



**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**SUPLEMENTACION ENERGETICA CON FUENTES DE
DIFERENTE DEGRADABILIDAD RUMINAL EN NOVILLOS
HEREFORD ALIMENTADOS EN BASE A PASTURAS DE ALTA
CALIDAD EN EL PERIODO OTOÑO-INVIERNAL: CINETICA DE
DEGRADABILIDAD Y PARAMETROS RUMINALES**

por

FACULTAD DE AGRONOMIA

INSTITUTO VETERINARIO Y
ZOOLOGICO
BIBLIOTECA

**Roberto FRANCOIS MANINI RIOS
Gastón MAGRI DANREE
Fernando MONTES MARTINEZ**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2003**

Tesis aprobada por:

Director: _____
Alvaro Simeone

Virginia Beretta

Pablo Chilibroste

Fecha: _____

Autor: _____
Roberto Francois

Gastón Magri

Fernando Montes

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias, amigos y novias por el apoyo durante la realización de este trabajo.

Al Ingeniero Alvaro Simeone por habernos permitido realizar este experimento junto a su equipo de trabajo.

A la Ingeniera Virginia Beretta por el continuo apoyo y dedicación durante la realización de este trabajo.

Al Ingeniero Fernando Baldi por ayudarnos en todo momento en la realización del trabajo de campo.

A los Profesores Juan Carlos Elizalde y James Rowe por habernos brindados sus conocimientos prácticos y teóricos en la investigación de esta temática.

A los Ingenieros Matías Cafaro y Ricardo Capurro por facilitarnos material bibliográfico.

A nuestros amigos y futuros Ingenieros: Sebastián "Barta" Bartaburu, Pablo "Gato" Cooper, Leonardo "Limón" Elizondo, Alfonso "Moña" Gil, Mauro "Galvão" Lanfranconi, Leonardo "Rengo" Olivera y Leticia "Nancy" Rubio, por hacer más amena la parte de campo.

Y a todos los que de una forma u otra ayudaron a la realización de este trabajo.

LISTAS DE CUADROS Y GRAFICAS

Cuadro N°	Página
1. Características de forrajes (MS, PC, DIVMS, FDN) utilizados en diferentes trabajos.....	4
2. Composición química y comportamiento fermentativo de algunos concentrados energéticos.....	10
3. Resumen de trabajos sobre parámetros de degradabilidad ruminal.....	20
4. Caracterización del grano masticado.....	27
5. Características del forraje disponible durante el período experimental.....	34
6. Características de los alimentos incubados y disponibilidad del forraje según fecha de muestreo.....	35
7. Parámetros caracterizando la cinética de degradabilidad de la materia seca del forraje y del grano de maíz en novillos pastoreando raigrás sin suplemento (SS) o suplementados con grano de maíz entero (GE) o molido (GM) (Medias ajustadas).....	37
8. Resumen de trabajos sobre el efecto de la suplementación con maíz sobre la concentración de AGV.....	46

9. Medias ajustadas de proporción de cada AGV según tratamiento.....48

Gráfica N°

Página

1. Curvas de cinética de degradabilidad para los distintos alimentos.....39

2. ph medio diario ruminal en novillos pastoreando raigrás vegetativo (promedio de cuatro muestreos) sin acceso a suplemento (SS) ò suplementados con grano de maíz entero (GE) o molido (GM) a razón del 1% del peso vivo (Medias ajustadas por tratamiento).....42

3. Patrón diario de ph ruminal en novillos pastoreando raigrás vegetativo (promedio de cuatro muestreos) sin acceso a suplemento (SS) o suplementados con grano de maíz entero (GE) o molido (GM) a razón del 1% del PV (medias ajustadas).....43

4. Concentración media diaria de ácidos grasos volátiles (AGV) en rumen en novillos pastoreando raigrás vegetativo (promedio de cuatro muestreos) sin acceso a suplemento (SS) o suplementados con grano de maíz entero (GE) o molido (GM) a razón del 1% del peso vivo. Medias ajustadas de AGV totales según tratamientos.....45

5. Patrón diario de AGV totales en novillos pastoreando raigrás vegetativo (promedio de cuatro muestreos) sin acceso a suplemento (SS) o suplementados con grano de maíz

entero (GE) o molido (GM) a razón del 1% del PV (medias ajustadas).....	47
6. Variación diaria de la proporción molar de acético para animales no suplementados (SS) y para suplementados con grano entero (GE) y grano molido (GM).....	50
7. Variación diaria de la proporción molar de propiónico para animales no suplementados (SS) y para suplementados con grano entero (GE) y grano molido(GM).....	51
8. Concentración media diaria de N amoniacal en rumen en novillos pastoreando raigrás vegetativo (promedio de cuatro muestreos) sin acceso a suplemento (SS) o suplementados con grano de maíz entero (GE) o molido (GM) a razón del 1% del peso vivo. Medias ajustadas de N amoniacal según tratamientos.....	53
9. Evolución de la concentración de amoníaco a lo largo del día para los animales no suplementados (SS) y para los suplementados con grano entero (GE) y con grano molido (GM).....	54

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
LISTA DE CUADROS Y GRAFICAS.....	III
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</u>	3
2.1 <u>INTRODUCCION</u>	3
2.2 <u>ASPECTOS RELACIONADOS AL PROBLEMA OTOÑAL</u>	3
2.2.1 <u>Características del forraje</u>	3
2.2.2 <u>Concentración de amoníaco en rumen</u>	5
2.2.3 <u>Síntesis de proteína microbiana</u>	7
2.3 <u>SUPLEMENTACION ENERGÉTICA</u>	8
2.3.1 <u>Granos de cereales</u>	9
2.3.2 <u>Procesamiento del grano</u>	11
2.3.4 <u>Efectos de la suplementación sobre el consumo</u> <u>total de materia seca</u>	12
2.4 <u>EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN SOBRE LOS</u> <u>PARÁMETROS RUMINALES</u>	13
2.4.1 <u>Acidos grasos volátiles</u>	13
2.4.2 <u>PH</u>	14
2.4.3 <u>Amoníaco</u>	16
2.5 <u>EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN SOBRE LA</u> <u>DEGRADABILIDAD DE LA FIBRA</u>	17
2.6 <u>DEGRADABILIDAD POTENCIAL Y EFECTIVA</u> <u>DE FORRAJES Y CONCENTRADOS</u>	19

2.7 HIPOTESIS.....	21
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	22
3.1 LOCALIZACION.....	22
3.2 CLIMA.....	22
3.3 SUELO.....	22
3.4 PASTURA.....	23
3.5 ANIMALES.....	23
3.5.1 <u>Manejo pre-experimental</u>	23
3.6 TRATAMIENTOS.....	24
3.7 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	24
3.7.1 <u>Manejo del pastoreo</u>	24
3.7.2 <u>Manejo de la suplementación</u>	25
3.8 REGISTROS Y DETERMINACIONES.....	25
3.8.1 <u>Peso vivo</u>	25
3.8.2 <u>Pastura</u>	25
3.8.3 <u>Degradación ruminal <i>in situ</i></u>	26
3.8.4 <u>Extracción de líquido ruminal para determinación de ph, amoníaco y AGV</u>	30
3.9 ANALISIS ESTADÍSTICO.....	31
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	34
4.1 CARACTERISTICA DE LA PASTURA Y SUPLEMENTO.....	34
4.2 CINETICA DE DEGRADABILIDAD RUMINAL.....	36
4.2.1 <u>Degradabilidad <i>in situ</i></u>	36
4.2.2 <u>Degradabilidad efectiva</u>	40
4.3 PH RUMINAL.....	41
4.4 ACIDOS GRASOS VOLATILES TOTALES.....	45
4.4.1 <u>Proporción molar de los diferentes AGV</u>	48
4.4.1.1 Acético.....	49
4.4.1.2 Propiónico.....	51

4.5 CONCENTRACION DE AMONIACO EN RUMEN.....	52
4.6 DISCUSION GENERAL.....	56
5. <u>CONCLUSIONES</u>	58
6. <u>RESUMEN</u>	59
7. <u>SUMMARY</u>	60
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	61
9. <u>ANEXOS</u>	67

1. INTRODUCCION

En los sistemas intensivos de recría y engorde de ganado de carne, los verdes de invierno aparecen como una alternativa para levantar la limitante forrajera de cantidad y calidad de materia seca (MS) por unidad de superficie que presentan las praderas plurianuales en otoño.

No obstante esto, y aun teniendo en cuenta la altísima calidad del material, animales pastoreando verdes en otoño registran bajas ganancias de peso vivo comparado con las otras estaciones. El desbalance energético – proteico, causado por un exceso de proteína degradada en rumen y un déficit de energía rápidamente disponible para los microorganismos, ha sido reportado como una posible causa de trastornos fisiológicos y metabólicos en el animal. Sincronizando estos nutrientes aumenta la eficiencia microbiana y por lo tanto el uso de los nutrientes.

La suplementación energética ha sido sugerida como una estrategia de manejo alimenticio que permitiría corregir el desbalance energético-proteico. El éxito de la sincronización depende de la degradabilidad de la fuente de energía, la cual en el caso de los granos de cereales puede ser afectada por el tipo de procesamiento (molido o entero). Como contraparte la suplementación disminuiría el pH ruminal afectando negativamente la degradabilidad de la fibra y por lo tanto la utilización de la misma. Esto se identifica como problema ya que se busca utilizar este alimento base de la mejor manera posible.

La caracterización de los parámetros ruminales y la cinética de fermentación de verdes en otoño, medido en animales realizando pastoreo directo, permitiría evaluar los efectos de la incorporación de un suplemento en

la dieta animal y definir sobre una estrategia de manejo de pastoreo y suplementación apuntando a optimizar la utilización de los nutrientes.

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar los parámetros ruminales y la cinética de degradación de los distintos componentes de la dieta en animales pastoreando raigrás en ofertas no restrictivas y suplementados a razón del 1% del peso vivo (PV) con maíz entero o molido.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 INTRODUCCION

García (2000), reporta que pasturas de alta calidad durante el otoño tienen baja relación carbohidratos solubles / nitrógeno (N), lo cual resulta en bajas performances animales y una alta pérdida de nitrógeno hacia el ambiente.

Kolver (1998), cita que sincronizando carbohidratos solubles con el N en rumen aumenta la cantidad de N retenido por el animal y esto se traduce en mejores performances animales.

García (2000), reporta que la sustitución parcial de pastos de alta calidad con cantidades moderadas de grano (30-35% de la MS consumida) podría resultar en una mejor sincronización entre energía y proteína en rumen, mejorando la síntesis microbiana y reduciendo las pérdidas de N al ambiente sin afectar la digestión de la fibra.

2.2 ASPECTOS RELACIONADOS AL PROBLEMA OTOÑAL

2.2.1 Características del forraje.

Según Elizalde (1992a), verdes y pasturas utilizadas en los sistemas intensivos de recría y engorde en el período otoño-invierno se caracterizan por tener alta calidad medida por su alta digestibilidad *in vitro* (DIV) y concentración de proteína cruda (PC).

Elizalde (1992a), cita para la Argentina ganancias de peso que son un 40 o 50 % menores que en primavera. Estas menores ganancias se acentúan para regiones húmedas comparadas con subhúmedas y semiáridas, debido probablemente a una mayor incidencia de los efectos climáticos (días nublados, lloviznas, etc.) sobre la composición química del forraje y el comportamiento del animal.

Distintos autores caracterizaron estos forrajes, en esta época del año, para poder cuantificar los efectos que producen sobre el ambiente ruminal. Un resumen de algunos trabajos se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de forrajes (MS, PC, DIVMS, FDN) utilizados en diferentes trabajos

Tipo de forraje	MS (%)	PC (%)	DIVMS (%)	FDN (%)	Autores
Avena (otoño)	22,9	23,13	76	38	Elizalde (1999c)
Avena		23	68	46	Elizalde (1992a)
Avena y Raigras	15,3	17,9		47,7	Cafaro (2001)
Raigras	17,2	19,7		42,5	Van Vuuren (1993a)
Raigras	18,5	18,1		42,3	Van Vuuren (1993b)
Raigras	14,2	25,6			Trevaski (1998)
Mezcla de Gramíneas	19,5	21,4	72		French (2001)
Festuca *	20,6	19,8		52,2	Elizalde (1998)

Referencias: DIVMS% : Digestibilidad *in vitro* de la materia seca expresada en porcentaje

MS %: Porcentaje de Materia Seca

PC %: Porcentaje de Proteína Cruda

FDN %: Porcentaje de Fibra Detergente Neutro

* Festuca en estadios vegetativos

Como principal característica se destaca el bajo porcentaje de materia seca y el alto contenido de proteína, la que se presenta de forma muy soluble y por lo tanto disponible para la fermentación ruminal. Gallardo (1999), cita para crecimientos tempranos de otoño, bajos y muy frágiles contenidos de pared celular (FDN) que aumentarían la velocidad de tránsito de las partículas e impidiendo una completa fermentación. Por esta razón, las actividades de masticación y rumia disminuyen significativamente.

Elizalde (1992a), cita valores de carbohidratos solubles, cinco veces mayores en primavera que en otoño, haciendo mención a la relación entre carbohidratos solubles y proteína, como otra característica de gran importancia en el forraje.

Según Davies (2001), todas las características del forraje ya mencionadas, provocarían limitaciones al consumo y una serie de trastornos fisiológicos y metabólicos que en conjunto se traducirían en ganancias de peso inferiores a las que podrían esperarse con estos forrajes.

2.2.2 Concentración de amoníaco en rumen

Beever (1984) citado por Rearte (1999), reporta que las características de estos forrajes (alta concentración de PC y alta degradabilidad de la misma) generarían concentraciones amoniacaes superiores a los requerimientos bacterianos y afectarían la eficiencia de utilización de los compuestos

nitrogenados por parte del animal, ya que importantes cantidades de amoníaco son absorbidos por las paredes del rumen, metabolizadas a urea en el hígado y excretadas a través de la orina.

Para un óptimo funcionamiento de la flora celulolítica, Rearte (1989), cita una concentración amoniacal de 50mg/L, aparte de las demás características (pH, AGV, etc.). Además Astibia (1982), determinó que la concentración de amoníaco en el rumen necesaria para saturar la capacidad de los microorganismos para sintetizar proteína es relativamente baja, varios trabajos *in vitro* han mostrado que el máximo crecimiento microbiano se logra cuando el nivel de amoníaco es aproximadamente 50 mg/ L.

Beever (1993) citado por Di Marco (2000), menciona que un alto contenido de amonio puede perjudicar la performance animal ya sea por el costo energético de su detoxificación a urea y/o como citan Reynolds (1991) y Kelly (1993) citado por Di Marco (2000), por aumentar la actividad metabólica del tejido visceral.

Di Marco (2000), investigando este problema, concluye que la menor performance de animales con exceso de amoníaco en rumen no es por un aumento agudo de la concentración de amoníaco ruminal que afectaría el gasto energético para su detoxificación, sino que sería por un efecto crónico que provocaría un aumento en el tamaño del hígado y consecuentemente aumentarían los requerimientos de energía de mantenimiento.

Owens (1988), cita que la absorción de amoníaco va en aumento por parte de la pared ruminal a medida que aumenta la concentración de este; haciéndose tóxica en valores superiores a 1000mg/L.

2.2.3 Síntesis de proteína microbiana

Owens (1988), reporta que el requerimiento de N por parte de los microorganismos del rumen se basa en el rendimiento microbiano y éste último depende de la cantidad de materia orgánica (MO) fermentable en rumen.

Según Orskov (1982), si se asume que la cantidad de MO fermentable por kg MO digestible es constante, es posible simplificar los requerimientos de N de los microorganismos en una relación lineal con la cantidad de MO digestible consumida. Esto se cumple si se considera constante la eficiencia de síntesis microbiana. Para ARC (1980) citado por Elizalde (1996), esta eficiencia es de 30 g N/kg MO aparente degradada (MOAD) en rumen y según Owens (1988) este valor es en promedio de 25.6 g N/kg MOAD con un máximo de 32 g N/kg MOAD y un mínimo de 12 g N/kg MOAD.

Elizalde (1996), encontró para avena una eficiencia de síntesis de N microbiano de 39.9 g/kg de MOAD (en promedio para todo el ciclo del verdeo). Sin embargo este valor es menor a 51 g N/kg de MOAD publicado por Beaver (1986) citado por Elizalde (1996) en raigrás. Según Astibia (1982), estas variaciones serían debidas a errores en la metodología para medir producción microbiana; las múltiples interacciones entre amoníaco, fuentes de N y carbohidratos; diferencias en los medios empleados para determinar costo de mantenimiento de los sistemas microbianos; tasa de dilución, etc.

Según Orskov (1982), la composición del alimento en términos de carbohidratos, proteína y grasa también afecta la eficiencia de síntesis de N microbiano, debido a que éstos componentes generan diferentes cantidades de ATP en las reacciones anabólicas de los microorganismos. Por kg de MOAD los carbohidratos son los que producen más energía, luego las proteínas y por

último las grasas. Elizalde (1996), observó una tendencia a mayores valores de eficiencia microbiana cuando se utilizó el verdeo en primavera comparado con otoño.

Astibia (1982), cita que las características del N en la dieta influye en el rendimiento microbiano, es así que cuando la urea es el único recurso de N, el rendimiento microbiano es bajo y éste aumenta cuando se incluye en la dieta proteína verdadera.

Owens (1988), cita que la tasa de pasaje (kp) también afecta la eficiencia de síntesis microbiana. Con kp de 2%/h, el 65% del ATP se destina para mantenimiento comparado con tan solo el 32% con un kp de 6%/h. Según Orskov (1982) el aumento en el rendimiento microbiano al aumentar la kp tiene un límite (no cuantificado) debido a que la kp puede ser tan alta como para eliminar el crecimiento microbiano.

2.3 SUPLEMENTACION ENERGETICA

Según Elizalde (1996), las pérdidas de N pueden considerarse una ineficiencia que puede mejorarse con el uso de suplementos energéticos.

Van Vuuren (1993b), cita que una sustitución parcial de este tipo de forraje (cuadro 1) por concentrados ricos en carbohidratos rápidamente fermentecibles y bajos en PC podría ser una adecuada herramienta para aumentar la utilización de la proteína por parte del animal en pastoreo y reducir la excreción de N. Esto también es citado por Elizalde (1999c), incorporando a la dieta granos como maíz, sorgo, cebada, trigo, etc., con bajos contenidos de PC (8 a 13 %).

Van Vuuren (1993b), cita que para una óptima utilización del N de la pastura el suplemento debería tener una kd similar al forraje. En este aspecto los granos parecen ser una alternativa interesante, pero si el consumo de carbohidratos fácilmente fermentecibles es elevado puede generar una disminución en el pH ruminal.

Según Chilbroste (1998), podemos separar a aquellos concentrados que aportan energía en base a pared celular de alta digestibilidad (productos de origen industrial como pulpa de citrus y remolacha), de los concentrados que aportan energía en base a almidón (trigo, sorgo, maíz).

Rearte (1992) citado por Radiccioni (1993), cita que la alta digestibilidad de los subproductos de origen industrial (pulpa de citrus y remolacha) se debe a que la celulosa y la hemicelulosa no se encuentran ligada a la lignina, y por lo tanto aparecen como energía disponible en rumen.

2.3.1 Granos de cereales

Elizalde (1999c), menciona que las diferencias en degradabilidad de los granos se deben a la composición y estructura de los gránulos de almidón, a la composición y cantidad de matriz proteica, y a la asociación entre esta matriz y los gránulos de almidón. Cuanto mayor es la cantidad de proteínas que rodean a los gránulos de almidón, menor es la velocidad de digestión. Cuanto más compleja sea la estructura de la matriz proteica menor es la velocidad de digestión ya que esto impide el acceso de las amilasas bacterianas para iniciar el ataque del almidón.

En el Cuadro 2, se presentan las características químicas y comportamiento fermentativo de algunos concentrados energéticos.

Cuadro 2. Composición química y comportamiento fermentativo de algunos concentrados energéticos.

Fracciones	Concentrados		
	Cebada	Trigo	Maíz
Pared celular (FDN)			
FDN (% MS)	22	13.5	12.2
kd (%/hora)	14.5	15.0	5.1
Carbohidratos no estructurales (CNE)			
CNE (%MS)	60.4	68.7	73.5
CNE solubles (% CNE)	64.5	69.1	27.7
kd (%/hora)	24.2	18.2	4.0

Tamminga (1990) citado por Chilibroste (1998)

Referencias:

kd= Tasa de degradabilidad.

FDN: Fibra Detergente Neutro.

A partir del Cuadro 2 Chilibroste (1998) hace una clasificación en base al patrón de fermentación del almidón en el rumen. Alta fermentación para el trigo y la cebada y baja fermentación para el maíz.

Grigera (2000), cita que aparte de la variabilidad que encontramos entre cereales, en cuanto a la disponibilidad de carbohidratos rápidamente fermentecibles en el rumen, encontramos dentro del maíz una variabilidad muy grande entre variedades.

Philippeau (1999), cita que existen amplias variaciones en la composición química entre granos de maíz flint y dentado. El maíz dentado

posee una mayor proporción relativa de endoesperma harinoso que los maíces flint. En el endoesperma harinoso, los gránulos de almidón presentan una estructura proteica delgada y discontinua, mientras que en el endoesperma corneo, esta envoltura es mas gruesa y completa, y de mayor resistencia a la proteólisis microbiana.

2.3.2 Procesamiento del grano

Según reporta Grigera (2000), diferentes autores (Theure, 1886; Nocek y Tamminga, 1991; Yu 1998) han demostrado que la digestión ruminal y post ruminal del almidón mejora, en la medida que la intensidad del procesado aumenta. Beauchemin (1994), cita que el mejoramiento en la utilización del almidón mediante el procesamiento depende de la categoría animal y fuente de grano suplementada.

Beauchemin (1994), estudió los efectos de la masticación sobre la digestibilidad del maíz. Este autor cita que la degradabilidad de la fracción de maíz que escapa a la masticación por parte del animal, se ve severamente reducida. Por esta razón se hace necesario procesar el grano, pero el nivel de procesamiento va a depender de la digestibilidad de la proteína y del almidón inherentes al grano y a su vez también del grado de daño físico que sufra éste en el proceso de masticación.

Este mismo autor encontró que luego de 96 horas de incubación, sólo desapareció el 16 % de la materia seca para maíz entero. La cinética de degradabilidad del maíz entero se caracterizó por tener una insignificante fracción soluble (1.2 %), una fase lag (4hs), una fracción potencialmente degradable del 35.1% y una muy baja tasa de degradabilidad de la materia seca potencialmente degradable (0.62%/h). El efecto de la masticación

aumento, para el maíz, la degradabilidad. Esta pasó de 16 a 68%. La fracción soluble paso a ser ahora el 5.9%, la fracción potencialmente degradable 76.5% y la tasa de degradabilidad 1.75%/h. Este autor concluye que un mayor tamaño de grano, para el caso del maíz comparado con otros granos como trigo y cebada, hace que el tiempo de masticación previo a la ingesta sea mayor. Esto permitiría fraccionar una mayor proporción de granos y por lo tanto los nutrientes de estos quedarían más disponibles para los microorganismos no haciéndose necesario el procesamiento.

Grigera (2000), reporta que la magnitud del efecto del procesado del grano, depende en gran medida de cuan limitada es la digestión del grano sin procesar, lo cual esta asociado al tamaño y dureza del mismo. El tamaño del grano condiciona las posibilidades de masticación, mientras que su dureza determina el grado en que el grano es dañado una vez que es masticado.

2.3.4 Efectos de la suplementación sobre el consumo total de materia seca

Beever (2000), define sustitución como la cantidad de forraje que el animal deja de comer por unidad de suplemento consumido. Esto depende de la calidad y disponibilidad del forraje. En situaciones de pastoreo, la suplementación puede causar un marcado efecto en el consumo de forraje, quedando la tasa de sustitución dependiente de la disponibilidad de forraje. Cuando la disponibilidad es alta, la suplementación causa una reducción del tiempo de pastoreo y por lo tanto un menor consumo de forraje, pero cuando se restringe la disponibilidad, la suplementación tiene pocos efectos sobre el tiempo de pastoreo, resultando en bajas tasas de sustitución.

Normalmente los efectos de sustitución son mayores cuanto mayor es la calidad del forraje; por ejemplo Berzaghi (1996), cita una sustitución de 0.59, en animales suplementados con maíz partido, pastoreando pradera. Kloster (1995), registró sobre avena, sustituciones de 0.4 y a medida que la disponibilidades y calidades disminuían las sustituciones se reducían.

2.4 EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN SOBRE LOS PARAMETROS RUMINALES

Muchos trabajos de investigación han dirigido sus objetivos hacia la evaluación de los efectos de la suplementación energética sobre concentración de ácidos grasos volátiles (AGV), pH y concentración de amoníaco.

2.4.1 Acidos grasos volátiles

Owens (1988), cita que las concentraciones de AGV totales en rumen representa un equilibrio entre la tasa de producción y de absorción de cada AGV así como de sus interconversiones. La proporción de AGV se mantiene constante en rumen: 65:25:10 cuando la dieta base es forraje y 50:40:10 con dietas en base a concentrados (proporción molar de ácido acético, propiónico y butírico, respectivamente).

Según Owens (1988), en dietas con alta cantidad de forraje, la tasa de fermentación y de salida de líquido ruminal ayudan a prevenir la acumulación de productos finales de la fermentación. En cambio con alta cantidad de concentrado, la producción de ácido y la salida lenta de líquidos permite acumular AGV capaces de inhibir ciertas reacciones de fermentación.

Varios autores (Berzaghi 1996; García 2000; Elizalde 1999a), afirman que existe una tendencia a aumentar la concentración total de AGV y a afectar la proporción de ciertos AGV debido a la suplementación con concentrados almidonosos. Encontraron que animales suplementados con maíz, tuvieron un cambio en la relación acético/ propiónico debido a un aumento en la producción de propiónico. Según Orskov (1990), este cambio es de esperarse, debido a que el propiónico es el resultado de la fermentación de almidón el que aumenta conjuntamente con el aumento del nivel de suplementación con almidonosos.

Owens (1988), cita que las concentraciones de ácidos en el rumen son superiores con dietas con concentrados por varias razones. Primero, con alimentos más densos disminuyen los tiempos destinados a su ingestión y rumia, disminuyendo así la cantidad de saliva que penetra en el rumen. La menor producción de saliva reduce la acción tampón, la dilución de los ácidos y el valor de kp en el rumen. Segundo, la velocidad y cuantía de la producción de ácidos son mayores con dietas de elevada densidad energética y disponibilidad. Tercero, los forrajes ejercen cierta acción tampón.

2.4.2 PH

Varios autores han trabajado sobre el efecto de la suplementación sobre el ph. Se han registrado diferencias en los resultados dependiendo del nivel de suplementación y de las características de la dieta base.

Cafaro (2001), no encontró suplementando con grano de maíz entero y molido al 1% del PV, variaciones significativas en el pH ruminal medio diario respecto a novillos no suplementados pastoreando avena (6.59, 6,47, 6.54, para sin suplemento, grano entero y molido respectivamente), sin embargo cuando los animales pastorearon pradera el tratamiento con grano molido

presentó una reducción en el pH con respecto a los testigos sin suplemento (6.13 vs. 6.67 respectivamente).

García (2000), no encontró diferencia significativa en los valores de pH con una suplementación al 1% del PV en vaquillonas Holando pastoreando avena (suplementando maíz y cebada).

En cambio Elizalde (1999a), encontró que novillos alimentados con alfalfa restringida y suplementados con distintos niveles de maíz partido (0.4, 0.8, 1.2% del PV), registraron disminuciones significativas en el pH comparado con los no suplementados, existiendo una relación lineal e inversa entre el aumento del nivel de suplementación y pH.

Otros trabajos fueron realizados con el fin de verificar el efecto del procesamiento del grano sobre el pH en animales pastoreando forraje fresco alta calidad. Goetsch (1987), suplementando al 1.4 % del PV, encontró que el pH ruminal fue menor en novillos suplementados con maíz molido que con entero para las 2 y 6 horas luego de la suplementación, pero a las 10 horas no hubo diferencias. Este resultado concuerda con lo citado por Orskov (1990) mostrando como el procesamiento hace más disponible el almidón para los microorganismos y reduce la segregación de saliva, causando una disminución en el pH luego de la suplementación.

2.4.3 Amoníaco

El tercer parámetro afectado por la suplementación a nivel ruminal es la concentración de amoníaco. Berzaghi (1996), afirma que la suplementación energética al 1.15 % del PV en animales sobre pasturas de calidad resulta en una disminución en la concentración de amoníaco ruminal (171 vs. 224 mg/L,

para suplementados y testigos respectivamente), debido a un estímulo en el crecimiento microbiano. Además esta menor cantidad de amoníaco puede estar dada por el menor consumo de forraje cuando se suplementa. Esta disminución también fue registrada por García (2000), suplementando vaquillonas con maíz y cebada, pastoreando avena.

Van Vuuren (1993b) encontró que para una óptima sincronización entre la energía suplementada y el crecimiento microbiano, los suplementos deben tener una tasa de fermentación de carbohidratos similar a la proteína cruda del pasto. Como resultado observó diferencias en la concentración de amoníaco durante las seis horas luego de la suplementación para los tratamientos con y sin suplemento llegando a las seis horas a valores similares. En este trabajo el nivel de suplementación era del 1% del PV y la pastura base era raigrás.

Cafaro (2001), trabajando sobre novillos pastoreando avena, menciona valores de 123, 60 y 42 mg/L de amoníaco para los tratamientos sin suplemento, suplementados con grano entero y molido respectivamente. Si bien encontraron un efecto de la suplementación no encontraron diferencias significativas entre la suplementación con grano entero y molido pero si una tendencia en una mayor reducción de los niveles de amoníaco para el grano molido. Estos autores explican estos resultados como la consecuencia de una disminución en el consumo de forraje de los tratamientos suplementados, sumado a una dilución en el porcentaje de PC de la dieta debido al consumo de grano y a una menor degradabilidad promedio de la PC de la dieta, por una menor degradabilidad de la PC del grano de maíz.

Rearte (1999), explica la reducción de la concentración de amoníaco por un mejor aprovechamiento del mismo por parte de las bacterias del rumen por

contar con una fuente de energía rápidamente disponible como la que aporta el almidón.

Kolvert (1998), estudió el efecto de la suplementación energética al 1.7% del PV sobre la concentración de amoníaco variando el momento de la suplementación a lo largo del día. Observó una reducción del pico de concentración de amoníaco del orden de 33% para dietas sincronizadas con respecto de no sincronizadas. Para las dietas sincronizadas el suplemento y la pastura eran suministrados en un mismo momento, mientras que para dietas no sincronizadas el suplemento era suministrado cuatro horas luego que la pastura. También este autor encontró menor variación diaria en cuanto al pH ruminal para las vacas alimentadas con la dieta sincronizada comparada con la dieta no sincronizada. Sin embargo el promedio de todos los valores de pH medidos a lo largo del día fueron inferiores para dietas sincronizadas (6.06 vs. 6.17).

2.5 EFECTO DE LA SUPLEMENTACION SOBRE LA DEGRADABILIDAD DE LA FIBRA

French (2001), cita que suplementaciones elevadas con sustratos rápidamente fermentecibles, como carbohidratos solubles o almidón, podrían aumentar la concentración de AGV y lactato en rumen, causando una marcada disminución en el pH. Según Orskov (1990), esto puede reducir la actividad celulolítica de los microorganismos del rumen, resultando en una menor kd de la fibra. La reducción del pH va a depender del tamaño de partícula del forraje posiblemente por una diferencia en secreción de saliva.

Mertens (1979) citado por Cocimano (1988), propuso que los valores de pH óptimos para celulolisis se encuentran por encima de 6.6, entre 6.6 y 6.2 son subóptimos y por debajo de 6.2 son críticos.

Elizalde (1999 c), cita la preferencia de los microorganismos celulolíticos por carbohidratos rápidamente fermentecibles cuando estos se encuentran en rumen pudiendo disminuir la degradabilidad de la fibra.

Hannah (1989) citado por Caton (1997), registró una disminución en la digestibilidad de la fibra en vacas suplementadas con maíz al 1% del PV y consumiendo como alimento base festuca en estado de madurez avanzado (bajo PC).

Elizalde (1998), suplementando con maíz partido al 1% del PV y festuca en primeros estadios de crecimiento como alimento base, no encontró efecto del suplemento en la degradabilidad de la fibra.

Estas contradicciones en los resultados cuando altas concentraciones de almidón son suministradas, Bowman (1996) citado por Elizalde (1998), las explica por diferencias en la calidad del forraje; la disminución es más severa a medida que la fibra del forraje se ve incrementada, o la PC disminuye.

Algunos autores han propuesto el uso de subproductos industriales de alta degradabilidad en rumen como una fuente de energía más apropiada para la complementación de forrajes frescos de alta calidad de forma tal de no deprimir el pH a valores en donde se afecte la degradabilidad de la fibra. French (2001), no encontró diferencias de ningún tipo sobre los parámetros ruminales suplementando este tipo de alimento al 1 % del PV comparado con igual nivel

de suplementación con alimentos almidonosos. Explica este resultado por el gran poder buffer que tienen las pasturas otoñales de calidad.

Cafaro (2001), no vio diferencias en cuanto a la degradabilidad efectiva de la fibra en un verdeo de avena para niveles de suplementación del 1% con maíz entero o molido y comparándolos con el testigo sin suplementar. Esto coincide con los resultados de French (2001) y confirma el poder buffer que tienen estas pasturas en esta época del año para estos niveles de suplementación.

2.6 DEGRADABILIDAD POTENCIAL Y EFECTIVA DE FORRAJES Y CONCENTRADOS.

Orskov (1990), cita que la digestión potencial puede ser determinada por la estimación de pérdidas de MS, de muestras de alimento, colocadas en bolsas porosas, las cuales son incubadas dentro del rumen durante un tiempo. Beaver (2000) así como Orskov (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. Por lo que el valor de degradabilidad estimado por el modelo propuesto por Orskov y Mc Donald (1979), no representa lo que efectivamente se degrada en el rumen. Esta degradabilidad efectiva (DE) depende de dos procesos; la k_d y la k_p .

En el Cuadro 3 se citan trabajos que evaluaron los parámetros de cinética de degradabilidad de distintos alimentos.

Cuadro 3 Resumen de trabajos sobre parámetros de degradabilidad ruminal.

Alimento	% MS			kd %/h	Autor
	a	b	a + b		
Raigrás	33,9	61,5	95,4	5,9	Van Vuuren (1993a)
Avena	17,2	68,2	85,4	6,3	Cafaro (2001)
Festuca	31,7	50,9	82,6	6	Elizalde (1998)
Pastura Mixta	47,9	39,4	87,3	10,5	Reis (2000)
Pastura Mixta	27,5	63,6	91,1	11	Cafaro (2001)
Alfalfa	36,6	43	79,6	13,8	Elizalde (1999a)
Maíz (molido)	27,1	72,9	100	5,4	Philippeu (1999)
Maíz (molido)	15,4	79,3	94,7	4,8	Cafaro (2001)
Maíz	23,6	72,4	96	9,9	Van Vuuren (1993a)

Referencias: % MS: Porcentaje de Materia Seca

a: fracción soluble

b: fracción potencialmente degradable no soluble

a+b: fracción potencialmente degradable

kd: tasa de degradabilidad

Orskov (1990), indica que la kd no es un valor constante para cada alimento, a diferencia de a y b, a no ser que sea determinado bajo óptimas condiciones para la celulólisis.

Orskov (1990), indica que el kp no esta determinado únicamente por el tamaño de partícula del alimento, sino que también influenciado por el sistema de producción, niveles de alimentación, tipo animal (especialmente volumen del tracto digestivo), etc. Owens (1988), define kp distintas para fluidos y para

partículas sólidas. El k_p para fluidos oscila entre 4 a 10 %/h, mientras que el valor de k_p para partículas de concentrados varía del 2 al 7 %/h y para partículas de forraje del 1 al 6 %/h. Elizalde (1999), utiliza para el cálculo de la DE, a partir del valor de degradabilidad *in situ* (obtenido con el modelo de Orskov y Mc Donald (1979)), un k_p de 6 %/h que simula una retención ruminal media de 16.6 hs. Este valor trata de representar la k_p de dietas de animales basadas en forrajes de alta calidad en sistemas de producción intensivos.

2.7 HIPOTESIS

La suplementación con grano de maíz a razón del 1% del PV en novillos pastoreando raigrás con asignaciones de forraje no limitantes para el consumo, modifica la cinética de fermentación de la materia seca del forraje y los parámetros ruminales (pH, concentración de amoníaco, concentración y proporción molar de AGV), siendo la magnitud de estos efectos dependiente del procesamiento del grano.

La utilización de grano de maíz molido permitiría una mayor degradabilidad ruminal que el grano entero, dicho efecto influenciaría en la captación del exceso de amonio en rumen, esperándose una mayor disminución.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACION

El experimento se realizó en la Estación Experimental " Dr.Mario Alberto Cassinoni", Facultad de Agronomía, ubicada en el Km. 363 de la ruta nacional N°3, Gral.José Artigas, Paysandú Uruguay, en el potrero 5 perteneciente a la Unidad de Producción Intensiva de Carne. La duración fue de 56 días comenzando el experimento el 6 de junio de 2002.

3.2 CLIMA

La precipitación media anual es de 1200 mm. Esta se distribuye durante el año con un 18 % en invierno, 24 % en primavera, 30 % en verano y 28 % en otoño (Dirección Nacional de Precipitaciones 2002). Las precipitaciones ocurridas durante el experimento fueron 2.6 mm en junio y 83.4 mm en julio. Para los dos meses del experimento la media de temperatura fue de 10.8 y 21.5 °C para junio y julio respectivamente. Datos correspondientes a la Estación Meteorológica Automática de la EEMAC (Anexo 1)

3.3 SUELO

El área experimental está localizada sobre la Formación Fray Bentos, suelos de la Unidad San Manuel, donde dominan Brunosoles éutricos típicos (Háplico), de textura limo arcillosa, con nítidos contrastes entre horizontes y drenaje moderado. Asociados se encuentran Brunosoles éutricos lúvicos y Solonetz Solodizados. Presenta un relieve de lomadas suaves, pendientes

moderadas y como material generador sedimentos limosos consolidados (Ministerio de Agricultura y Pesca, 1979).

3.4 PASTURA

Fueron utilizadas 24 ha de *Lolium multiflorum* (cv LE 284). La siembra se realizó al voleo con una fertilización posterior de 100 kg/ha de urea (46-00-00).

El 5 de mayo, luego de la emergencia , se decidió realizar una aplicación de metsulfuron (Ally) a razón de 7gr/ha, para eliminar todo tipo de maleza que pudiera interferir con el verdeo.

3.5 ANIMALES

Se utilizaron siete novillos Hereford de 32 meses de edad fistulados de rumen provenientes del rodeo de la EEMAC. Estos habían sido fistulados en enero del 2001 y ya utilizados en un experimento en el mismo año. Al comienzo del período experimental los animales pesaron en promedio 450 ± 30 kg.

3.5.1 Manejo pre-experimental

Diez días previos al inicio del experimento los animales fueron sometidos a una rutina de amansamiento para facilitar el manejo en el campo.

Los fistulados del tratamiento control pastorearon raigrás como único alimento, mientras que los demás pastorearon raigrás y se les ofreció un suplemento de adaptación a base de maíz entero, molido y melaza.

Se dosificaron con ivermectina 30 días antes del comienzo del experimento a razón de 1 cc cada 50 kg de PV.

3.6 TRATAMIENTOS

Seis de los siete fistulados de rumen fueron asignados al azar previa estratificación por PV, a uno de los siguientes tratamientos:

- Pastoreo con asignación de forraje 5 kg MS/100 kg de PV, sin suplemento (SS).
- Pastoreo con asignación de forraje 5 kg MS/100 kg de PV y suplementado con 1 kg MS/100 kg de PV de grano de maíz entero (GE).
- Pastoreo con asignación de forraje 5 kg MS/100 kg de PV y suplementado con 1 kg MS/100 kg de PV de grano de maíz molido (GM).

Los novillos fistulados pastoreaban junto a seis novillos más en cada tratamiento en los que se determinaba ganancia diaria, consumo de forraje y consumo de suplemento, datos que no se reportan en este trabajo.

3.7 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.7.1 Manejo del pastoreo

Fue realizado pastoreo rotativo en franjas diarias. La asignación de forraje fue ajustada regulando la superficie de la parcela en base al PV de los animales de cada tratamiento y a la disponibilidad de la MS de la pastura. La disponibilidad del forraje fue medida semanalmente y el peso vivo cada 14 días. La asignación de los tratamientos a cada franja fue sorteada diariamente como forma de eliminar los efectos de la heterogeneidad de la pastura.

3.7.2 Manejo de la suplementación

El suplemento era suministrado diariamente en comederos individuales por la mañana (8:00 AM). La cantidad de MS del suplemento fue corregida cada vez que los animales eran pesados.

Luego de la suplementación y del suministro de agua los animales ingresaban a una nueva parcela de acuerdo a cada tratamiento. Esta rutina tenía una duración aproximada de dos horas. La suplementación individual permitía cuantificar el rechazo para poder estimar por diferencia el consumo real del suplemento.

3.8 REGISTROS Y DETERMINACIONES

3.8.1 Peso vivo

Cada 14 días todos los animales fueron llevados a los bretes para la determinación de PV, previo ayuno de 12 horas (salvo los fistulados), con el objetivo de ajustar asignación de forraje y oferta de grano.

3.8.2 Pastura

La disponibilidad de forraje (kgMS/ha) fue determinada semanalmente mediante la técnica de doble muestreo (Moliterno 1997), utilizando tres escalas de tres puntos cada una (alta, media y baja disponibilidad), cortando cuadros de 0,1m² (0,5x0,2 m) al ras del suelo con tijeras de aro. El área era muestreada en 350 puntos uniformemente distribuidos, asignando a cada uno de estos un puntaje según la escala. Diez muestras eran cortadas al azar para la

caracterización de la calidad. Estas se secaban a 60° C y eran molidas para determinar MO, PC, FDN y FDA.

El forraje a ser incubado para el estudio de degradabilidad de la MS fue recogido mediante la técnica de Handclipping, la cual consiste en simular el forraje cosechado por el animal. Este muestreo se hizo para tratamientos con y sin suplemento en áreas adyacentes a la parcela recién pastoreada procurando reproducir el mismo tipo de rechazo observado. Enseguida de cortado, el material era enfriado para suspender toda actividad enzimática, y luego picado en trozos de 0.5 a 1 cm de manera de simular el masticado.

3.8.3 Degradación ruminal *in situ*

Se realizaron cuatro evaluaciones *in situ* de degradabilidad ruminal de los diferentes componentes de la dieta de cada tratamiento. Se realizaron cuatro mediciones en las fechas: 20/6, 2/7, 15/7 y 25/7.

Se incubó maíz masticado con el fin de reproducir el estado del maíz en el rumen luego de que éste es ofrecido entero al animal.

Alimentos incubados:

- Maíz entero
- Maíz masticado
- Maíz molido
- Forraje fresco

Las muestras de maíz masticado fueron obtenidas a partir del siguiente procedimiento: el grano entero fue sometido a la masticación por parte de un animal, utilizando el animal fistulado sobrante, al cual se procedió a vaciarle el

contenido ruminal, mediante extracción manual a través de la fístula. A medida que el animal consumía el grano entero de maíz se recogía de la boca del esófago el grano de maíz masticado; procediendo a congelarlo inmediatamente luego de su extracción. Por último se repuso el contenido ruminal extraído previamente.

El maíz masticado fue caracterizado mediante separación manual de partículas según tamaño en tres categorías.

Cuadro 4. Caracterización del grano masticado.

Fraciones	%MS
Entera	22,6
Media	13,8
Molida	63,6

La fracción entera correspondió a granos sin ningún tipo de daño, la media a granos seccionados en varias partes y la fracción molida fue similar a un maíz molido luego del procesamiento mecánico. Para caracterizar el grano masticado se tomó una muestra de 1kg, se subdividió en varias partes para luego obtener una muestra representativa de 0.2 kg. Esa muestra se colocó en una bandeja de vidrio con agua donde luego por decantación se separaron las fracciones. Para obtener la fracción más fina se dejó evaporar el agua en un horno a 60° C.

Para incubar los alimentos se usaron bolsas de dacrón con una porosidad de 40-60 micras y tres dimensiones 161, 265 y 275 cm². En las bolsas más pequeñas se colocaba el grano molido, en las bolsas grandes el grano masticado y en las otras el forraje picado. Para el caso del forraje y el

maíz molido las bolsas fueron llenadas con diferentes cantidades de material fresco pero con una cantidad constante de MS de 15 mg/ cm² de bolsa. En el caso del maíz masticado la relación se aumentó a 20 mg/ cm² debido a la heterogeneidad del material.

Parte del material original incubado (forraje, grano entero, grano masticado y grano molido) fue secado a 60 °C y molido para luego realizar los análisis químicos correspondientes de calidad.

Las bolsas fueron incubadas en el saco ventral del rumen, utilizando un candado de 0.35 kg atado al tapón de la cánula de forma de agregar peso. Del mismo salían cuatro piolas a las cuales eran fijadas las bolsas.

Para cada tratamiento fueron incubadas simultáneamente las bolsas correspondientes a ocho tiempos y dos repeticiones por alimento y por tiempo (con excepción para grano entero). Las bolsas conteniendo forraje y grano masticado fueron retiradas a las 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48 y 72 hs; y aquellas con grano molido a las 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 hs; post incubación tomando en cuenta a la hora 0 como la hora de suplementación. Para grano entero sólo se midió degradabilidad a las 72 hs.

Previo a la incubación, todas las bolsas fueron sumergidas en agua caliente a 39° C durante 15 minutos. En este momento se separaban las bolsas correspondientes al tiempo cero de donde, luego de su lavado, se obtiene la fracción soluble de cada alimento.

Durante todo el período de incubación y muestreo los animales continuaron pastoreando en sus respectivas parcelas.

Una vez retiradas las bolsas del rumen estas eran colocadas en una conservadora con hielo procediendo luego al lavado de las mismas. Fueron realizados cuatro lavados consecutivos (con lavarropa) de 1.5 minutos cada uno y un enjuague final durante 5 minutos en agua destilada. Las bolsas eran colgadas para su escurrimiento y posteriormente secadas en estufa de aire forzado a 60° C durante 48 hs, hasta peso constante.

Las bolsas fueron pesadas para determinar el peso seco del residuo. El residuo (lo que no se degradó) fue retirado de las bolsas y las repeticiones de cada tiempo fueron combinadas en una muestra compuesta para posterior análisis químico (datos no reportados en este trabajo).

La desaparición de la MS de cada tiempo de incubación fue calculada a partir del residuo de MS en cada bolsa. Para el estudio de la cinética de la degradabilidad de la MS del forraje y grano molido fue ajustado el modelo de Orskov y Mc Donald, (1979) utilizando el procedimiento NLIN de SAS (1999):

- $Deg. = a + b (1 - e^{-k_d \cdot t})$.

Referencias:

- Deg= degradabilidad en tiempo t.
- a= fracción soluble (% de la MS lavada en tiempo cero).
- b= fracción insoluble potencialmente degradable (% de la MS).
- K_d = tasa fraccional de degradación (%/h.).
- t= tiempo de incubación.

Para el grano masticado se ajustó la curva Orskov y Mc Donald (1979) pero con una fase lag de 3 horas.

- $\text{Deg.} = a + b (1 - e^{-kd(T-L)})$.

Referencias:

- L= 3 horas
- T= tiempo
- T = L, cuando T<=L
- T = T, cuando T>L

Para determinar lo que realmente se degrada a nivel ruminal, se calculó la DE, la cual corrige la Deg. *in situ* por una kp de 6%/h.

- $\text{DE} = a + b (kd / (kd+kp))$

3.8.4 Extracción de líquido ruminal para determinación de pH, amoníaco y AGV

Los muestreos de líquido ruminal fueron realizados en cuatro fechas coincidiendo con las mediciones de degradabilidad ruminal: 17/6, 5/7, 16/7 y 25/7. En cada oportunidad se tomaron muestras cada tres horas durante 24 horas, comenzando el tiempo 0 al momento de la suplementación.

Para extraer líquido ruminal del saco ventral del rumen se utilizó un dispositivo que consiste de un tubo cribado rígido de 0.75 m de largo con una

manguera interior flexible conectado a un frasco flexible el cual permite realizar vacío y extraer el líquido ruminal. El líquido ruminal extraído (aprox. 0.25 l) era filtrado con una tela de queso doble y depositado en un frasco para posteriores análisis. Previo a cada extracción se realizaba un enjuague a los instrumentos con el propio líquido ruminal.

El pH fue medido en el campo inmediatamente luego de filtrado el líquido ruminal utilizando un medidor de pH (OADTON WD 35615). Una muestra de 30 ml fue conservada en frascos plásticos previamente acondicionados con 2 ml de H_2SO_4 0.5 N e inmediatamente congelada para posterior análisis de concentración amoniacal, concentración total de AGV, acético, propiónico y butírico los cuales se realizaron conforme al protocolo del Laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Producción Animal de la University of New England.

3.9 ANALISIS ESTADISTICO

El experimento fue analizado según un diseño de parcelas al azar con medidas repetidas en el tiempo, utilizando el procedimiento MIXED de SAS (1999), considerando la autocorrelación entre las medidas repetidas en el tiempo en la misma unidad experimental.

Para el estudio del efecto de los tratamientos sobre los parámetros de cinética de degradabilidad que representa a las variables fracción soluble (a), fracción potencialmente degradable no soluble (b), fracción potencialmente degradable (a+b), tasa de degradabilidad de la fracción potencialmente degradable (kd), y degradabilidad efectiva de la materia seca se utilizó el siguiente modelo general:

$$Y_{ijlm} = \mu + T_i + A_j(T_i) + \varepsilon_{ij} + \text{Muestreo}_l + T_i + \varepsilon_{ijlm}$$

Donde:

Y_{ijlm} : valor de la variable correspondiente al m-ésimo animal perteneciente al i-ésimo tratamiento del j-ésimo alimento en el l-ésimo muestreo.

μ : media general.

T_i : efecto del i-ésimo tratamiento (i= forraje, suplementación con grano entero, suplementación con grano molido).

$A_j(T_i)$: efecto del j-ésimo alimento (j= forraje, grano molido, grano masticado) dentro del i-ésimo tratamiento.

ε_{ij} : error aleatorio – animal(tratamiento*alimento).

ε_{ijlm} : RESIDUO

Las medias ajustadas para todos los modelos fueron comparadas mediante el test de Tuckey.

El efecto de los tratamientos sobre los valores medios diarios de concentración total de AGV y amoníaco, proporción molar de AGV y ph fue analizado utilizando el siguiente modelo general:

$$Y_{ilm} = \mu + T_i + \text{Muestreo}_l + T_i \cdot \text{Muestreo}_l + \varepsilon_{ilm}$$

Donde:

Y_{ilm} = valor de la variable correspondiente al m-ésimo animal perteneciente al i-ésimo tratamiento en el l-ésimo muestreo.

μ : media general.

T_i : efecto del i-ésimo tratamiento (i= forraje, suplementación con grano entero, suplementación con grano molido).

ϵ_{lim} : RESIDUO

El patrón de evolución diaria de estos parámetros se evaluó a través del mismo modelo comparando los valores puntuales registrados en cada tratamiento cada tres horas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL FORRAJE Y SUPLEMENTO

En el Cuadro 5 se aprecia la calidad del alimento base ofrecido a lo largo del período experimental.

Cuadro 5. Características del forraje disponible durante el período experimental.

FECHA	% MS	% MS*	% C	% FDN LC	% FDA LC	% PC
10/6	15	91,60	12,64	45,20	9,54	22,18
20/6	19	91,32	11,36	41,00	7,72	16,94
8/7	23	91,54	12,25	46,54	10,45	17,32
15/7	19	91,82	11,31	42,72	7,74	12,47

Fuente: Bartaburu com.pers.(2002)

Referencias: % MS: Porcentaje de Materia Seca

% MS*: Porcentaje de Materia Seca analítica

% C: Porcentaje de cenizas

% FDN LC: Fibra Detergente Neutro libre de cenizas

% FDA LC: Fibra Detergente Acido libre de cenizas

% PC: Porcentaje de Proteína Cruda

La MS promedio del forraje a lo largo del experimento, se encuentra dentro del rango reportado por otros autores (Cuadro 1) que han trabajado sobre pasturas de calidad, en el período otoño-invernal. Los valores de FDN son superiores a los reportados por estos autores diferenciándose de los citados para verdeos anuales y aproximándose, por ejemplo, al valor de FDN para festuca en estado vegetativo como el citado por Elizalde (1998). Aparte del alto contenido de pared celular podemos apreciar en el cuadro, observando el %FDA LC, las bajas cantidades de lignina asociada a celulosa y hemicelulosa. Esto implicaría un gran aprovechamiento de esta fuente de energía por los

microorganismos. No se aprecian cambios en las características de calidad de la fibra a lo largo del experimento.

Si se observó un claro descenso en el % PC del forraje a medida que transcurrió el experimento. En 35 días el % PC cayó un 45%, esto estaría reflejando que el posible desbalance al inicio tendería a revertirse a medida que pasa el tiempo teniendo en cuenta que tanto el % FDN como la calidad de esta no tuvieron cambios importantes.

En el siguiente cuadro vemos como la calidad en términos de proteína del forraje ofrecido difiere por el realmente cosechado por el animal.

Cuadro 6. Características de los alimentos incubados y disponibilidad del forraje según fecha de muestreo.

Alimento	*	Fecha	% MS	% PC	Disp (kgMS/ha)
FORRAJE	HC C/supl	20-jun	14,3	23,6	2043
	HC S/supl		14	23,1	
	HC C/supl	02-jul	14,7	21,0	2982
	HC S/supl		13,4	19,7	
	HC C/supl	15-jul	18,3	22,3	2510
	HC S/supl		19,9	19,0	
	HC C/supl	25-jul	16,8	17,8	3303
	HC S/supl		16,8	17,8	
Maíz			86,5	8,2	

Fuente del forraje disponible: Elizondo com. pers. (2002)

Referencias: %MS: Porcentaje de Materia Seca

%PC: Porcentaje de Proteína Cruda

Disp: Disponibilidad del forraje

HC C/supl: Handclipping para suplementados

HC S/supl: Handclipping para no suplementados

* Handclipping simulando lo realmente cosechado.

El % PC del forraje cosechado por el animal, para los distintos muestreos, es superior a lo ofrecido consecuencia de la selección ejercida por el animal característico de animales pastoreando altas asignaciones de forraje. Además estas diferencias fueron más acentuadas para tratamientos suplementados debido a una menor utilización del forraje como se observa en el Anexo 11.

El menor % PC del grano de maíz con respecto al forraje permitiría diluir la concentración de PC de la dieta en animales suplementados ya sea por efecto de sustitución y/o adición. Las demás características del suplemento se presentan en el Anexo 13.

4.2 CINÉTICA DE DEGRADABILIDAD RUMINAL

4.2.1 Degradabilidad *in situ*

Los tratamientos (T), no afectaron significativamente ($P > 0.05$) a los parámetros de degradabilidad ruminal de la MS del forraje ni a la del grano de maíz. No hubo un efecto muestreo (M) para la fracción potencialmente degradable de los alimentos (a+b) ni para la kd. La interacción entre tratamiento y muestreo (TxM) tampoco fue estadísticamente significativa ($P > 0,05$) (Anexo 3).

En el cuadro 4 se presentan las medias ajustadas de los parámetros caracterizando la ecuación de cinética de degradabilidad de la MS de los diferentes componentes de la dieta en cada tratamientos (promedio para los cuatro muestreos). Los valores para cada alimento en cada fecha de muestreo se presentan en el Anexo 4.

Cuadro 7. Parámetros caracterizando la cinética de degradabilidad de la materia seca del forraje y del grano de maíz en novillos pastoreando raigrás sin suplemento (SS) o suplementados con grano de maíz entero (GE) o molido (GM) (Medias ajustadas)

Tratamiento	Alimento ¹	a (%)	b (%)	a + b (%)	kd (%/h)	DE (%)
SS	Forraje	9,59b	73,74	83,34	8,58	52.77a
GE	Forraje	14,30ab	66,11	80,42	9,63	54.89a
GM	Forraje	14,32ab	69,84	84,17	7,56	52.62a
	Grano molido	19,32a	81,51	100,83	4,57	53.3a
	Grano mast	9,93b	71,78	81,72	5,33	35.39b

a,b: medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren $P > 0.05$ (Tukey).

Referencias:

a: Fracción soluble en agua.

b: Fracción potencialmente degradable no soluble.

a+b: Fracción potencialmente degradable.

Kd : Tasa de degradabilidad de la fracción b.

DE: Degradabilidad Efectiva para una tasa de pasaje de 6%/h.

(1) Los alimentos incubados corresponden al forraje cosechado por los animales en cada tratamiento (técnica de handclipping), o en el caso del grano entero, al mismo grano masticado recogido a través de fístula ruminal en la boca del esófago.

La fracción soluble del forraje no difirió entre tratamientos ($P > 0.05$). Si hubo diferencias, para la fracción a, entre el grano molido y el forraje del tratamiento SS ($P = 0.0225$). Existieron diferencias entre el a del grano molido y

el **a** del grano masticado ($P=0.026$), viéndose un efecto del procesamiento del grano diferente del efecto del masticado por parte del animal. Van Vuuren (1993a); Combs (2000); French (2001), reportan valores superiores para la fracción **a** en pasturas en otoño. Estas grandes diferencias se deben más a una distinta metodología utilizada para la obtención de esta fracción mas que una diferencia en la composición del alimento. Estos valores son de 33.9, 47.9 y 48% respectivamente. Sin embargo Cafaro (2001), cita valores de **a** para un verdeo de avena de 17.2%, cuando los novillos no fueron suplementados.

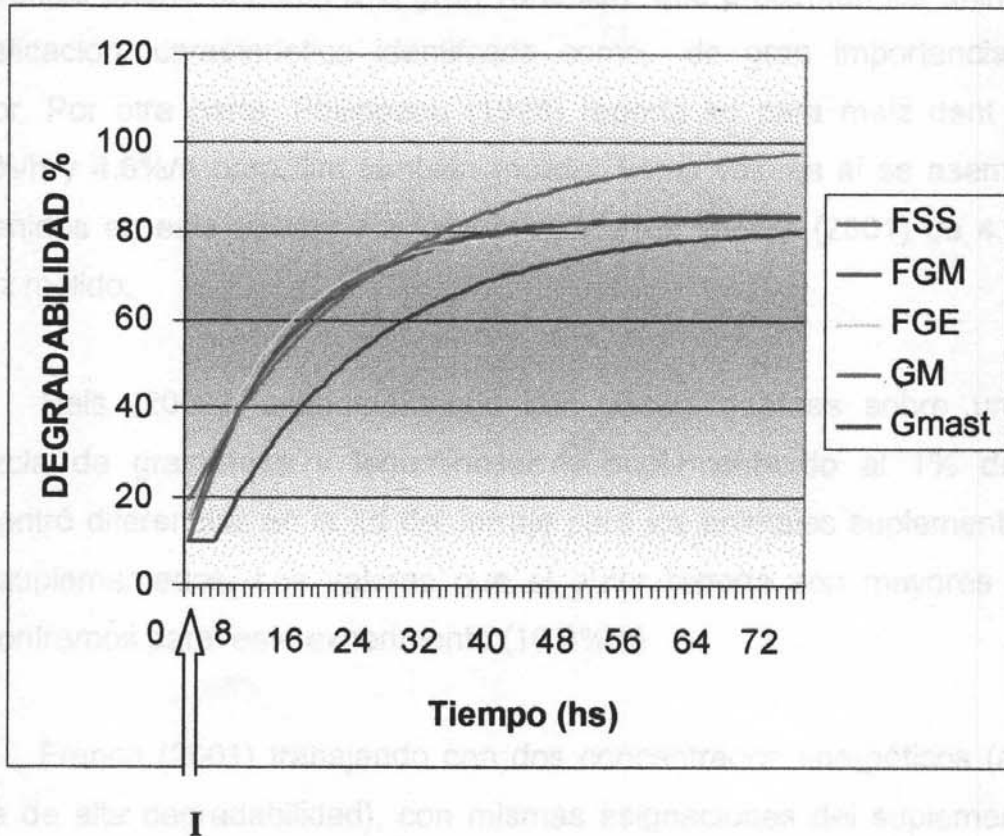
La fracción **b** del forraje, no difirió entre tratamientos ($P>0.05$) a pesar de que los tratamientos suplementados seleccionarían forrajes de mayor calidad. Esta selección no fue lo suficiente como para encontrar diferencias en los parámetros de caracterización del forraje (**a** y **b**). No se observaron diferencias entre los **b** del maíz y del forraje ($P>0.05$).

La fracción **a + b** de los forrajes no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, ni con respecto a los granos ($P>0.05$). Esto indica que la materia seca potencialmente degradable es la misma para todos los alimentos quedando su degradabilidad efectiva solamente dependiente de la k_p y la k_d .

La k_d de los forrajes no difirió entre tratamientos ni entre los distintos alimentos ($P>0,05$) dentro de un mismo tratamiento. Se encontró una tendencia ($P=0.0788$) a que el grano molido tuviera una k_d menor a la del forraje del GE. Esta similitud de la k_d entre el alimento base (forraje) y el suplemento favorecería la sincronización entre las fuentes de suministro de energía (suplemento) y proteína (forraje) para los microorganismos del rumen.

En la Gráfica 1 se presentan las curvas de degradabilidad de la MS de los diferentes alimentos, construidas a partir de los parámetros estimados por el

modelo de Orskov y Mc Donald (1979), promedio para los cuatro muestreos. Los datos originales se presentan en el Anexo 4.



Referencias: FSS: Forraje Sin Suplemento

FGM: Forraje Grano Molido

FGE: Forraje Grano Entero

GM: Grano Molido

GMast: Grano Masticado

I: Momento de incubación de los alimentos

Gráfica 1. Curvas de cinética de degradabilidad para los distintos alimentos

Van Vuuren (1993a) cita la importancia de similares k_d entre el suplemento y el forraje para lograr una óptima sincronización y aparecen los granos de cereales como una opción. Beauchemin (1994) cita valores de k_d

para maíz sin masticar del 0.62%/h y de maíz masticado del orden de 1.75%/h. Estos valores son bastantes menores a los obtenidos en este trabajo y esta diferencia podría deberse a la gran variación que presentan los animales en la masticación, característica identificada como de gran importancia por este autor. Por otra parte, Philippeau (1998) reporta kd para maíz dent molido de 5.4%/h y 4.6%/h para flint también molido. Estos valores sí se asemejan a los obtenidos en este trabajo y a los obtenidos por Cafaro (2001) de 4.8%/h para maíz molido.

Reis (2000), experimentando con vacas lecheras sobre una pastura mezcla de gramíneas y leguminosas y suplementando al 1% del PV, no encontró diferencias en la kd del forraje para los animales suplementados y los no suplementados. Los valores que el autor reporta son mayores a los que encontramos para este experimento (10.3%/h).

French (2001) trabajando con dos concentrados energéticos (almidón vs fibra de alta degradabilidad), con mismas asignaciones del suplemento y una pastura de gramíneas en otoño, no encontró diferencias en el efecto del tipo de suplemento sobre la kd del forraje (6%/h).

4.2.2 Degradabilidad efectiva

La DE fue afectada significativamente por T ($P=0.0010$), no habiendo efecto de M ($P=0.2591$) ni de la interacción TxM ($P=0.2328$) (Anexo 5).

La DE de los forrajes no difirió para los distintos T ($P>0.05$). Cafaro (2001) cita valores de DE para avena con una k_p del 6%/h de 52% no encontrando un efecto del suplemento sobre este parámetro.

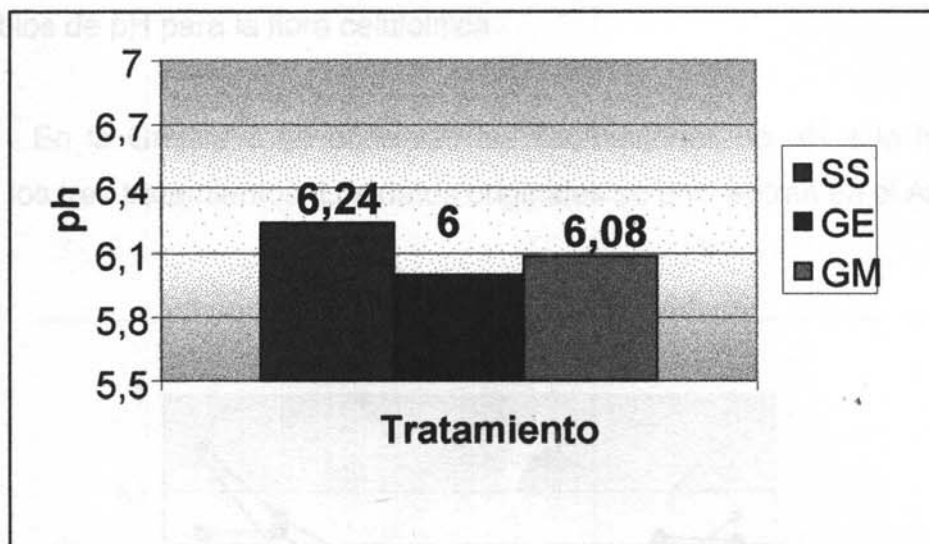
Existió un efecto del procesamiento sobre la DE del maíz, registrándose mayor DE para el grano molido que para el masticado (Cuadro 4). El efecto del procesamiento del grano aumentaría la fracción a y por lo tanto aumentaría la DE. Esta menor DE del grano entero no implica necesariamente pérdidas totales, ya que hay digestión post ruminal. Goetsch (1987), cita para el almidón de maíz entero, digestiones post ruminales de 34.9% de lo consumido evidenciando una utilización de lo no degradado en rumen. Orskov (1990), cita como desventaja para la digestión post ruminal del almidón el no aprovechamiento de la proteína microbiana a partir de esta fuente de energía.

El maíz entero, tuvo una degradabilidad a las 72 hs del 14%. Beauchemin (1994) obtuvo degradabilidades para maíz entero del orden de 16% para incubaciones de 96 hs. Esto no hace más que afirmar la necesidad de que el grano llegue al rumen con algún grado de procesamiento para poder ser degradado por los microorganismos para un tiempo de permanencia en rumen de 16.7 hs ($k_p=6\%/h$).

4.3 PH RUMINAL

No existió un efecto estadísticamente significativo del T ($P=0.3788$) ni de la interacción TxM ($P=0.8326$) sobre el pH medio diario del rumen. Si hubo un efecto del M ($P=0.0007$). (Anexo 6)

La suplementación con maíz entero o molido al 1% del PV no afectó significativamente ($P>0,05$) el pH ruminal medio diario.



Medias en el gráfico no difieren $P > 0.05$ (Tukey)

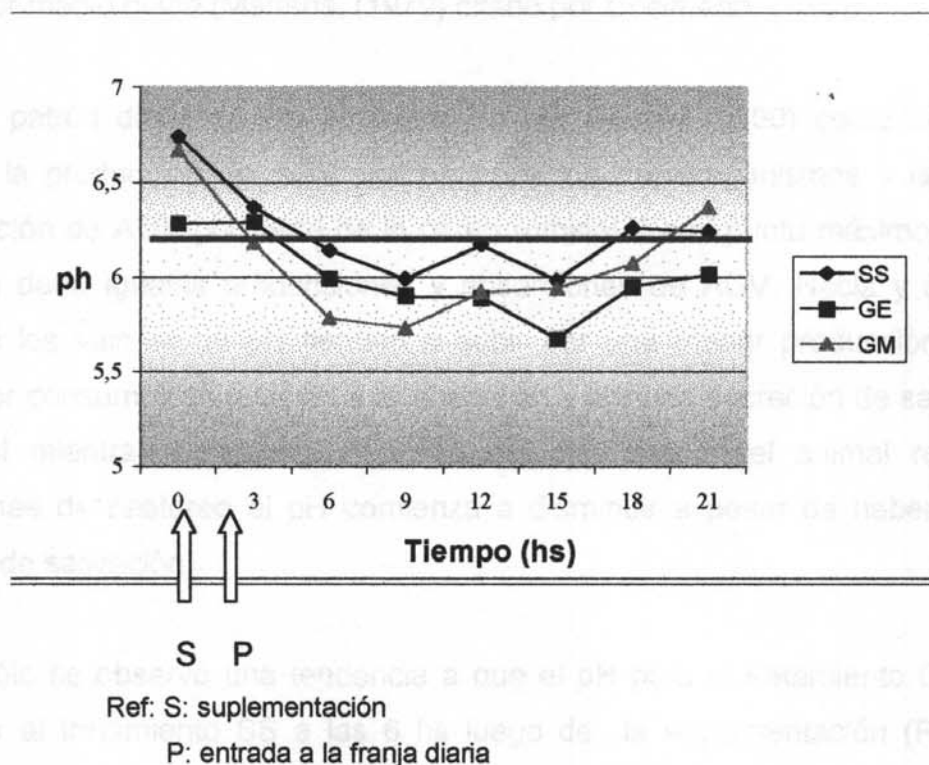
Gráfica 2. pH medio diario ruminal en novillos pastoreando raigrás vegetativo (promedio de cuatro muestreos) sin acceso a suplemento (SS) o suplementados con grano de maíz entero (GE) o molido (GM) a razón del 1% del peso vivo (Medias ajustadas por tratamiento)

Este resultado concuerda con el obtenido por Elizalde (2000), trabajando con vaquillonas Holando alimentadas con avena *ad libitum* y suplementadas al 1% del PV suministrado en tres veces. Iguales resultados registraron Cafaro (2001) en novillos suplementados al 1% del PV en una sola vez. Esta ausencia de diferencias podría ser atribuida, conforme reportan French (2001) a la capacidad de las pasturas en otoño de amortiguar las variaciones de pH ruminal.

El valor de pH promedio diario para los tres tratamientos se encuentra dentro del rango crítico propuesto por Mertens (1979) citado por Cocimano

(1988) para la celulolisis. Sin embargo este autor da mayor importancia a las fluctuaciones diarias debido al estrés que significa un continuo reajuste de los cambios de pH para la flora celulolítica.

En la Gráfica 3 se observan las fluctuaciones de pH a lo largo del día para los tres tratamientos. Los datos originales se encuentran en el Anexo 7.



Gráfica 3 Patrón diario de pH ruminal en novillos pastoreando raigrás vegetativo (promedio de cuatro muestreos) sin acceso a suplemento (SS) o suplementados con grano de maíz entero (GE) o molido (GM) a razón del 1% del PV (medias ajustadas)

Los valores a lo largo del día coinciden con los bajos pH citados por Rearte (1989) para animales alimentados con forrajes frescos de buena calidad. Estos

bajos valores de pH se encuentran en el entorno a los valores críticos para la degradabilidad de la fibra como se observa en la Gráfica 3.

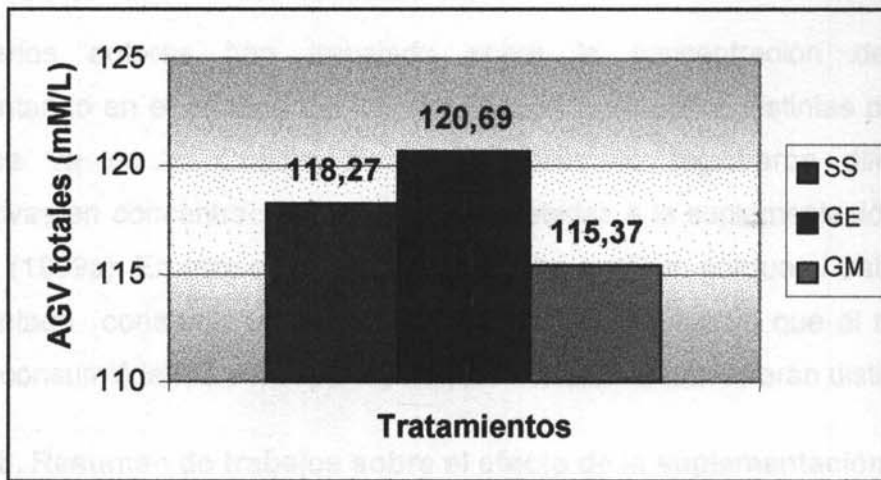
Cafaro (2001) trabajando sobre avena, si bien obtiene pH promedios mayores a los del presente trabajo (subóptimos para la degradabilidad de la fibra), obtienen una DE del forraje menor. Esto sería consecuencia de una mayor variación diaria de pH la cual sería mas perjudicial para la celulolisis que el valor medio diario (Mertens, (1979) citado por Cocimano, 1988).

El patrón diario de pH es explicado por Beever (2000) como un balance entre la producción de AGV por parte de los microorganismos y la posterior absorción de AGV por parte de la pared ruminal. En el punto máximo y mínimo de se daría iguales producciones y absorciones de AGV. 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. Al inicio del día, cuando el animal retoma las sesiones de pastoreo el pH comienza a disminuir a pesar de haber mayores tasas de salivación.

Sólo se observó una tendencia a que el pH para el tratamiento GM fuese menor al tratamiento SS a las 6 hs luego de la suplementación ($P=0.0885$). Coccimano (1988), trabajando con novillos alimentados con heno y suplementados con maíz molido al 1% del PV, observó un efecto del concentrado en la disminución del pH a las 6 y 12 hs luego de la suplementación. Goetsch (1987), observando el efecto del grano de maíz suministrado bajo diferentes formas a razón del 1,4% del PV y utilizando un heno de pradera como alimento base, encontró que el pH fue menor para el grano molido que para el grano entero a las 2 hs de la suplementación. Para las restantes horas no se vieron diferencias.

4.4. ACIDOS GRASOS VOLATILES TOTALES

No hubo un efecto de los tratamientos sobre la concentración de AGV totales. No existió un efecto T ($P=0.5496$) ni una interacción TxM ($P=0.5654$). Si hubo un efecto del M ($P=0.0009$) (Anexo 8)



Medias en el gráfico no difieren $P>0.05$ (Tukey)

Gráfica 4. Concentración media diaria de AGV en rumen en novillos pastoreando raigrás vegetativo (promedio de cuatro muestreos) sin acceso a suplemento (SS) o suplementados con grano de maíz entero (GE) o molido (GM) a razón del 1% del PV. Medias ajustadas de AGV totales según tratamientos

La similitud en los valores de concentración de AGV totales entre tratamientos, coincide con la inexistencia de diferencias en pH. Si la absorción de AGV es dependiente del pH estas similitudes en concentraciones estarían explicadas por iguales producciones entre tratamientos. Las producciones de AGV estarían determinadas por lo que efectivamente se degrade en rumen de la MS consumida. Si la DE no difirió entre los tratamientos SS y GM y los

consumos totales (Anexo 11) fueron similares, es de esperar que el maíz molido y el forraje generen la misma cantidad de AGV por unidad de alimento. Si bien el grano entero tuvo una DE menor al grano molido y al forraje, esto no se tradujo en una menor concentración de AGV totales como era de esperarse con iguales consumos totales.

Varios autores han trabajado sobre la concentración de AGV, suplementando en el entorno del 1% del PV con maíz sobre distintas pasturas. Como se ve en el Cuadro 8 otros autores no registraron diferencias significativas en concentración total de AGV debidas a la suplementación, salvo Elizalde (1999a). En este caso las diferencias se explican porque el tratamiento suplementado consumió la misma cantidad de MS de forraje que el testigo y además consumió la MS del suplemento (los consumos totales eran distintos).

Cuadro 8. Resumen de trabajos sobre el efecto de la suplementación con maíz sobre la concentración de AGV

AGV SS (mM/l)	AGV CS (mM/l)	% SPV	Tipo Forraje	Diferencias*	Referencias
79,4	94	1,2	Alfalfa	P = 0,01	Elizalde (1999a)
150	148	1,15	Pastura Mixta	P = 0,74	Berzaghi (1996)
129,7	124,4	1 (GE)	Pastura Mixta	P > 0,05	Cafaro (2001)
	128,5	1 (GM)		P > 0,05	
116,6	112,1	1 (GE)	Avena	P > 0,05	Cafaro (2001)
	105	1 (GM)		P > 0,05	
98,2	101,5	0,5	Festuca	P = 0,31	Elizalde (1998)
96,7	97,3	1	Avena	P = 0,42	García (2000)

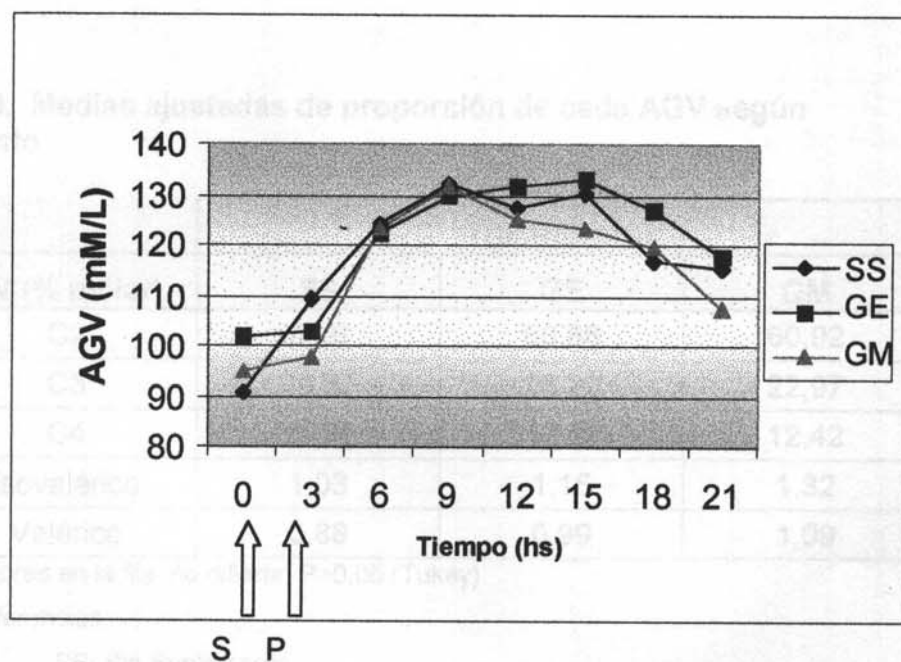
*P < 0.05 se consideran estadísticamente diferente.

Referencias:

- AGV SS: Acidos Grasos Volátiles Sin Suplemento
- AGV CS: Acidos Grasos Volátiles Con Suplemento
- % SPV: Suplementación expresado como porcentaje del Peso Vivo
- GE: Grano Entero
- GM: Grano Molido

Como se observa en los valores obtenidos en este experimento y los presentados en el Cuadro 8, la suplementación con maíz en el entorno del 1% del PV, no tendría efecto en la concentración de AGV totales, para pasturas de calidad en el otoño cuando las asignaciones de forraje son no limitantes.

No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en la concentración de AGV totales para los distintos tratamientos en los muestreos realizados a lo largo del día. Si observamos la Gráfica 5 contrastándola con la Gráfica 3, se puede ver la correlación negativa que hay entre concentración de AGV totales con el pH a nivel ruminal.



Ref: S: suplementación

P: entrada a la franja diaria

Gráfica 5 Patrón diario de AGV totales en novillos pastoreando raigrás vegetativo (promedio de cuatro muestreos) sin acceso a suplemento (SS) o suplementados con grano de maíz entero (GE) o molido (GM) a razón del 1% del PV (medias ajustadas)

Si bien la concentración de AGV total puede no afectarse por la suplementación, el incorporar granos a la dieta puede modificar la proporción molar de los diferentes AGV .

4.4.1 Proporción Molar de los diferentes AGV

No hubo efecto T ($P>0.05$) para la proporción molar de cada AGV. Salvo para el Isovalérico, no se vió un efecto M ($p>0.05$) ni una interacción TxM ($P>0.05$). Para la concentración molar de Isovalérico hubo un efecto M ($P=0.0002$) y una tendencia a que exista interacción TxM ($P=0.0653$). (Anexo 9)

Cuadro 9. Medias ajustadas de proporción de cada AGV según tratamiento

AGV (% molar)	Tratamientos		
	SS	GE	GM
C2	64,6	60,88	60,92
C3	20,67	23,29	22,97
C4	11,68	12,23	12,42
Isovalérico	1,03	1,15	1,32
Valérico	0,88	0,99	1,09

Valores en la fila no difieren $P>0.05$ (Tukey)

Referencias:

SS: Sin Suplemento

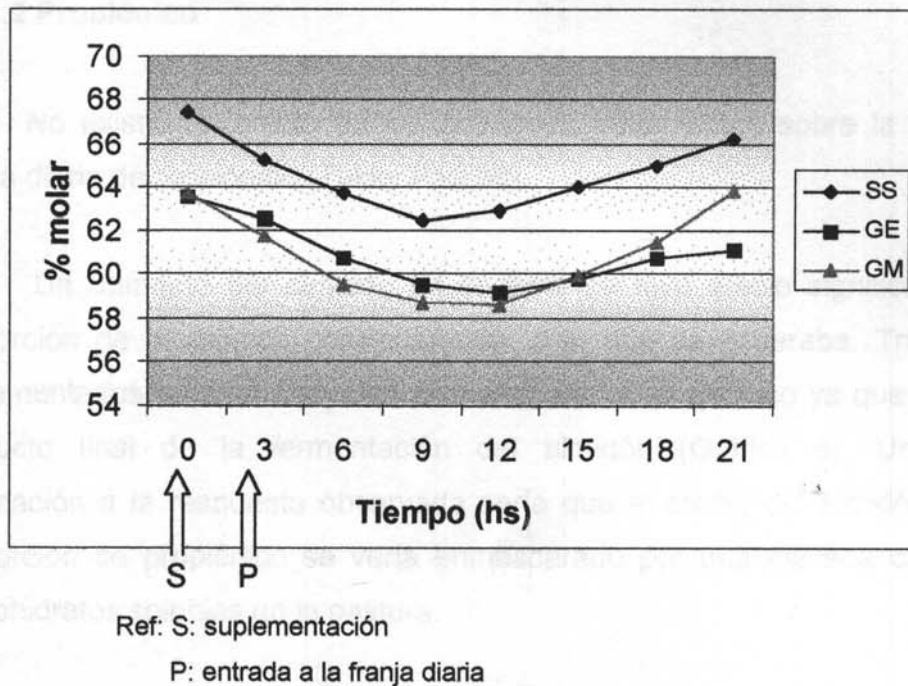
GE: Grano Entero
GM: Grano Molido
C2: Acético
C3: Propiónico
C4: Butírico

Las proporciones de los AGV coinciden con los citados por Owens (1988), para animales consumiendo solo forraje (65:25:10 para C2, C3 y C4 respectivamente) y difieren de las citadas para animales con dietas basadas en concentrado (50:40:10 para C2, C3 y C4 respectivamente).

4.4.1.1. Acético

La proporción molar media diaria de acético registrada cada 3 hs a lo largo del día, no difirió estadísticamente entre tratamientos (Tukey $P > 0,05$),

Existen valores mínimos de proporción de acético entre las horas 9 y 12 luego de la suplementación. Estas horas donde tenemos valores mínimos coinciden también con valores de pH ruminal (< 6.2) que aparecen como limitantes para la degradabilidad de la fibra, siendo el acético el producto final de la fermentación de ésta (Orskov 1990) (Gráfica 3). En estos valores mínimos, que es donde se esperarían mayores diferencias en proporción de acético para los tratamientos suplementados y los no suplementados, no se registraron diferencias.



Gráfica 6. Variación diaria de la proporción molar de acético para animales no suplementados (SS) y para suplementados con grano entero (GE) y grano molido (GM)

Berzaghi (1996), estudiando el efecto de la suplementación con maíz en vacas lecheras pastoreando una mezcla de gramíneas y leguminosas, no encontró diferencias significativas entre la producción de acético en animales no suplementados y suplementados al 1.15 % del PV. Mismos resultados encontró Reis (2000), suplementando con maíz hasta el 2% del PV, sobre una pastura mezcla.

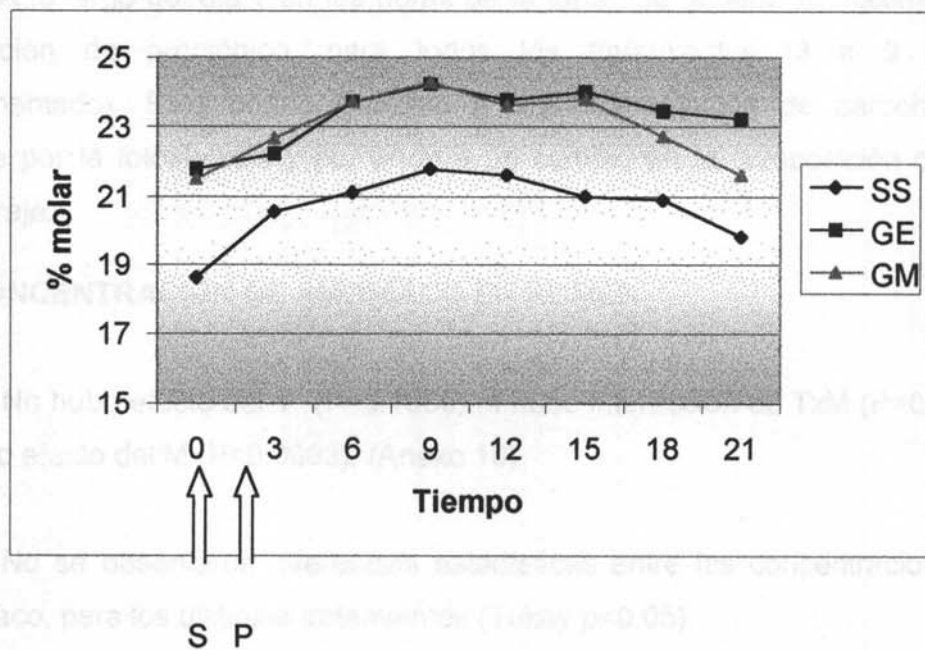
Sobre verdeos, Cafaro (2001), obtuvo resultados similares a los nuestros no encontrando diferencias significativas, a iguales asignaciones de forraje y nivel de suplementación (67.1% SS, 65.4% GE y 61,5% GM).

4.4.1.2 Propiónico

Gráfica 7. Variación diaria de la proporción molar de propiónico para

animales. No existió un efecto de los diferentes tratamientos sobre la proporción media diaria de propiónico (Tukey $P > 0.05$).

Un aumento del almidón en la dieta no tuvo efecto significativo en la proporción de propiónico contrariamente a lo que se esperaba. Tratamientos suplementados tendrían mayores proporciones de propiónico ya que éste es el producto final de la fermentación del almidón (Gráfica 6). Una posible explicación a la respuesta observada sería que el efecto del almidón sobre la proporción de propiónico se vería enmascarado por una elevada cantidad de carbohidratos solubles en la pastura.



Ref: S: suplementación

P: entrada a la franja diaria

Gráfica 7. Variación diaria de la proporción molar de propiónico para animales no suplementados (SS) y para suplementados con grano entero (GE) y grano molido (GM)

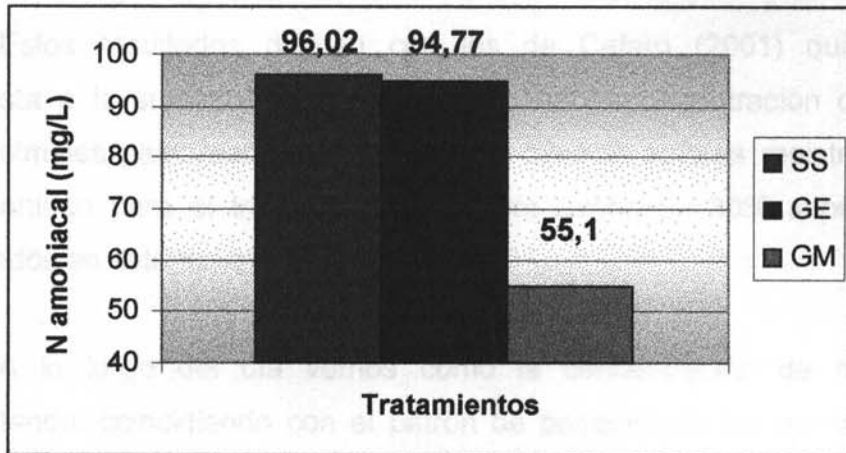
Berzaghi (1996), al suplementar con maíz al 1.15% del PV sobre una mezcla de gramíneas y leguminosas, encontró una tendencia a aumentar la proporción de propiónico en el rumen (18.7% SS Vs. 19.1% con suplemento con un $P=0.08$). Reis (2000), con una suplementación del 1% del PV, no encontró diferencias entre SS y con suplemento. Recién al 2% del PV encontró diferencias significativas ($P<0.05$). En cambio Cafaro (2001), trabajando sobre avena no encontró diferencias en la proporción de propiónico, entre tratamientos.

A lo largo del día y en las horas de la tarde, se genera un máximo en la proporción de propiónico, para todos los tratamientos (3 a 9 hs de suplementado). Esto podría deberse a una acumulación de carbohidratos soluble por la fotosíntesis y por ende a un cambio en la composición química del forraje.

4.5 CONCENTRACION DE AMONÍACO EN RUMEN

No hubo efecto del T ($P=0.1030$) ni hubo interacción de TxM ($P=0.1604$). Si hubo efecto del M ($P=0.0003$). (Anexo 10)

No se observaron diferencias estadísticas entre las concentraciones de amoníaco, para los distintos tratamientos (Tukey $p<0.05$).



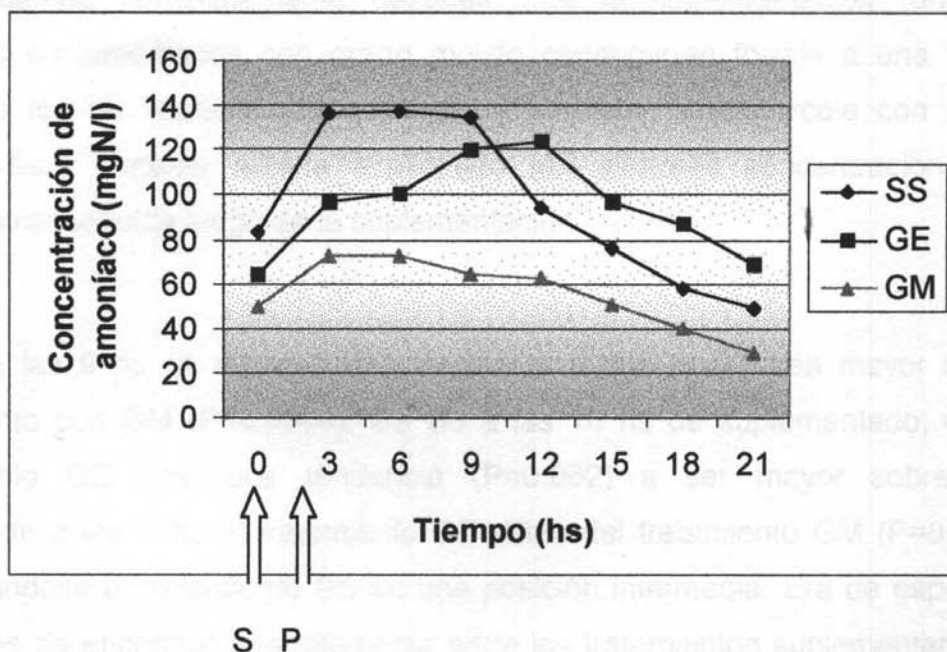
Medias en el gráfico no difieren $P > 0.05$ (Tukey)

Gráfica 8. Concentración media diaria de N amoniacal en rumen en novillos pastoreando raigrás vegetativo (promedio de cuatro muestreos) sin acceso a suplemento (SS) o suplementados con grano de maíz entero (GE) o molido (GM) a razón del 1% del peso vivo. Medias ajustadas de N amoniacal según tratamientos

Las medias ajustadas por tratamiento son superiores a las que cita como valores óptimos Rearte (1989), de 50 mgN/L, por lo que existiría un exceso que no sería utilizado por la flora microbiana en sintetizar proteína. Si bien hubo un exceso, los tres resultados estarían muy por debajo de los tóxicos citados por Owens (1988), de 1000 mgN/L. Para el promedio diario de amoníaco no se vio un efecto claro de una mejor utilización del amoníaco por parte de los microorganismos, al disponer estos de energía rápidamente disponible, suministrada con el suplemento. No se vio un efecto de dilución de la proteína en la dieta en los animales suplementados que disminuyera las concentraciones amoniacaes.

Estos resultados difieren con los de Cafaro (2001) quien encontró respuesta a la suplementación sobre la variable concentración de amoníaco para animales pastoreando avena. Estos mismos autores registraron valores de amoníaco para el tratamiento SS sobre avena un 30% superiores a los registrados en este trabajo.

A lo largo del día vemos como la concentración de amoníaco va aumentando, coincidiendo con el patrón de pastoreo de los animales (Gráfica 9). Esta misma respuesta obtuvo Kolver (1998) que además midió la k_d del N y de la MO, encontrando que también coinciden con la evolución de la concentración de amoníaco a lo largo del día. En horas de la noche se reduciría el consumo de forraje disminuyendo la concentración de amoníaco.



Ref: S: suplementación
P: entrada a la franja diaria

Gráfica 9. Evolución de la concentración de amoníaco a lo largo del día para los animales no suplementados (SS) y para los suplementados con grano entero (GE) y con grano molido (GM).

A las 3 hs de suplementado se vieron diferencias estadísticas entre el tratamiento SS y el GM ($P=0.0425$). Este efecto de la suplementación coincide con el momento del día en donde las concentraciones de amoníaco se hacen máximas. El tratamiento GE se encontró en un valor intermedio no difiriendo de ambos estadísticamente ($P>0.05$). El procesamiento del grano fue la determinante para que la suplementación con maíz tenga efecto en la reducción del amonio. Esta sincronización permitiría una mayor captura de N por parte de los microorganismos y por lo tanto una mayor eficiencia microbiana.

Además inmediatamente después de la suplementación (3hs) los animales suplementados con grano molido consumirían forraje a una menor tasa que los no suplementados ya que ingresarían a la parcela con menor apetito. Esto también estaría explicando las menores concentraciones de amoníaco enseguida luego de la suplementación.

A las 9 hs se observó una tendencia a que el SS sea mayor que el tratamiento con GM ($P=0.0844$). Se vio a las 18 hs de suplementado, que el tratamiento GE tuvo una tendencia ($P=0.062$) a ser mayor sobre GM. Finalmente a las 21hs el tratamiento GE difirió del tratamiento GM ($P=0.0442$) encontrándose el tratamiento SS en una posición intermedia. Era de esperarse que antes de encontrar una diferencia entre los tratamientos suplementados, la diferencia se encontrara entre el testigo con alguno de los suplementados.

4.6 DISCUSIÓN GENERAL

No se encontró un efecto de la suplementación sobre los parámetros ruminales que afectaran la utilización del alimento base. La suplementación no modificó la concentración ruminal de amoníaco; la concentración de AGV totales, ni los valores de pH. A su vez los consumos totales de los distintos tratamientos no difirieron siendo las sustituciones cercanas a uno (Anexo 11), por lo tanto se puede deducir que los distintos alimentos tiene efectos similares sobre estos parámetros.

No existió un efecto de la suplementación sobre la kd de los forrajes por lo que las condiciones ruminales para degradar materia seca fueron similares entre animales de distintos tratamientos. No existiría una preferencia de los microorganismos celulolíticos por los carbohidratos rápidamente fermentecibles que pudiera afectar la degradabilidad de la materia seca del forraje ni una posible competencia microbiana por sustratos que afectaran la población celulolítica. La DE no varió entre tratamientos para los forrajes ya que estos presentaron mismas características (a,b y a+b) y misma kd.

Los consumos totales de los distintos tratamientos no tuvieron diferencias significativas (Anexo 11), lo que concuerda con la no depresión en la degradabilidad de la materia seca del forraje en los tratamientos suplementados.

El procesamiento del grano no generó diferencias en los parámetros ruminales ni en la cinética de degradabilidad de la materia seca y demuestra que el suministro de grano entero no disminuye la eficiencia de utilización con respecto al molido.

Lo antes mencionado concuerda con la no existencia de diferencias en las ganancias diarias para cada tratamiento. Estas se encontraron entre 1.3 y 1.4 kg/día (Bartaburu com.pers) (Anexo 12).

5. CONCLUSIONES

La suplementación con grano de maíz a razón del 1% del PV en novillos pastoreando raigrás con una asignación de forraje del 5% del PV en el período otoño invernal no modificó la cinética de fermentación de la MS del forraje respecto a la observada en animales sin suplementar. No fueron afectados los parámetros ruminales de los novillos suplementados (pH, concentración de amoníaco, concentración de AGV totales y proporción molar de AGV).

El procesamiento físico del maíz no mejoró la kd ruminal de la MS del mismo, la que fue similar a la del forraje consumido.

La DE de la MS del raigrás no se ve afectada negativamente por la suplementación energética estimada para una kp de 6%/h. Sin embargo, el procesamiento físico del grano de maíz (molido) utilizado como suplemento, mejora la DE del mismo comparada con el grano entero, para una kp de 6%/h.

6. RESUMEN

Se evaluó el efecto de la suplementación con grano de maíz y el procesamiento del mismo (grano entero: GE; grano molido: GM), en novillos alimentados en base a raigrás en el período otoño-invernal sobre la degradabilidad de la MS del forraje, pH ruminal, concentración de amoníaco en rumen, concentración molar de ácidos grasos volátiles (AGV) y proporción de estos, conjuntamente se determinó la degradabilidad ruminal del grano molido y del grano masticado. Se utilizaron 6 novillos Hereford fistulados en rumen de aproximadamente 32 meses de edad, con un peso vivo (PV) promedio al comienzo del experimento de 450 ± 30 kg. El experimento transcurrió desde el 6/6/02 al 1/8/02 y se realizó con un diseño de parcelas al azar con medidas repetidas en el tiempo y los tratamientos fueron: asignación de forraje (AF) 5% PV sin suplemento (SS), AF 5% PV + GE 1% PV (GE), AF 5% PV + GM 1% PV (GM). El pastoreo fue en franjas diarias ofrecidas luego de la suplementación la cual se realizó individualmente a las 8 a.m.

La suplementación no disminuyó la degradabilidad de la materia seca del forraje en las primeras 72 hs. No se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos sobre el pH medio diario, concentración de AGV totales, proporciones de los mismos y concentración de amoníaco.

7. SUMMARY

It was evaluated the effect of supplementation with whole and ground corn (whole corn: WC; ground corn: GC) in steers grazing ryegrass (*Lolium multiflorum*) in autumn-winter period in degradability of forrage dry matter, ruminal pH, ammonia concentration, volatile fatty acids (VFA) concentration and it's proportions. At the same time it was determinated the ruminal degradability of ground and chewed corn. There were utilized 6 rumen fistulated Hereford steers which aged 32 month and had 450 ± 30 kg of body weight (BW). The experiment took place between the 6/6/02 and 1/8/02 and was made in random plots with measurements repeated at the time and treatments were: grass allowance (GA) 5 % of BW without corn (C), GA 5% of BW + WG 1% of BW (WG), GA 5 % of BW+ GG 1% BW (GG). Grass plots were offered daily after individual supplementation which was made at 8 a.m.

The supplementation didn't depressed de degradability of forrage dry matter in the first 72 hs. There was no statistic effect between treatment over: daily average of ruminal pH, total VFA concentration, it's proportions and ammonia concentration.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ASTIBIA, O.R; CANGIANO, C.A; COCIMANO,M.R; SANTINI, F.J. 1982. Utilización del nitrógeno por el rumiante. *Revista Argentina de producción Animal*. Vol 4 N° 4, 1-11.
2. BEAUCHEMIN, K. A.; Mc ALLISTER, T. A.; DONG, Y.; FARR, B. I.; CHENG, K. J. 1994. Effects of mastication on digestion of whole cereal grains by cattle. *Journal of Animal Science* 72, 236-46.
3. BEEVER, D.E; TERRY, R.A; CAMMELL, S.B; WALLACE, A.S. 1978. The digestion of spring and autumn harvested perennial ryegrass by sheep. *Journal Agriculture Science, Camb.* 90:463-470.
4. BEEVER, D.E.; OFFER,N.; GILL,M. 2000. The feeding value of grass and grass product. *In* Grass its production and utilization.(Ed A. Hopkins, Institute of Grassland and Enviromental Research). p. 140-195. Blackwell Science Ed.: Oxford. 440p.
5. BERZAGHI, P; HERBEIN, J.H.; POLAN, C.E. 1996. Intake, site, and extent of nutrient digestion of lactating cows grazing pasture. *Journal of dairy science* 79: 1581-1589.
6. CAFARO, M; CAPURRO, R. 2002. Suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal a novillos Hereford alimentados en base a pasturas de alta calidad en el período otoño-invernal: Cinética de la degradación y parámetros ruminales. Tesis Ing.Agr, Paysandú, Uruguay, Facultad de Agronomía. 126 p
7. CATON, J.S; DHUYVETTER, D.V 1997. Energy supplementation on grazing Ruminants: Requirements and responses. *Journal of Animal Science*. 75:533-542.

8. CHILIBROSTE, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación de ganado lechero en pastoreo: II Balance de nutrientes. En: XXVI Jornadas Uruguayas de Buiatria, Paysandú, 18,19, y 20 de junio de 1998-Uruguay.
9. COCCIMANO, M; FERNANDEZ, H; PIATTI, F; SANTINI, H.1988. Cambios en el ph ruminal en novillos suplementados energéticamente: una propuesta para su análisis. *Revista Argentina de Producción Animal*. Vol 8 N° 1: 1-13.
10. DIRECCIÓN NACIONAL DE METEOROLOGÍA (2002). Distribución nacional de precipitaciones. <http://www.INIA.org.uy/disciplinas/agroclima/index.html>.
11. DI MARCO, 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 Uruguaya de Producción Animal UY CD-ROM Área Nutrición 2000. dat.num
12. ELIZALDE, J.C.; SANTINI, F.J; PASINATO, A.M 1996. The effect of stage of harvest on the process of digestion in cattle feed winter oats indoors. II. Nitrogen digestion and microbial protein synthesis. *Animal feed science and technology*. 63:245-255.
13. (_____), SANTINI, F.J. 1992a. Factores Nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos en el período Otoño-Invierno. Boletín técnico N°104 27 pp. INTA EEA Balcarce.
14. (____); GONDA, H.L., REARTE, D.H. 1992b Suplementación con grano de maíz sobre los sitios de digestión de la materia orgánica. *Revista Argentina de producción Animal*. Vol 12 Sup. 1

15. (____); SANTINI, F.J; PASINATO, A.M 1992c. Digestión de forraje fresco en avena. II Proteína bruta. *Revista Argentina de Producción Animal*. Vol.12 Sup.1.
16. (____); CREMIN, J. D; FAULKNER, D. B; MERCHEN, N. R. 1998. Performance and Digestion by Steers Grazing Tall Fescue and Supplemented with Energy and Protein. *Journal of Animal Science* 76: 1691-1701.
17. (____); MERCHEN, N.R.,FAULKNER, D.B. 1999a. Supplemental Cracked Corn for Steers Fed Fresh Alfalfa: I. Effects on Digestion of organic matter, Fiber, and Starch. *Journal of Animal Science*, 77:457-466.
18. (____); MERCHEN, N.R.,FAULKNER, D.B. 1999b. Supplemental Cracked Corn for Steers Fed Fresh Alfalfa: II. Protein and Amino Acid Digestion. *Journal of Animal Science*, 77:467-475.
19. (____). 1999c Suplementación con granos en la producción de carne en pastoreo. En " Curso de suplementación y engorde a corral integrados a sistemas pastoriles". 101 pp Unidad Integrada Fac. Cs Agrs. UNMP INTA-EEA Balcarce.
20. ESTACION METEOROLOGICA AUTOMATICA DE LA EEMAC (2002)
<http://www.fagro.edu.uy/eemac/web/index.html>
21. FRENCH, P.,MOLONEY, A.P., O'KIELY, P.O., CAFFFREY, P.J.2001. Growth and rumen digestion characteristics of steers grazing autumn grass supplemented with concentrated based on different carbohydrates sources. *British Society of Animal Science*, 72:139-148.
22. GALLARDO, M. 1999. Importancia de la fibra en otoño. *Revista Chacra* N° 821. Abril 1999 (Suplemento Especial Tambo N° 2)
23. GARCIA, S.C; SANTINI F.J.; ELIZALDE J.C 2000. Sites of Digestión and Bacterial Protein Síntesis in Dairy Heifers Fed Fresh Oats with or Without Corn or Barley Grain. *Journal Dairy Science* . 83:746-755.

24. GOETSCH, A.L; OWENS, F.N; FUNK, M.A; DORAN, B.E. 1987. Effects of whole or ground corn with different forms of hay in 85% concentrate diets on digestion and passage rate in beef heifers. *Animal Feed Science and Technology*. 18:151-164.
25. GRIGERA, J. M. 2000. Sitios de digestión de diferentes tipos de maíz ofrecidos entero o molido en vacunos alimentados con forraje fresco de avena. En Curso de postgrado de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata.
26. KLOSTER, A.M., LATIMORI, N.J.. AMIGONE, M.A. Y BALLARIO M. V. 1995. Suplementación de verdes invernales. Informe Técnico N° 112 12pp INTA EEA Marcos Juarez.
27. KOLVER, E; MULLER, L. D; VARGA, G. A; CASSIDY, T. J. 1998. Synchronization of Ruminant Degradation of Supplemental Carbohydrate with Pasture Nitrogen in Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 81: 2017-2028.
28. MENDEZ, D.; DAVIES, P. El otoño y las bajas ganancias de peso. *Revista CREA*, Argentina, Abril 2001, 54-59.
29. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, Dirección de suelos y fertilizantes 1979. Carta de reconocimiento de suelos. Tomo III. Descripción de las unidades de suelos. Montevideo
30. MOLITERNO, E.A 1997. Estimación visual de la disponibilidad de pasturas (I). Principios y usos de un método de doble muestreo. *Revista Cangüé* N° 9, Mayo 1997 pp 32- 36
31. ØRSKOV, E.R. 1982. Protein Nutrition in Ruminants. Academic press, London, England.
32. (____); RYLE, M. 1990. Energy nutrition. Elsevier Applied Science Publishers, London, New York.

33. (____); MAC DONALD, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. *Journal Agricultural Science* 92, 499-503.
34. OWENS, F.N; GOETSCH, A.L. 1988. Fermentación Ruminal. En El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición CHURCH, D.C. (1988). Zaragoza Ed. Acríbia S.A.. Capítulo 8.
35. PHILIPPEAU, C; MARTIN, C; MICHALET-DOREAU, B. 1999. Influence of Grain Source on Ruminant Characteristics and Rate, Site, and Extent of Digestion in Beef Steers. *Journal of Animal Science* 77: 1587-1596.
36. RADICIONI, D.; TARANTO, V.; ZIBIL, S. 1993. Efecto de la suplementación de vacas lecheras en pastoreo. I. Ambiente ruminal y composición de la leche. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía.
37. REARTE, D.H. 1999. Sistemas pastoriles intensivos de producción de carne de la región templada. *Reuniao Anual Sociedade Brasileira de Zootecnia*. 213-223.
38. (____); SANTINI, F.J. 1989. Digestión ruminal y producción en animales en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*. Vol 9 N°2, 93-105.
39. REIS, R.B.; COMBS, D.K. 2000. Effects of Increasing Levels of Grain Supplementatation on Rumen Environment and Lactation Performance of Dairy Cows Grazing Grass-Legume Pasture. *Journal Dairy Science*. 83, 2888-2898.
40. SAS INSTITUTE INC. 1999. SAS User's Guide Statistics. Cam: NY
41. TREVASKIS, L.M.; FULKERSON, W.J., GOODEN, J.M. 2001. Provision of certain carbohydrate-based supplements to pasture-feed sheep, as well as time of harvesting of the pasture, influences pH, ammonia concentration and microbial protein synthesis in the rumen. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 41, 21-27.

42. VAN VUUREN, A.M.; VAN DER KOELEN, C.J; VROONS-DE BRUIN, J. 1993a. Ryegrass Versus Corn Starch or Beet Pulp Fiber Diet Effects on Digestión and Intestinal Amino Acids in Dairy Cows. *Journal Dairy Science*. 76:2692-2700.
43. VAN VUUREN, A. M; VAN DER KOELEN, C. J; VALK, H; DE VISSER, H. 1993b. Effects of Parcial Replacement of Ryegrass by Low Protein Feeds on Rumen Fermentation and Nitrogen Loss by Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 76: 2982-2993.

9. ANEXOS

Anexo 1 Datos de Clima obtenidos a través de la Estación Metereológica Automática de la EEMAC (junio-julio-agosto)

FECHA	Lluvia (mm)	T_Suelo (°C)			R_Global (KW/m ²)		Temperatura (°C)			Hum_Rel (%)		
		Min	Prom	Max	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max
01/06/02	0.2	15.27	16.01	17.02	0.061	0.303	12.41	16.47	22.00	80.51	92.80	100.00
02/06/02	6.2	17.01	17.51	18.24	0.044	0.236	17.42	18.81	21.91	88.00	99.20	100.00
03/06/02	0	17.80	18.36	19.19	0.061	0.269	17.54	20.27	24.37	82.56	96.70	100.00
04/06/02	0.6	18.81	19.57	20.63	0.086	0.418	20.52	23.33	27.51	77.06	91.10	100.00
05/06/02	13.6	18.69	19.67	20.07	0.045	0.235	9.74	18.06	21.34	81.54	95.12	100.00
06/06/02	0.4	16.02	16.90	18.41	0.111	0.463	5.98	10.96	18.39	50.56	85.54	100.00
07/06/02	0	15.15	15.75	16.46	0.119	0.464	7.44	12.48	18.65	46.91	71.74	87.94
08/06/02	0	13.48	14.63	15.54	0.120	0.467	4.42	11.21	18.47	61.06	86.04	100.00
09/06/02	0.4	14.18	14.83	15.76	0.056	0.287	5.85	11.26	16.32	55.17	85.46	100.00
10/06/02	0.2	12.14	13.20	14.44	0.116	0.440	0.48	5.04	10.35	53.25	75.82	90.56
11/06/02	0	10.92	11.87	13.00	0.109	0.433	0.71	5.29	11.55	49.79	73.88	93.50
12/06/02	0	9.53	10.70	11.80	0.118	0.459	-0.28	5.17	11.14	46.72	73.23	99.71
13/06/02	0.2	8.69	9.86	11.07	0.111	0.433	-2.03	5.71	13.38	45.31	71.85	98.88
14/06/02	0.2	8.67	9.86	11.29	0.111	0.433	0.07	7.30	14.64	41.28	72.08	99.71
15/06/02	0	8.67	9.81	11.02	0.111	0.432	-0.24	7.18	14.54	49.66	74.60	94.08
16/06/02	0.2	8.81	10.29	11.79	0.085	0.399	-0.77	8.88	17.35	72.00	88.38	100.00
17/06/02	0	11.74	12.32	13.02	0.032	0.174	10.42	12.67	15.59	82.11	94.07	100.00
18/06/02	0.2	11.11	12.17	13.17	0.109	0.425	4.32	11.16	18.49	44.74	76.33	100.00
19/06/02	0	10.60	11.78	13.02	0.107	0.422	3.73	10.76	19.58	44.42	75.08	95.55
20/06/02	0.2	10.68	11.83	13.05	0.109	0.427	4.83	11.21	18.28	57.47	80.43	100.00
21/06/02	0	10.90	11.73	12.61	0.100	0.390	1.09	7.37	11.12	45.25	76.18	94.59
22/06/02	0	8.69	9.84	10.98	0.105	0.417	-0.68	4.30	10.01	52.29	76.67	94.34
23/06/02	0.2	7.56	8.79	10.02	0.110	0.431	-2.56	4.21	11.51	44.03	74.33	96.51
24/06/02	0	7.13	8.38	9.75	0.107	0.421	-1.11	5.35	12.07	44.03	74.20	100.00
25/06/02	0.2	7.50	8.55	9.79	0.108	0.424	-0.73	5.68	12.52	54.59	77.18	92.99
26/06/02	0	7.91	9.02	10.29	0.108	0.430	2.01	8.49	16.60	47.94	74.57	92.54
27/06/02	0	9.58	10.77	12.36	0.070	0.338	8.32	15.23	22.97	58.43	72.77	89.98
28/06/02	0.2	11.58	12.83	14.33	0.074	0.329	13.21	17.68	24.03	63.68	83.98	97.09
29/06/02	0	12.75	13.12	13.69	0.012	0.064	11.21	12.28	16.58	93.76	101.78	100.00
30/06/02	0	11.57	12.27	12.71	0.030	0.140	5.84	9.83	11.78	79.94	90.64	97.47
Total	23.2	7.13	12.74	20.63	0.088	0.467	-2.56	10.79	27.51	41.28	82.06	100.00

Fecha	Lluvia (mm)	T_Suelo (°C)			R_Global (KW/m ²)		Temperatura (°C)			Hum_Rel (%)		
		Min	Prom	Max	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max
01/07/02	0.2	10.51	11.06	11.46	0.055	0.279	6.39	9.01	11.66	69.95	84.01	93.50
02/07/02	8.6	11.31	11.81	12.47	0.013	0.063	11.01	12.60	14.25	78.34	95.12	100.00
03/07/02	28.4	12.46	12.62	12.81	0.015	0.070	11.23	12.05	12.76	98.43	103.03	100.00
04/07/02	31	12.09	12.29	12.65	0.007	0.030	9.97	10.97	11.96	100.22	101.90	100.00
05/07/02	7.6	12.15	12.56	13.10	0.030	0.117	11.10	11.60	12.43	93.12	101.41	100.00
06/07/02	0.2	12.18	12.59	12.90	0.047	0.306	8.35	10.20	11.75	83.58	94.85	100.00
07/07/02	0	10.77	11.54	12.26	0.084	0.437	3.21	7.40	12.41	70.46	90.11	100.00
08/07/02	0.2	9.96	11.00	11.99	0.088	0.402	4.31	7.94	12.91	71.87	89.90	100.00
09/07/02	0.6	10.31	10.86	11.60	0.083	0.449	4.36	7.21	11.42	61.44	80.64	94.53
10/07/02	0	8.65	9.68	10.68	0.113	0.458	1.51	6.59	13.09	49.73	73.85	89.28
11/07/02	0	8.74	9.44	10.31	0.068	0.388	2.64	6.75	12.45	61.44	79.30	90.05
12/07/02	0	9.07	10.18	11.65	0.102	0.452	4.75	10.06	17.09	62.53	80.70	92.61
13/07/02	0	9.99	11.20	12.60	0.114	0.455	6.24	12.46	21.28	46.98	77.38	94.14
14/07/02	0.2	10.54	11.74	13.21	0.118	0.459	7.37	13.33	21.28	56.83	80.72	96.19
15/07/02	0.2	10.72	11.95	13.33	0.111	0.472	6.68	12.88	21.00	56.64	80.97	97.28
16/07/02	0.2	10.87	12.16	13.56	0.113	0.457	7.25	12.60	20.55	59.97	85.83	100.00
17/07/02	0	10.95	11.67	12.36	0.097	0.467	6.33	10.00	15.55	63.68	79.86	90.75
18/07/02	0	10.30	11.28	12.42	0.095	0.419	5.43	10.57	17.26	67.90	85.14	97.92
19/07/02	0.2	10.31	11.83	13.38	0.101	0.440	6.55	13.48	21.40	65.34	86.62	100.00
20/07/02	1.6	12.60	13.33	14.28	0.053	0.230	13.54	16.50	21.46	69.57	82.66	97.66
21/07/02	1.4	14.17	14.66	15.46	0.038	0.234	15.10	16.85	19.87	85.89	94.54	100.00
22/07/02	0.6	13.52	14.54	15.10	0.104	0.465	7.40	13.55	17.23	55.74	78.12	100.00
23/07/02	0	11.46	12.74	13.86	0.110	0.424	4.96	12.05	19.90	60.48	79.02	93.18
24/07/02	0.6	13.57	14.06	14.66	0.032	0.169	10.87	14.45	16.88	85.89	92.94	98.05
25/07/02	0	12.05	13.05	13.96	0.131	0.494	4.49	10.34	16.20	43.39	70.21	92.61
26/07/02	0	10.35	11.03	11.98	0.036	0.149	3.42	8.02	11.51	66.56	75.57	89.73
27/07/02	0.4	9.43	10.76	12.22	0.128	0.485	0.68	7.90	16.44	39.55	77.25	100.00
28/07/02	0	8.89	10.28	11.68	0.130	0.490	1.84	8.34	15.90	41.47	69.22	91.26
29/07/02	0	9.19	10.55	12.01	0.132	0.506	4.19	11.69	21.16	38.40	65.28	84.74
30/07/02	1	11.11	12.36	14.16	0.111	0.437	11.15	14.82	21.01	68.74	83.26	97.66
31/07/02	0.2	11.27	11.96	12.66	0.031	0.137	7.25	9.46	11.85	72.38	88.24	100.00
Total	83.4	8.65	11.83	15.46	0.080	0.506	0.68	11.02	21.46	38.40	84.12	100.00

Fecha	Lluvia (mm)	T_Suelo (°C)			R_Global (KW/m²)		Temperatura (°C)			Hum_Rel (%)		
		Min	Prom	Max	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max
01/08/02	0	10.49	11.07	12.02	0.113	0.491	3.01	7.90	12.05	63.49	74.08	91.52
02/08/02	0	9.09	10.23	11.52	0.098	0.363	-0.17	5.55	12.03	64.58	86.44	100.00
03/08/02	0.2	8.48	10.09	11.69	0.125	0.465	0.64	8.55	16.48	58.24	84.12	100.00
04/08/02	0.2	10.47	11.16	12.15	0.044	0.350	7.59	10.75	15.57	76.54	91.06	100.00
05/08/02	0.4	9.93	11.09	12.66	0.135	0.518	4.05	8.95	15.29	56.51	83.05	100.00
06/08/02	0	9.12	10.76	12.47	0.135	0.508	2.07	9.41	17.67	53.06	74.86	92.29
07/08/02	0	10.49	11.30	12.03	0.049	0.184	6.70	10.71	14.17	84.03	91.75	100.00
08/08/02	4.6	12.01	12.63	13.22	0.027	0.153	10.42	13.99	17.02	88.06	93.94	98.30
09/08/02	0	11.10	12.54	14.04	0.140	0.538	6.42	11.41	18.49	38.59	72.97	93.12
10/08/02	0	10.51	12.08	13.67	0.142	0.527	3.97	12.55	21.85	39.30	66.64	90.30
11/08/02	0	11.03	12.75	14.74	0.139	0.499	5.69	14.21	23.89	46.14	73.33	95.55
12/08/02	0	12.29	13.02	14.01	0.074	0.348	7.96	10.77	16.46	76.54	95.71	100.00
13/08/02	0.2	11.26	12.85	14.65	0.141	0.539	2.51	11.29	20.40	44.86	80.01	100.00
14/08/02	0.2	10.61	11.97	13.15	0.150	0.550	1.36	8.21	14.76	38.08	65.65	90.50
15/08/02	0	9.79	11.16	12.40	0.135	0.530	1.10	9.99	17.99	33.60	64.64	91.97
16/08/02	0.8	10.97	12.28	13.85	0.069	0.299	6.40	14.23	20.22	72.90	84.91	97.92
17/08/02	2	13.90	14.83	16.05	0.043	0.203	16.90	20.02	23.48	74.05	84.44	92.61
18/08/02	2.8	16.02	16.43	17.19	0.049	0.298	18.63	22.50	26.46	61.25	74.28	91.71
19/08/02	16.8	15.40	16.45	17.01	0.029	0.133	10.92	16.06	22.80	78.59	91.18	98.56
20/08/02	0	13.81	14.87	16.09	0.135	0.524	7.29	12.04	17.42	49.60	75.54	96.51
21/08/02	0	12.34	13.98	15.73	0.151	0.553	5.58	12.18	18.26	41.86	65.81	90.24
22/08/02	0	12.17	13.64	14.96	0.166	0.591	5.51	13.02	19.93	43.01	66.20	85.31
23/08/02	0	13.55	15.20	17.44	0.132	0.512	11.51	18.18	25.88	64.06	83.13	96.26
24/08/02	0.2	16.29	17.52	19.10	0.127	0.471	18.15	23.22	29.96	59.01	79.24	96.26
25/08/02	0	18.23	19.22	20.51	0.130	0.477	21.82	25.51	31.10	54.46	71.69	84.61
26/08/02	0	18.85	19.74	20.81	0.137	0.499	21.19	25.75	32.89	38.59	65.76	84.03
27/08/02	0	18.67	19.62	20.66	0.16	0.58	19.58	23.98	30.40	44.22	67.43	87.23
28/08/02	25.8	18.35	18.71	19.37	0.039	0.253	16.39	19.72	25.41	60.54	84.02	100.00
29/08/02	0.4	16.36	17.48	18.27	0.092	0.397	9.09	13.92	17.59	67.58	85.80	99.20
30/08/02	0	14.21	15.39	16.67	0.152	0.619	6.18	9.48	14.44	50.50	71.85	87.62
31/08/02	0	12.69	13.67	14.56	0.139	0.554	3.93	7.13	10.69	59.65	72.94	81.28
Total	54.6	8.48	13.99	20.81	0.110	0.619	-0.17	13.91	32.89	33.60	78.14	100.00

Anexo 3 . Análisis de varianza fracción a+b.y tasa de degradación (kd)

A+B				
ANÁLISIS DE VARIANZA				
Fuente	NDF	DDF	Type III F	Pr > F
Alimento	4	5	3,13	0,1215
Muestreo	3	15	0,51	0,6813
Alimento*Muestreo	12	15	0,51	0,8757
Residual	5.7958			

kd				
ANÁLISIS DE VARIANZA				
Fuente	NDF	DDF	Type III F	Pr > F
Alimento	4	5	4,48	0,0655
Muestreo	3	15	0,91	0,4603
Alimento*Muestreo	12	15	0,91	0,5621
Residual	0.01238			

Anexo 4. Planillas originales de degradación in situ de los alimentos.

Muestro 1 (2/6)					Muestreo 2 (2/7)				
N° bolsa	Alimento	Tiempo	Trat.	Deg.%	N° bolsa	Alimento	Tiempo	Trat.	Deg.%
515	FCS	0		14,80	11	GE	0		-3,49
O145	FCS	0		11,23	219	GE	0		-3,22
102	FSS	0		7,01	A25	FCS	0		20,92
38	FSS	0		8,34	O118	FCS	0		11,56
230	GE	0		-2,38	A4	FSS	0		3,49
27	Gmast	0		29,40	O139	FSS	0		-31,14
16	Gmast	0		5,35	510	Gmast	0		10,17
525	GM	0		21,78	513	Gmast	0		0,63
33	GM	0		19,72	33	GM	0		16,38
522	F	1	SS	28,05	230(124)	GM	0		15,53

O160	F	1	SS	34,81	59	F	1	SS	24,16
86	F	2	SS	43,30	O64	F	1	SS	16,29
O42	F	2	SS	41,36	Z10	F	2	SS	35,97
O55	F	3	SS	55,33	A41	F	2	SS	34,86
100	F	3	SS	51,83	Z5	F	3	SS	43,23
O7	F	4	SS	64,22	A23	F	3	SS	45,45
1A	F	4	SS	51,36	91	F	4	SS	51,16
Z1	F	6	SS	74,81	1	F	4	SS	51,29
O57	F	6	SS	74,38	A38	F	6	SS	72,38
A9	F	7	SS	80,53	O7	F	6	SS	69,55
O64	F	7	SS	76,18	O105	F	7	SS	79,85
O120	F	8	SS	82,19	58	F	7	SS	80,38
510	F	8	SS	82,24	68	F	8	SS	79,72
Z3	F	9	SS	85,32	A19	F	8	SS	80,33
A19	F	9	SS	80,06	531	F	9	SS	84,87
A12	F	1	SS	36,56	522	F	9	SS	85,18
O139	F	1	SS	36,41	O120	F	1	SS	24,21
O154	F	2	SS	50,59	O153	F	1	SS	26,39
O76	F	2	SS	47,55	22	F	2	SS	33,07
O140	F	3	SS	56,92	8	F	2	SS	36,82
93	F	3	SS	63,25	A8	F	3	SS	50,01
300	F	4	SS	68,43	53	F	3	SS	45,56
A41	F	4	SS	62,58	500	F	4	SS	56,96
1	F	6	SS	83,45	30	F	4	SS	56,43
512	F	6	SS	79,61	300	F	6	SS	75,90
22	F	7	SS	86,53	Z8	F	6	SS	75,24
113	F	7	SS	86,00	O2	F	7	SS	80,96
Z2	F	8	SS	87,25	O133	F	7	SS	82,54
O88	F	8	SS	87,41	A32	F	8	SS	81,85
A7	F	9	SS	88,25	Z13	F	8	SS	82,05
14	F	9	SS	88,00	27	F	9	SS	87,00
O44	F	1	GE	38,59	O131	F	9	SS	84,72
O62	F	1	GE	34,49	69	F	1	GE	40,94
53	F	2	GE	43,98	102	F	1	GE	33,66
59	F	2	GE	41,71	504	F	2	GE	44,83
504	F	3	GE	55,21	O35	F	2	GE	46,07
531	F	4	GE	56,57	O57	F	3	GE	57,50
A8	F	4	GE	57,95	55	F	3	GE	55,76
112	F	6	GE	80,38	O124	F	4	GE	60,89
O35	F	6	GE	67,27	515	F	4	GE	61,87
111	F	7	GE	81,96	O66	F	6	GE	77,98

13	F	7	GE	81,06	A28	F	6	GE	77,29
90	F	8	GE	83,01	42	F	7	GE	83,18
A37	F	8	GE	82,35	O94	F	7	GE	83,64
539	F	9	GE	81,26	O62	F	8	GE	83,61
A29	F	9	GE	84,61	O33	F	9	GE	86,13
78	GMast	1	GE	-0,60	Z2	F	9	GE	85,32
35	GMast	1	GE	-5,91	Z28	GMast	1	GE	13,11
O131	GMast	2	GE	1,86	A37	GMast	1	GE	37,66
O94	GMast	2	GE	3,36	512	GMast	2	GE	11,65
A32	GMast	3	GE	18,93	A12	GMast	2	GE	12,72
A28	GMast	3	GE	7,02	24	GMast	3	GE	22,58
O66	GMast	4	GE	40,02	A11	GMast	3	GE	17,48
O104	GMast	4	GE	28,53	520	GMast	4	GE	16,10
69	GMast	6	GE	32,83	O55	GMast	6	GE	37,38
Z36	GMast	6	GE	24,44	Z9	GMast	6	GE	27,56
Z31	GMast	7	GE	52,82	Z33	GMast	7	GE	49,06
Z35	GMast	7	GE	37,94	Z21	GMast	7	GE	68,89
Z33	GMast	8	GE	50,91	Z25	GMast	8	GE	74,41
Z34	GMast	8	GE	56,03	A5	GMast	8	GE	50,14
Z30	GMast	9	GE	73,66	Z29	GMast	9	GE	79,34
Z32	GMast	9	GE	79,31	Z6	GMast	9	GE	76,95
234	GE	9	GE	11,96	78	GMast	9	GE	74,12
248	GE	9	GE	24,02	15	GE	4	GE	0,03
42	F	1	GE	38,89	O54	GE	9	GE	18,36
O52	F	1	GE	36,81	1A	F	1	GE	31,48
O53	F	2	GE	51,52	507	F	1	GE	34,29
58	F	2	GE	42,03	16	F	2	GE	42,55
30	F	3	GE	59,49	99	F	2	GE	43,00
O33	F	3	GE	57,22	A29	F	3	GE	50,96
A38	F	4	GE	61,25	112	F	3	GE	51,10
31	F	4	GE	60,21	Z3	F	4	GE	50,23
O118	F	6	GE	68,29	O32	F	4	GE	53,72
6	F	6	GE	68,95	38	F	6	GE	70,29
O133	F	7	GE	74,08	O160	F	6	GE	70,35
513	F	7	GE	76,89	66	F	7	GE	78,35
77	F	8	GE	76,49	Z17	F	7	GE	80,14
Z4	F	8	GE	73,56	113	F	8	GE	81,89
A23	F	9	GE	84,69	O42	F	8	GE	79,06
24*	F	9	GE	83,74	O154	F	9	GE	82,10
Z20	GMast	1	GE	0,43	Z30	F	9	GE	83,10
Z28	GMast	1	GE	-9,42	Z16	GMast	1	GE	4,50

Z19	GMast	2	GE	9,20
Z26	GMast	2	GE	4,12
Z24	GMast	3	GE	5,32
Z27	GMast	3	GE	3,63
Z21	GMast	4	GE	24,81
Z29	GMast	4	GE	19,07
Z15	GMast	6	GE	84,81
Z16	GMast	6	GE	47,36
Z18	GMast	7	GE	51,89
Z23	GMast	7	GE	39,83
Z14	GMast	8	GE	64,49
Z17	GMast	8	GE	62,62
Z22	GMast	9	GE	56,52
Z25	GMast	9	GE	60,71
90	GE	9	GE	13,77
526	GE	9	GE	9,63
66	F	1	GM	35,32
A4	F	1	GM	30,11
O124	F	2	GM	41,48
O105	F	2	GM	50,94
O63	F	3	GM	48,25
A25	F	3	GM	56,01
8	F	4	GM	59,45
503	F	4	GM	54,30
520	F	6	GM	72,02
99	F	6	GM	75,94
A5	F	7	GM	83,19
O137	F	7	GM	79,98
O45	F	8	GM	84,02
O32	F	8	GM	84,29
507	F	9	GM	83,32
O143	F	9	GM	83,57
226	GM	1	GM	32,12
527	GM	1	GM	29,04
120	GM	2	GM	47,57
206	GM	2	GM	41,49
103	GM	3	GM	47,80
94	GM	3	GM	48,74
11	GM	4	GM	56,59
51	GM	4	GM	56,50
23	GM	5	GM	64,21
Z20	GMast	1	GE	9,33
Z26	GMast	2	GE	8,90
Z23	GMast	2	GE	22,83
Z27	GMast	3	GE	29,84
Z15	GMast	3	GE	29,52
Z19	GMast	4	GE	17,01
O32	GMast	4	GE	72,21
Z36	GMast	6	GE	42,66
Z24	GMast	6	GE	48,74
Z31	GMast	7	GE	28,00
Z18	GMast	7	GE	63,24
Z34	GMast	8	GE	64,01
Z14	GMast	8	GE	59,23
Z22	GMast	9	GE	70,00
Z35	GMast	9	GE	68,75
527	GE	9	GE	9,75
89	GE	9	GE	14,29
90	F	1	GM	28,16
O53	F	1	GM	26,73
539	F	2	GM	38,97
O140	F	2	GM	36,74
31	F	3	GM	39,93
Z12	F	3	GM	42,08
O145	F	4	GM	48,24
14	F	4	GM	53,85
O60	F	6	GM	70,70
Z4	F	6	GM	73,50
O88	F	7	GM	81,57
6	F	7	GM	82,09
Z11	F	8	GM	83,98
503	F	8	GM	83,91
77	F	9	GM	84,27
Z1	F	9	GM	82,68
120	GM	1	GM	27,13
525	GM	1	GM	29,11
208	GM	2	GM	39,51
38	GM	2	GM	40,74
221	GM	3	GM	43,75
90	GM	3	GM	47,52
65	GM	4	GM	53,23
222	GM	4	GM	53,81

8	GM	5	GM	71,92	248	GM	5	GM	55,94
232	GM	6	GM	77,66	204	GM	5	GM	57,85
1	GM	6	GM	72,84	225	GM	6	GM	74,22
211	GM	7	GM	86,78	224	GM	6	GM	67,52
225	GM	7	GM	86,83	226	GM	7	GM	91,22
38	GM	8	GM	95,25	526	GM	7	GM	84,23
34	GM	8	GM	93,02	540	GM	8	GM	94,81
O2	F	1	GM	35,20	51	GM	8	GM	95,65
Z11	F	1	GM	35,82	100	F	1	GM	30,98
Z8	F	2	GM	45,97	O63	F	1	GM	31,25
Z9	F	2	GM	47,75	35	F	2	GM	36,69
Z6	F	3	GM	56,26	13	F	2	GM	38,96
Z7	F	3	GM	55,56	O44	F	3	GM	43,49
Z13	F	4	GM	53,97	Z7	F	3	GM	44,53
O60	F	4	GM	54,73	93	F	4	GM	48,06
O153	F	6	GM	75,24	O76	F	4	GM	49,69
91	F	6	GM	81,07	86	F	6	GM	66,58
55	F	7	GM	82,36	O137	F	6	GM	61,37
Z12	F	7	GM	77,29	A9	F	7	GM	77,94
Z10	F	8	GM	81,99	O143	F	7	GM	78,95
500	F	8	GM	80,07	A7	F	8	GM	80,76
Z5	F	9	GM	83,54	O45	F	8	GM	79,85
68	F	9	GM	79,96	O52	F	9	GM	83,90
219	GM	1	GM	32,84	111	F	9	GM	84,62
125	GM	1	GM	34,54	125	GM	1	GM	33,88
115	GM	2	GM	47,48	227	GM	1	GM	30,66
233	GM	2	GM	37,69	8	GM	2	GM	36,06
221	GM	3	GM	49,16	23	GM	2	GM	36,35
540	GM	3	GM	50,90	1	GM	3	GM	50,44
204	GM	4	GM	57,83	234	GM	3	GM	52,41
532	GM	4	GM	81,88	211	GM	4	GM	55,19
208	GM	5	GM	69,25	206	GM	4	GM	60,81
222	GM	5	GM	62,40	229	GM	5	GM	64,45
229	GM	6	GM	58,53	232	GM	5	GM	68,75
224	GM	6	GM	73,87	34	GM	6	GM	81,43
227	GM	7	GM	83,60	535	GM	6	GM	74,38
537	GM	7	GM	81,77	103	GM	7	GM	88,62
65	GM	8	GM	88,55	94	GM	7	GM	80,70
535	GM	8	GM	90,17	537	GM	8	GM	91,88
					233	GM	8	GM	90,97

Muestreo 3 (15/7)					Muestreo 4 (25/7)				
N° bolsa	Alimento	Tiempo	Trat.	Deg. %	N° bolsa	Alimento	Tiempo	Trat.	Deg. %
507	FSS	0		2,92	R68	FSS	0		19,03
A25	FSS	0		10,71	531	FSS	0		7,53
68	FCS	0		4,39	Z7	FCS	0		15,95
42	FCS	0		5,08	77	FCS	0		93,83
1	GM	0		15,77	103	GM	0		13,11
232	GM	0		15,91	208	GM	0		14,16
O94	Gmast	0		4,02	Z34	Gmast	0		-7,51
113	Gmast	0		8,67	Z30	Gmast	0		4,23
34	GE	0		-3,76	14	GE	0		-5,71
6	F	1	SS	28,85	89	F	1	SS	30,53
Z9	F	1	SS	27,88	102	F	1	SS	27,70
O2	F	2	SS	33,16	58	F	2	SS	38,11
O35	F	2	SS	36,88	A8	F	2	SS	39,43
Z2	F	3	SS	38,34	27	F	3	SS	39,66
66	F	3	SS	48,31	O2	F	3	SS	54,53
O131	F	4	SS	52,63	O64	F	4	SS	60,02
59	F	4	SS	45,63	30	F	4	SS	49,55
A11	F	6	SS	60,68	R1	F	6	SS	61,17
15	F	6	SS	62,30	515	F	6	SS	61,23
A38	F	7	SS	61,60	A29	F	7	SS	74,41
A23	F	7	SS	62,01	A38	F	7	SS	70,09
513	F	8	SS	77,26	38	F	8	SS	76,29
35	F	8	SS	73,71	31	F	8	SS	79,04
91	F	9	SS	81,76	R8	F	9	SS	83,04
503	F	9	SS	84,23	A41	F	9	SS	84,53
O63	F	1	SS	19,72	O52	F	1	SS	34,91
R1	F	1	SS	23,72	522	F	1	SS	29,27
A29	F	2	SS	39,15	O57	F	2	SS	43,46
Z6	F	2	SS	36,65	O153	F	2	SS	42,75
90	F	3	SS	47,09	42	F	3	SS	60,41
522	F	3	SS	46,80	O66	F	3	SS	54,45
O118	F	4	SS	58,86	O140	F	4	SS	61,21
100	F	4	SS	56,94	O118	F	4	SS	56,46
24	F	6	SS	74,25	A4	F	6	SS	75,13
O120	F	6	SS	79,04	1A	F	6	SS	77,90
A32	F	7	SS	82,52	22	F	7	SS	78,88
500	F	7	SS	81,27	111	F	7	SS	78,54

O105	F	8	SS	86,04
O153	F	8	SS	84,99
O57	F	9	SS	86,37
A5	F	1	GE	27,46
16	F	1	GE	31,87
O52	F	2	GE	46,53
69	F	2	GE	40,02
O32	F	3	GE	49,99
O143	F	3	GE	50,91
93	F	4	GE	55,77
102	F	4	GE	59,29
53	F	6	GE	67,75
O76	F	6	GE	68,44
O45	F	7	GE	72,18
O140	F	7	GE	77,08
539	F	8	GE	84,77
Z1	F	8	GE	80,05
A19	F	9	GE	86,15
300	F	9	GE	84,44
A41	GMast	1	GE	17,52
89	GMast	1	GE	9,75
Z4	GMast	2	GE	5,40
O7	GMast	2	GE	22,43
Z31	GMast	3	GE	21,13
O60	GMast	3	GE	18,37
Z26	GMast	4	GE	20,31
Z23	GMast	4	GE	32,80
A28	GMast	6	GE	39,63
531	GMast	6	GE	51,89
A12	GMast	7	GE	39,83
27	GMast	7	GE	61,41
Z35	GMast	8	GE	57,35
Z21	GMast	8	GE	53,55
Z30	GMast	9	GE	59,09
Z24	GMast	9	GE	58,18
O88	GE	9	GE	13,64
109	GE	9	GE	7,52
Z3	F	1	GE	27,65
1A	F	1	GE	28,05
A37	F	2	GE	44,92
86	F	2	GE	43,37

O143	F	8	SS	83,50
O55	F	8	SS	81,98
90	F	9	SS	88,82
O145	F	9	SS	85,24
109	F	1	GE	31,91
112	F	1	GE	34,57
15	F	2	GE	39,24
503	F	2	GE	41,28
Z10	F	3	GE	60,35
A23	F	3	GE	58,14
A11	F	4	GE	64,00
Z3	F	4	GE	66,27
Z5	F	6	GE	77,52
99	F	6	GE	76,80
O76	F	7	GE	82,81
A5	F	7	GE	83,64
66	F	8	GE	56,94
A25	F	8	GE	86,40
55	F	9	GE	85,91
O42	F	9	GE	85,89
512	GMast	1	GE	9,00
Z17	GMast	1	GE	1,76
Z15	GMast	2	GE	15,55
Z21	GMast	2	GE	23,93
Z25	GMast	3	GE	22,12
Z18	GMast	3	GE	22,62
Z28	GMast	4	GE	27,00
Z16	GMast	4	GE	38,67
Z31	GMast	6	GE	47,64
Z19	GMast	6	GE	45,27
Z20	GMast	7	GE	57,38
500	GMast	7	GE	53,22
Z29	GMast	8	GE	79,66
Z24	GMast	8	GE	66,29
Z33	GMast	9	GE	78,27
Z32	GMast	9	GE	79,56
Z23	GE	9	GE	17,88
76	GE	9	GE	13,29
O137	F	1	GE	32,73
R2	F	1	GE	33,46
O154	F	2	GE	38,07

515	F	3	GE	53,66
30	F	3	GE	54,20
O64	F	4	GE	55,79
O133	F	4	GE	56,25
22	F	6	GE	71,08
Z7	F	6	GE	75,16
O137	F	7	GE	80,04
78	F	7	GE	78,19
504	F	8	GE	81,96
O33	F	8	GE	80,04
Z13	F	9	GE	83,74
520	F	9	GE	79,24
Z22	GMast	1	GE	5,05
Z25	GMast	1	GE	23,84
Z36	GMast	2	GE	9,76
Z19	GMast	2	GE	18,92
Z14	GMast	3	GE	10,30
Z28	GMast	3	GE	17,33
Z18	GMast	4	GE	18,02
Z20	GMast	4	GE	16,06
Z32	GMast	6	GE	46,53
Z34	GMast	6	GE	42,49
Z33	GMast	7	GE	42,74
Z16	GMast	7	GE	58,27
Z17	GMast	8	GE	68,41
Z27	GMast	8	GE	61,63
Z29	GMast	9	GE	74,06
Z15	GMast	9	GE	63,76
O55	GE	9	GE	16,16
68	GE	9	GE	22,64
O160	F	1	GM	28,30
A9	F	1	GM	24,14
O145	F	2	GM	46,76
58	F	2	GM	42,34
Z8	F	3	GM	50,43
O54	F	3	GM	54,49
O42	F	4	GM	52,49
A4	F	4	GM	62,55
O53	F	6	GM	71,67
8	F	6	GM	69,24
Z5	F	7	GM	75,62

6	F	2	GE	38,86
Z12	F	3	GE	50,01
Z8	F	3	GE	47,54
A7	F	4	GE	50,18
300	F	4	GE	54,38
59	F	6	GE	63,51
113	F	6	GE	60,26
O32	F	7	GE	68,01
53	F	7	GE	72,61
O130	F	8	GE	72,24
O133	F	8	GE	73,01
Z4	F	9	GE	71,05
O139	F	9	GE	73,66
86	GMast	1	GE	5,69
91	GMast	1	GE	1,67
Z14	GMast	2	GE	6,68
13	GMast	2	GE	11,20
Z22	GMast	3	GE	12,04
Z27	GMast	3	GE	17,73
520	GMast	4	GE	21,58
O33	GMast	4	GE	22,41
O54	GMast	6	GE	23,39
Z11	GMast	6	GE	30,00
Z1	GMast	7	GE	43,29
Z26	GMast	7	GE	61,24
O124	GMast	8	GE	54,90
Z13	GMast	8	GE	62,93
Z35	GMast	9	GE	70,96
Z36	GMast	9	GE	71,83
527	GE	9	GE	6,65
68	GE	9	GE	9,36
Z2	F	1	GM	25,60
O35	F	1	GM	33,85
A32	F	2	GM	38,60
69	F	2	GM	34,53
507	F	3	GM	42,68
513	F	3	GM	40,27
O7	F	4	GM	55,58
O131	F	4	GM	62,28
93	F	6	GM	75,45
16	F	6	GM	76,30

38	F	7	GM	75,32
O124	F	8	GM	81,45
55	F	8	GM	81,66
O139	F	9	GM	89,74
O154	F	9	GM	86,55
535	GM	1	GM	30,09
204	GM	1	GM	28,71
11	GM	2	GM	37,11
208	GM	2	GM	34,54
233	GM	3	GM	42,81
8	GM	3	GM	41,74
120	GM	4	GM	49,50
224	GM	4	GM	45,43
230	GM	5	GM	54,47
248	GM	5	GM	56,79
51	GM	6	GM	72,60
38	GM	6	GM	77,85
65	GM	7	GM	82,13
125	GM	7	GM	82,14
206	GM	8	GM	90,23
540	GM	8	GM	87,07
99	F	1	GM	30,27
O44	F	1	GM	31,24
31	F	2	GM	43,40
13	F	2	GM	39,08
Z10	F	3	GM	54,04
112	F	3	GM	53,28
A7	F	4	GM	51,22
510	F	4	GM	58,95
512	F	6	GM	67,73
Z12	F	6	GM	76,50
Z11	F	6	GM	74,35
14	F	7	GM	77,28
O66	F	8	GM	81,22
111	F	8	GM	82,16
A8	F	9	GM	82,14
77	F	9	GM	84,19
90	GM	1	GM	29,48
525	GM	1	GM	27,13
23	GM	2	GM	33,57
229	GM	2	GM	38,97

O53	F	7	GM	80,90
O45	F	7	GM	82,08
O105	F	8	GM	85,23
Z9	F	8	GM	86,32
O44	F	9	GM	88,01
A28	F	9	GM	88,27
120	GM	1	GM	30,49
65	GM	1	GM	28,69
225	GM	2	GM	42,87
221	GM	2	GM	40,01
535	GM	3	GM	42,28
229	GM	3	GM	41,37
233	GM	4	GM	47,21
226	GM	4	GM	48,21
204	GM	5	GM	62,00
206	GM	5	GM	64,60
34	GM	6	GM	67,54
1	GM	6	GM	72,12
125	GM	7	GM	88,57
11	GM	7	GM	87,33
211	GM	8	GM	95,88
51	GM	8	GM	93,09
24	F	1	GM	35,11
539	F	1	GM	31,72
100	F	2	GM	35,68
A12	F	2	GM	39,49
O60	F	3	GM	41,62
O63	F	3	GM	40,25
A9	F	4	GM	39,86
A19	F	4	GM	46,14
O94	F	6	GM	60,69
O13	F	6	GM	58,12
O120	F	7	GM	69,95
78	F	7	GM	73,27
O88	F	8	GM	77,20
35	F	8	GM	78,63
O160	F	9	GM	76,53
A37	F	9	GM	78,41
537	GM	1	GM	57,28
224	GM	1	GM	30,67
219	GM	2	GM	35,55

526	GM	3	GM	41,80	94	GM	2	GM	39,25
221	GM	3	GM	43,54	33	GM	3	GM	44,41
226	GM	4	GM	54,15	525	GM	3	GM	43,05
211	GM	4	GM	49,09	232	GM	4	GM	48,57
103	GM	5	GM	62,38	526	GM	4	GM	45,66
527	GM	5	GM	53,18	230	GM	5	GM	58,29
222	GM	6	GM	74,45	222	GM	5	GM	57,34
219	GM	6	GM	75,47	8	GM	6	GM	65,81
94	GM	7	GM	82,77	90	GM	6	GM	65,83
33	GM	7	GM	85,52	38	GM	7	GM	84,96
537	GM	8	GM	90,15	248	GM	7	GM	83,60
225	GM	8	GM	90,40	540	GM	8	GM	87,69
					23	GM	8	GM	88,37

Referencias: FSS: Forraje sin suplemento
 FCS: Forraje con suplemento
 GMast: Grano Masticado
 GE: Grano Entero
 GM: Grano Molido
 Deg%: Degradabilidad *in vivo* en porcentaje.

Anexo 5. Análisis de varianza de degradabilidad efectiva para un $k_p=6\%/h$.

Deg. efectiva para un $k_p=6\%/hora$				
ANÁLISIS DE VARIANZA				
Fuente	NDF	DDF	Type III F	Pr > F
Alimento	4	5	30.68	0.0010
Muestreo	3	15	1.48	0.2591
Alimento*Muestreo	12	15	1,48	0.2328
Residual	1.79215936			

MUESTRO 3						
Tratamiento	SS		GE		GM	
Animal	9048	9025	9096	9009	9100	9013
0	5,98	5,84	5,98	6,13	5,95	5,79
3	5,97	5,94	5,73	5,89	5,49	5,33
6	5,74	6,11	5,44	5,52	5,43	5,5
9	6,31	6,25	5,63	5,72	6,04	5,91
12	6,24	5,65	5,23	5,78	5,81	5,64
15	6,07	6,18	5,46	5,43	5,69	6,02
18	6,08	5,24	5,32	5,17	5,73	5,76
21	6,99	6,54	5,5	6,11	6,24	6,68

MUESTRO 4						
Tratamiento	SS		GE		GM	
Animal	9048	9025	9096	9009	9100	9013
0	6,57	5,98	6,23	6,2	6,3	6,61
3	5,99	5,97	5,78	6,42	5,51	6,56
6	5,94	5,85	5,68	6,13	5,71	5,72
9	5,79	5,82	5,47	5,94	5,37	6,03
12	6,16	6,09	5,29	6,15	5,77	5,76
15	5,64	5,07	5,04	5,5	4,96	5,89
18	6,38	5,99	5,41	6,08	5,46	6,24
21	6,76	5,7	5,57	6,27	6,41	6,59

Anexo 8 Análisis de varianza de concentración de AGV total.

AGV Totales				
ANÁLISIS DE VARIANZA				
Fuente	NDF	DDF	Type III F	Pr > F
Alimento	2	3	0,74	0,5496
Muestreo	3	9	14,21	0,0009
Alimento*Muestreo	6	9	0,84	0,5674
Residual	3.79920526			

Anexo 9. Análisis de varianza de proporción de Acético, Propiónico, Butírico, Valérico e Isovalérico

Proporción molar de ACÉTICO				
ANÁLISIS DE VARIANZA				
Fuente	NDF	DDF	Type III F	Pr > F
Alimento	2	3	2,02	0,2787
Muestreo	3	9	2,22	0,1555
Alimento*Muestreo	6	9	1,81	0,2037
Residual	1.84590427			

Proporción molar de PROPIÓNICO				
ANÁLISIS DE VARIANZA				
Fuente	NDF	DDF	Type III F	Pr > F
Alimento	2	3	0,60	0,6021
Muestreo	3	9	0,74	0,5542
Alimento*Muestreo	6	9	0,70	0,6579
Residual	2.25914354			

Proporción molar de BUTIRICO				
ANÁLISIS DE VARIANZA				
Fuente	NDF	DDF	Type III F	Pr > F
Alimento	2	3	0.29	0.7642
Muestreo	3	9	0.09	0.9652
Alimento*Muestreo	6	9	1.03	0.4632
Residual	0.88856165			

Proporción molar de VALERICO				
ANÁLISIS DE VARIANZA				
Fuente	NDF	DDF	Type III F	Pr > F
Alimento	2	3	0.85	0.5100
Muestreo	3	9	1.57	0.2626
Alimento*Muestreo	6	9	1.36	0.3233
Residual	0.14116364			

Proporción molar de ISOVALERICO				
ANÁLISIS DE VARIANZA				
Fuente	NDF	DDF	Type III F	Pr > F
Alimento	2	3	2.48	0.2309
Muestreo	3	9	22.70	0.0002
Alimento*Muestreo	6	9	3.04	0.0653
Residual	0.11429461			

Anexo 10. Análisis de varianza de amoníaco.

AMONÍACO				
ANÁLISIS DE VARIANZA				
Fuente	NDF	DDF	Type III F	Pr > F
Alimento	2	3	5,33	0,1030
Muestreo	3	9	19,45	0,0003
Alimento*Muestreo	6	9	2,05	0,1604
Residual	12.35141320			

Anexo 11. Consumos medios diarios de materia seca expresados como % del PV para novillos pastoreando raigrás vegetativo sin acceso a suplemento (SS) o suplementados con grano de maíz entero (GE) o molido (GM) a razón del 1% del peso vivo

Tratamiento	Forraje	Suplemento	Total
SS	3.16a	0	3.16a
GE	2.28ab	0.99	3.27a
GM	1.55b	1.05	2.60a

Fuente: Elizondo com pers. (2002)

a,b: medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren $P > 0.05$ (Tukey)

Anexo 12. Ganancias medias diarias de peso para novillos pastoreando raigrás vegetativo sin acceso a suplemento (SS) o suplementados con grano de maíz entero (GE) o molido (GM) a razón del 1% del peso vivo.

Tratamiento	Ganancias (kg)
SS	1,348
GE	1,315
GM	1,367

Fuente: Bartaburu com pers. (2002)

Anexo 13. Composición química del maíz

% MS*	% MO	% FDN LC	% FDA LC	% PC
93,42	98,74	18,64	9,58	8,16

Referencias: % MS*: Porcentaje de Materia Seca analítica

% C: Porcentaje de cenizas

% FDN LC: Fibra Detergente Neutro libre de cenizas

% FDA LC: Fibra Detergente Acido libre de cenizas

% PC: Porcentaje de Proteína Cruda