruminal.

En vista de la alta degradabilidad de la proteína del forraje invernal y de primavera temprana, una formulación racional de suplementos, debería excluir la urea y considerar de interés el ensilaje de maíz y el expeler de citrus, que presentan alta digestibilidad y poca proteína degradable. Bruni et al., (1994).

La cantidad de N-NH₃ utilizada por las bacterias depende del número de microorganismos y de su tasa de crecimiento (Setter, 1982). Deficiencias de N pueden causar desacople energético, resultando en una producción continua de los productos finales de fermentación pero sin producir un concomitante crecimiento bacteriano (Russell et al., 1981). Citado por Astiñia et al., (1984).

Carruthers et al., (1997), llevaron a cabo un experimento donde se estudió el efecto, de dos dietas con pastura como principal componente que diferían en la inclusión de CHO'sNE y/o proteína, en el comportamiento del N en el rumen, para 24 vacas en lactancia temprana. En ambos tratamientos la pastura provocó un exceso de la concentración de PC ruminal degradada, y es indicado por las altas concentraciones de N-NH₃ ruminal. La reducción en el N-NH₃ ruminal con la adición de CHO'sNE en relación al testigo con una dieta compuesta sólo por pastura, ha sido observada en ambos forrajes frescos (Delow et al, 1988; Robertson y Hawke, 1965) y en la ración total mezcla (Cameron et al, 1991) como resultado de un aumento de la utilización de N-NH₃ por los microbios o de una disminución en la degradación de la PC ruminal (Cameron et al, 1991). Citado por Carruthers et al., (1997).

Mackle et al., (1999) llevó a cabo un experimento, para 15 vacas con 203 días de lactancia, pastoreando raigrás y trébol blanco suplementadas con grano de maíz o con ensilaje de pastura, resultando que NNP y urea fueron mayores en las vacas con mayor proporción de pastura en su dieta. Según Westwood et

al., (1997), citado por Mackle et al., (1999), la mayor parte del NNP es urea, y la concentración de urea en leche se usa como un indicador del consumo de proteína.

Stockdale, (1997a), realizó un experimento con 36 vacas en lactancia tardía, con una misma asignación de *paspalum dilatatum* o trébol blanco y suplementadas con ensilaje de maíz sólo, con semilla de algodón, cebada o urea. Los resultados obtenidos mostraron que los tratamientos con suplementos influenciaron la concentración de NH_4 en rumen.

Antes de la alimentación de la mañana, los niveles de NH_4 eran menores en los tratamientos con ensilaje de maíz mientras que, 4 hs. después del comienzo de la alimentación, el tratamiento sin suplementar tuvo la menor concentración de amonio y el tratamiento con urea la mayor.

Dhiman et al., (2002), en un experimento en el que evaluaron la respuesta en la performance de vacas suplementadas con maíz con diferentes tipos de procesamiento y diferente frecuencia de alimentación, indicaron que procesando el grano de maíz y suministrando maíz laminado, disminuye el NH_3 en el rumen, lo que indica que aumentó la captura de éste por los microorganismos, como consecuencia de una mayor utilización del nitrógeno en el rumen.

En un experimento realizado por Stockdale, (1996), en donde se evaluaron dos disponibilidades de pastura (19 vs. 39 Kg. MS/vaca/día) en combinación con dos niveles de ensilaje de maíz (0 vs. 4.4 Kg. MS/vaca/día) encontraron que generalmente existe menos N- NH_3 en el fluido ruminal cuando las vacas fueron suplementadas con ensilaje de maíz.

La concentración del N- NH_3 fue afectada por los distintos tratamientos, donde antes de comenzar el pastoreo de la mañana los mayores niveles de N-

NH₃ lo presentaban los tratamientos sin suplementar, mientras que 4 hrs. después del mismo los menores niveles de N-NH₃ correspondían a los animales que consumen ensilaje de maíz (independientemente de la asignación de forraje).

Reis et al., (2000), obtuvieron que la concentración de N-NH₃ ruminal disminuyó linealmente con la inclusión de la suplementación en las dietas en un experimento que realizaron con vacas lecheras en pastoreo, con diferentes niveles de suplementación con grano (0, 5 y 10 Kg de MS/día). Reducciones en el amonio ruminal con altos niveles de consumo de concentrados son probablemente debidos a la habilidad por las bacterias del rumen en utilizar grandes cantidades de amonio a causa de un incremento de la fermentación de MO. También la consecuente reducción significativa en el consumo de MS del forraje lleva a cabo una considerable disminución de la RDP.

2.4.3.2 Efecto del pH ruminal en la concentración de N-NH₃

El pH es uno de los factores ruminales considerados importantes en la tasa de dilución o tasa de pasaje de los líquidos. Un incremento en la misma modifica el tipo de fermentación ruminal (Harrison et al., 1976; Owens et al., 1977), e incrementa la síntesis de proteína bacteriana (Chamberlain et al., 1979), y la utilización de NNP. Además, las proteínas dietarias son menos degradadas en el rumen (Bull et al., 1979), elevándose en consecuencia el flujo de aminoácidos totales al duodeno (Harrison y otros, 1976). Citado por Astibia et al., (1984).

Resultados obtenidos in vitro, por Veth et al., (2001). donde la fermentación de pastura de alta calidad fue realizada con líquido ruminal bajo condiciones controladas, muestran que la cantidad de N amoniacal no se redujo

como consecuencia del bajo pH ruminal. Esto es probablemente resultado de la alta digestibilidad natural de la pastura, y por la habilidad proteolítica de los microorganismos a pH sub-óptimo ($\text{pH} < 5.4$). Wallace et al, (1997).

Astibia et al., (1984), en un ensayo con novillos alimentados con dos henos diferentes como dieta base, encontraron una gran estabilidad del pH en ambas dietas, sin observar diferencias entre tratamientos, ni en los diferentes horarios de muestreo.

Considerando que Mc Manus (1981), citado por Astibia et al., (1984), halló que una alta proporción del N se encuentra asociado a la pared celular, mientras que el resto se halla disponible en el contenido celular, y que según Mertens (1979) valores de pH de 6.4 a 7.2 no afectarían marcadamente la digestión de la fibra, podría inferirse que la degradabilidad de los componentes nitrogenados tampoco ha sido afectada por el pH en este ensayo. Con ambas dietas se alcanzó un pico en la concentración ruminal de N-NH₃ a las 4-5 horas post alimentación y luego la misma decreció.

Según Raddiccione et al. (1993), los altos contenidos de PC presentes en la pastura utilizada, de alta degradabilidad en rumen, resultaron en altas concentraciones de NH₃. Si bien el tratamiento suplementado con afrechillo de trigo (T2), presentó un mayor consumo de energía que el tratamiento sin suplementar (T1) y similar al tratamiento con pulpa de citrus (T3), los bajos pH provocados por el T2, probablemente no permitieron una mejor utilización del NH₃ por parte de los microorganismos del rumen, lo que podría estar explicando su comportamiento intermedio en producción de proteína.

2.4.3.3 Variaciones diarias en la concentración de N-NH₃ ruminal

Existen grandes variaciones a través del día en la concentración ruminal de N-NH₃, lo que sugiere que aunque las concentraciones promedio excedan el óptimo para la síntesis proteica en el rumen, podría haber periodos durante los cuales un déficit de N-NH₃ limitaría el crecimiento microbiano y de esta manera la digestión de los forrajes a nivel ruminal, Lake (1976). Citado por Astibia et al., (1984).

François et al., (2003), encontraron que a lo largo del día la concentración de amoníaco va aumentando, coincidiendo con el patrón de pastoreo de los animales donde en horas de la noche se reduciría el consumo de forraje disminuyendo la concentración de amoníaco. El procesamiento del grano fue la determinante para que la suplementación con maíz tenga efecto en la reducción del amonio. Este procesamiento hizo que se encontraran carbohidratos rápidamente fermentecibles en los momentos donde se dan mayores kd de la MS del forraje y por lo tanto mayores concentraciones de N-NH₃ (sincronización); esta sincronización permitiría una mayor captura de N por parte de los microorganismos y por lo tanto una mayor eficiencia microbiana. Además los animales suplementados con grano consumieron forraje a una tasa menor que los no suplementados ya que ingresaron a la parcela con menor apetito, explicando también los menores niveles de amonio obtenidos.

Soriano et al., (2000), en el experimento anteriormente mencionado, obtuvieron valores promedio de N-NH₃ casi 16 % menor en vacas suplementadas con grano altamente húmedo comparado con grano de maíz molido grueso. El grano altamente húmedo pudo haber tenido mayor eficiencia de fermentación por los microorganismos del rumen permitiendo una buena incorporación del N-NH₃.

En ambos tratamientos la concentración de N-NH₃ empezó a incrementarse 2 hs después de comenzado el pastoreo y 3 hs después de la

suplementación con grano, registrándose las concentraciones máximas aproximadamente 6 y 7 hs después de comenzado el pastoreo.

Otros investigadores citados por Soriano et al., (2000), observaron que la concentración de $N-NH_3$ tuvo el pico máximo 8 hs después de que el suplemento con almidón se halla consumido. En este estudio la suplementación con grano pudo haber causado dos horas de fase lag desde el inicio del pastoreo donde luego empieza a acumularse $N-NH_3$. El almidón rápidamente fermentecible del grano junto con la porción rápidamente digestible del forraje pudo haber ofrecido suficiente energía para que la población de microorganismos del rumen utilizara $N-NH_3$ temprano en la sesión de pastoreo.

Ruggia et al., (2002), obtuvieron que para ambos tratamientos los picos máximos promedio se observan dos horas después de ingerido el ensilaje de maíz, siendo 191 y 241 ppm para el T1 y T2 respectivamente, donde luego disminuyen rápidamente debido a la energía rápidamente fermentecible que le suministra el ensilaje de maíz. Para el T2 el mayor ayuno, la probable mayor concentración de MS en la pastura y el menor tiempo de rumia durante el pastoreo, provocarían una mayor pendiente para el $N-NH_3$ durante la sesión de pastoreo.

Owens (1988), citado por François, et al., (2003) citan que la absorción de amoníaco va en aumento por parte de la pared ruminal a medida que aumenta la concentración de éste, haciéndose tóxica en valores superiores a 1000mg/l. Reporta que el requerimiento de N por parte de los microorganismos del rumen se basa en el rendimiento microbiano y este último depende de la cantidad de materia orgánica fermentable en el rumen.

Varios trabajos in vitro han demostrado que el máximo crecimiento microbiano se logra cuando el nivel de amoníaco es de aproximadamente 5

mg/100ml. Mas recientemente Okorie, (1980), sugirieron que la síntesis de proteína microbiana en ovejas es máxima cuando la concentración de $N-NH_3$ alcanza aproximadamente 5 – 8 mg/100ml. Astibia et al., (1984).

A modo de resumen según los antecedentes presentados, los altos niveles de PC en los forrajes y su alta degradabilidad puede resultar en altas concentraciones de $N-NH_3$ ruminal en vacas en pastoreo.

Para algunos autores esto podría generar un costo energético debido a la excreción del N urinario, mientras que otros resultados demuestran que esta conversión no es de tal magnitud como para provocar un gasto energético de importancia para en animal.

El efecto del pH en la concentración de $N-NH_3$ no está claro, dado la controversia de los autores citados, los cuales difieren si existen efectos negativos con bajos valores de pH o que la alta degradabilidad de la proteína y la habilidad proteolítica a pH sub-óptimos serían razones para que estos efectos no se manifiesten.

La suplementación con ensilaje de maíz reduciría los niveles de $N-NH_3$ a nivel ruminal al mejorar la utilización del mismo por una contribución energética, así como por un efecto de sustitución del forraje por el mismo, determinando menores consumos de PC.

2.4.4 Concentración de AGV ruminal

La principal fuente de energía para los microorganismos ruminales son los CHO's provenientes de la dieta, obteniéndose como productos residuales de la fermentación ruminal los AGV, principalmente acético, propiónico y butírico, representando entre el 53 y 62% de la energía digestible de la dieta para el

animal (Van Es et al., 1979; Whitelaw et al., 1970). Citados por Thomas et al., (1988).

2.4.4.1 Efecto de la alimentación en la concentración de AGV ruminal

Chilibroste et al. (2000), trabajando con 4 vacas en producción con diferentes asignaciones de raigrás (5 diferentes periodos de rebrote después de cortado) encontraron que los cambios en la concentración de AGV después del pastoreo siguieron una expresión cuadrática a través del tiempo. Los máximos niveles de concentración de AGV se pudieron observar aproximadamente 110 minutos después de finalizada la sesión de pastoreo. Analizando los datos obtenidos, se observó que el amonio tuvo una mayor correlación con el consumo de materia seca que con los AGV.

El autor cita en el presente trabajo estudios en los patrones de fermentación durante la primera sesión de pastoreo en la mañana (Chilibroste sin publicar 1996), los cuales demostraron que las concentraciones de amonio en el líquido ruminal se incrementaban linealmente con el tiempo de pastoreo y con los AGV exhibiendo un plateau durante 1 hora de pastoreo, que luego se incrementa rápidamente.

Chilibroste, et al.(1998c), en un experimento con 4 tiempos de pastoreo (1; 1.75; 2.5 y 3.25 hs) después del ayuno nocturno compararon cantidades de AGV a nivel ruminal sin encontrar diferencias significativas entre éstos, antes del pastoreo y después de 1 hora de iniciado el mismo, lo que indica un retraso en la disponibilidad de los sustratos mas rápidamente fermentecibles para los microorganismos.

Soriano et al., (2000), suplementaron 4 vacas canuladas en media lactancia, con 6 Kg. de materia seca de grano de maíz molido grueso o grano

altamente húmedo en dos comidas iguales después del ordeño, sin encontrar diferencias en el total de AGV entre tratamientos. El total de AGV tendió a incrementarse, registrándose los máximos niveles entre las 4 y las 7 hs. luego de empezado el pastoreo. Las proporciones molares de AGV siguen los patrones normales de pastoreo, siendo para acético y propiónico el promedio de 66 y 19 % respectivamente sin diferencias entre tratamientos.

Con dietas a base de forraje, la disponibilidad de los carbohidratos se ve limitada por la barrera que impone la fibra con lo que es mas lenta la producción de AGV que, en combinación con una tasa constante de absorción, reduce las concentraciones absolutas de los mismos. Por el contrario las concentraciones de ácidos en el rumen son superiores con dietas ricas en concentrados debido al menor tiempo de ingestión y rumia disminuyendo la cantidad de saliva que penetra al rumen, mayor densidad energética y disponibilidad de la dieta y por último la ausencia de la acción tampón que naturalmente ejercen los forrajes en el rumen. Owens et al.,(1993).

Stockdale, (1997b), en un experimento donde se les ofreció a 24 vacas, 20 Kg. MS/ vaca/ día de trébol blanco suplementadas con ensilaje de maíz sólo, con semilla de algodón, cebada o urea, obtuvo un efecto del tratamiento en las variables del líquido ruminal donde las vacas alimentadas solamente con ensilaje de maíz o ensilaje de maíz y semilla de algodón tuvieron menor concentración de AGV que aquellos alimentados solamente con pastura.

2.4.4.2 Variación de la proporción de los AGV en el rumen

A pesar de las grandes oscilaciones en la población microbiana y de las diferencias en el consumo de alimentos, las proporciones de AGV en el rumen

se mantienen notablemente estables, con proporciones molares (moles de acetato: propionato: butirato) generalmente próximas a 65:25:10 con dietas a base de forraje y 50:40:10 cuando las dietas son ricas en concentrado. Owens et al., (1993).

La fibra de la dieta es el principal precursor del ácido acético y butírico, mientras que los CHO's fácilmente degradables (almidón y azúcares) son los principales precursores del ácido propiónico. Rearte, (1992).

Owens et al.(1993) afirman que a nivel ruminal ocurre una selección de especies amilolíticas como consecuencia de una diversificación de la población microbiana, originada por valores bajos o inestables de pH.

Dhiman et al., (2002) citan a Chen et al., 1994; Poore et al., 1993, quienes señalan que aumentando la digestión del almidón en el rumen aumenta el ácido propiónico como proporción del total de los AGV ruminales.

El ácido propiónico es el precursor gluconeogénico más importante en rumiantes y aumentando la proporción del mismo resulta en una mayor absorción de energía neta desde el rumen, aumenta la síntesis de glucosa en el hígado y la reducción en el uso de AA para la síntesis de proteína en la leche (Theurer, 1986). Citado por Dhiman et al., (2002).

Harrison et al., (1976), concluyeron que al incrementarse la producción de saliva, aumenta la tasa de recambio de la fase líquida, modificando la fermentación hacia la producción de ácido acético. Este efecto fue también descrito por Owens et al., (1979) y por Chamberlain et al., (1979) cuando agregaron fibras en dietas a base de concentrado. Citados por Astibia et al.,(1984).

Una fermentación mas acética, reflejada en las mayores relaciones acético:propiónico de liquido ruminal mejoraría el aporte de acetato a la glándula mamaria para la síntesis de novo de los AG de cadena corta. Esto se pudo comprobar analizando la composición de AG de la grasa butirosa donde se observó que existe una tendencia a aumentar la proporción de los AG de cadena corta en detrimento de los de cadena larga insaturados, con la suplementación con ensilaje de maíz. Rearte, (1992).

En el experimento realizado por Dhiman et al., (2002), encontraron que la frecuencia de alimentación no afectó en el pH ruminal, en la concentración total de AGV y en la relación acético:propiónico del fluido ruminal (suplementados con diferentes procesamientos y frecuencias de alimentación de grano de maíz).

Depies , (1994), citado por Reis et al.,(2000), reportó relaciones de C_2/C_3 en el rango de 3.3 a 3.5 para vacas lactantes pastoreando praderas mezcla de leguminosas y gramíneas, suplementadas con 6 a 8 Kg de grano por día.

François et al.,(2003), afirman que si bien la concentración total de AGV puede no afectarse por la suplementación, el incorporar granos en la dieta puede modificar la proporción molar de los AGV. A las 9 y 12 hs luego de la suplementación se encontraron los valores mínimos en la proporción de acético sin existir diferencias entre tratamientos. Para el propiónico se registraron los máximos valores de 3 a 9 hs después de la suplementación, donde un aumento del almidón en la dieta no tuvo efecto significativo en la proporción de propiónico, esta respuesta se explicó porque el efecto del almidón sobre la

proporción de propiónico se vería enmascarado por una elevada cantidad de CHO's solubles en la pastura.

En un ensayo realizado in vitro por Veth et al., (2001), se observó que existe una mayor reducción de la relación acético:propiónico cuando aumenta el tiempo (4, 8 y 12 hs) en el que el pH ruminal es menor a 5.4, ocurrida después de la exposición a pH sub-óptimo por un corto periodo (4 hs) y fue mayormente como resultado de una reducción en la concentración de acetato. El detrimento de la misma está probablemente relacionado a la disminución de la digestibilidad de la fibra. Mientras que un periodo prolongado de exposición a un pH sub-óptimo (8 a 12 hs) tuvo poco efecto posterior en la relación acético:propiónico.

Reis et al., (2000), encontraron que el pH ruminal y la concentración de AGV no fueron afectados por la suplementación con concentrados. Las concentraciones molares de C_3 aumentaron mientras que el C_2 no fue afectado por el incremento de la suplementación con grano. La relación C_2/C_3 cambió como resultado de las altas concentraciones de C_3 debidas al consumo de grano. Estos cambios eran de esperar, debido a que el C_3 es el principal producto final de la fermentación del almidón.

Englobando la información disponible, se puede afirmar que la concentración de AGV aumenta a medida que transcurre la sesión de pastoreo, donde la composición de la dieta provoca cambios en el tipo de ácidos grasos que se produce como producto residual de la fermentación ruminal. Dietas con una alta proporción de forrajes provocan una fermentación mas acética, mientras que dietas ricas en concentrados aumentan la concentración de ácido propiónico y la concentración de AGV totales. No obstante las proporciones molares de los AGV se mantienen prácticamente estables a lo largo del día.

Existen diversas opiniones acerca del efecto de la frecuencia de alimentación y el tipo de suplemento utilizado sobre los cambios que provocan en la concentración de AGV y sus proporciones molares.

2.5 HIPÓTESIS

El momento de suministro de ensilaje de maíz genera cambios en la producción y composición química de la leche.

El suministro de la totalidad del ensilaje de maíz luego de la sesión de pastoreo permite una mayor producción de leche y grasa, provocado por un aumento en el consumo de MS, respecto a suministrar la totalidad o parte del ensilaje de maíz antes de la sesión de pastoreo.

El suministro de la totalidad del ensilaje de maíz luego de la sesión de pastoreo permite una mejor sincronización energía-nitrógeno disponibles en el rumen, provocando una mayor concentración de proteína en leche, respecto a suministrar la totalidad o parte del ensilaje de maíz antes de la sesión de pastoreo.

El suministro del 100% del ensilaje de maíz antes de la sesión de pastoreo provoca un menor PCR y PFS respecto a los animales suplementados en dos comidas diarias (50% antes y 50% después del pastoreo), o con el 100% luego de la misma. Siendo este último el que presente los mayores valores en PCR y PFS.

El momento de suministro del ensilaje de maíz no tiene efectos en el PFL y en el % de MS.

El momento de suministro del ensilaje de maíz genera cambios en el ambiente ruminal. El suministro del mismo en dos comidas diarias provoca una mayor estabilidad en los parámetros del ambiente ruminal a lo largo del día (pH, N-NH₃ y AGV), respecto al suministro en una sola comida. El suministrarlo luego de la sesión de pastoreo genera menores niveles de pH, junto con mayores niveles de N-NH₃ y AGV, respecto a realizarlo antes de la misma.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El trabajo se llevó a cabo en la Estación experimental Mario A. Cassinoni, Ruta 3 Km 363, Facultad de Agronomía, Dpto. de Paysandú, (30 grados latitud sur) en los potreros 7a y 7b de la unidad de producción de leche de la EEMAC, los cuales se encuentran sobre la Unidad San Manuel, Formación Fray Bentos. Los suelos dominantes son Brunosoles Eútricos Típicos y Solonetz Solodizados Melánicos, según Carta de Reconocimientos de Suelos del Uruguay escala 1:1.000.000. La duración del experimento fue de 50 días comenzando el día 20 de mayo de 2002.

3.2 PASTURA

El ensayo se realizó sobre una pradera permanente diferenciada según potrero. En el potrero 7a se sembró el 7 de julio de 2000 una mezcla de festuca, trébol blanco y lotus, con una densidad de 10, 2 y 8 Kg/ha respectivamente, en siembra directa, fertilizada con 120 Kg/ha de 18-46-0.

En el potrero 7 b se sembró una mezcla de avena, dactilis, trébol blanco y lotus el 28 de junio de 2001, con una densidad de 10, 10, 2 y 12 Kg/ha respectivamente, bajo siembra directa. En la misma fecha se fertilizó con 100 Kg/ha de 25-33-0.

El 11 de mayo de 2002 se realizó una refertilización con 100 Kg/ha de 25-33-0.

3.3 SUPLEMENTOS

Se utilizaron como suplementos ensilaje de maíz (16 kg en base fresca por vaca por día), y concentrado CALPA 16 % sin urea, con la adición de 100 g de una mezcla de Bovigold/NaCl (60:40) de manera de alcanzar los requerimientos de las vacas en cuestión.

3.4 ANIMALES

Se utilizaron 36 vacas de las cuales 6 contaban con fístula ruminal. Las fechas de parición fueron entre el 15/3 y 15/04, presentando la totalidad de las vacas más de una lactancia. (Ver ANEXO 9)

3.5 TRATAMIENTOS

Los tres tratamientos consistieron en:

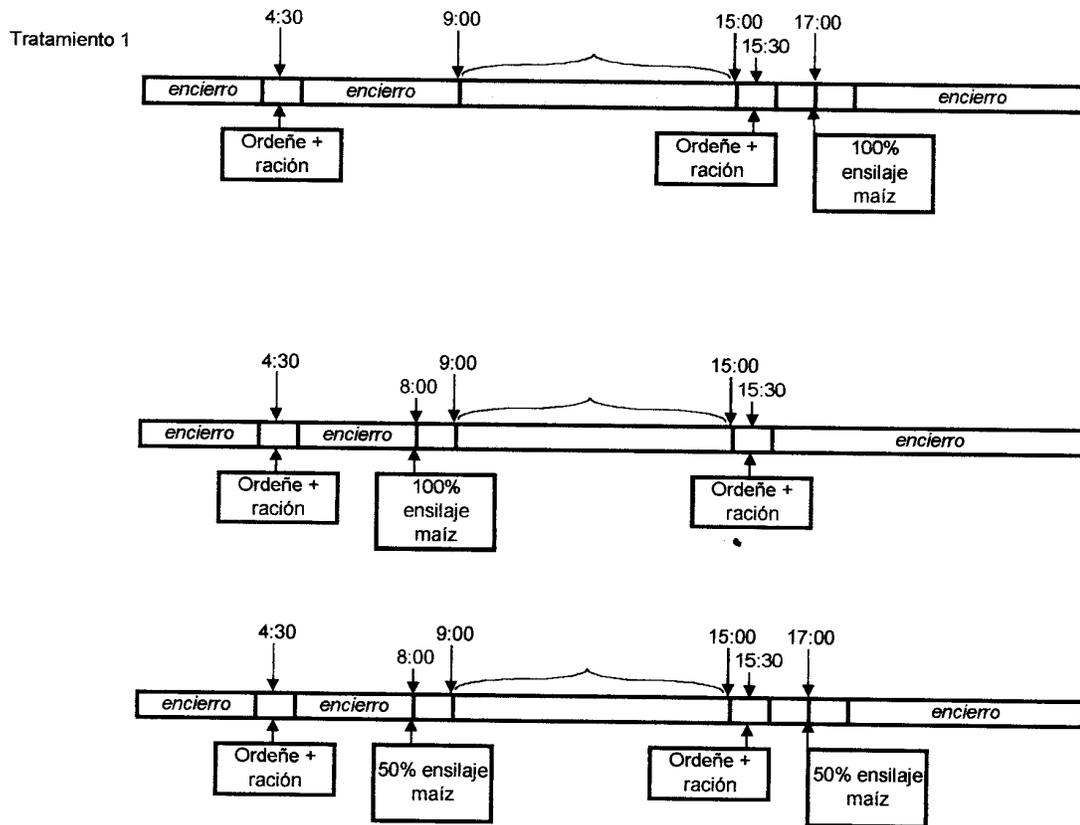
1- Pastoreo en franjas y 100% de ensilaje de maíz luego del ordeño de la tarde (17:00 hs), vacas identificadas con collar amarillo.

2- Pastoreo en franjas y 100% de ensilaje de maíz luego del ordeño de la mañana (8:00 hs), vacas identificadas con collar azul.

3- Pastoreo en franjas y ensilaje de maíz distribuido en dos veces, 50% luego del ordeño de la mañana (8:00 hs.) y 50% luego del ordeño de la tarde (17:00 hs.), vacas identificadas con collar rojo.

Los colores que corresponden a cada uno de los tratamientos antes mencionados se utilizarán para identificarlos en la presentación de los resultados.

En el siguiente esquema se representa el manejo de los tres tratamientos.



3.6 MANEJO

Los recursos asignados a las vacas de cada tratamiento fueron básicamente los mismos pero ofrecidos o combinados de diferente forma.

Las vacas fueron ordeñadas dos veces al día a las 4:30 hs. y 15:30hs, ofreciéndoles 3 kg de concentrado por vaca en cada uno de los ordeñes junto con la mezcla de minerales, para todos los animales indistintamente. El ensilaje de maíz se ofreció a todas las vacas en comederos individuales de manera de poder registrar la oferta y el rechazo de manera individual.

La asignación de forraje fue fijada en el orden de 15 kg de materia seca por vaca por día. El área de pastoreo se definió semanalmente en función de la asignación objetivo y la disponibilidad de la pastura. Cada tratamiento pastoreó en forma separada entre las 9 y las 15 hs. Los animales permanecieron juntos en los traslados y a la hora de los ordeños.

3.7 DETERMINACIONES

3.7.1 En la pastura

En la pastura cada 15 días se realizaron determinaciones de disponibilidad de forraje de manera de definir el área de las franjas (calibración). Las mismas se hicieron por el método de doble muestreo con el plato "rising plate", con cinco puntos y tres repeticiones de la escala, definidos con el plato en un área representativa de donde se desarrolló el experimento en el período correspondiente. En estos puntos se midió la altura en tres repeticiones dentro del cuadro (en diagonal, con regla, tomando como altura el punto de contacto de la hoja mas alta con la regla), cortándose material verde para definir el tamaño de la franja.

El "rising plate" mide la resistencia que ofrece la pastura al desplazamiento de un plato de aluminio, las lecturas se transforman en Kg de materia seca por ha. a partir de ecuaciones. Rinaldi et al., (1996).

Semanalmente se determinó la disponibilidad de forraje para cada tratamiento en el área que ingresaban a pastorear los animales al día siguiente. Esta área se recorrió midiendo con el "plato" 50 puntos por tratamiento en diagonal dentro de cada parcela, en la misma se eligieron al azar 6 puntos para cada tratamiento y se cortaron con cuadros al ras del suelo.

Al día siguiente de haber sido pastoreada la franja en la que se determinó la disponibilidad, también en forma semanal, se determinó el rechazo por tratamiento, mediante el corte de 12 cuadros al ras del suelo, en forma aleatoria dentro de cada tratamiento.

Las muestras tanto del disponible como de rechazo se llevaron al laboratorio determinándose su peso fresco total y de las diferentes fracciones (gramíneas, leguminosas, malezas y restos secos). Luego se colocaron en la estufa por un período de 48 horas y al terminar el mismo se pesaron nuevamente las fracciones para conocer su peso seco. Este procedimiento se realizó para el total de muestras del disponible y solo para 6 de cada tratamiento, tomadas aleatoriamente para el rechazo (en las restantes muestras solamente se midió su peso fresco y seco total).

Cada 15 días, para cada tratamiento se tomaron muestras de forraje mediante la técnica de "hand-clipping". Las mismas se tomaron al final del pastoreo y se replicó con la mano el pastoreo de cada vaca en 5 puntos equidistantes en la parcela a pastorear el día siguiente, para determinar composición química (MS, MO, CHO solubles, N, FDN y FDA).

A partir del octavo día de dosificación con alcanos (explicada en la sección 3.7.3.1) y durante 4 días se tomaron muestras de forraje por tratamiento con la misma técnica de "hand-clipping", para determinar composición química y concentración de alcanos del forraje seleccionado. Las mismas se tomaron dejando una franja sin pastoreo y tomando muestras en función de los rechazos observados para cada tratamiento. Estos resultados no fueron procesados y por tanto no se presentarán ni se discutirá información al respecto.

3.7.2 En los suplementos

Cada 15 días y durante 3 días (lunes, miércoles y viernes), se tomaron muestras representativas de los alimentos ofrecidos (ensilaje de maíz y concentrado), se midieron los rechazos en comederos y se muestrearon para posterior análisis de composición química: MS, MO, N, FDN y FDA, además de pH y N-NH₃ para el caso del ensilaje ofrecido.

Para los mismos días se midieron los desperdicios de ensilaje de maíz por tratamiento, con el objetivo de ajustar lo consumido.

Para los alimentos ofrecidos se realizaron dos muestras compuestas por semana, una para la mañana y otra para la tarde, mientras que para los rechazos se tomaron muestras individuales por animal y por día.

A partir del octavo día de dosificación con alcanos y durante 4 días se tomaron muestras de ensilaje de maíz y concentrado para la determinación de la composición química y concentración de alcanos, en estos alimentos ofrecidos.

Las muestras de ensilaje se congelaron para su conservación y posterior análisis.

Estos resultados tampoco fueron procesados y por tanto no se presentarán ni se discutirá información al respecto.

3.7.3 En los animales

3.7.3.1 Mediciones productivas.

Previo al inicio del experimento (semana 0) se determinó producción y composición de la leche, estado corporal y peso vivo de los animales.

Diariamente se midió la producción de leche en ambos ordeñes y dos días a la semana (martes y miércoles) se tomaron muestras para la composición de la misma (grasa, proteína y lactosa).

Luego de tomadas las muestras, en el laboratorio se homogeneizaron las mismas colocándolas a “baño maría” y realizando alícuotas representativas a la producción de cada ordeño (0.5 % de la producción), para hacer una muestra compuesta semanal por vaca, que se enviaron al laboratorio de INIA “La Estanzuela” para realizar análisis de composición química.

Se evaluó condición corporal al inicio del experimento y en las semanas 3, 5 y 7. (Ver ANEXO 12) También se midió el PV de los animales al principio del experimento y al final del mismo.

A partir del 24 de junio y durante doce días se dosificaron cuatro animales por tratamiento dos veces al día con una concentración conocida de alcanos. Las píldoras de celulosa preparadas para tal fin se suministraron con un dosificador en cada ordeño luego de ordeñadas las vacas, en la misma sala de ordeño. Desde el día 1 al 4 de junio inclusive se tomaron muestras de heces en el momento de realizar la dosificación. Las muestras fueron conservadas a menos de 20°C para estimar el consumo de MS de forraje y ensilaje de maíz y selectividad de los alimentos. Se hicieron muestras compuestas por turno y por animal. En el laboratorio se determinó el peso fresco de las muestras congeladas y se colocaron en la estufa retirándolas cuando se secaron completamente. Luego se pesaron y se molieron para determinar composición química.

Estos resultados no fueron procesados y por tanto no se presentarán ni se discutirá información al respecto.

3.7.3.2 Mediciones ruminales

Cada 15 días (en tres periodos, semanas 3, 5 y 7) se hicieron mediciones ruminales en las vacas fistuladas, (dos por cada tratamiento). Se tomaron muestras de líquido ruminal del saco ventral del rumen a través de un caño rígido cribado, que por dentro lleva una manguera de goma que se conecta a un frasco mediante el que se hace vacío. Las muestras fueron filtradas a través de una tela doble de lienzo (quesería) y se tomaron alícuotas para la medición de pH.

Las medidas realizadas fueron pH, AGV, N-NH₄, y presión osmótica, los días lunes con la siguiente secuencia horaria: 0; 1 ½; 3 ½; 5; 8 ½; 10; 12; 14 y 22, siendo el momento 0 el momento de ingreso al pastoreo.

De la muestra total de cada momento se tomaron tres alícuotas:

- 40 ml que se mezclaron con 2 ml de H₂SO₄ puro en un frasco, para el análisis de N-NH₃
- 20 ml de líquido ruminal con 1 ml de ácido ortofosfórico al 85% para el análisis de AGV
- una alícuota de 20 ml para análisis de presión osmótica (conservando cada frasco con su muestra correspondiente a -20°C en hielo mientras se realizaban las otras determinaciones)

Los días miércoles de la semana que se tomaron muestras de líquido se determinó la dinámica de digestión con la técnica de bolsitas "in situ" y se colocaron bolsitas porosas con 5 gramos de heno de alfalfa molido a 2 mm. Las mismas se colocaron en el rumen, todas juntas en bolsas tipo red, la cual se ató a un candado para proporcionarle contrapeso que permitía que la misma se ubicara en el saco ventral; el candado se unió a una cuerda madre que salía del tapón de la cánula. Previo a la incubación se realizó un premojado a 39°C en agua destilada durante 15 minutos, para facilitar la colonización y homogeneizar

la velocidad de contacto de los microorganismos; por otro lado se removió el material soluble así como también las pérdidas por manipuleo que no corresponden a efectos de la acción microbiana del rumen y se retiraron de a dos bolsitas por tiempo con los siguientes tiempos de incubación: 0; 4; 8; 12 ; 24; 48; y 120 hs (siendo el tiempo 0 el ingreso al pastoreo). Las bolsitas que se retiraron del rumen fueron conservadas en hielo para detener la actividad microbiana, y luego se realizaron 4 lavados mecánicos con 45 litros de agua durante 1min 30 seg. y el quinto lavado con agua destilada (1 min. 30 seg.), se dejaron escurrir durante 6 horas y se congelaron hasta que se retiró el último tiempo. Posteriormente se secaron en estufa durante 48 horas a 60° C para luego ser pesadas en balanza analíticas. El materia residual de las bolsitas se utilizó para determinar degradabilidad de la MO y FDN.

Las incubaciones se realizaron durante las semanas 3 y 5.

El vaciado ruminal se realizó para caracterizar el contenido ruminal. Se realizó en forma manual y eventualmente el líquido con un recipiente. Previo al comienzo del vaciado se tomó una muestra con el mismo procedimiento citado anteriormente (muestra de líquido ruminal), y se hicieron dos submuestras para análisis de AGV y NH₃.

El contenido se volcó en recipientes grandes (tarrinas de 80-100 l) y profundos (80 cm) de manera de conservar la temperatura. A los recipientes se les colocó un doble fondo con una rejilla y un filtro de 0,04 mm² y una tela de quesería, para separar la fracción líquida de la sólida. Luego de tener todo el contenido en el recipiente se pesaron por separado las fracciones tal cual y se tomaron dos muestras de la fracción sólida (0,3 a 0,4 kg) a las cuales se les agregó líquido ruminal para recomponer la proporción líquido-sólido del rumen, y se mantuvieron a -20°C para hacer posteriormente el análisis de composición química (MS, MO, N, FDN, FDA y lignina). Se tomó una tercera muestra de la

fracción sólida (aprox. 0.5 kg), para separar las distintas fracciones. Las muestras sólidas fueron guardadas en bolsas de nylon, las líquidas en frascos y fueron refrigeradas.

Para el vaciado ruminal se realizó un diseño de manera de trabajar con las vacas en grupos y no hacer muchos vaciados por día al mismo animal, logrando así la información completa.

Los muestreos se realizaron en 3 momentos del día (20:00, 05:00, 15:30), durante 3 días, pasando todos los tratamientos por cada hora.

Cuadro 1: Diseño para vaciado ruminal.

Momento	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
05:00		T2 V1 T2 V2	T3 V1 T3 V2	T1 V1 T1 V2
15:30		T3 V1 T3 V2	T1 V1 T1 V2	T2 V1 T2 V2
20:00	T1 V1 T1 V2	T2 V1 T2 V2	T3 V1 T3 V2	

T: n° de tratamiento

V: vaca

3.8 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento fue analizado según un diseño de bloques completos al azar. Donde las unidades experimentales, las vacas, fueron bloqueadas por número de lactancia, etapa de lactancia y producción de leche. Se realizan bloques homogéneos de tres vacas cada uno, donde cada vaca se asigna al azar a un tratamiento.

El análisis estadístico fue realizado utilizando el procedimiento Mixed del paquete estadístico SAS versión 8. En todos los casos, las medias ajustadas fueron comparadas utilizando el test de Tukey. Para todos los modelos, se modeló la autocorrelación de las medidas repetidas en cada vaca usando una estructura de covarianza autorregresiva de orden 1.

3.8.1 Producción de leche

Se realizó control lechero durante todo el período del experimento pero al encontrar diferencias importantes dentro de días se decidió analizar

estadísticamente sólo las mediciones realizadas los días que se sacaron muestras para composición química.

Las variables: producción de leche total, grasa y proteína fueron analizadas a través del siguiente modelo lineal.

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij} + \rho_k + (\tau\rho)_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : es la producción de leche

μ : es la media general

τ_i : es el efecto del i-ésimo tratamiento

β_j : es el efecto del j-ésimo Bloque

ρ_k : es el efecto de la k-ésima semana

$(\tau\rho)_{ik}$: es la interacción entre semana y tratamiento

ϵ_{ij} : es el error experimental entre vacas

ϵ_{ijk} : es el error experimental de la medida repetida (dentro de vacas)

3.8.2 Ambiente ruminal

Dentro del contenido ruminal las variables analizadas fueron: sólido, líquido y la relación líquido/sólido, a través del siguiente modelo lineal :

1) Modelo kg sólidos (contenido ruminal):

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij} + \rho_k + \delta_l + (\tau\rho)_{ik} + (\tau\delta)_{il} + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijk} : es la producción de leche

μ : es la media general

τ_i : es el efecto del i -ésimo tratamiento

ρ_k : es el efecto de la k -ésima semana

δ_l : es el efecto del l -ésimo momento

$(\tau\rho)_{ik}$: es la interacción entre semana y tratamiento

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

ε_{ij} : es el error experimental entre vacas

ε_{ijkl} : es el error experimental de la medida repetida (dentro de vacas)

Los modelos para pH y amonio corresponden a parcelas divididas en el tiempo con modelación de la estructura de autocorrelación.

Para las variables pH y amonio no existe efecto semana ni efecto de interacción tratamiento por semana, por lo que se realizó el análisis estadístico sin estos factores, determinando solamente el efecto tratamiento, momento y la interacción tratamiento por momento, correspondientes para cada variable.

2) Los modelos serian de la forma:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} + \rho_k + (\tau\rho)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : es la variable de respuesta (pH o amonio)

μ : es la media general

τ_i : es el efecto del i-ésimo tratamiento

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

ρ_k : es el efecto del k-ésimo momento

$(\tau\rho)_{ik}$: es la interacción tratamiento x momento

ε_{ijk} : es el error experimental correspondiente a la medida repetida (dentro de vacas).

3.8.3 Condición corporal

La variable condición corporal se analizó con un modelo, que muestra resultados de la evolución de la condición corporal en todo el período, utilizando también el procedimiento Mixed del paquete estadístico SAS versión 8, el cual toma a la CC como una variable continua.

Utilizándose el siguiente modelo cuadrático:

$$Y = a + bx + cx^2$$

Donde:

Y: Condición corporal

a: Intercepto

b: Pendiente de la gráfica

c: Coeficiente cuadrático

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE.

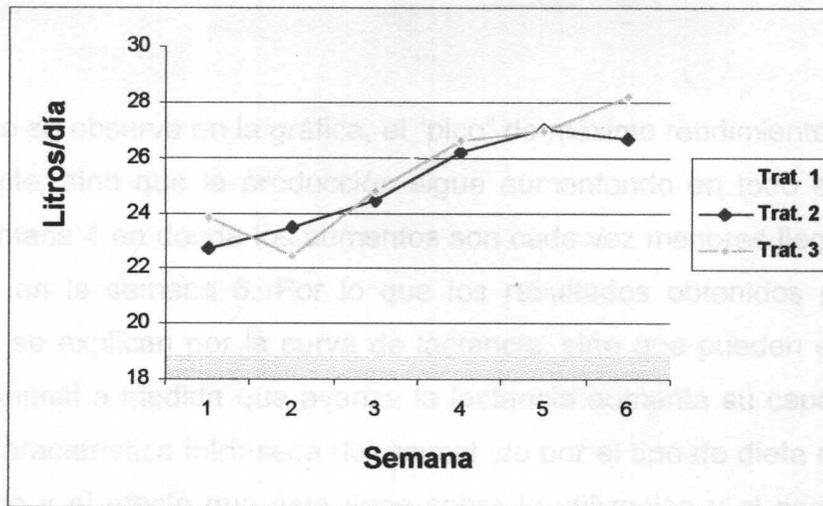
4.1.1 Producción de leche

Para los valores de producción de leche, no se encontraron diferencias entre los tratamientos. No hubieron diferencias en la producción promedio de leche para los 3 tratamientos en cada una de las semanas del experimento. Para esta variable sí se encontraron diferencias entre semanas según el análisis estadístico realizado. (Ver ANEXO 1)

Cuadro 2 : Producción promedio de leche total de los tratamientos por semana (litros/día).

Semana	Litros
1	22.25 a
2	22.50 b
3	24.78 c
4	27.30 d
5	27.49 d
6	27.83 d

Letras diferentes muestran diferencias significativas, entre semanas. Nivel de significancia $P < 0.05$.



Gráfica 1: Producción de leche según tratamiento por semanas del experimento (litros/día).

Como se observa en el cuadro, la producción de leche promedio para los tres tratamientos va aumentando, partiendo de 22.25 l para la semana 1 y llegando a una producción de 27.83 l de leche en la última semana en que se hicieron las mediciones de esta variable. La gráfica muestra la evolución de los litros de leche producidos en el experimento, se observa que los tres tratamientos siguen la misma evolución, sin encontrarse diferencias entre ellos. (Ver ANEXO 3).

Después del parto la producción de leche se eleva rápidamente hasta alcanzar un máximo entre los 35 y 50 días de lactación, (Broster et al., 1988). Al 20 de mayo, las vacas del experimento se encontraban en un promedio de 46.37 días post-parto, por lo que deberían de estar dentro del rango de días donde se da la máxima producción de leche teórica ("pico" de lactancia). (Ver

donde se da la máxima producción de leche teórica ("pico" de lactancia). (Ver ANEXO 9).

Como se observa en la gráfica, el "pico" de máximo rendimiento de leche no se cumple, sino que la producción sigue aumentando en todo el período hasta la semana 4 en donde los aumentos son cada vez menores llegando a un máximo en la semana 6. Por lo que los resultados obtenidos para esta variable no se explican por la curva de lactancia, sino que pueden explicarse porque el animal a medida que avanza la lactancia aumenta su capacidad de consumo, característica intrínseca del animal y/o por el tipo de dieta que están consumiendo y el efecto que ésta tiene sobre la utilización y el consumo del alimento.

Según Rearte, (1992) cuando no existe limitación de pastura, generalmente el consumo total de MS es menor con la combinación ensilaje/pastura, que con pastura solamente. Sin embargo, ocasionalmente la suplementación con ensilaje en pastoreo, provoca mayores consumos total de MS que el que podría predecirse de los consumos de cada forraje separadamente. A su vez, los efectos positivos del ensilaje de maíz sobre la producción de leche se originan en mejoras en la eficiencia de conversión de la energía digestible en leche, más que a aumentos en la energía consumida (Tyrrel et al., 1970, citados por Rearte 1992).

Similares efectos encontraron Bartesaghi et al. (1996), donde al suplementar vacas en pastoreo con ensilaje de trigo y ensilaje de maíz, observaron mayores producciones de leche con este último suplemento. Lo que se explica por una mayor concentración energética y menor contenido de fibra, que permitieron mayores consumos de MS y energía.

El control sobre la alimentación en éste experimento evitó la competencia entre los animales por lo que cada vaca consumió la totalidad del suplemento que se le suministró. Esto pudo haber provocado un mayor consumo total de MS resultando en una mayor producción de leche, ya que previo al experimento los animales consumían la misma dieta, pero en condiciones no controladas lo que pudo haber provocado competencia entre animales, resultando en diferente consumo de MS total por animal.

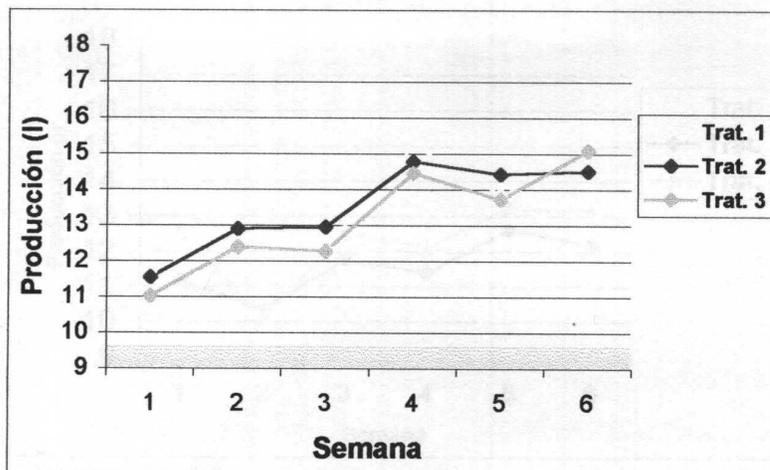
4.1.2 Producción AM y PM

Se realizó el análisis estadístico para la producción de leche AM y PM, encontrándose diferencias para la producción promedio de los tres tratamientos por semana. Se encontró una tendencia a que existan diferencias significativas entre los tratamientos para los litros producidos en la tarde. No se encontraron diferencias entre tratamientos por semana para ambas variables. (Ver ANEXO 1, ANEXO 4 y ANEXO 5).

Cuadro 3: Producción promedio de leche AM de los tratamientos por semana (litros/ordeño).

Semana	Litros
1	11.24 a
2	12.49 b
3	12.39 b
4	14.90 c
5	14.13 c
6	14.87 c

Letras diferentes muestran diferencias significativas, entre semanas. Nivel de significancia $P < 0.05$.

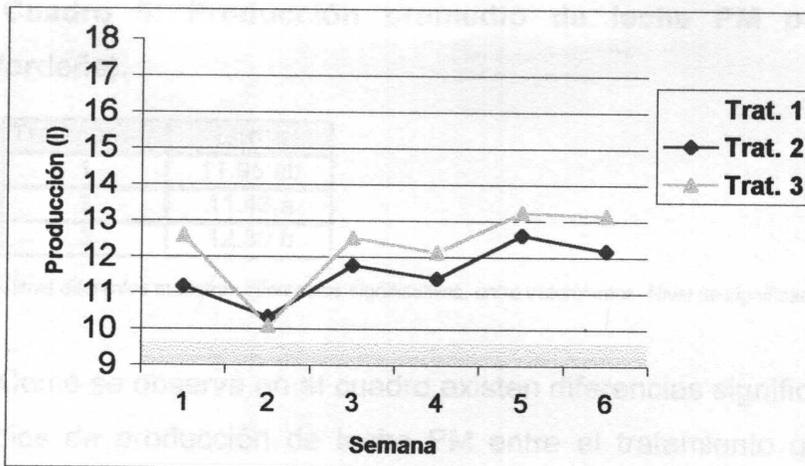


Gráfica 2 : Producción de leche AM promedio por semana según tratamiento (litros/ordeño).

Cuadro 4: Producción promedio de leche PM de los tres tratamientos según semana (litros/ordeño).

Semana	Litros
1	11.50 a
2	10.25 b
3	12.35 c
4	12.03 c
5	12.91 c
6	12.57 c

Letras diferentes muestran diferencias significativas, entre semanas. Nivel de significancia $P < 0.05$.



Gráfica 3 : Producción de leche PM promedio por tratamiento según semana (litros/ordeño).

La evolución de los litros producidos tanto en el ordeño de la mañana como en el ordeño de la tarde, siguen la misma tendencia que para producción total de leche, aumentando desde la semana 1 hasta la semana 6, desde una producción de 11.24 l llegando a 14.87 l para producción AM y desde una producción de 11.51 l aumentando hasta 12.58 l para la producción PM. La producción de leche AM fue siempre mayor que la producción de leche PM salvo en la primer semana de control.

Para la producción de leche PM en la semana 2 se observa una disminución en los tres tratamientos, lo mismo sucede pero en menor magnitud para la semana 4, no siendo así para la producción de leche total, esto se debe a que la producción de leche AM va aumentando en todo el período.

Cuadro 5: Producción promedio de leche PM por tratamiento (litros/ordeño).

Tratamiento	Litros
1	11.95 ab
2	11.48 a
3	12.39 b

Letras diferentes muestran diferencias significativas, entre tratamientos. Nivel de significancia $P < 0,05$.

Como se observa en el cuadro existen diferencias significativas entre los promedios de producción de leche PM entre el tratamiento que consume el ensilaje de maíz después del ordeño de la mañana y el tratamiento que consume mitad del suplemento luego del ordeño de la mañana y mitad luego del ordeño de la tarde, siendo mayor la producción para éste último. No se encontraron diferencias entre el tratamiento que consumió ensilaje de maíz después del ordeño de la tarde con los otros dos tratamientos.

No se tiene claro el porque de éstos resultados.

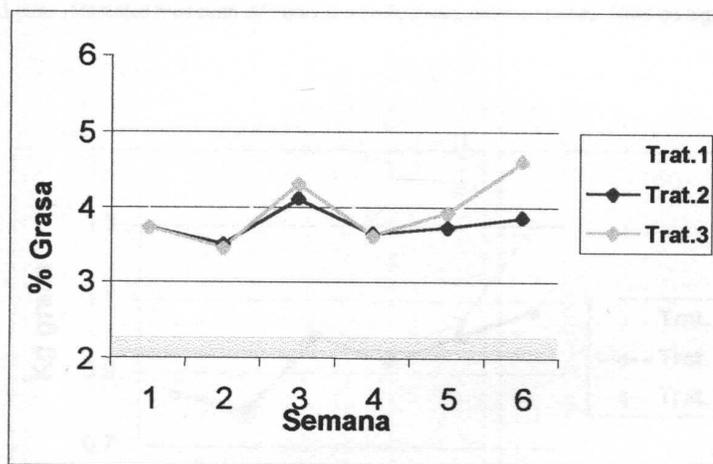
4.1.3 Producción y contenido de grasa

Para el % de grasa no existen diferencias entre tratamientos, si existen diferencias entre las distintas semanas y hay una tendencia a que los tratamientos sean diferentes dentro de cada semana para este componente de la leche. (Ver ANEXO 2).

Cuadro 6: Porcentaje promedio de grasa de los tratamientos para cada semana.

Semana	%
1	3.71 a
2	3.44 b
3	4.48 c
4	3.65 ab
5	3.82 a
6	4.48 c

Letras diferentes muestran diferencias significativas, entre semanas. Nivel de significancia $P < 0.05$



Gráfica 4: Contenido de grasa para los tres tratamientos según semana.

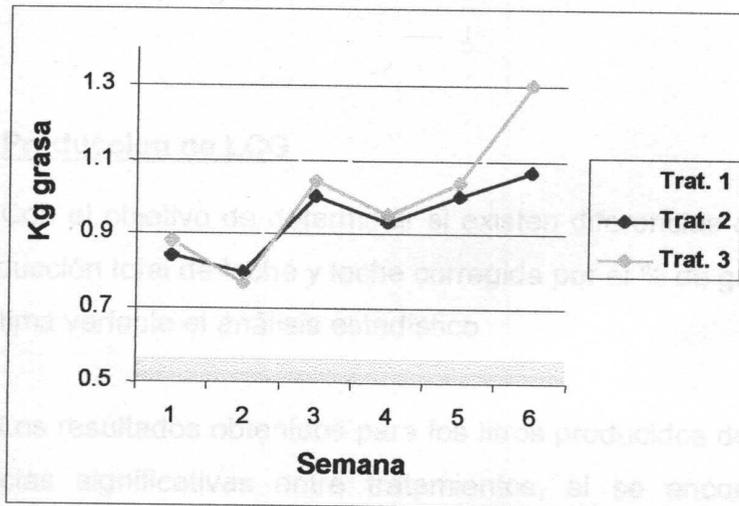
Como se puede observar en el cuadro y en la gráfica, el valor de % grasa es diferente en la semana 6 siendo mayor con respecto al resto de las semanas, observándose para éstas, valores similares.

La producción de leche en las últimas semanas no aumenta significativamente, lo que podría explicar el aumento en el contenido de grasa en la última semana del experimento.

Cuadro 7: Producción de grasa promedio de los tres tratamientos para cada semana (kg).

Semana	Kg
1	0,83 a
2	0,77 a
3	1,11 b
4	0,99 c
5	1,05 bc
6	1,25 d

Letras diferentes muestran diferencias significativas, entre semanas. Nivel de significancia $P < 0.05$



Gráfica 5 : Producción de grasa para los tres tratamientos por semana (kg).

La producción de grasa aumenta desde la semana 1 con un valor de 0,83 Kg hasta un máximo en la semana 6 de 1.26 Kg. Estos resultados, al igual que los de porcentaje de grasa concuerdan con lo encontrado por Meijs (1986), que con niveles de concentrados energéticos fibrosos no superiores al 30% de la dieta, se mejora la producción de leche y aunque la concentración de grasa no se ve incrementada si aumenta la producción diaria de grasa butirosa, ya que en este experimento el ensilaje de maíz representa el 24 % del total de la dieta.

Según Caton et al., (1997) y Meijs, (1986) al suplementar con ensilaje de maíz, éste provoca un aumento en el consumo de la pastura y en el consumo total de MS, lo que explicaría, en este experimento, el mayor consumo de energía por parte de las vacas aumenta la producción de leche y por lo tanto mayor producción de grasa.

4.1.4 Producción de LCG

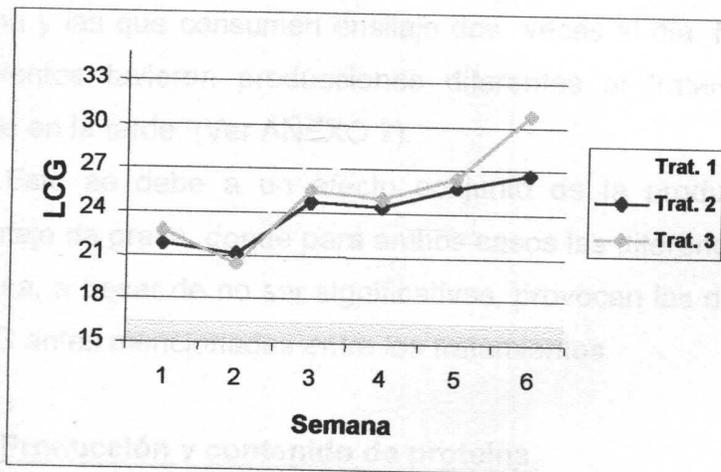
Con el objetivo de determinar si existen diferencias entre los resultados de producción total de leche y leche corregida por el % de grasa se realizó para esta última variable el análisis estadístico.

Los resultados obtenidos para los litros producidos de LCG no muestran diferencias significativas entre tratamientos, sí se encontraron diferencias significativas para el promedio de los tres tratamientos en las distintas semanas, y existe una interacción semana por tratamiento. (Ver ANEXO 1).

Cuadro 8: Producción promedio de LCG de los tres tratamientos según semana (litros/día).

Semana	Litros
1	21.22 a
2	20.53 a
3	26.59 b
4	25.85 b
5	26.79 b
6	29.99 c

Letras diferentes muestran diferencias significativas, entre semanas. Nivel de significancia $P < 0.05$.



Gráfica 6 : Producción de LCG para los tres tratamiento según semana (litros/día).

Como se observa en la gráfica, la evolución de la producción de LCG es similar a la de producción de leche, partiendo de una producción de 21.22 l al inicio del experimento y llegando a un valor máximo de 29.99 l de leche en la última semana.

Al obtener resultados en el % de grasa que nos indican que este no varió significativamente, excepto para la semana 6, el aumento de los litros de LCG se explica mayormente por el aumento en la producción de leche que por el % de grasa.

Para la semana 4 se encontraron diferencias para los litros de LCG, donde las vacas del tratamiento 1 tuvieron una mayor producción que las del tratamiento 2, sin encontrarse diferencias con el tratamiento 3. Tampoco se encontraron diferencias entre estos dos últimos tratamientos. En el caso de la semana 6 se encontraron diferencias en vacas que consumen ensilaje en la mañana y las que consumen ensilaje dos veces al día. Ninguno de estos dos tratamientos tuvieron producciones diferentes al tratamiento que consume ensilaje en la tarde. (Ver ANEXO 7).

Esto se debe a un efecto conjunto de la producción de leche y el porcentaje de grasa, donde para ambos casos las diferencias observadas en % de grasa, a pesar de no ser significativas, provocan las distintas producciones de LCG antes mencionadas entre los tratamientos.

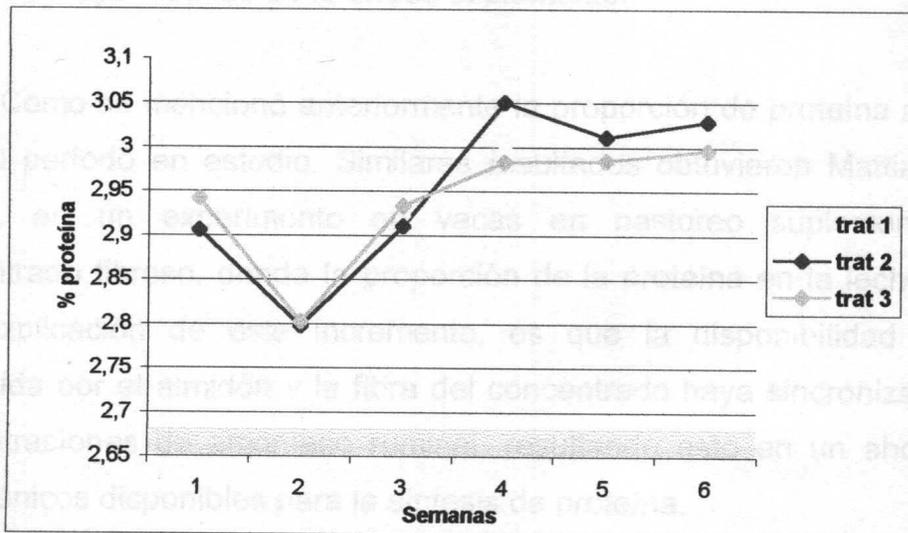
4.1.5 Producción y contenido de proteína.

Para este componente de la leche expresado en porcentaje no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, si existen diferencias entre semanas y existe una tendencia a que haya interacción semana por tratamiento. (Ver ANEXO 2).

Cuadro 9: Porcentaje promedio de proteína de los tres tratamientos por semana.

Semana	%
1	2.91 a
2	2.83 b
3	2.91 a
4	2.99 c
5	3.02 d
6	3.04 d

Letras diferentes muestran diferencias significativas, entre semanas. Nivel de significancia $P < 0.05$.



Gráfica 7 : Contenido de proteína para los tres tratamientos por semana.

En el cuadro se observa que el % de proteína disminuye para el promedio de los tres tratamientos de la semana 1 (2.91%) a la semana 2, donde se da el valor mínimo (2.83%) y luego continúa aumentando hasta la semana 6 en donde el % de proteína llega al máximo (3.04%). Esta disminución en la

semana 2 se debe a una menor disponibilidad de la pastura promedio para los tres tratamientos en comparación con el resto de las semanas. (Ver 4.6)

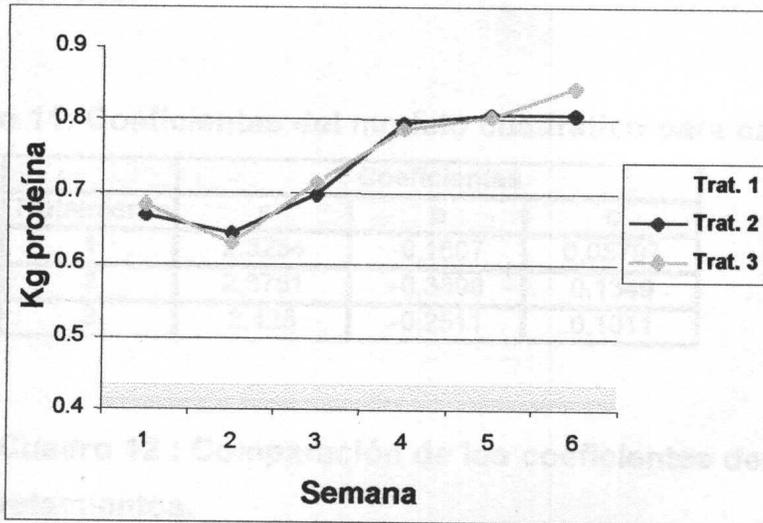
Además para esta semana se observó una tendencia a que existan diferencias entre los tratamientos 2 y 3 con un valor de 2.77% y el tratamiento 1 con un valor de 2.92%. (Ver ANEXO 8). Esto se explicaría por los resultados obtenidos por Rook et al., (1994) donde animales recibiendo suplemento en pradera de menor disponibilidad son reacios a invertir un esfuerzo sustancial en pastorear una vez que el umbral de energía requerida fue alcanzada, reduciendo la concentración de proteína. De este modo, a pesar de que el forraje ingerido fue restringido por la pradera, esta reducción en el consumo de forraje es mayor cuando se le ofrece suplemento.

Como se mencionó anteriormente la proporción de proteína aumenta en todo el período en estudio. Similares resultados obtuvieron Mattiauda et al., (1993), en un experimento en vacas en pastoreo suplementadas con concentrado fibroso, donde la proporción de la proteína en la leche aumenta. Una explicación de este incremento, es que la disponibilidad energética producida por el almidón y la fibra del concentrado haya sincronizado con las concentraciones de amoníaco ruminal, resultando esto en un ahorro de AA glucogénicos disponibles para la síntesis de proteína.

Cuadro 10 : Producción promedio de proteína de los tres tratamientos por semana (Kg).

Semana	Kg
1	0,65 a
2	0,64 a
3	0,72 b
4	0,82 c
5	0,83 c
6	0,84 c

Letras diferentes muestran diferencias significativas, entre semanas. Nivel de significancia $P < 0.05$.



Gráfica 8 : Producción de proteína para los tres tratamientos según semana (kg).

Para la gráfica de Kg. de proteína, la evolución fue igual que para la producción de leche, para todo el período. Observándose un mínimo en la semana 2 de 0.64 Kg. y un máximo en la semana 6 de 0.84 Kg.

Estos resultados se podrían explicar debido a que los suplementos energéticos ofrecen la oportunidad de restaurar el balance entre nitrógeno degradable en el rumen y energía fermentable y por lo tanto, facilitar la captura

óptima de nitrógeno degradable ruminalmente por parte de los microorganismos (Beever et al., 1986), por lo que esto podría explicar un aumento en el TGI de proteína microbiana, lo que se traduce en mayor disponibilidad de precursores para la síntesis de proteína en la leche.

4.2 RESULTADOS DE CONDICIÓN CORPORAL

A continuación se muestran los resultados de la evolución de la CC en todo el período.

Cuadro 11: Coeficientes del modelo cuadrático para cada tratamiento.

Tratamiento	Coeficientes		
	a	b	c
1	2,3254	-0,1607	0,05797
2	2,3781	-0,3898	0,1349
3	2,425	-0,2511	0,1011

Cuadro 12 : Comparación de los coeficientes del modelo cuadrático entre tratamientos.

	Pr > t
a1 - a2	ns
a1 - a3	ns
a2 - a3	ns
b1 - b2	*
b1 - b3	ns
b2 - b3	ns
c1 - c2	**
c1 - c3	ns
c2 - c3	ns

ns: diferencias no significativas

* nivel de significancia de 0.05

** nivel de significancia de 0.1

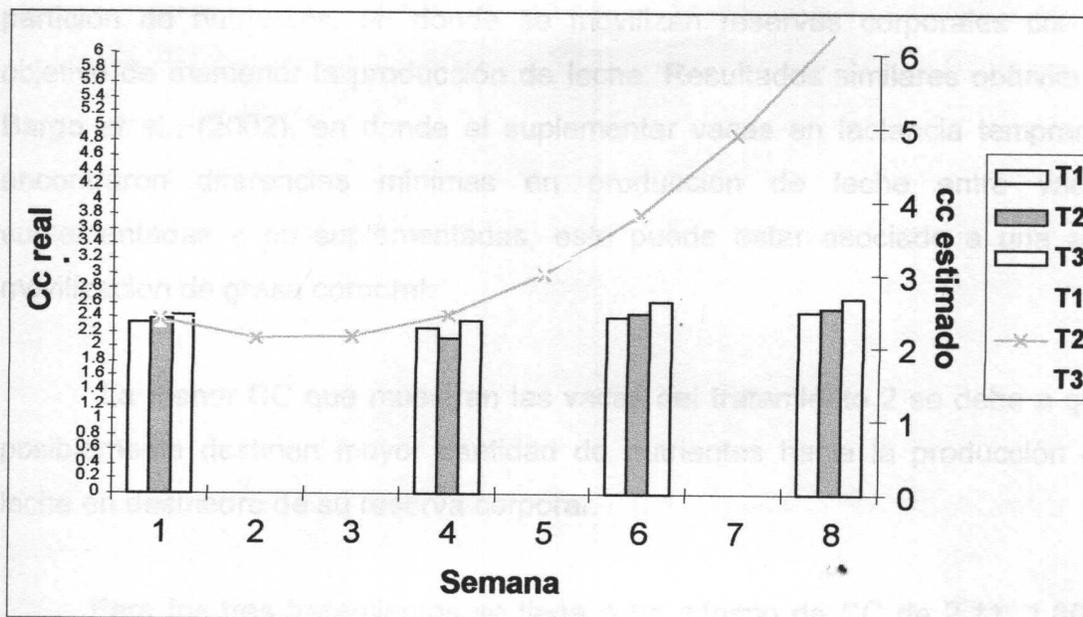
Para los distintos tratamientos no se encontraron diferencias entre los valores del intercepto (a), lo que significa que las vacas de los tres tratamientos partieron de similares CC (Ver

ANEXO 17). En el caso del coeficiente b, sólo se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento 1 y 2. Este último tiene una mayor tasa de disminución de la CC, con una pérdida de aproximadamente 2.3 Kg/día lo que corresponde a 0.58 puntos de CC, al día 10 del experimento donde se da el valor mínimo. Este valor está dentro del rango de pérdida por mes que se acepta para no tener problemas reproductivos, y productivos en la próxima lactancia.

Para los otros dos tratamientos la disminución de la CC fue de 0.21 y 0.29 para el tratamiento 1 y 3 respectivamente, sin existir diferencias significativas.

Para el coeficiente cuadrático, existe una tendencia a que los tratamientos 1 y 2 sean diferentes, siendo el mayor valor para este último. El tratamiento 1 y el tratamiento 3 no muestran diferencias para este coeficiente, como tampoco lo muestra el tratamiento 2 con éste último.

Este mayor valor de c para los tratamientos 2 y 3 significa que luego de alcanzado el valor mínimo recuperan CC más rápidamente que el tratamiento 1.



Semana 1 corresponde a semana 0.

Semana 4 corresponde a semana 3.

Semana 6 corresponde a semana 5.

Semana 8 corresponde a semana 7.

Gráfica 9: Evolución de la condición corporal para los tres tratamientos según semana.

En la gráfica se muestra la evolución de la CC para los tres tratamientos según semana, las líneas representan la evolución continua de esta variable y las barras muestran el valor real de CC por tratamiento para la semana (variable discreta). (Ver

ANEXO 17)

Las líneas continuas indican que las vacas de los tres tratamientos presentan una evolución similar de la CC en el correr de las semanas, partiendo de similares CC. (Ver Cuadro 11). Para los tres casos disminuye la CC, pero a diferentes velocidades, esta disminución se debe a que existe un cambio en la

partición de nutrientes, en donde se movilizan reservas corporales con el objetivo de mantener la producción de leche. Resultados similares obtuvieron Bargo et al., (2002), en donde al suplementar vacas en lactancia temprana, encontraron diferencias mínimas en producción de leche entre vacas suplementadas y no suplementadas, esto puede estar asociado a una alta movilización de grasa corporal.

La menor CC que muestran las vacas del tratamiento 2 se debe a que posiblemente destinen mayor cantidad de nutrientes hacia la producción de leche en desmedro de su reserva corporal.

Para los tres tratamientos se llega a un mínimo de CC de 2.11, 1.80 y 2.13, para el tratamiento 1, 2 y 3 respectivamente. La pérdida de CC no llegó a un nivel que impidiera una respuesta a la dieta suministrada. El control de la alimentación, provocó un aumento en el consumo de MS que se tradujo en una mejora en la performance animal, por la tanto la CC de los tres tratamientos aumenta hasta finalizado el período del experimento. Este aumento se explica, también, porque cambia nuevamente la partición de nutrientes, en este caso hacia el depósito de tejidos corporales, ya que al avanzar la lactancia ocurren cambios hormonales como el aumento la insulina, hormona que induce a la lipogénesis.

4.3 VACIADO RUMINAL

4.3.1 Contenido ruminal total

Para esta variable se obtuvieron valores promedio del peso del contenido ruminal total para los tratamientos 1, 2 y 3 de 16.76, 14.75 y 14 % del peso vivo respectivamente sin existir diferencias significativas entre ellos; valores

semejantes a los que menciona Owens et al., (1993), los cuales sugieren que el ganado vacuno posee un volumen líquido medio del rumen de 48 l o del 15 al 21% de su peso corporal.

En las determinaciones realizadas durante los vaciados ruminales, existen diferencias significativas en el peso del contenido ruminal, entre los momentos en que se realizaron. También existieron diferencias significativas entre tratamientos en cada momento en los que se realizaron las determinaciones.(Ver ANEXO 19).

La media para el PCR (BF) de todos los tratamientos muestra un comportamiento similar. A las 5:00 hs, se encontró el menor peso, aumentando éste para el segundo (15:30 hs) y el tercer momento (20:00 hs) respectivamente.

Cuadro 13: Diferencia de los valores promedio de peso de contenido ruminal entre los tres momentos de muestreo.(Kg. BF)

Momento	Diferencia de medias	
15:30 - 20:00	-2.645	ns
15:30 - 5:00	27.811	*
20:00 - 5:00	30.465	*

*: diferencia significativa

ns: diferencia no significativa. Nivel de significancia $P < 0.05$.

Según Chilibroste, et al.(1998b) el contenido ruminal no es estable a lo largo del día reflejando con cierto retraso el patrón de consumo, donde los valores máximos y mínimos de contenido ruminal se dan a la noche y a la mañana respectivamente.

Esto se puede observar en los resultados presentados en el cuadro anterior, donde el peso menor de contenido ruminal fue determinado en el horario de las 5:00 hs, para la media de los tres tratamientos.

Para los dos muestreos posteriores el peso aumenta con respecto al primer horario para el promedio de los tres tratamientos, debido a que todos los animales pasaron por la sesión de pastoreo y en algunos casos consumieron ensilaje, resultados que concuerdan con lo expresado por Chilbroste et al. (1998c), donde el tamaño del pool ruminal se incrementa linealmente con el tiempo de pastoreo.

Para el segundo y tercer momento no se encontraron diferencias significativas entre ellos para la media de los tratamientos.

Cuadro 14: Valores promedio de los pesos del contenido ruminal para los tres momentos de muestreo según tratamiento. (Kg) BF.

Tratamiento	Momento					
	05:00		15:30		20:00	
1	65.50	a	81.52	a	98.10	a
2	55.22	b	94.40	b	85.39	b
3	57.76	ab	85.99	ab	86.36	b

Letras diferentes muestran diferencias significativas, entre tratamientos para un mismo momento. Nivel de significancia $P < 0.05$.

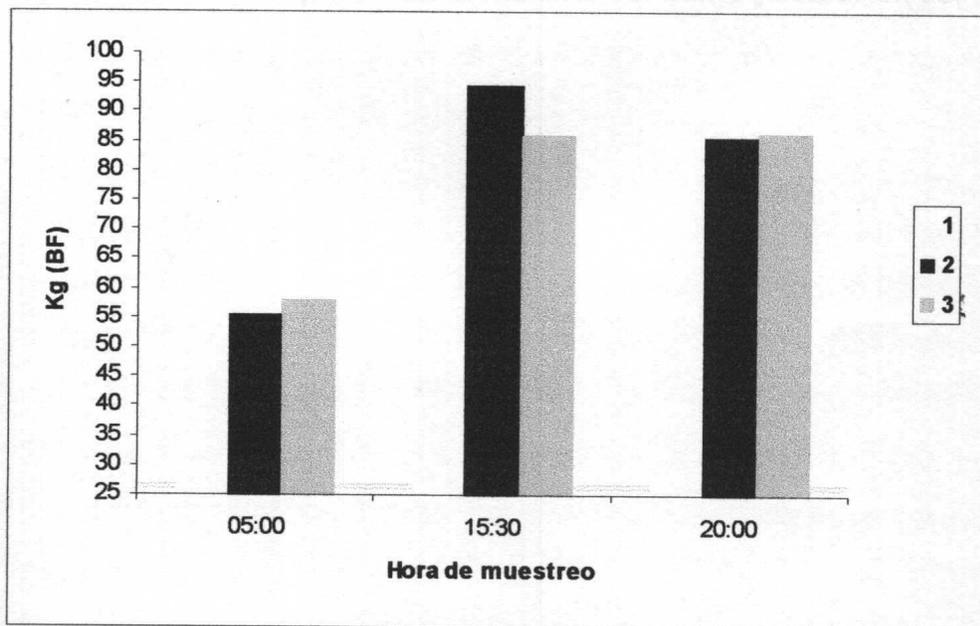
Observando dentro de cada momento, si se comparan los tratamientos, éstos muestran comportamientos diferentes. La superioridad o inferioridad de los pesos de contenido ruminal de un tratamiento en un momento, no se mantiene para el resto de los muestreos.

En el muestreo de las 15:30 hs el cual es posterior a la sesión de pastoreo, el tratamiento 2 muestra diferencia en el PCR siendo mayor con respecto al tratamiento 1 y una tendencia a ser mayor que el tratamiento 3

($P=0.077$), esto es consecuencia de que esos animales consumieron todo el ensilaje de maíz en la mañana, antes del pastoreo. No se encontraron diferencias en el PCR entre los animales que consumieron la mitad del ensilaje en la mañana y aquellos que entraron al pastoreo en ayuno.

A las 20:00 hs el mayor PCR lo presentaron aquellos animales que consumieron la totalidad del ensilaje en la tarde, y con menor PCR están los otros dos tratamientos sin diferenciarse entre ellos.

En el muestreo de las 5:00 hs se encuentra una depresión de todos los PCR, con respecto a los otros momentos de muestreo; en este momento el tratamiento 1 muestra superioridad con respecto al tratamiento 2 y una leve tendencia a ser superior al tratamiento 3 ($P=0.097$), sin encontrar diferencias entre estos últimos. Estos resultados pueden visualizarse en la siguiente gráfico.



Gráfica 10: Peso del contenido ruminal en base fresca para los diferentes tratamientos, según momento de muestreo. (Kg)

4.3.2 Fracción sólida

Para las determinaciones del PFS se encontró, una tendencia a que éstos sean significativamente diferentes entre las semanas en que se realizaron los vaciados ruminales, y diferencias significativas para los distintos momentos de muestreo al igual que una interacción tratamiento por momento.(Ver ANEXO 19)

El promedio de PFS de todos los tratamientos para los diferentes momentos de muestreo, para la semana 4 es 7,84% superior que el PFS de la semana 6. Esto puede ser consecuencia de que en la semana 4 del experimento la mayoría de los animales estaban en la décima semana de la lactancia, momento en el que se da el máximo consumo postparto.(Ver

ANEXO 15)

Cuadro 15: Diferencia entre distintos momentos de muestreo de los PFS del contenido ruminal promedio de los tres tratamientos (Kg.).

Momento	Diferencia de media
15:30 - 20:00	-2.14 ns
15:30 - 5:00	25.80 *
20:00 - 5:00	27.94 *

*: diferencia significativa

ns: diferencia no significativa. Nivel de significancia $P < 0.05$.

El menor peso del PFS fue determinado en el horario de las 5:00 hs, para la media de los tres tratamientos. Esto es consecuencia de que todos los animales provenían de un ayuno nocturno. Como afirma Chilibroste et al. (1998c) el ayuno nocturno da como resultado una disminución en el tamaño, así como también en las proporciones entre las fracciones del contenido ruminal. El tamaño total del pool ruminal se reduce por la continua desaparición del material desde el rumen.

Para los dos muestreos posteriores el peso aumenta con respecto al primer horario para la media de los tratamientos, debido a que todos los animales pasaron por la sesión de pastoreo. A su vez en el muestreo de las 15:30 hs el T2 y T3 han consumido ensilaje, y para el de las 20:00 hs ya todos los tratamientos fueron suplementados. Para estos dos últimos momentos de muestreos no se encontraron diferencias significativas entre ellos para la media de los tratamientos.

Cuadro 16: Valores promedio de los PFS del contenido ruminal para los tres momentos según tratamiento. (Kg)

Tratamiento	Momento					
	05:00		15:30		20:00	
1	40.58	a	59.00	a	76.59	a
2	35.77	a	66.65	ab	59.97	b
3	39.95	a	68.05	b	63.57	b

Letras diferentes muestran diferencias entre tratamientos para un mismo momento. Nivel de significancia $P < 0.05$.

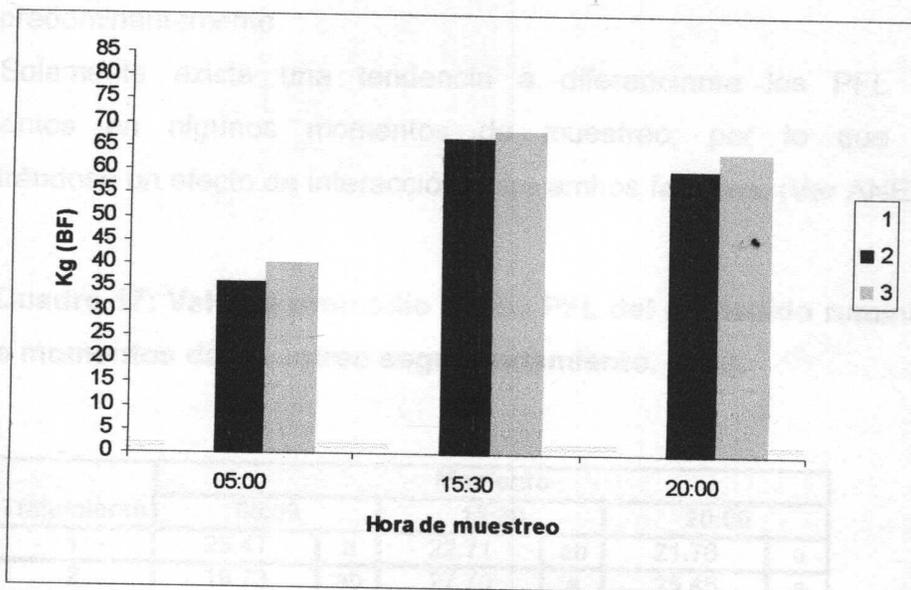
En términos generales la variable PFS muestra un comportamiento similar al observado en la variable PCR para los distintos momentos de muestreo, esto se puede visualizar en las gráficas correspondientes para ambas variables. (Ver Gráfica 11 y Gráfica 10)

Observando dentro de cada momento, si se comparan los tratamientos, éstos muestran comportamientos diferentes.

En el muestreo de las 15:30 hs el cual es inmediato a la sesión de pastoreo, el T1 presenta menor PFS que el T3, mientras que respecto al T2 no presenta diferencias significativas (solamente una tendencia ($P=0.059$) a que este último sea mayor). Esta ausencia de diferencias significativas puede deberse a que si bien el T2 consumió ensilaje antes de la sesión de pastoreo, éste mismo pudo causarle una regulación en el consumo de forraje, el cual el T1 carece, logrando este último posibles aumentos del consumo en la pastura y así reducir las diferencias para este momento entre tratamientos.

Para el muestreo de las 20:00 hs este tratamiento es el que tiene mayor PFS en relación a los tratamientos 2 y 3 que son menores, sin diferenciarse entre si. Esto se debe a que el T1 luego del pastoreo se le suministró el ensilaje de maíz, aumentando así el PFS respecto los otros tratamientos.

Para el muestreo de las 5:00 hs se encuentra una depresión de todos los PFS, con respecto a los otros momentos de muestreo; donde después del período de ayuno desaparecen las diferencias dadas por los tratamientos.



Gráfica 11: Peso de la fracción sólida del contenido ruminal en base fresca para los diferentes tratamientos, según momento de muestreo. (Kg)

4.3.3 Fracción líquida

En las determinaciones realizadas para la fracción líquida, a diferencia de las fracciones anteriormente consideradas, se obtuvieron valores de PFL similares considerando las semanas en que se realizaron los muestreos, los momentos dentro de cada semana y los tratamientos. (ver ANEXO 19)

Aunque los líquidos y las partículas compartan el rumen, las partículas abandonan el rumen menos rápidamente que los líquidos, presentando estos últimos un mayor valor de Kp. (Owens et al., 1993). Esta puede ser la razón de que no existan diferencias significativas de la fracción líquida entre momentos de muestreo. Dando como resultado el hecho de que las variaciones encontradas en el PCR estén determinadas por las variaciones de la fracción sólida predominantemente.

Solamente existe una tendencia a diferenciarse los PFL de los tratamientos en algunos momentos de muestreo, por lo que estaría demostrándose un efecto de interacción entre ambos factores. (Ver ANEXO 19)

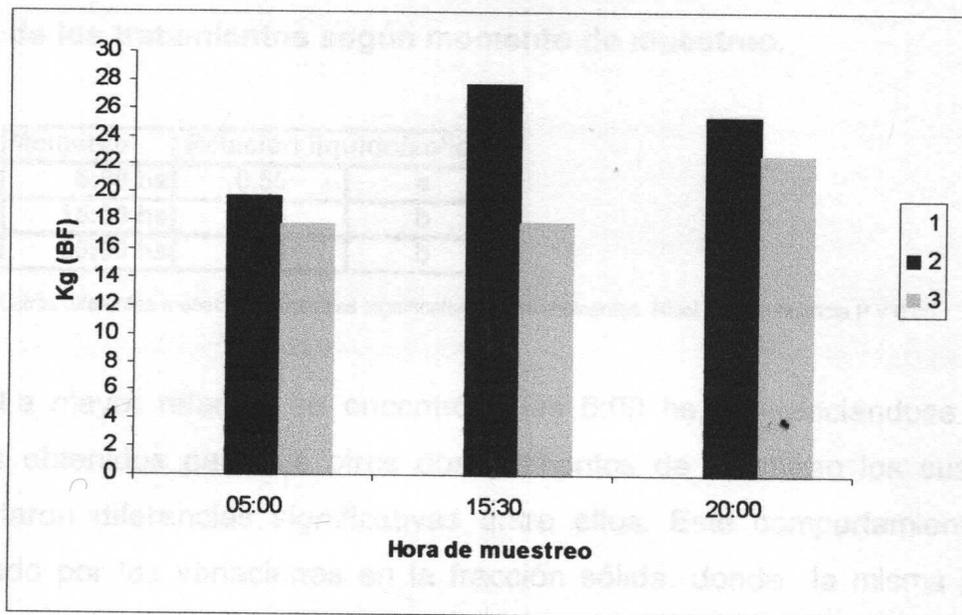
Cuadro 17: Valores promedio de los PFL del contenido ruminal para los tres momentos de muestreo según tratamiento. (Kg.).

Tratamiento	Momento					
	05:00		15:30		20:00	
1	25.47	a	22.71	ab	21.76	a
2	19.73	ab	27.70	a	25.45	a
3	17.73	b	17.88	b	22.62	a

Letras diferentes muestran diferencias significativas, entre tratamientos para un mismo momento. Nivel de significancia $P < 0.05$.

En el muestreo de las 20:00 hs no existen diferencias significativas en los PFL para los tres tratamientos, sin embargo se observan diferencias entre tratamientos para las 5:00 y 15:30 hs. Para el muestreo de las 5:00 hs el T2 no presenta diferencias significativas con el T3, siendo solo este ultimo significativamente menor que el T1. Si bien en el muestreo de las 15:30 hs el T3 sigue siendo el menor, en este caso es en relación al T2, pero a su vez ambos tratamientos no presentan diferencias con el T1.

Este comportamiento de la variable PFL se puede observar en la siguiente gráfica.



Gráfica 12: Peso de la fracción líquida del contenido ruminal en BF, para los diferentes tratamientos, según momento de muestreo. (Kg.)

4.3.4 Relación Líquido/Sólido

Una vez analizadas las fracciones ruminales en forma separada, se halló la relación líquido/sólido, para visualizar el comportamiento conjunto que tienen.

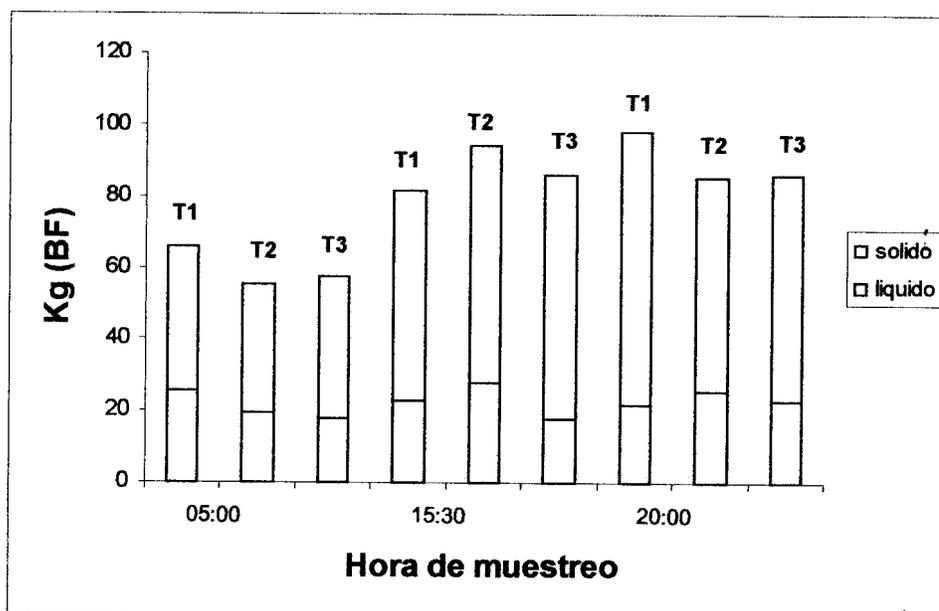
Solamente se encontraron diferencias en la relación antes mencionada, al considerar la media de los tratamientos para los distintos momentos de muestreo. (Ver ANEXO 19)

Cuadro 18: Relación líquido/sólido del contenido ruminal para la media de los tratamientos según momento de muestreo.

Momento	Relación líquido/sólido	
5:00 hs	0.55	a
15:30 hs	0.36	b
20:00 hs	0.36	b

Letras diferentes muestran diferencias significativas entre momentos. Nivel de significancia $P < 0.05$.

La mayor relación se encontró a las 5:00 hs, diferenciándose de los valores obtenidos para los otros dos momentos de muestreo los cuales no presentaron diferencias significativas entre ellos. Este comportamiento está dominado por las variaciones en la fracción sólida, donde la misma para el muestreo de las 5:00 hs disminuye, mientras que la fracción líquida no varía en forma significativa, dando como resultado la mayor relación observada. (ver ANEXO 21)



Gráfica 13: Contenido ruminal total (fracción sólida y fracción líquida) según momento de muestreo por tratamiento.

4.3.5 Porcentaje de Materia Seca

Esta variable mide el porcentaje de materia seca de la muestra compuesta del contenido ruminal.

Los valores promedio de %MS observados para la semana 4 (11.24 %) son superiores que en la semana 6 (10.17 %). Manteniendo la superioridad del primer período de muestreo respecto al segundo, al igual que la fracción sólida del contenido ruminal.

Se encontró también una tendencia a que los porcentajes de MS sean diferentes entre tratamientos. (Ver ANEXO 19)

Cuadro 19: Porcentaje de materia seca promedio de la fracción sólida del contenido ruminal, según tratamiento.

Tratamiento	%MS	
1	11.03	a
2	10.15	a
3	10.93	a

Letras diferentes muestran diferencias significativas entre tratamientos. Nivel de significancia $P < 0.05$.

En el cuadro anterior se observa que no existen diferencias significativas entre tratamientos, pero si existe una tendencia a que el tratamiento 1 sea superior al tratamiento 2 ($P=0.07$) y que el tratamiento 3 sea mayor que el 2 ($P=0.09$).

Visser et al.(1993), reportaron porcentajes de MS del rumen de 12 – 13 %, mientras que Chilbroste(1999), afirma que existen evidencias

experimentales de que las vacas no pudieron incrementar el % de MS del rumen a más de 12.5 %, similares a los obtenidos en este experimento.

Cuadro 20: Porcentaje de materia seca de la fracción sólida del contenido ruminal, promedio de los tratamientos según momento de muestreo.

Momento	%MS	
5:00 hs	9.62	a
15:30 hs	10.62	b
20:00 hs	11.86	c

Letras diferentes muestran diferencias significativas entre momentos. Nivel de significancia $P < 0.05$.

El menor valor de MS encontrado a las 5 hs concuerda con lo expuesto por Hartnell et al.,(1979) citado por Chilibroste et al.(1998c), donde una de las causas de disminución de los contenidos de MS ruminal es la deprivación de consumo por varias horas.

En el muestreo de las 15:30 hs, el porcentaje de MS aumenta como consecuencia del consumo de forraje. Según Chilibroste et al. (1998c), el porcentaje de MS del pool ruminal se incrementa significativamente con el tiempo de pastoreo.

A las 20:00hs se encontró el mayor valor de MS. Según Chilibroste et al. (1998c) resultados del tamizado de la materia fresca sugieren que la masticación durante la comida fue relativamente baja y parece que las vacas requieren un periodo de rumia para aumentar los contenidos de MS ruminal y lograr que la fracción soluble esté disponible para los microorganismos. Esta parece ser la razón por la cual el % promedio de MS de los tratamientos continúan aumentando con respecto a las 15:30.

Cuadro 21: Porcentaje de materia seca de la fracción sólida del contenido ruminal, según momento de muestreo por tratamiento (%).

Tratamiento	Momento					
	5:00 hs		15:30 hs		20:00 hs	
1	9.39	a	10.44	a	13.26	a
2	9.35	a	10.28	a	10.81	b
3	10.12	a	11.13	a	11.52	ab

Letras diferentes muestran diferencias significativas entre tratamientos. Nivel de significancia $P < 0.05$.

Respecto a las diferencias que pueden existir entre los tres tratamientos para un mismo horario de muestreo, se encontraron solamente diferencias significativas en las 20:00 horas, donde el T1 presentó el mayor % MS con respecto al T2, como consecuencia de que después del pastoreo consumió la totalidad del ensilaje de maíz. Si embargo el tratamiento que consumió el ensilaje en dos veces al día, no presentó diferencias significativas con respecto a los otros dos tratamientos. (Ver ANEXO 19)

4.3.6 Concentración de N-NH₃

Analizando las variables en estudio, sólo se encontraron diferencias significativas entre los momentos de muestreo.(ver ANEXO 19)

Cuadro 22: Concentración de N-NH₃ (mmol/l) promedio según momento de la fracción líquida del contenido ruminal.

Momento	Media
05:00	86.98
15:30	219.28
20:00	109.23

Cuadro 23: Diferencia entre momentos de muestreo de las concentraciones de N-NH₃ de la fracción líquida del contenido ruminal, promedio de los tres tratamientos (mg/l).

Momento	Diferencia de medias	
15:30 - 20:00	110.05	*
15:30 - 5:00	132.31	*
20:00 - 5:00	22.25	ns

*: diferencia significativa

ns: diferencia no significativa. Nivel de significancia $P < 0.05$.

En el cuadro anterior se puede observar que la concentración de N-NH₃ a las 15:30 hs es mayor que para las 20:00 y 5:00 hs, momentos en los que las concentraciones de amonio no presentan diferencias significativas.

Estos resultados serán discutidos posteriormente en forma conjunta con los obtenidos en las determinaciones de muestreos de líquido ruminal. (Sección 4.4.2).

4.4 AMBIENTE RUMINAL

4.4.1 Resultados de muestreo de pH ruminal

Para las mediciones de pH realizadas, se encontraron solamente diferencias significativas entre momentos de muestreo, una tendencia a que existan diferencias entre tratamientos y a que haya interacción tratamiento por momento de muestreo. (Ver ANEXO 19).

Cuadro 24: pH promedio de todos los momentos de muestreo según tratamiento.

Tratamiento	pH	
1	6.12	a
2	6.39	ab
3	6.49	b

Letras diferentes muestran diferencias entre tratamientos. Nivel de significancia $P < 0.05$.

El tratamiento 3 presenta un pH significativamente mayor con respecto al tratamiento 1, ya que generalmente una mayor frecuencia de alimentación resulta en valores promedio superiores de pH, (Dhiman et al., 1999). Esto es similar a los resultados obtenidos por Rearte et al., (1990), donde ofreciendo ensilaje de maíz dos veces al día, el pH presentó mayores valores promedio en comparación a los animales suplementados una vez al día.

Sin embargo este efecto no se aprecia cuando se compara con el tratamiento donde los animales consumen el ensilaje en la mañana. Existe también una tendencia a que el tratamiento 1 sea menor que el 2 ($P=0.055$). (Ver ANEXO 26).

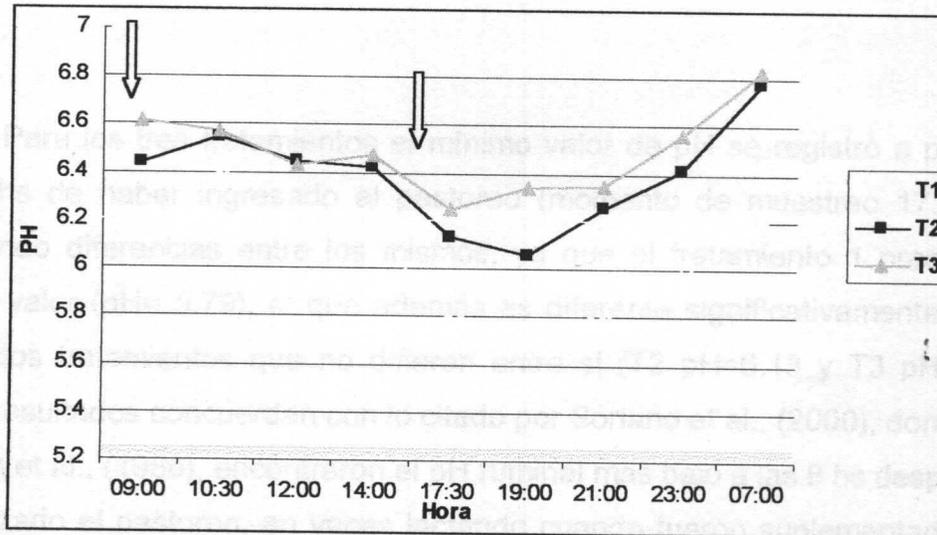
Este efecto puede ser consecuencia de que los tratamientos 2 y 3, que presentan los mayores valores de pH, consumieron ensilaje de maíz antes de entrar al pastoreo, hecho que les permitió reflejar un equilibrio entre la producción de ácidos, la llegada de tampones procedentes de la saliva, y la presencia o liberación de tampones o bases del propio alimento. Owens et al., (1993).

Cuadro 25: PH según momento de muestreo, para el promedio de los tratamientos.

Momento	pH	
09:00	6.51	a
10:30	6.51	a
12:00	6.37	c
14:00	6.35	c
17:30	6.06	b
19:00	6.09	b
21:00	6.14	b
23:00	6.32	c
07:00	6.60	a

Letras diferentes muestran diferencias significativas entre momentos de muestreo. Nivel de significancia $P < 0.05$.

Los resultados presentados en el cuadro anterior concuerdan con lo expresado por Mourño et al., (2001) quienes afirman que en el caso de dietas basadas en forraje el pH suele oscilar entre valores de 5.51 a 6.6 , presentando fluctuaciones diarias en un rango de 0.3 a 1.2 unidades.



Gráfica 14 : Evolución del pH promedio según momento de muestreo por tratamiento.

En la gráfica se puede observar como varía a lo largo del día el pH del rumen. Para todos los casos se evidencia una disminución en los valores de pH a medida que avanza la sesión de pastoreo.

Ésta muestra con cierto retraso el patrón de consumo, donde la ingestión de alimentos produce una disminución del pH ruminal.

Los animales que no consumieron ensilaje antes del pastoreo, tienen una mayor tasa de disminución de pH ruminal que se aprecia por las diferencias existentes en los valores de pH obtenidos a las 17:30 hs, mientras que en los otros dos tratamientos la misma es menor, debido posiblemente al efecto de la bufferización producida por la masticación que favorece la producción de saliva en aquellos animales que si consumieron ensilaje antes del pastoreo. Este comportamiento observado para el T1, puede estar también asociado a una probable mayor tasa de consumo de estos animales debido a que entraron en ayuno a la pastura y por lo tanto provocando una mayor tasa de pasaje del forraje.

Para los tres tratamientos el mínimo valor de pH se registró a partir de las 8 hs de haber ingresado al pastoreo (momento de muestreo 17:30 hs), existiendo diferencias entre los mismos, ya que el tratamiento 1 presentó el menor valor (pH= 5.79), el que además es diferente significativamente de los otros dos tratamientos que no difieren entre si (T2 pH=6.13 y T3 pH=6.25). Estos resultados concuerdan con lo citado por Soriano et al., (2000), donde Van Vuuren et al., (1986), encontraron el pH ruminal mas bajo a las 8 hs después de comenzado el pastoreo, en vacas lactando cuando fueron suplementadas con una alta o baja concentración de almidón .

Luego de este momento en que se dan los mínimos pH del día, siguen existiendo diferencias en la evolución para los diferentes tratamientos.

Mientras que los tratamientos 2 y 3 comienzan a restablecer sus pH ruminales, el tratamiento 1 no muestra el mismo comportamiento, sino que permanece por mas tiempo en niveles menores a 6.2 de pH (hasta las 23:00 hs).

Esto puede causar una moderada depresión en la digestión de la fibra en el rumen cuando el pH ruminal se mantiene por cortos períodos en un rango de 5.8 a 6.2 (Hoover, 1986). Citado por Soriano et al., (2000).

Hacia y durante la noche los valores de pH tienden a subir por una menor producción de AGV (menor consumo) en relación a la absorción y por una secreción de saliva por el animal mientras descansa. Beever, (2000).

Para el tratamiento 1 el efecto de haber suministrado ensilaje en la tarde, permite que continúen por mas tiempo los procesos de fermentación ruminal, con la concomitante producción de AGV a una tasa mayor que la absorción de los mismos, lo que provoca los bajos pH observados en el presente experimento. En concordancia con lo expresado por Owens, et al., (1993), donde el pH suele ser mínimo entre ½ y 4 hs después de ingerido el alimento, reflejando el equilibrio entre la producción de ácidos, llegada de tampones procedentes de la saliva, y presencia o liberación de tampones o bases del alimento.

4.4.2 Concentración de N-NH₃ ruminal.

Los resultados obtenidos mostraron que existen diferencias significativas entre momentos de muestreo, una interacción tratamiento por momento y una tendencia a que sean diferentes los tratamientos. (Ver ANEXO 19)

Cuadro 26: N-NH₃ promedio de todos los momentos de muestreo según tratamiento (mmol/l).

Tratamiento	N-NH ₃	
1	187.83	a
2	124.05	ab
3	112.86	b

Letras diferentes muestran diferencias significativas entre tratamientos. Nivel de significancia P<0.05.

El tratamiento 1 presenta un nivel de N-NH₃ significativamente mayor con respecto al tratamiento 3, sin embargo este efecto no se aprecia cuando se compara con el tratamiento donde los animales consumen el ensilaje en la mañana, presentando sólo una tendencia a ser mayor (P=0.066).

Esta diferencia en los niveles de N-NH₃ que presenta el T1, puede deberse al supuesto mayor consumo de forraje de estos animales ya que aún no han consumido ensilaje y que según Berzaghi et al., (1996), citado por Soriano et al., (2000), pasturas de alta calidad son usualmente caracterizadas por sus altas concentraciones de PC, la cual es altamente degradada en el rumen, resultando en altos niveles de N-NH₃ ruminal.

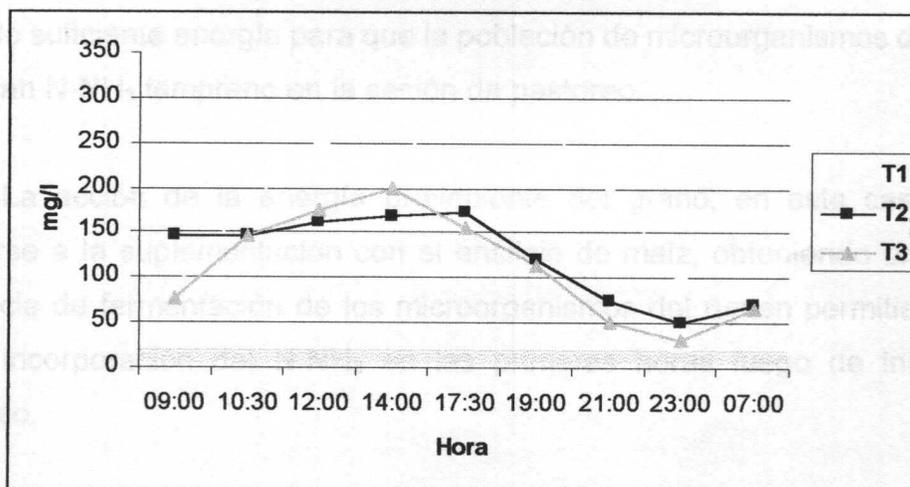
El nivel de N-NH₃ que muestran T2 y T3 no presentan diferencias significativas entre ellos.

Cuadro 27: N-NH₃ según momento de muestreo, para el promedio de los tratamientos (mg/l).

Momento	N-NH ₃	
09:00	103.76	d
10:30	158.37	b
12:00	196.48	ac
14:00	199.32	ac
17:30	208.16	a
19:00	171.52	bc
21:00	107.76	d
23:00	61.19	e
07:00	67.66	e

Letras diferentes muestran diferencias significativas entre momentos de muestreo. Nivel de significancia P<0.05.

Los valores presentados en el cuadro pertenecen a los resultados de N-NH₃ en los diferentes momentos de muestreo para el promedio de los tratamientos. Los mismos presentan un rango de variación mas amplio que el utilizado para la caracterización del ambiente ruminal de vacas lecheras en sistemas pastoriles realizada por Chilibroste et al., (1998a) presentando concentraciones de N-NH₃ a lo largo del día de 90 - 140 mg/l.



Gráfica 15: Evolución de la concentración de N-NH₃ según momento de muestreo para los tres tratamientos (mg/l).

En la gráfica se puede observar la evolución de los niveles de N-NH₃ en el rumen para cada tratamiento.

En el primer muestreo los niveles de N-NH₃ corresponden a los obtenidos cuando los animales recién ingresaron a la pastura, niveles que luego se incrementan, evidenciando el consumo de forraje.

En el caso de los animales que consumieron la totalidad del ensilaje en la tarde después de la sesión de pastoreo (T1), esto ocurre con tasas de incremento superiores en comparación a los otros dos tratamientos (T2 y T3 con similar comportamiento), ya que se dan niveles significativamente mayores de N-NH₃ en los muestreos posteriores.

Según Soriano et al. (2000), el almidón rápidamente fermentecible del grano junto con la porción rápidamente digestible del forraje pudo haber ofrecido suficiente energía para que la población de microorganismos del rumen utilizaran N-NH₃ temprano en la sesión de pastoreo.

La acción de la energía proveniente del grano, en este caso puede atribuirse a la suplementación con el ensilaje de maíz, obteniendo una mayor eficiencia de fermentación de los microorganismos del rumen permitiendo una mejor incorporación del N-NH₃ en las primeras horas luego de iniciado el pastoreo.

Resultados obtenidos por Francois et al.,(2003), concuerdan con el efecto del suplemento en el presente trabajo, donde el grano molido de maíz

hizo que se encontraran CHO's rápidamente fermentecibles en los momentos donde se dan mayores Kd de la MS del forraje y por lo tanto mayores concentraciones de N-NH₃ (sincronización); esta sincronización permitiría una mayor captura de N por parte de los microorganismos y por lo tanto una mayor eficiencia microbiana. Además los animales suplementados con grano consumieron forraje a una tasa menor que los no suplementados ya que ingresaron a la pastura con menor apetito, explicando también los menores niveles de N-NH₃ obtenidos.

Para Ruggia et al.,(2002), el mayor ayuno, la probable mayor concentración de MS en la pastura y el menor tiempo de rumia durante el pastoreo, provocarían una mayor pendiente en el aumento del N-NH₃ durante la sesión de pastoreo. Este concepto es comparable a la situación del T1 del presente trabajo.

Para los tratamientos que consumieron ensilaje antes de entrar al pastoreo (T2 y T3), podría estar sucediendo lo que expresan Reis et al.,(2000) donde la suplementación con grano en vacas antes del pastoreo, produce una consecuente reducción significativa en el consumo de MS del forraje, llevando a cabo una considerable reducción de la RDP.

Los máximos valores de N-NH₃ se observaron en la tarde, a las 14:00 hs para T3 y T2 (199.05 y 169.51 mg/l respectivamente), mientras que el T1 continúa incrementando sus niveles de N-NH₃, hasta a las 17:30 hs, cuando alcanza el máximo (294.98 mg/l).

Esta diferencia puede estar reflejando por un lado los momentos en que se llega a la sincronización entre energía (proveniente del ensilaje de maíz) y N en el rumen, posibilitando la síntesis de proteína microbiana, con la utilización del N y la consecuente disminución de los niveles de N-NH₃ ruminal. Por otro

lado un posible efecto del ensilaje de maíz en el llenado del rumen (para T2 y T3), podría determinar una menor capacidad de consumo de forraje, provocando que no solo se alcancen niveles máximos menores de N-NH₃ por una menor cantidad de PC consumida, sino que se den antes en el tiempo comparado con los animales que no consumieron ensilaje.

Francois et al. (2003) encontraron que a lo largo del día la concentración de amoníaco va aumentando, coincidiendo con el patrón de pastoreo de los animales donde en horas de la noche se reduce el consumo de forraje disminuyendo la concentración de N-NH₃.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos en este experimento, donde los menores valores de N-NH₃ se registraron durante la noche (ayuno de los animales). Siendo 65.8 para T1 (7:00 hs), 51.4 y 31.46 mg/l para T2 y T3 respectivamente (23:00 hs).

Concentraciones de N-NH₃ por debajo de 50 mg/l pueden resultar en efectos negativos en la proteosíntesis microbiana, encontrándose los niveles de T2 y T3 por debajo del mismo en el muestreo realizado a las 23:00 hs.

4.4.3 Ácidos Grasos Volátiles

Para el análisis estadístico que se realizó considerando los diferentes AGV, no se encontraron diferencias significativas entre momentos de muestreo, entre tratamientos, ni interacción tratamientos por momento (Ver ANEXO 31).

En el siguiente cuadro se presentan los valores promedio determinados para cada tratamiento, así como la relación acético/propiónico y proporción acético:propiónico:butírico.

Cuadro 28: Concentración ruminal promedio de AGV por tratamiento (mmol/l) y relaciones molares.

AGV	T1	T2	T3
C2	109.55	102.52	102.16
C3	34.69	32.88	31.49
C4	21.27	19.17	19.61
C2/C3	3.16	3.12	3.24
Rel C2:C3:C4	66:21:13	66:21:13	67:20:13
Isovalérico	1.85	1.79	1.91
Valérico	2.32	1.99	2.05
Isobutírico	1.34	1.33	1.31

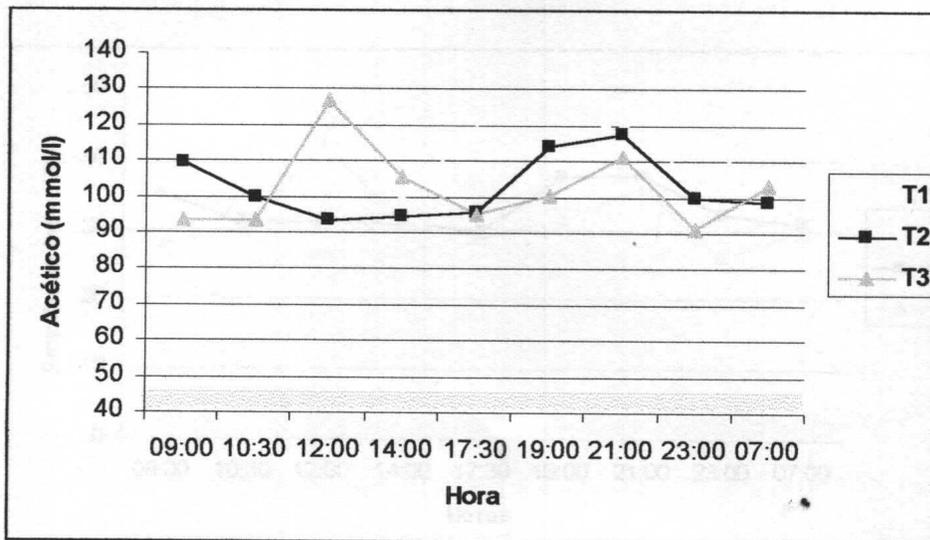
En el cuadro anterior se puede observar las proporciones de los AGV, donde los valores obtenidos concuerdan con los presentados por Owens et al., (1993), quienes expresan que a pesar de las grandes oscilaciones en la población microbiana y de las diferencias en el nivel de consumo de alimento, las proporciones de AGV en el rumen se mantienen notablemente estables, con proporciones molares (moles de acetato:propionato:butirato) generalmente próximas a 65:25:10 con dietas a base de forraje.

En concordancia con los resultados obtenidos en este trabajo, en el experimento realizado por Dhiman et al., (2002), se encontró que la frecuencia de alimentación no afectó la concentración total de AGV ni la relación acético-propionico en el fluido ruminal (suplementados con diferentes procesamientos y frecuencias de alimentación de grano de maíz).

Aunque estadísticamente no existan diferencias significativas entre tratamientos, momentos y tratamientos por momentos, vale la pena resaltar ciertos comportamientos de los diferentes tratamientos, de importancia biológica para la discusión de estos resultados.

4.4.3.1 Ácido acético

4.4.3.2 Ácido propiónico



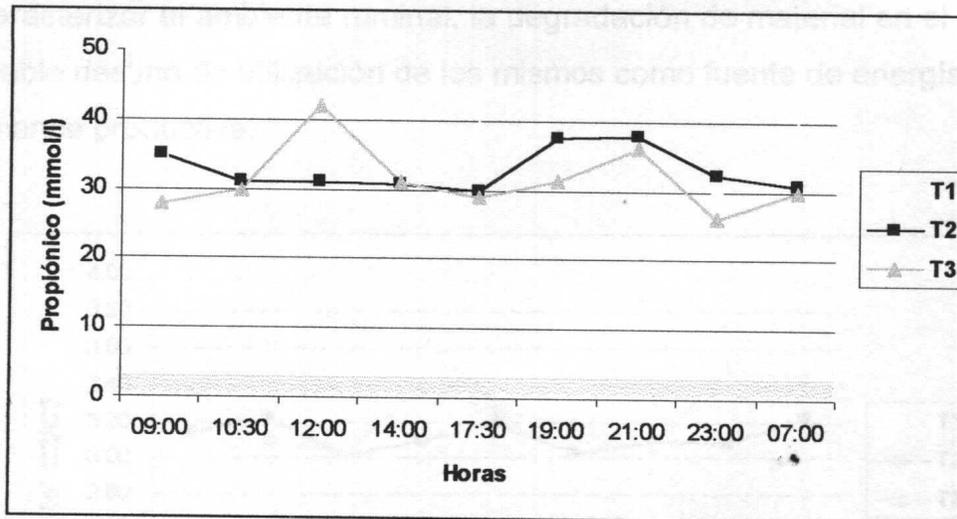
Gráfica 16: Concentración ruminal de ácido acético por momento de muestreo según tratamiento.

En la gráfica se puede observar la evolución del ácido acético donde para los tres tratamientos ocurre un aumento luego de la sesión de pastoreo, consecuencia de la fermentación ruminal de la fibra del forraje consumido, ya que según Rearte,(1992), la fibra de la dieta es el principal precursor de este ácido.

A medida que avanza la noche los niveles de acético disminuyen, pudiendo ser la consecuencia de que no existe consumo de forraje en el encierro.

El T1 muestra un comportamiento por encima de los otros dos tratamientos, para la mayoría de los momentos de muestreo. Esto puede deberse a que estos animales presentaron durante la sesión de pastoreo un mayor consumo de forraje provocado por el ayuno al que fueron sometidos, debido a que no han consumido aun el ensilaje de maíz, entrando a la parcela con mayor apetito.

4.4.3.2 Ácido propiónico



Gráfica 17: : Concentración ruminal de ácido propiónico por momento de muestreo según tratamiento.

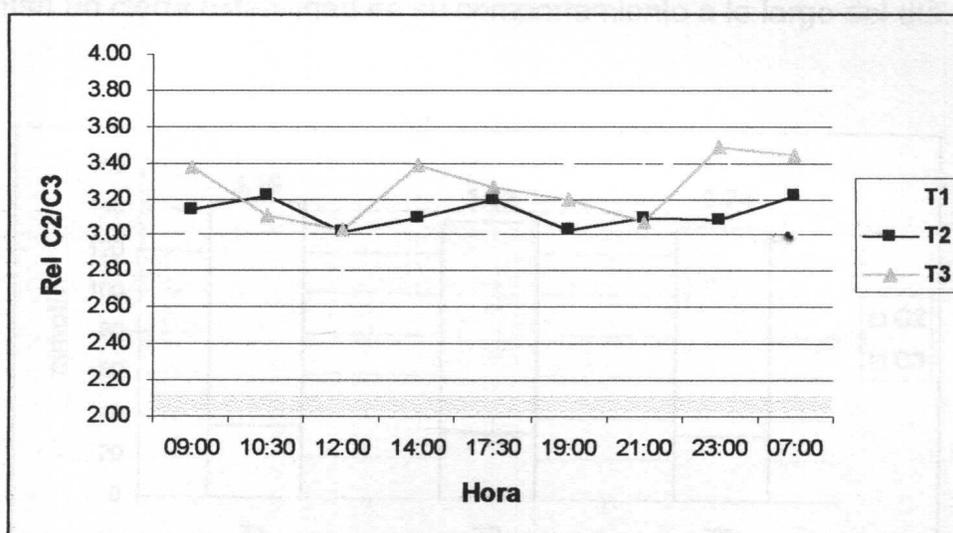
Para el ácido propiónico se puede visualizar en el gráfico que los comportamientos a través del tiempo son más complejos que para el ácido acético, sin poder apreciar evoluciones que permitan expresar los posibles efectos de los diferentes tratamientos aplicados a los animales.

Según Rearte, (1992), los CHO's fácilmente degradables (almidón y azúcares) son los principales precursores del ácido propiónico.

Este efecto podría ser causado por los CHO's provenientes del ensilaje de maíz, sin embargo este aumento en los niveles de propiónico no se evidenció para los muestreos realizados en los animales luego de haber consumido el ensilaje de maíz, respecto a los animales que no lo hicieron.

4.4.3.3 Relación acético:propiónico

La relación acético:propiónico es un parámetro comúnmente utilizado para caracterizar el ambiente ruminal, la degradación de material en el rumen y el probable destino de utilización de los mismos como fuente de energía para la performance productiva.



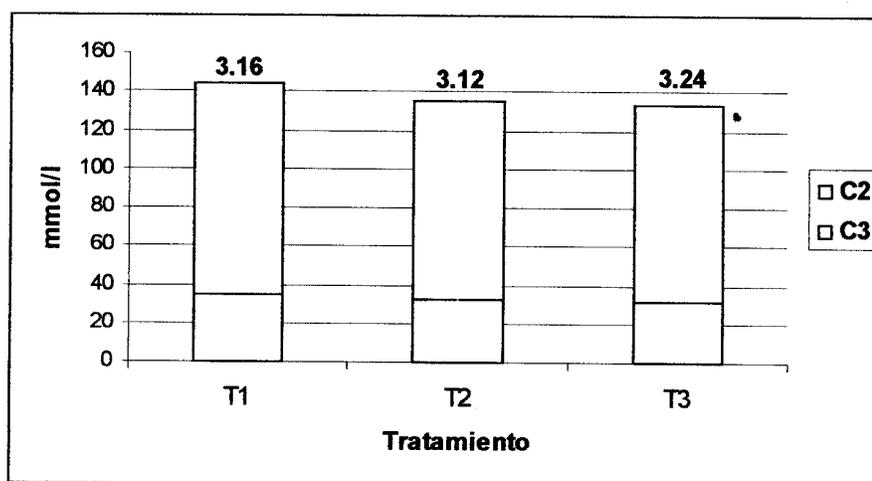
Gráfica 18: Relación acético/propiónico según momento de muestreo por tratamiento.

Los resultados de la relación acético:propiónico se pueden apreciar en la grafica anterior. La misma se ubica en un rango de 3.0 a 3.5 aproximadamente, valores que se asemejan a los que Depies, (1994), citado por Reis, et al.,(2000); reportó en el rango de 3.3 – 3.5, para vacas en lactancia suplementadas con grano, pastoreando praderas mezcla de leguminosas y gramíneas.

Aunque estadísticamente tampoco se pudieron detectar diferencias significativas para esta relación, las evoluciones que se visualizan a través del

tiempo demuestran ciertas variaciones en los diferentes momentos de muestreos para los tres tratamientos.

Luego de transcurrida la sesión de pastoreo, el T1 aumenta su relación acético:propiónico quedando por encima de los dos restantes, debido principalmente a una mayor producción de ácido acético después de un probable mayor consumo de forraje por parte de estos animales. Los T2 y T3 presentan un cierta estabilidad en su comportamiento a lo largo del día.



Gráfica 19: Concentración promedio de C2 y C3 (mmol/l), y relación C2/C3 por tratamiento.

En la grafica anterior se puede observar que no solo las relaciones C2/C3 obtenidas son similares para los tres tratamientos, sino que las cantidades absolutas para cada tratamiento de concentración de ácidos que le dan origen muestran niveles similares.

Los resultados obtenidos difieren de los esperados, debido a que los menores valores de pH que presentó el T1 con respecto a los otros dos

tratamientos en ciertos momentos del día (17:30 hs a 7:00 hs), se pensó que podían estar explicados por una mayor producción de AGV a nivel ruminal. Sin embargo al no obtener diferencias significativas en las concentraciones de los AGV, no se puede afirmar que los valores de pH obtenidos sean el resultado de su mayor producción.

Una explicación de que estadísticamente no se encontraron diferencias significativas que expliquen las variaciones de pH obtenidas en el presente trabajo, es que la medición de AGV, muestra una concentración de los mismos en el rumen en un momento dado, pero difícilmente puede expresar lo que realmente sucede en el rumen. La absorción ruminal y producción de AGV son procesos muy dinámicos, por lo que puedan ser estos los que estén dominando las variaciones de pH, sin demostrarse en los valores de concentración de AGV obtenidos en los diferentes muestreos.

4.4.3.4 Ácido isovalérico e isobutírico.

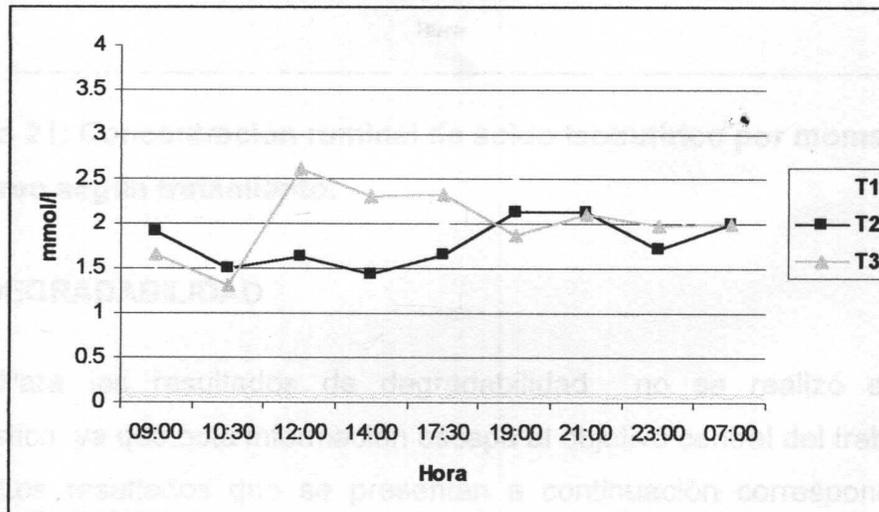
Para estos dos AGV tampoco se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, ni entre momentos de muestreo. (Ver

ANEXO 36 y

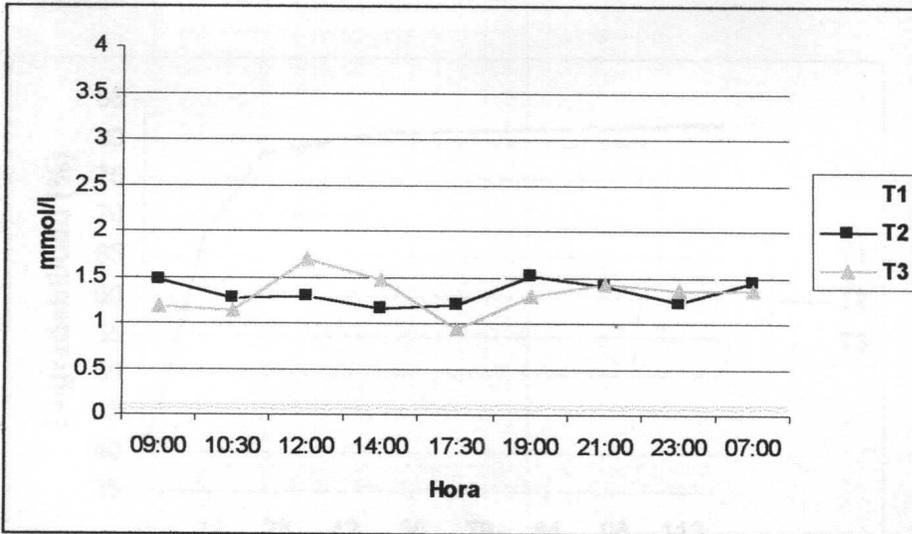
ANEXO 37)

Ambos siguen la misma evolución comentada para los demás AGV.

A continuación se presentan las gráficas que muestran las evoluciones diarias.



Gráfica 20: Concentración ruminal de ácido Isovalérico por momento de muestreo según tratamiento.



Gráfica 21: Concentración ruminal de ácido isobutírico por momento de muestreo según tratamiento.

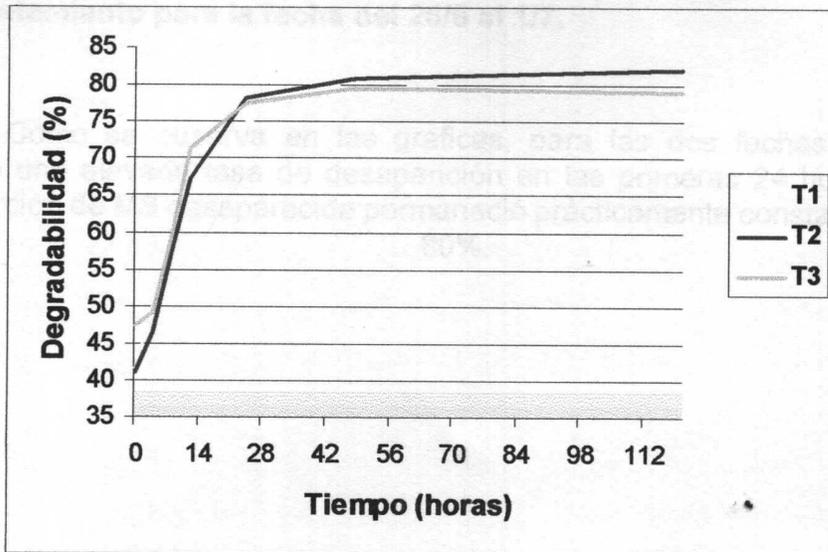
4.5 DEGRADABILIDAD

Para los resultados de degradabilidad no se realizó el análisis estadístico, ya que esta información escapa al objetivo central del trabajo.

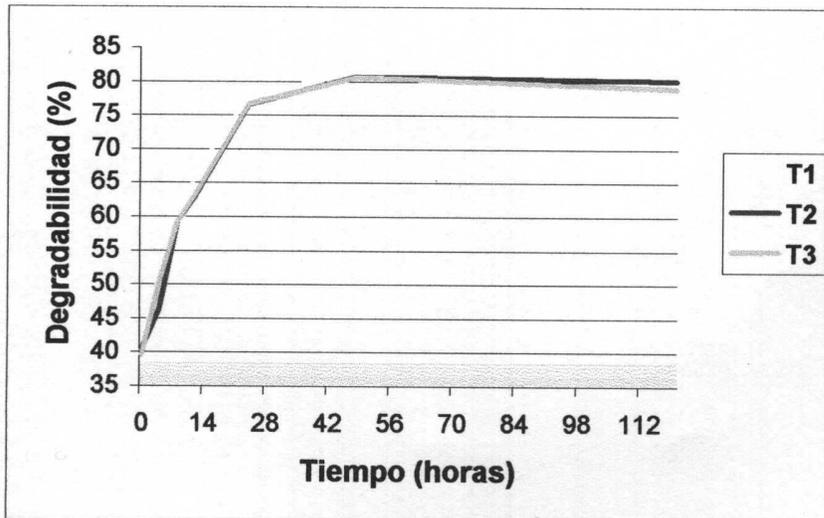
Los resultados que se presentan a continuación corresponden a las mediciones realizadas.

Ørskov, (1990) cita que la digestión potencial puede ser determinada por la estimación de pérdida de MS, de muestras de alimento, colocadas en bolsas porosas, las cuales son incubadas dentro del rumen durante un tiempo.

Beever, (2000) así como Ørskov, (1990) indican que este tipo de determinación no representa lo que ocurre realmente en el rumen debido a que dicha digestibilidad va a variar dependiendo del tiempo durante el cual el alimento permanezca dentro del rumen, así como también del nivel y frecuencia de alimentación.



Gráfica 22: Porcentaje de degradabilidad según horas de muestreo por tratamiento para la fecha del 12/6 al 17/6.



Gráfica 23 : Porcentaje de degradabilidad según horas de muestreo por tratamiento para la fecha del 26/6 al 1/7.

Como se observa en las gráficas, para las dos fechas de muestreo existió una elevada tasa de desaparición en las primeras 24 horas. Luego la proporción de MS desaparecida permaneció prácticamente constante, alrededor de 80%. (Ver

ANEXO 38,

ANEXO 39, ANEXO 40 y ANEXO 41).

Para la primer fecha, en los últimos momentos de muestreo el porcentaje de degradabilidad puede mostrar alguna diferencia entre los tratamientos 1 y 2, aunque en general para las dos fechas se observa que los tres tratamientos tienen el mismo comportamiento, presentando similares valores de degradabilidad, lo que estaría indicando que el ambiente ruminal es similar.

Por lo tanto, la suplementación energética con ensilaje de maíz y el momento de suministro no generan cambios en el ambiente ruminal, que puedan estar afectando la actividad de la flora microbiana del rumen y por ende la degradación de la fibra. Resultados similares encontraron Bertucci et al., al suplementar vacas en pastoreo con granos de alta degradabilidad, los cuales no produjeron modificaciones significativas en el ambiente ruminal ni en las variables de la cinética de la digestión.

4.6 DISPONIBILIDAD DE LA PASTURA

A continuación se presentarán los resultados de disponibilidad de la pastura para las diferentes semanas del experimento, correspondientes a cada tratamiento.

Cuadro 29: Disponibilidad de la pastura (Kg MS/ha) promedio por tratamiento según semana de muestreo.

Semana	Tratamiento	kg MS/ha	Desvío estándar entre tratamientos
1	1	1425,93	161,99
	2	1683,33	
	3	1725,00	

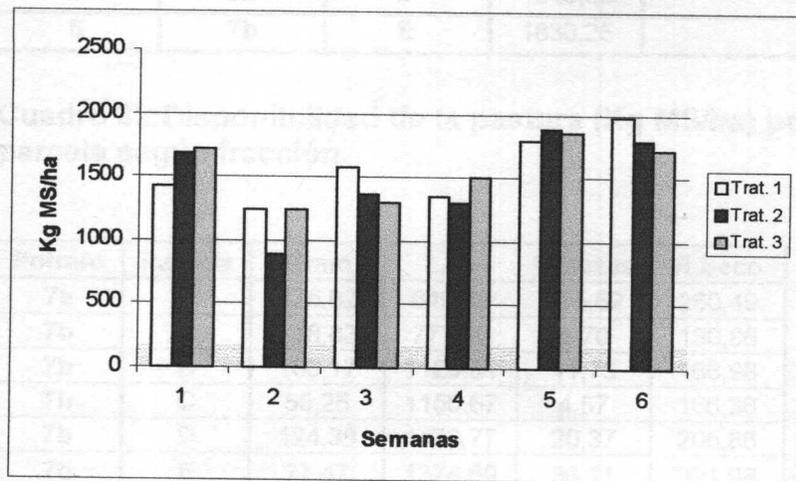
2	1	1246,30	203,68
	2	895,37	
	3	1250,00	
3	1	1576,85	144,40
	2	1362,96	
	3	1301,85	
4	1	1350,56	105,53
	2	1297,22	
	3	1500,74	
5	1	1797,22	48,65
	2	1893,52	
	3	1857,41	
6	1	1978,70	135,88
	2	1800,00	
	3	1712,04	

Para las determinaciones de disponibilidad por tratamiento y por semana se diferenciaron las fracciones que caracterizan la pastura, datos que se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 30: Disponibilidad de la pastura por semana y por tratamiento según fracción (KgMS/ha).

Semana	Trat	Gram	Leg	Malezas	R.Secos
1	1	560,19	323,15	242,59	300,00
	2	325,93	826,85	337,96	192,59
	3	390,74	799,07	246,30	288,89
2	1	427,78	609,26	10,19	199,07
	2	67,59	756,48	0,93	70,37
	3	161,11	965,74	0,00	123,15
3	1	54,63	1344,44	0,00	177,78
	2	30,56	1171,30	15,74	145,37
	3	233,33	871,30	19,44	177,78
4	1	15,74	1107,04	0,00	227,78
	2	75,93	1082,41	2,78	136,11
	3	74,07	1280,56	10,93	135,19
5	1	193,52	1372,22	44,44	187,04
	2	99,07	1532,41	5,56	256,48
	3	80,56	1591,67	11,11	174,07
6	1	15,74	1466,67	4,63	491,67
	2	18,52	1317,59	56,48	407,41

	3	48,15	1339,81	47,22	276,85
--	---	-------	---------	-------	--------



Gráfica 24 : Disponibilidad de la pastura (Kg MS/ha) promedio por tratamiento según semana.

En el siguiente cuadro se observa como varía la disponibilidad de la pastura en las diferentes semanas del experimento según se realizó el cambio de potreros y de parcela para la media de los tratamientos.

En términos generales se determinó la menor disponibilidad en la semana 2 (1130.56 Kg MS/ha), siendo la semana 4 la que presenta mayor nivel de disponibilidad para la media de los tratamientos (1849 Kg MS/ha).

Estos resultados de disponibilidad de la pastura presentados ayudan a la comprensión de los diferentes parámetros discutidos previamente.

Cuadro 31: Disponibilidad de la pastura (Kg MS/ha) promedio de los tres tratamientos según semana.

Semana	Potrero	Parcela	kg MS/ha	Desvío estándar
1	7 ^a	7	1611,42	280,44
2	7 ^b	A	1130,56	

3	7b	B	1413,89	
4	7b	C	1382,84	
5	7b	D	1849,38	
6	7b	E	1830,25	

Cuadro 32: Disponibilidad de la pastura (Kg MS/ha) por potrero y por parcela según fracción.

Potrero	Parcela	Gram	Leg	Malezas	R.Seco
7a	7	425,62	649,69	275,62	260,49
7b	A	218,83	777,16	3,70	130,86
7b	B	106,17	1129,01	11,73	166,98
7b	C	55,25	1156,67	4,57	166,36
7b	D	124,38	1498,77	20,37	205,86
7b	E	27,47	1374,69	36,11	391,98

4.7 DISCUSIÓN GENERAL

El momento de la suplementación con ensilaje de maíz no resultó en diferencias significativas en PCR, PFS, PFL, % MS y relación líquido/sólido; aunque el T1 pudo mostrar un comportamiento particular al analizar los datos de PCR y PFS principalmente.

A pesar de que no se obtuvieron los datos sobre el consumo de forraje realizados en este ensayo, existen evidencias de que el mismo tuvo ciertas variaciones entre tratamientos. Por un lado la igualdad de los PFS en el momento de vaciado ruminal luego del pastoreo (15:30 hs), entre aquel tratamiento que ya consumió la totalidad del ensilaje antes del mismo y el que aún no lo ha consumido, puede estar indicando un mayor consumo de forraje por parte de este último en la sesión de pastoreo reduciendo posibles diferencias. Por otro lado, las observaciones que se realizaron en la pastura durante el trabajo de campo, así como la evolución de la CC para cada

tratamiento, comprueban estas posibles diferencias en los consumos de los mismos.

Con respecto al ambiente ruminal los diferentes momentos de suministro del ensilaje de maíz generaron diferentes condiciones en el mismo. Los niveles de pH para el tratamiento suplementado en la tarde fue menor que el suplementado en dos comidas, y tiende a ser menor respecto al que lo consumió en la mañana (éstos últimos sin diferenciarse entre ellos).

Estos menores niveles de pH presentes en el T1 en determinados momentos del día, por debajo del umbral de pH con posibles consecuencias negativas hacia la flora celulolítica (pH 6.2), no estaría causando tales efectos, debido a que observando la degradabilidad de la fibra para los diferentes tratamientos, éstas muestran comportamientos similares.

El efecto de suministrar el ensilaje de maíz previo a la sesión de pastoreo, provocó menores niveles de $N-NH_3$ ruminal que pueden ser en ciertos momentos por debajo de los considerados como críticos para la proteosíntesis microbiana. Mientras que en aquellos animales que consumieron el ensilaje luego del pastoreo, los niveles de esta variable fueron superiores para la mayor parte del día.

La producción de AGV, sin embargo, no presentó diferencias significativas según el momento de suministro del ensilaje.

No obstante estas variaciones no se vieron reflejadas en la producción y composición química de la leche, pero si se evidenció un incremento en la producción de leche, grasa y proteína, y en el tenor proteico a lo largo del experimento, aumentos provocados por un incremento en el consumo por parte de los animales. Éste fue provocado por un control sobre el suministro de los alimentos, generando así un mejor balance de la dieta (proteína-energía).

Si bien no existieron diferencias en las CC según el momento de suministro de ensilaje, puede plantearse una probable diferencia en la partición de la energía durante el experimento por parte de los animales en los diferentes tratamientos, lo que resultó en la necesidad de la movilización de reservas corporales para producción de leche en los animales de los tratamientos 2 y 3, frente a los animales del T1, los que lograron mantener o mejorar su producción de leche a partir de los metabolitos que obtuvieron de su dieta, con la posibilidad de evitar la movilización de reservas corporales. Esto se vio levemente reflejado en los cambios en la CC a lo largo del período en estudio donde los animales del T1 no pierden peso tan rápidamente en comparación al resto de los animales.

Es importante remarcar el hecho de que en el experimento hubo una asignación fija de forraje de 15 Kg de MS para los tres tratamientos por igual, lo cual pudo provocar una restricción en el consumo de forraje, inhibiendo las probables diferencias significativas entre tratamientos ante la posibilidad de aumentar el consumo de forraje (principalmente para el caso del T1 frente a los otros dos). Además la diferencia en el consumo de MS puede que no sea lo suficientemente mayor como para que dicho cambio se exprese productivamente.

No obstante se puede pensar en la posibilidad de un efecto residual de cada tratamiento en los animales para lactancias futuras, por lo que sería interesante lograr realizar estudios que comprobaran la existencia de los mismos.

5 CONCLUSIONES

Los distintos momentos de suplementación en el día con ensilaje de maíz, a razón de 16 Kg/vaca/día en vacas de parición de otoño, pastoreando praderas plurianuales con una asignación de forraje de 15 Kg MS/vaca/día en el período otoño-invernal, no modificó la producción de leche y composición química de la misma.

Sí se evidenció un aumento de la producción de leche, grasa y proteína y en el tenor proteico de la leche a lo largo del experimento para los diferentes momentos de suministro de ensilaje.

Los diferentes momentos de la suplementación con ensilaje de maíz no modificaron el PCR, PFS, PFL, relación líquido/sólido y %MS.

Sí se observaron diferencias en relación al ambiente ruminal según sea el momento de suministro del ensilaje de maíz. En donde el efecto de suplementar con ensilaje luego de la sesión de pastoreo trae como consecuencias menores valores de pH y mayores niveles de N-NH₃ en relación al suministrado en dos comidas diarias (antes y después del pastoreo), mostrando las mismas relaciones pero en menor magnitud (tendencia, P=0.055) respecto al que consumió ensilaje previo al pastoreo.

No existen diferencias en los valores de N-NH₃ y pH al suministrar el ensilaje en dos comidas diarias o antes de la sesión de pastoreo.

El momento de suministro de ensilaje de maíz no modifica significativamente la producción de los diferentes AGV determinados.

Las disminuciones de pH registradas debido a la suplementación posterior al consumo de ensilaje, no generarían efectos negativos sobre la

degradabilidad de la fibra al visualizarse similares comportamientos de este parámetro en los tratamientos.

Para la CC no existieron diferencias significativas según el momento de suministrado el ensilaje. Sin embargo, se observaron diferencias respecto a la evolución de la CC, donde el suministro de ensilaje en la tarde reduce la tasa de disminución de la CC respecto a los animales suministrados previo al pastoreo. No existen diferencias del suministro de ensilaje en dos comidas diarias para este parámetro respecto a los otros dos momentos.

6 RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto del momento de suministro de ensilaje de maíz sobre la producción y composición de leche y sobre las características del ambiente ruminal en vacas lecheras Holando con parición de otoño, alimentadas en base a pastura en el período otoño-invernal, se realizó un ensayo desde el 20 de mayo al 8 de julio de 2002 en la Estación Experimental Mario Alberto Cassinoni, Facultad de Agronomía. Paysandú. (E.E.M.A.C).

Para el ensayo se utilizaron 36 vacas, de las cuales 6 contaban con fístula ruminal. Las mismas fueron bloqueadas por número de lactancia, etapa de lactancia, producción de leche, PV, CC y composición de leche. Posteriormente fueron asignadas al azar a cada tratamiento.

Los recursos asignados fueron los mismos para cada tratamiento: 15 kg de MS/vaca/día de pradera plurianual, 16 kg/vaca/día de ensilaje de maíz y 6 kg/vaca/día de concentrado (formulación con 16% PC). Se varió el momento de suministro del ensilaje de maíz: 100% luego del ordeño de la tarde (T1), 100% luego del ordeño de la mañana (T2) y 50% luego de cada ordeño (T3):

El experimento fue analizado según un diseño de bloques al azar con medidas repetidas en el tiempo.

El momento de suministro del ensilaje de maíz no afectó significativamente la producción de leche, LCG, concentración y producción de grasa y proteína de la leche.

Para los tres tratamientos se produjo un aumento de la producción de leche partiendo en la semana 1 con una producción de 22.25 l, y logrando en la última semana una producción de 27.83 l, para la media de los tratamientos.

Se registraron aumentos en la producción de grasa y proteína, y en el tenor proteico de la leche, a través de las semanas del experimento para todos los tratamientos.

Con respecto al ambiente ruminal no existieron diferencias significativas concentración de AGV entre tratamientos. Los niveles de pH para el tratamiento suplementado en la tarde (6.12) fue menor que el suplementado en dos comidas (6.49), y tiende a ser menor respecto al que lo consumió en la mañana (6.39). Estos últimos sin diferenciarse entre ellos.

Para los niveles de N-NH₃ se obtuvieron las mismas relaciones entre tratamientos que para el pH, siendo mayores los niveles de N-NH₃ para el tratamiento que presentó los menores niveles de pH, dando valores de 187.83, 124.05 y 112.86 mg/l para T1, T2 y T3 respectivamente.

En cuanto al contenido ruminal éste no fue afectado por el momento de suministro del ensilaje de maíz, ya que no se encontraron diferencias significativas en PCR, PFS, PFL, %MS y relación líquido/sólido. Siendo mayores para la media de los tratamientos los niveles de PFS y %MS en la semana 4 respecto a la semana 6.

No se observaron diferencias significativas en CC entre tratamientos.

7 **BIBLIOGRAFÍA**

- 1) ASTIBIA, O. R.; CANGIANO, C. A.; SANTINI, F. J. 1982. Utilización del nitrógeno por el rumiante. *Revista Argentina de Producción Animal*. 4(4):1-11.
- 2) ASTIBIA, O.; SANTINI, F.; DINI, C.; COSIMANO, M. 1984. Efecto del ambiente ruminal sobre la degradabilidad proteica de dos forrajes en dos estados fenológicos. *Revista Argentina de Producción Animal*. 4(10):995-1008.
- 3) BARGO, F.; MULLER, L. D.; DELAHOY, J. E.; CASSIDY, W. T. 2002. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *Journal of Dairy Science*. 85(7):1777-1792.
- 4) BARTESAGHI, M. T.; FERRES, A. 1996. Efecto de la presión de pastoreo, el nivel de suplementación con concentrados y el tipo de ensilaje: producción y composición de leche, variación de peso y condición corporal de vacas lecheras de parición de otoño. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 111p.
- 5) BEEVER, D. E.; SIDDONS, R. C. 1986. Digestion and metabolism in grazing ruminants. In Control of digestion and metabolism in ruminants. Milligan, L. P.; Grokum, W. L.; Dobson, A. Englefield Ciffs, New Jersey, Prentice Hall. pp 479-497.

- 6) BERTUCCI, C. L.; SANTINI, F. J. Cinética de la digestión ruminal en bovinos en pastoreo suplementados con granos de distinta degradabilidad. In Congreso de la Asociación Argentina de Producción Animal.(19°,1995, Argentina) AAPA.
- 7) BRODERICK, G. A.; MERTENS, D. R.; SIMONS, R. 2002. Efficacy of carbohydrate sources for milk production by cows fed diets based on alfalfa silage. *Journal of Animal Science*.85(7):1767-1776.
- 8) BROSTER, W. .; SUTTON, J. D.; BINES, J. A. 1988. La relación concentrado:forraje para las vacas lecheras de alta producción. In Avances en nutrición de los rumiantes. Haresing, W. Acribia, Zaragoza. pp359-389.
- 9) BRUNI, M.; RODRÌGUEZ, F.; CHLIBROSTE, P. 1994. Alimentación invierno-primaveral de la vaca lechera. *Cangüé*. 2:13-16.
- 10) CARRUTHERS, V. R.; NEIL, P. G.; DALLEY, D. E. 1997. Effect of altering the non-structural:structural carbohydrate ratio in a pasture diet on milk production and ruminal metabolites in cows in early and late lactation. *Journal of Animal Science*.64(3):393-402.
- 11) CATON, J. S.; DHUYVETTER, D. V. 1997. Influence of corn grazing ruminants: Requirements and responses. 75(2):533-542.
- 12) CHILIBROSTE, P. 1998a. Fuentes comunes de error en la alimentación de ganado lechero en pastoreo: Predicción del consumo. In

Jornadas Uruguayas de Buiatría. (XXVI, 1998. Paysandú)
Paysandú. pp1-12,36.

- 13) (_____.) 1998b. Fuentes comunes de error en la alimentación de ganado lechero en pastoreo: Balance de nutrientes. In Jornadas Uruguayas de Buiatría. (XXVI, 1998. Paysandú) Paysandú. pp1-12,36.
- 14) (_____.); TAMMINGA, S.; VAN BRUCHEM, J.; VAN DER TOGT, L. P. 1998c. Effect of the allowed grazing time, inert rumen bulk and length of starvation before grazing, on the weight, composition and fermentative end – products of the rumen contents of lactating dairy cows. *Grass and Forrage Science*. 53:146-156.
- 15) (_____.); TAMMINGA, S.; BOER, H.; GIBB, M. J.; DIKKEN, G. 2000. Duration of regrowth of ryegrass (*Lolium Perenne*) effects on grazing behavior, intake, rumen fill, and fermentation of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 83(5):984-995.
- 16) (_____.); 1999. Grazing time: the missing link. Phd. Thesis. Animal Nutrition Group, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands pp 192.
- 17) DESCHAMPS, F. C. 1994. Degradabilidade ruminal da materia seca e da proteína de alguns alimentos utilizáveis na alimentação de ruminantes. *Rev. Soc. Bras. Zoot.* 23(6):898-908.
- 18) DEWHURST, R. J.; WADHWA, D.; BORGIDA, L. P.; FISHER, W. J.2001. Rumen acid production from dairy feeds; Effects on feed intake

and milk production of dairy cows offered grass or corn silages.
Journal of Dairy Science.84(12):2721-2729.

- 19) DIMARCO, O.N.; AELLO, M. S.; ENRIQUE, H. S. Efecto de la concentración de amoníaco ruminal en el gasto energético de rumiantes. (Reunión latinoamericana de producción animal, 16, Montevideo UY 2000 mar 28-31) ALPA. Asociación Latinoamericana de Producción Animal; AUPA. Asociación Uruguay de Producción Animal UY CD-ROM. Área Nutrición 2000.
- 20) DHIMAN, T. R.; ZAMAN, M. S.; MACQUEEN, I. S.; BOMAN, R. L. 2002. Influence of corn processing and frequency of feeding on cow performance. Journal of Animal Science. 85(1):217-226.
- 21) FISHER, E. J.; DOWDESWELL, A. M.; PERROT, G. 1996. The effects of sward characteristics and supplement type on the herbage intake and milk production of summer – calving cows. Grass and Forage Science. 51(2):121-130.
- 22) FRANCOIS, R.; MAGRI, G.; MONTES, F. 2003. Suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal en novillos Hereford alimentados en base a pasturas de alta calidad en el período otoño-invernal: cinética de degradabilidad y parámetros ruminales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 85p.
- 23) GALLARDO, M. 1999. Importancia de la fibra en otoño.
<http://rafaela.inta.gov.ar/revistas>.

- 24) GORLERO, I.; IBARLUCEA, M. 1999. Efecto del momento y tiempo de pastoreo en la producción y composición de leche de vacas holando pastoreando avena y suplementadas con silo de maíz y concentrado. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 73p.
- 25) GROVUM, W. L. 1993. Apetito, sapidez y control del consumo de alimentos. In El rumiante; fisiología digestiva y nutrición. Church. Zaragoza, Acribia. pp225-241.
- 26) JORNADA DE DIFUSIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN EN : LECHERÍA. (Noviembre de 2001, Centro Regional Sur). Montevideo. Facultad de Agronomía. 37p.
- 27) KLOSTER, A. M.; LATIMORI, N. J.; AMIGONE, M. A.; BALLARIO, M. V. 1995. Suplementación de perdeos invernales. INTA. Informe técnico N° 112. 12pp.
- 28) KOLVER, E. S.; VETH, E. S. de. 2002. Prediction of ruminal pH from pasture – based diets. Journal of Animal Science. 85(5):1255-1266.
- 29) MACKLE, T. R.; BRYANT A. M.; PETCH, S. F.;HOOPER, R. J.; AULDIST, M. J. 1999. Variation in the composition milk protein from pasture – fed dairy cows in late lactation and the effect of grain and silage supplementation. New Zeland Journal of Agricultural Research. 42(2):147-154.

- 30) MAEKAWA, M.; BEAUCHEMIN, K. A.; CHRISTENSEN, D. A. 2002. Effect of concentrate level and feeding management on chewing activities, saliva production, and ruminal pH of lactating dairy cows. *Journal of Animal Science*. 85(5):1165-1175.
- 31) MOURIÑO, F.; AKKARAWONGSA, R.; WEIMER, P. J. 2001. Initial pH as a determinant of cellulose digestion rate by mixed ruminal microorganisms in vitro. *Journal of Animal Science*. 84(4):848-859.
- 32) OLDHAM, J. D.; SUTTON, J. D. 1983. Composición de la leche y la vaca de alta producción. In Estrategias de alimentación para vacas lecheras de alta producción. Broster, W. H. Méjico, AGT. pp54-108.
- 33) OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. 1993. Fermentación ruminal. In El rumiante; fisiología digestiva y nutrición. Church. Zaragoza, Acribia. pp159-189.
- 34) RADICCIÓNI, D.; TARANTO, V.; ZIBIL, S. 1993. Efecto de la suplementación de vacas lecheras en pastoreo: Ambiente ruminal y composición de la leche. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 102p.
- 35) RINNE, M.; HUHTANEN, P.; JAAKKOLA, S. 2002. Digestive proceses of dairy cows fed silages harvested at four stages of grass maturity. *Journal Animal Science*. 80 ():1986-1998.

- 36) REARTE, D. H. 1992. Alimentación y composición de la leche en los sistemas pastoriles. Balcarce, Cerbas. INTA. 94p.
- 37) REIS, R. B.; COMBS, D. K. 2000. Effects of increasing levels of grain supplementation on rumen environment and lactation performance of dairy cows grazing grass-legume pasture. *Journal of Dairy Science*. 83(12):2888-2897.
- 38) RODRÍGUEZ, F.; CHILIBROSTE, P; FAVRE, E.; MATTIAUDA, D.; BRUNI, M.; APESTEGUÍA, E.; ORDEIX, B. 1990. Adaptación nutricional de vacas lecheras en pastoreo complementado o no con sorgo y urea. Seminario Nacional de Campo Natural. (2º, 1990, Tacuarembó) Montevideo. Hemisferio Sur. pp369-375.
- 39) ROOK, A. J.; HUCKLE, C. A; WILKINS, R. J.1994. The effects of sward height and concentrate supplementation on the performance of spring calving dairy cows grazing perennial ryegrass-white clover swards. *Animal production*. 58:167-172.
- 40) RUGGIA, A.; URRICARIET, V. 2002. Efecto del momento de la sesión de pastoreo sobre la digestión ruminal de vacas lecheras pastoreando praderas plurianuales en otoño-invierno. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 97p.
- 41) SANNES, R. A.; MESSMAN, M. A.; VAGNONI, D. B. 2002. Form of rumen-degradable carbohydrate and nitrogen on microbial protein synthesis and protein efficiency of dairy cows. *Journal of Animal Science*. 85(4):900-908.

- 42) SORIANO, F. D.; POLAN, C. E.; MILLER, C. N. 2000. Milk production and composición, rumen fermentation parameters, and grazing behavior of dairy cows supplemented with different forms and amounts of corn grain. *Journal of Dairy Science*. 83(7):1520-1529.
- 43) STOCKDALE, C. R. 1994. Persian colver and maize silage. I. Silage as a supplement for lactating dairy cows offered herbage of different quality. *Australian Journal of Agricultural Research*. 45(4):751-765.
- 44) (_____).1996. Substitution and production responses when lactating dairy cows graze a white clover pasture supplemented with maize silage. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 36(6):771-776.
- 45) (_____.) 1997a. Supplements improve the production of dairy cows grazing either white clover or paspalum – dominant pastures in late lactation. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 37(3):295-302.
- 46) (_____).1997b. Influence of energy and protein supplements on the productivity of dairy cows grazing white clover swards in spring. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 37(1):151-157.
- 47) THOMAS, P. C.; ROOK, J. A.1988. Manipulación de la fermentación ruminal. *In Avances en nutrición de los rumiantes*. Haresing, W.Zaragoza, Acribia. pp171-199.

- 48) VETH, M. J. de;VOLVER, E. S. 2001. Diurnal variation in pH reduces digestion and sintesis of microbial protein when pasture is fermented in continuous culture. Journal of Dairy Science.84(9):2066-2072.
- 49) VIRKAJÄRVI, P.; SAIRANEN, A.; NOUSIAINEN, J. I.;KHALILI, H. 2002. Effect of herbage allowance on pasture utilization, regrowth and milk yield of diary cows in early, mid and late season. Animal Feed Science and Technology. 97:23-40.
- 50) WADHWA, D.; BORGIDA, L.P.; DHAONA, M. S.; DEWHURST, R. J. 2001. Rumen acid production from dairy feeds; Effects of diets based on corn silage on feed intake and milk yield. Journal of Animal Science. 84(12):2730-2737.

8 ANEXOS

ANEXO 1: Resultados estadísticos para las variables de producción de leche.

	P. Leche	P. Leche am	P. Leche pm	LCG
Bloque	0.0046	0.0012	< 0.0001	0.13
Tratamiento	0.5666	0.9687	0.0749	0.4603
Semana	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Trat.*Sem.	0.2488	0.7897	0.4924	0.0418

ANEXO 2: Resultados estadísticos para las variables composición química de la leche.

	% Grasa	Kg Grasa	% Proteína	Kg Proteína
Bloque	0.7446	0.3811	0.6234	0.0147
Tratamiento	0.411	0.4564	0.6793	0.5902
Semana	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Trat.*Sem.	0.061	0.0414	< 0.0001	0.1424

ANEXO 3: Producción de leche total según tratamiento por semana (litros/día).

Semana	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3
1	22.56	22.72	23.83
2	22.93	23.46	22.44
3	24.94	24.48	24.79
4	27.44	26.19	26.62
5	26.98	27.04	26.94
6	27.51	26.69	28.23

ANEXO 4: Producción de leche diaria promedio de cada tratamiento durante todo el período experimental.

Tratamiento	Litros
1	25,38
2	24,86
3	25,83

ANEXO 5: Producción de leche AM según tratamiento por semana (litros/día).

Semana	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3
1	11.71	11.54	11.02
2	12.66	12.91	12.39
3	12.35	12.94	12.27
4	15.24	14.78	14.45
5	13.87	14.43	13.72
6	14.74	14.51	15.08

ANEXO 6: Producción de leche AM diaria promedio de cada tratamiento durante todo el período experimental.

Tratamiento	Litros
1	13,39
2	13,34
3	13,29

ANEXO 7: Producción de leche PM según tratamiento por semana (litros/día).

Semana	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3
1	10.85	11.18	12.58
2	10.27	10.33	10.09
3	12.59	11.77	12.52
4	12.20	11.40	12.11
5	13.14	12.61	13.23
6	12.77	12.18	13.14

ANEXO 8: Producción de leche PM diaria promedio de cada tratamiento durante todo el período experimental.

Tratamiento	Litros
1	11,95
2	11,48
3	12,39

ANEXO 9: % Grasa según tratamiento por semana.

Semana	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3
1	3.82	3.66	3.51
2	3.60	3.38	4.01
3	4.85	4.23	3.89
4	3.62	3.63	3.58
5	3.79	3.75	4.24
6	3.97	4.80	4.56

ANEXO 10: % de grasa promedio de cada tratamiento para todo el período experimental.

Tratamiento	%
1	4,07
2	3,81
3	3,92

ANEXO 11: Producción de LCG según tratamiento por semana (litros/día).

Semana	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3
1	20.61 a	21.40 a	21.64 a
2	20.20 a	21.30 a	20.09 a
3	28.31 a	24.85 a	26.62 a
4	27.35 a	24.05 b	26.15 ab
5	26.91 a	26.36 a	27.09 a
6	30.65 ab	27.34 a	31.99 b

Letras diferentes muestran diferencias significativas, entre tratamientos para una misma semana. Nivel de significancia $P < 0.05$.

ANEXO 12: Producción diaria de LCG promedio para cada tratamiento en todo el período experimental.

Tratamiento	Litros
1	25,67
2	24,22
3	25,60

ANEXO 13: % Proteína según tratamiento por semana.

Semana	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3
1	2.93 a	2.89 a	2.93 a
2	2.92 a	2.77 b	2.77 b
3	2.93 a	2.88 a	2.92 a
4	2.99 a	3.03 a	2.95 a
5	3.06 a	3.03 a	2.97 a
6	3.06 a	3.05 a	2.99 a

ANEXO 14: % de proteína promedio según tratamiento en todo el período experimental.

Tratamiento	%
1	2,98
2	2,94
3	2,92

ANEXO 15: Fecha de partos y días de lactancia al 20 de mayo.

Fecha de parto	Nº Vaca	Tratamiento	Días
16/03/02	529	1	65
16/03/02	719	1	65
22/03/02	318	1	59
23/03/02	702	1	58
25/03/02	516	1	56
25/03/02	729	1	56
26/03/02	704	1	55
02/04/02	834	1	48
02/04/02	627	1	48
12/04/02	703	1	38
12/04/02	718	1	38
23/04/02	838	1	27
01/05/02	728	1	19
01/05/02	822	1	19
09/03/02	247	3	72
12/03/02	713	3	69
22/03/02	408	3	59
23/03/02	905	3	58
23/03/02	833	3	58
27/03/02	804	3	54
29/03/02	414	3	52
01/04/02	610	3	49
18/04/02	635	3	32
23/04/02	314	3	27
25/04/02	518	3	25
28/04/02	827	3	22
01/05/02	606	3	19
16/03/02	701	2	65
20/03/02	717	2	61
25/03/02	723	2	56
25/03/02	519	2	56
27/03/02	515	2	54
01/04/02	641	2	49
04/04/02	404	2	46
04/04/02	809	2	46
10/04/02	818	2	40
14/04/02	725	2	36
15/04/02	835	2	35
16/04/02	611	2	34
20/04/02	711	2	30

ANEXO 16: Promedio de los días de lactancia según tratamiento.

Tratamiento	Días
1	46.50
2	46.77
3	45.85

ANEXO 17: Valores promedio de CC para cada tratamiento según semana.

Semana	Tratamiento		
	1	2	3
0	2.35	2.38	2.40
3	2.27	2.13	2.33
5	2.42	2.44	2.60
7	2.49	2.55	2.66

ANEXO 18: Calendario del experimento.

Semana	Fecha
0	20/5 - 26/5
1	27/5 - 2/6
2	3/6 - 9/6
3	10/6 - 16/6
4	17/6 - 23/6
5	24/6 - 30/6
6	1/7 - 7/7
7	8/7 - 9/7

ANEXO 19 : Resultados estadísticos de las variables de vaciado ruminal.

	Cont. Total	Frac. Sólida	Frac. Líquida	Rel. Liq./Sol.	% MS	Conc. Amonio
Semana	0.1636	0.0695	0.6549	0.2033	0.0124	0.1413
Momento	< 0.0001	< 0.0001	0.2932	0.0021	0.0004	0.0007
Trat.	0.3187	0.1872	0.1911	0.1620	0.0621	0.2189
Sem.* Trat.	0.7079	0.2799	0.5315	0.5871	0.2920	0.6462
Trat.*Mom.	0.0112	0.0130	0.0719	0.9960	0.0229	0.1268

Probabilidades obtenidas de SAS. Pr>F.

ANEXO 20: Resultados estadísticos para las variables pH y amonio de los muestreos de líquido ruminal.

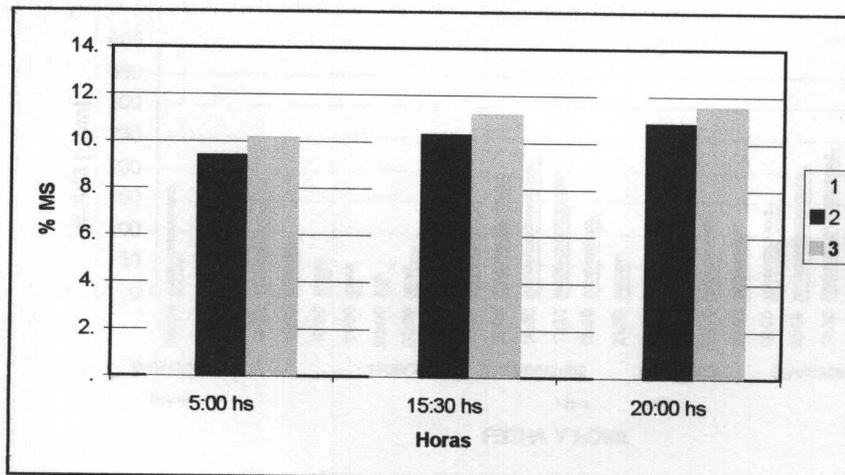
	pH	Conc. Amonio
Momento	< 0.0001	< 0.0001
Tratamiento	0.0522	0.0826
Tra. * Mom.	0.0841	0.0035

Probabilidades obtenidas de SAS. Pr>F.

ANEXO 21: Relación líquido/sólido promedio del contenido ruminal según momento de muestreo, por tratamiento.

Tratamiento	Momento		
	5:00 hs	15:30 hs	20:00 hs
1	0.6458	0.3918	0.2875
2	0.5543	0.4173	0.4334
3	0.4494	0.2667	0.3603

ANEXO 22: Porcentaje de MS de la fracción sólida del contenido ruminal, según momento de muestreo por tratamiento.



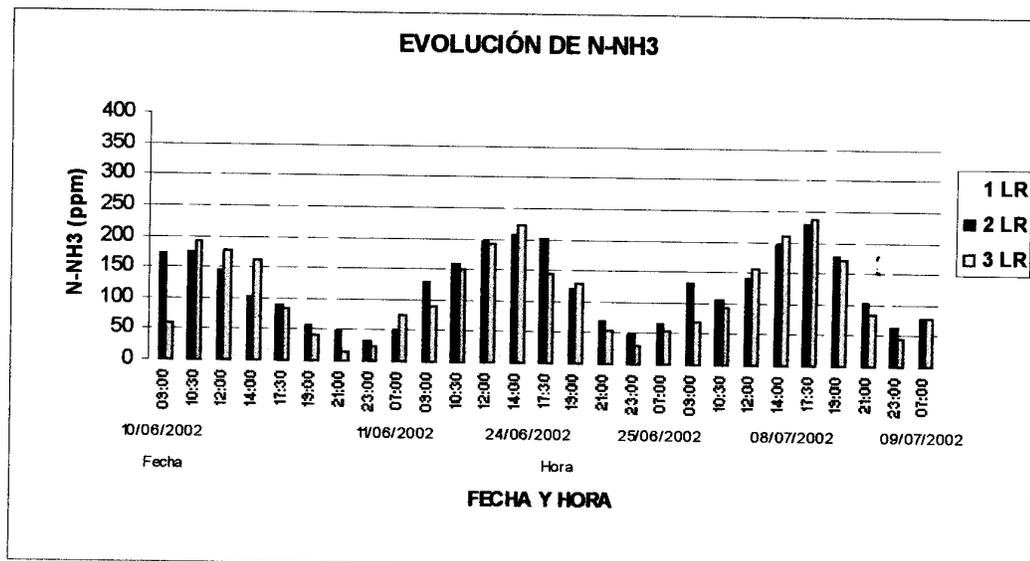
ANEXO 23: Valores promedio de concentración de amonio (mmol/l) por tratamiento según momento, de la fracción líquida del contenido ruminal.

Tratamiento	Momento		
	5:00 hs	15:30 hs	20:00 hs
1	62.88	224.26	166.02
2	119.2	226.69	86.87
3	78.85	206.9	74.79

ANEXO 24: Valores promedio de porcentaje de amonio, por tratamiento según momento de muestreo, de la fracción líquida del contenido ruminal (%).

Tratamiento	Momento		
	5:00 hs	15:30 hs	20:00 hs
1	1.63	4.98	1.37
2	2.35	6.35	2.33
3	1.39	3.54	1.82

ANEXO 25: Evolución de la concentración de amonio promedio de los tres tratamientos según momento de muestreo (ppm).



ANEXO 26: pH por tratamiento según momento de muestreo.

Momento	Tratamiento					
	1		2		3	
09:00	6.49	a	6.44	a	6.61	a
10:30	6.41	a	6.55	a	6.57	a
12:00	6.24	a	6.45	a	6.43	a
14:00	6.17	a	6.42	a	6.47	a
17:30	5.79	a	6.13	b	6.25	b
19:00	5.89	b	6.06	a	6.33	a
21:00	5.79	a	6.26	b	6.35	b
23:00	5.98	a	6.41	b	6.56	b
07:00	6.18	a	6.78	b	6.83	b

Letras diferentes muestran diferencias significativas, entre tratamientos para un mismo momento. Nivel de significancia $P < 0.05$.

ANEXO 27: Valores promedio de pH y N-NH3 según tratamiento.

Tratamiento	pH	N.NH3
1	6.12	187.83
2	6.39	124.05
3	6.49	112.86

ANEXO 28: Diferencia de los valores promedio de pH y N-NH3 entre tratamientos.

Tratamiento	pH		N.NH3	
	Diferencia		Diferencia	
T1 vs T2	-0.28	**	63.77	**
T1 vs T3	-0.38	*	74.97	*
T2 vs T3	-0.10	ns	11.19	ns

** Diferencia significativa $P < 0.1$

* Diferencia significativa $P < 0.05$

ns Diferencia no significativa $P < 0.05$

ANEXO 29: N-NH3 por tratamiento según momento de muestreo.

Momento	N-NH3					
	T1		T2		T3	
09:00	89.35	ab	146.46	b	75.47	a
10:30	180.78	a	147.61	a	146.73	a
12:00	251.99	a	161.44	b	176.00	b
14:00	229.39	a	169.51	a	199.05	a
17:30	294.98	a	173.73	b	155.78	b
19:00	280.57	a	120.08	b	113.90	b
21:00	196.80	a	75.29	b	51.18	b
23:00	100.73	a	51.40	a	31.46	a
07:00	65.88	a	70.79	a	66.12	a

Letras diferentes muestran diferencias significativas, entre tratamientos para un mismo momento. Nivel de significancia $P < 0.05$.

ANEXO 30: Peso vivo individual y promedio de las vacas fistuladas.

Vaca	PV(Kg)
729	495
804	536
809	518
826	544
827	560
838	480
Promedio	522

ANEXO 31: Resultados estadísticos para las determinaciones de AGV.

	Ac.Acético	Ac.Propiónico	Ac.Butírico	Isobutírico	Isovalérico
Tratamiento	0.3225	0.1945	0.2646	0.1409	0.1677
Momento	0.2461	0.2095	0.2547	0.9589	0.7218
Trat.X Mom.	0.5139	0.3665	0.3846	0.5284	0.4707

Probabilidades obtenidas de SAS. $P > F$.

ANEXO 32: Concentración ruminal de ácido acético por momento de muestreo según tratamiento (mmol/l).

Momento	T1	T2	T3
09:00	103.85	109.29	93.65
10:30	101.25	99.52	93.17
12:00	103.67	93.44	126.78
14:00	100.70	94.88	105.28
17:30	118.05	95.54	94.94
19:00	116.24	114.04	100.08
21:00	120.85	117.44	111.24
23:00	104.85	99.70	91.11
07:00	116.48	98.83	103.20

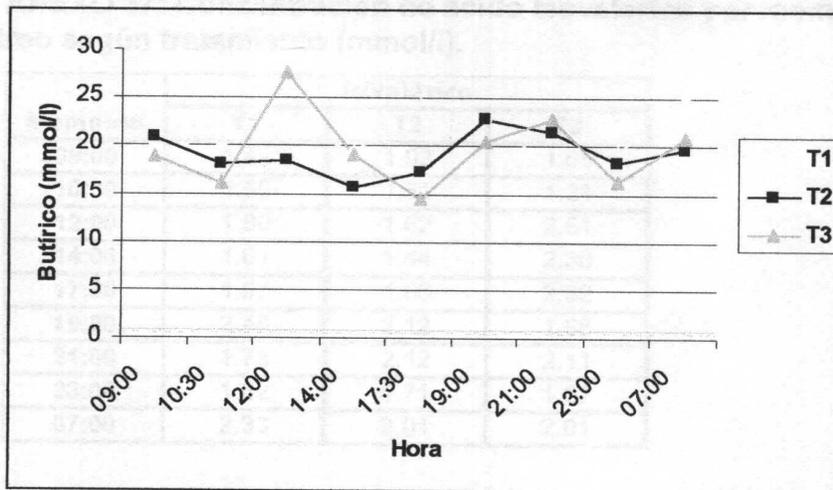
ANEXO 33: Concentración de ácido propiónico por momento de muestreo según tratamiento (mmol/l).

Momento	T1	T2	T3
09:00	34.49	34.82	27.79
10:30	31.64	30.95	29.98
12:00	36.51	30.94	41.88
14:00	31.02	30.67	31.05
17:30	39.16	29.87	29.12
19:00	34.30	37.66	31.32
21:00	35.92	37.92	36.15
23:00	30.32	32.29	26.16
07:00	39.05	30.74	29.97

ANEXO 34: Concentración de ácido butírico por momento de muestreo según tratamiento (mmol/l).

Momento	T1	T2	T3
09:00	20.04	20.94	18.96
10:30	20.28	17.99	16.16
12:00	22.15	18.43	27.59
14:00	19.40	15.68	18.98
17:30	24.37	17.37	14.47
19:00	22.90	22.75	20.43
21:00	18.07	21.36	22.78
23:00	19.45	18.29	16.24
07:00	24.74	19.66	20.84

ANEXO 35: Concentración ruminal de ácido butírico por momento de muestreo según tratamiento.



ANEXO 36: Concentración de ácido isobutírico por momento de muestreo según tratamiento (mmol/l).

Momento	Isobutírico		
	T1	T2	T3
09:00	1.16	1.47	1.17
10:30	1.29	1.27	1.14
12:00	1.28	1.29	1.69
14:00	1.30	1.16	1.46
17:30	1.13	1.19	0.94
19:00	1.72	1.52	1.29
21:00	1.17	1.39	1.42
23:00	1.25	1.22	1.35
07:00	1.73	1.44	1.35

ANEXO 37: Concentración de ácido isovalerico por momento de muestreo según tratamiento (mmol/l).

Momento	Isivalérico		
	T1	T2	T3
09:00	1.44	1.92	1.65
10:30	1.50	1.51	1.31
12:00	1.80	1.62	2.61
14:00	1.61	1.44	2.30
17:30	1.97	1.66	2.32
19:00	2.46	2.12	1.88
21:00	1.73	2.12	2.11
23:00	1.82	1.71	1.97
07:00	2.33	2.01	2.01

ANEXO 38 : Desaparición de MS (gramos) según hora de muestreo por tratamiento para la fecha del 12/6 al 17/6.

Muestreo	Tratamientos		
	T1	T2	T3
0	2,07105	2,0446	2,365
4	2,5137	2,324	2,454
8	2,972	2,8936	2,996
12	3,408	3,354	3,574
24	3,739	4,118	3,872
48	4,059	4,0376	3,976
120	3,779	4,0995	3,9535

ANEXO 39 : Porcentaje de degradabilidad según hora de muestreo por tratamiento para la fecha del 12/6 al 17/6.

Muestreo	Tratamientos		
	T1	T2	T3
0	41,421	40,892	47,3
4	50,274	46,48	49,08
8	59,44	57,872	59,92
12	68,16	67,08	71,48
24	74,78	82,36	77,44
48	81,18	80,752	79,52
120	75,58	81,99	79,07

ANEXO 40 : Desaparición de MS (gramos) según hora de muestreo por tratamiento para la fecha del 26/6 al 1/7.

Muestreo	Tratamiento		
	T1	T2	T3
0	2,017	2,022	1,9799
4	0,5553	0,297	0,5351
8	0,832	0,943	0,9841
12	1,302	1,124	1,1821
24	1,875	1,8083	1,8541
48	2,050775	2,014175	2,0505
120	2,0561	1,985075	1,96955

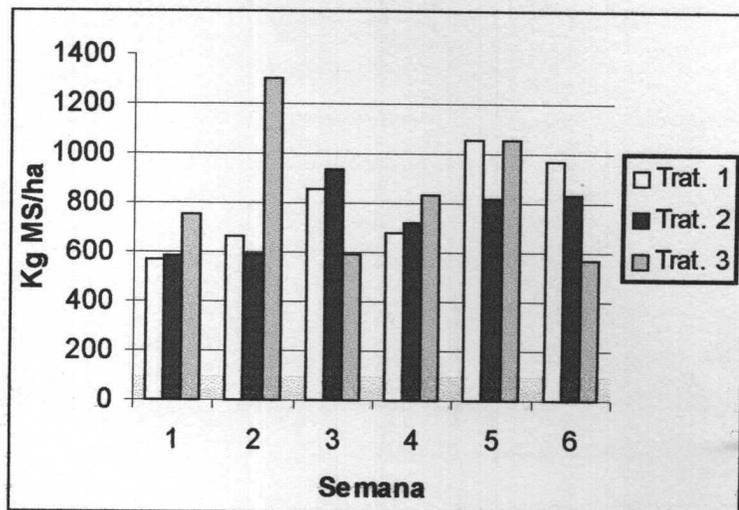
ANEXO 41 : Porcentaje de degradabilidad según hora de muestreo por tratamiento para la fecha del 26/6 al 1/7.

Muestreo	Tratamiento		
	T1	T2	T3
0	40,34	40,44	39,598
4	51,446	46,38	50,3
8	56,98	59,3	59,28
12	66,38	62,92	63,24
24	77,84	76,606	76,68
48	81,3555	80,7235	80,608
120	81,462	80,1415	78,989

ANEXO 42: Rechazo de la pastura en Kg MS/ha promedio para cada tratamiento por semana.

Semana	Tratamiento	Kg MS/ha	Desvio estandar entre tratamientos
1	1	565,99	102,35
	2	586,73	
	3	752,72	
2	1	664,29	393,20
	2	592,86	
	3	1306,80	
3	1	856,80	179,14
	2	933,67	
	3	592,18	
4	1	677,55	79,96
	2	719,94	
	3	832,28	
5	1	1057,82	137,77
	2	817,69	
	3	1054,76	
6	1	969,05	202,56
	2	835,71	
	3	571,09	

ANEXO 43: Rechazo de la pastura (Kg MS/ha) promedio por tratamiento según semana.



ANEXO 44: Rechazo de la pastura en Kg MS/ha promedio para cada semana.

Semana	Potrero	Parcela	Kg MS/ha	Desvio estandar entre semanas
1	7a	7	635,15	114,09
2	7b	A	854,65	
3	7b	B	794,22	
4	7b	C	740,14	
5	7b	D	976,76	
6	7b	E	791,95	