



T.3069

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA CON FUENTES DE  
DIFERENTE DEGRADABILIDAD RUMINAL A  
NOVILLOS HEREFORD ALIMENTADOS EN BASE A  
PASTURAS DE ALTA CALIDAD EN EL PERÍODO  
OTOÑO-INVIERNAL: CINÉTICA DE LA DEGRADACIÓN  
Y PARÁMETROS RUMINALES.**

por

Matías CAFARO RAFULS  
Ricardo CAPURRO ECHAVARREN

FACULTAD DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE  
DOCUMENTACIÓN Y  
BIBLIOTECA

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

PAYSANDÚ  
URUGUAY  
2002

Tesis aprobada por:

---

Ing. Agr. M.Sc. Ph.D. Virginia Beretta

---

Ing. Agr. M.Sc. Alvaro Simeone

---

Ing. Agr. M.Sc. Ph.D. Pablo Chilibroste

Fecha: \_\_\_\_\_

Autores:

---

Matías Cafaro Rafuls

---

Ricardo Capurro Echavarren

## **AGRADECIMIENTOS.**

A los directores de tesis Ings. Agrs. Virginia Beretta y Alvaro Simeone por la guía y el apoyo brindado en cada una de las etapas de este trabajo.

A los Ings. Agrs. Juan Carlos Elizalde y Pablo Chilbroste por su participación de consultoría técnica.

Al Ing. Agr. Oscar Bentacur de la Cátedra de Estadística y Cómputo por la realización del análisis estadístico de los datos recabados.

A los Bach. Fernando Baldi, Rafael Normey, Joaquín Carriquiri, Pablo Pardiñas, Leandro Patrón, Marcelo Vidar y Sebastián Berasain por su colaboración en los trabajos de campo, sin la cual no hubiese sido posible la realización del presente trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
<b>PÁGINA DE APROBACIÓN</b>	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>III</b>
<b>LISTA DE CUADROS Y GRÁFICAS</b>	<b>IV</b>
<b>1.) INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2.) REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1) Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2) Bases teóricas relacionadas al problema otoñal.....</b>	<b>6</b>
2.2.1) Requerimientos de nitrógeno y energía de los microorganismos del rumen.....	6
2.2.1.1) Efecto de la tasa de pasaje sobre la síntesis de proteína microbiana.....	8
2.2.2) Síntesis microbiana bajo condiciones de déficit de Nitrógeno.....	9
2.2.3) Concentración de amonio óptima para la síntesis de N microbiano.....	10
2.2.4) Reciclaje del nitrógeno.....	11
<b>2.3) Caracterización de las pasturas otoñales.....</b>	<b>13</b>
<b>2.4) Efectos del pH sobre los parámetros ruminales.....</b>	<b>16</b>
<b>2.5) Suplementación energética a vacunos en pastoreo.....</b>	<b>19</b>
2.5.1) Tipos de suplementos.....	20
2.5.1.2) Suplementos fibrosos de alta digestibilidad.....	22
2.5.2) Procesamiento del grano.....	23
2.5.3) Efecto de la suplementación energética sobre los parámetros ruminales.....	28
2.5.5.1) pH.....	29
2.5.5.2) Efectos sobre la población microbiana.....	29
2.5.5.3) Concentración de amonio en rumen.....	30
2.5.5.4) Ácidos grasos volátiles.....	32
2.5.6) Antecedentes experimentales de la suplementación energética.....	34
<b>2.6) Hipótesis.....</b>	<b>37</b>
<b>3.) MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>38</b>
<b>3.1) Localización.....</b>	<b>38</b>
<b>3.2) Clima.....</b>	<b>38</b>
<b>3.3) Suelo.....</b>	<b>38</b>

<b>3.4) Pasturas.....</b>	<b>39</b>
<b>3.5) Animales.....</b>	<b>40</b>
<b>3.6) Tratamientos.....</b>	<b>41</b>
<b>3.7) Procedimiento experimental.....</b>	<b>41</b>
3.7.1) Manejo de la pastura.....	42
3.7.2) Manejo de la suplementación.....	42
3.7.3) Manejo sanitario.....	43
<b>3.8) Registros y determinaciones.....</b>	<b>44</b>
3.8.1) Peso vivo.....	44
3.8.2) Pastura.....	44
3.8.3) Procedimiento <i>in situ</i> .....	45
3.8.4) Muestreo de líquido ruminal para determinación de pH, [amonio] y [AGV].....	48
<b>3.9) Análisis estadístico.....</b>	<b>49</b>
<b>4.) RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>52</b>
<b>4.1) Composición química de los alimentos y disponibilidad de la pastura.....</b>	<b>52</b>
<b>4.2) Degradabilidad <i>In situ</i> de la Materia Seca.....</b>	<b>53</b>
4.2.1) Degradabilidad <i>in situ</i> del grano masticado.....	62
4.2.2) Degradabilidad <i>in situ</i> del grano entero.....	65
<b>4.3) pH ruminal.....</b>	<b>66</b>
<b>4.4) Concentración de amonio.....</b>	<b>69</b>
<b>4.5) CONCENTRACIÓN DE ACIDOS GRASOS VOLÁTILES.....</b>	<b>75</b>
<b>4.6) Comparación de las ganancias diarias observadas y estimadas.....</b>	<b>82</b>
<b>5.) CONCLUSIONES.....</b>	<b>86</b>
<b>6.) RESÚMEN.....</b>	<b>88</b>
<b>7. SUMMARY.....</b>	<b>90</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>91</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>100</b>

## LISTA DE CUADROS Y GRÁFICAS.

	Pág.
Cuadro 1. Resumen de trabajos sobre parámetros ruminales.....	14
Cuadro 2. Composición química y comportamiento fermentativo de algunos concentrados energéticos. ....	21
Cuadro 3. Respuestas a la suplementación energética.....	34
Cuadro 4. Cronograma del manejo sanitario.....	43
Cuadro 5. Alimentos incubados en cada tratamiento.....	45
Cuadro 6. Composición química del forraje y grano ofrecido a los animales...	52
Cuadro 7. Disponibilidad de forraje.....	53
Cuadro 8. Cinética de la degradación de la MS del maíz y del forraje.....	54
Cuadro 9. Cinética de la degradación de la MS del grano de maíz y del forraje por período. ....	55
Cuadro 10. Degradabilidad efectiva ( $k_p=6\%$ ), para cada alimento, por período. .....	57
Cuadro 11. Estimación de la MS degradada en el rumen.....	60
Cuadro 12. Cinética de la degradación de la MS del grano masticado. ....	62
Cuadro 13. Degradabilidad efectiva ( $k_p=6\%$ ) del grano masticado y molido. ...	64
Cuadro 14. Degradabilidad <i>in situ</i> por período del grano de maíz entero. ....	65
Cuadro 15. pH ruminal en novillos pastoreando avena (PI) o pradera (PII) suplementados con grano entero o molido.....	66
Cuadro 16. Concentración de amonio en rumen (mg/L) en novillos pastoreando avena (PI) o pradera (PII) suplementados con grano entero o molido. ....	70
Cuadro 17. Concentración de AGV (mM/L) por tratamiento según período. ....	75
Cuadro 18. Proporción molar de Acético (%) por tratamiento según período. .	78
Cuadro 19. Proporción molar de Propiónico (%) por tratamiento según período. .....	79
Cuadro 20. Relación Acético/Propiónico según tratamiento y período.....	80
Cuadro 21. Comparación de ganancias diarias (kg/día) observadas y estimadas para novillos pastoreando avena. ....	82
Cuadro 22. Comparación de ganancias diarias (kg/día) observadas y estimadas para novillos pastoreando pradera.....	84
Gráfico 1. Degradabilidad promedio entre períodos del grano masticado y molido. ....	63
Gráfica 2. Evolución del pH ruminal de novillos pastoreando avena (SS), suplementados con maíz entero (GE) o molido (GM). ....	68
Gráfica 3. Evolución del pH ruminal de novillos pastoreando pradera (SS), suplementados con maíz entero (GE) o molido (GM). ....	69
Gráfica 4. Evolución de amonio en PI según tratamiento. ....	74

Gráfica 5. Evolución de amonio en PII según tratamiento. ....	74
Gráfica 6. Evolución de la relación Acético/Propiónico para el PI. ....	81
Gráfica 7. Evolución de la relación Acético/Propiónico para el PII. ....	82

## **1.)INTRODUCCIÓN.**

En los planteos de invernada bovina del Litoral Oeste del Uruguay la práctica de manejo mas comúnmente utilizada es el pastoreo directo sobre pasturas naturales conjuntamente con la utilización de praderas plurianuales sembradas y verdeos invernales para la terminación de los animales.

Con la llegada del otoño se instala en los productores el temor de las bajas ganancias de peso de los verdeos invernales y las praderas sembradas. Diversos autores han estudiado esta problemática tratando de determinar los factores influyentes sobre la misma, concluyéndose que existen principalmente tres factores: el desbalance energético-proteico que se genera en el rumen, el bajo contenido de materia seca (MS) de las pasturas y el bajo nivel de fibra efectiva de estas pasturas, lo que afectaría el consumo total de nutrientes y la eficiencia de utilización de lo consumido.

La suplementación energética con granos de cereales permitiría aumentar el consumo total de MS, elevar el porcentaje de MS de la dieta y corregir el desbalance dado su menor contenido de proteína (PB), traduciendo en mayores ganancias de peso. El efecto del agregado de grano depende de: tipo de grano, cantidad de grano, procesamiento, contenido de humedad de grano, tipo de forraje base, especie y categoría animal. A un mismo nivel de PB del grano, a mayor degradabilidad ruminal de la MS es esperable una mayor captación del exceso del amonio en rumen originado por estas pasturas, sin embargo ésta mayor degradabilidad podría afectar negativamente la degradabilidad de la fibra.

La caracterización de los parámetros ruminales y la cinética de fermentación para forraje de pasturas de alta calidad en otoño y sus cambios

ante la incorporación de un alimento concentrado, permitiría mejorar la comprensión sobre aspectos asociados a la eficiencia de utilización ruminal de los nutrientes consumidos y aportaría información necesaria a la hora de planificar estrategias de alimentación.

Resulta de importancia realizar este tipo de evaluación en condiciones de pastoreo, considerando que, aspectos asociados a la variación diaria en la concentración de carbohidratos de la pastura, patrón de consumo de forraje de los animales, selectividad y nivel de consumo, pueden afectar los parámetros ruminales a lo largo del día así como el patrón de fermentación y digestión del alimento. La utilización de animales fistulados de rumen, incorporados en experimentos de pastoreo, habilita a realizar este tipo de evaluación, aportando información sobre la cinética de degradación de los diferentes componentes de la dieta (forrajes y suplementos), bajo las condiciones de ambiente ruminal por ésta generadas.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar las características de los parámetros ruminales y cinética de la degradación de la MS en animales en pastoreo alimentados en base a pasturas de alta calidad en el período otoño-invernal y suplementados al 1% peso vivo (PV) con maíz entero o molido.

## **2.) REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

### **2.1) INTRODUCCIÓN.**

En los sistemas de engorde bovino en regiones templadas sobre verdes y praderas permanentes, se ha identificado como problema las bajas ganancias otoñales, reduciendo la ganancia promedio anual, limitando la producción de carne por hectárea (Elizalde et al, 1992a).

Existen controversias acerca de la magnitud del problema del otoño, es así que Mendez et al (2001) citan que el forraje (a asignaciones iguales o mayores a 2.5 % PV) no sería limitante para obtener ganancias de 0.750 kg/animal/día, e indican que existe una tendencia decreciente en la ganancia de peso al aumentar la relación PB soluble/carbohidratos solubles (CS), obteniéndose como ganancia mínima la citada anteriormente a una relación 1.7:1.

Por otro lado Elizalde et al (1992a) observa que en general en toda la Argentina como en el extranjero se citan ganancias de peso, 40 a 50 % inferiores en otoño con respecto a las de primavera. Estas diferencias varían con la región, siendo más afectadas las zonas húmedas (Pampa húmeda) donde se registraron valores entre 0.250 y 0.500 kg/animal/día.

Baek (2000) afirma que la cantidad de días nublados, lluvias y rocío afectan la composición química de la pastura (%MS) y tienen efecto directo sobre el animal, indicando que la magnitud y duración de dichas características varían entre años afectando diferencialmente la respuesta animal.

La fertilización nitrogenada de verdes de invierno en suelos con bajos niveles de nitratos, produce una importante respuesta en producción de forraje, con una mejora en los niveles de PB y de nitrógeno no proteico (NNP), y una disminución marcada de los niveles de hidratos de carbono solubles. Esta respuesta dependerá de los niveles de fertilización utilizada. A su vez la magnitud del efecto dependerá de las condiciones climáticas entre años. (Baeck, 2000; Valk et al, 1996).

Valk et al (1996) comprobó que a mayores niveles de fertilización nitrogenada decreció el % de MS de *Lolium perenne*, pasando de 14.7 a 13.6 %MS con 150 y 300 kg Nitrógeno/año respectivamente.

Un conjunto de factores estarían interactuando limitando el potencial de ganancia en esta época del año. Diversos autores destacan una gran influencia del desbalance energético-proteico que se genera en estas pasturas, debido a una mayor PB, mayor porcentaje de proteína soluble y a un menor porcentaje de CS en otoño con respecto a primavera (Rearte, 1999). Se ha observado como una pastura a pesar de mantener su digestibilidad, puede variar sustancialmente su valor nutritivo en las distintas épocas del año según sea su contenido de PB y CS (Elizalde et al, 1992a).

El desbalance energético protéico de estas pasturas ha sido abordado por diferentes autores, diagnosticando que animales consumiendo forrajes de alta calidad registran alta concentración de amonio en rumen, lo que representa una ineficiencia en la utilización de nitrógeno con una pérdida del mismo que representa un gasto energético para el animal.

El bajo porcentaje de MS de las pasturas en esta época y el bajo nivel de fibra efectiva (Gallardo, 1999), afectan el consumo y producen un aumento en la

tasa de pasaje. El elevado contenido de agua del forraje puede reducir la palatabilidad y la aceptabilidad a través de una reducción en el tamaño del bocado (Leaver, 1985) o por una disminución en el tiempo total de consumo, como así también una restricción física debido a grandes contenidos de agua en tracto digestivo (Elizalde et al, 1992a).

Las características de la fibra de los verdesos muy tiernos determinan un bajo valor de fibra efectiva determinando una rápida velocidad de tránsito de las partículas que disminuye la MS fermentada en rumen (Gallardo, 1999).

Conjuntamente con lo citado anteriormente existen otros factores que se dan a nivel de campo, tal es el caso del efecto del peso del contenido del tracto gastrointestinal, que ocurre al trasladar los animales provenientes de un alimento de menor digestibilidad al verdeo o la pradera. En este caso, si los animales se pesan poco después del cambio de dieta, la pérdida o escasa ganancia de peso del animal se deberá a una reducción del contenido ruminal y no a una pérdida de peso corporal (Elizalde et al, 1992a; Mendez et al, 2001).

A todo ello se adiciona el problema que se da en los casos que se estima visualmente la disponibilidad del forraje, ya que éste tiene un bajo porcentaje de MS, por lo que al realizar la estimación mediante el forraje fresco se sobrestima la disponibilidad de MS, asignando menos alimento a los animales (Mendez et al, 2001).

La suplementación con fuentes energéticas permitiría levantar alguna de estas limitantes a través de la restauración del balance en rumen entre el nitrógeno degradable y la energía, disminuyendo también el porcentaje de agua en la dieta. Las diferencias en degradabilidad de la fuente energética puede

afectar la respuesta, sin embargo degradabilidades altas podrían afectar la degradabilidad de la fibra del forraje consumido.

## **2.2) BASES TEÓRICAS RELACIONADAS AL PROBLEMA OTOÑAL.**

### **2.2.1) Requerimientos de nitrógeno y energía de los microorganismos del rumen.**

El requerimiento de nitrógeno (N) de los microorganismos del rumen está basado en el rendimiento microbiano y éste último depende de la cantidad de materia orgánica (MO) fermentable en rumen (Owens et al., 1988).

Según Orskov (1992) si se asume que la cantidad de MO fermentable/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, que según ARC (1980) es de 30 gr N/kg MO digerida en rumen o según Owens et al. (1988) este valor es de 25.6 gr N/kg MO digerida en rumen.

Cuando la degradabilidad del N de la dieta disminuye, el requerimiento del mismo aumenta (Orskov ,1992). Un factor importante para satisfacer las necesidades de los microorganismos, es la correcta sincronización entre la energía y el nitrógeno en el rumen (Trevaskis et al.,

2001), por lo tanto es de importancia la tasa de fermentación de la MO y la velocidad en la cual a la proteína es degradada en el rumen.

La degradabilidad efectiva de la PB en el rumen depende de la proporción de proteína soluble, la fracción de proteína potencialmente degradable y su tasa de desaparición, a su vez la cantidad total degradada está influenciada por tiempo en que esta proteína permanezca en el rumen (Orskov et al 1979). La proteína no degradada pasa a intestino delgado y su absorción dependerá de su digestibilidad.

La degradabilidad efectiva de la MO depende de su proporción soluble, de la fracción potencialmente degradable y su tasa de desaparición, la cantidad total degradada estará determinada por su tiempo de permanencia en el rumen.

Observando las curvas de degradación en rumen de la MO y de la proteína se puede determinar que tan balanceado está el alimento.

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. Los carbohidratos son los que producen más energía/kg degradado, luego la proteína y por último la grasa. (Orskov, 1992)

El tipo de N de la dieta influye también 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 (Astibia et al, 1982).

### 2.2.1.1) Efecto de la tasa de pasaje sobre la síntesis de proteína microbiana.

Según Owens *et al* (1988), la producción de proteína microbiana en el rumen depende de: la cantidad de MO digerida en el rumen y de la eficiencia con que los microorganismos la utilizan para multiplicarse (gr N/kg MO degradable)(ESM).

Se citan valores de ESM de proteína que oscilan entre 15.36 a 53.12 (gr N/kg MO degradable). Parte de esta variabilidad es atribuida a problemas técnicos en su estimación pero a su vez las deficiencias en nutrientes en algunos casos también contribuyen a la variabilidad observada. Sin embargo esta eficiencia es influenciada por la tasa de pasaje (kp) del alimento a través del rumen, a una mayor tasa de pasaje mayor será la eficiencia de síntesis de N microbiano debido a que esto provoca que el flujo de microorganismos hacia el intestino sea mayor determinando un menor costo de energía de mantenimiento para los microorganismos del rumen. Es así que a un kp de 2%/hora el 65 % de la energía se destina para mantenimiento mientras que a un kp de 6%/hora se destina sólo un 32% (Owens *et al*, 1988). AFRC (1993) corrige la ESM de N según el nivel de consumo de MS (el cual influencia la kp), cuando el consumo es igual a los requerimientos de mantenimiento la ESM=9 grPB/MJ=26.48 grN/kg MO degradable y la ESM es de 11 grPB/MJ=32.37 grN/kgMO degradable.

Un mayor kp determina la disminución en la población de protozoarios lo que contribuye al aumento en la eficiencia de síntesis de proteína microbiana debido a que éstos microorganismos son poco eficientes. Se ha comprobado que una despoblación de protozoos en el rumen reduce la pérdida de metano

ya que bacterias metanogénicas pueden asociarse con los mismos (Owens et al, 1988).

El efecto del aumento en la eficiencia de síntesis de N microbiano (g N/kg MO fermentada) mediante un aumento de  $k_p$  sobre el rendimiento de N microbiano dependerá de la tasa de degradabilidad ( $K_d$ ) del alimento en cuestión. Cuando  $K_d$  es baja y el  $k_p$  es alto el rendimiento microbiano puede disminuir cuando aumenta  $k_p$  a pesar de incrementarse la eficiencia bacteriana, debido a que disminuye en mayor proporción la cantidad de alimento degradado en el rumen (Owens et al, 1988).

El aumento en el rendimiento microbiano al aumentar la tasa de pasaje ( $k_p$ ) tiene un límite (no cuantificado) debido a que la  $k_p$  puede ser tan alta como para eliminar el crecimiento microbiano (Orskov, 1992).

Elizalde et al (1992c) trabajando en otoño con vaquillonas holando de 567 kg PV, ofreciéndoles diariamente avena cortada *ad libitum*, obtuvo un consumo de MO de 1.65 %PV con una eficiencia microbiana de 31.6 gr N/kg MO fermentada.

### **2.2.2) Síntesis microbiana bajo condiciones de déficit de Nitrógeno.**

Si existe una deficiencia de N hay dos serias consecuencias, primero baja el consumo y segundo baja la digestibilidad y como el rendimiento microbiano de N está relacionado a la tasa de fermentación es esperable una reducción en la síntesis de proteína microbiana, por lo tanto una reducción de la proteína aportada para el animal (Orskov, 1992).

La principal consecuencia debido a una deficiencia de N para los microorganismos en el rumen está relacionada a una disminución de la energía aportada para el animal (debido a una menor degradación ruminal del alimento) más que a la disminución en el aporte de proteína (Orskov, 1992).

### **2.2.3) Concentración de amonio óptima para la síntesis de N microbiano.**

Si el consumo de proteínas es excesivo, o no existen condiciones favorables para la captación de N-NH<sub>3</sub> en el rumen (escasez de energía para la síntesis bacteriana), éste se perderá a través de las paredes del rumen y se eliminará como urea en orina (Elizalde et al, 1992a).

Existen controversias sobre la concentración óptima de amonio en rumen, incluso la misma puede diferir entre diferentes dietas, pero la mayoría de los trabajos reportan que no hay incremento en el rendimiento microbiano al incrementar la concentración de amonio en rumen por encima de 50 mg/l (Elizalde et al 1992a; Astibia et al, 1982).

El mínimo requerimiento de N degradable debe ser el rendimiento potencial de N microbiano (Orskov, 1992).

**2.2.4) Reciclaje del nitrógeno.**

El reciclaje del nitrógeno ocurre bajo la forma de urea, mediante la saliva, vía epitelio ruminal y por el nitrógeno endógeno por la descamación de células de las paredes del rumen (Orskov, 1992).

La cantidad de urea que retorna vía saliva está directa y proporcionalmente relacionada a la concentración de urea en la sangre y a la cantidad de saliva secretada, aunque la concentración de urea en la saliva está siempre por debajo de la concentración de urea en la sangre (Orskov, 1992).

La cantidad de saliva secretada está influenciada por la estructura física de la dieta incrementándose con mayores proporciones de fibras largas. La concentración de urea en la sangre está influenciada por la cantidad en que los aminoácidos absorbidos son oxidados y por la absorción de amonio a través del rumen (Orskov, 1992). Los niveles de amonio en sangre normalmente permanecen bajos, debido a que el hígado rápidamente convierte el amonio a urea (forma no tóxica), con un costo para el animal de 12 kcal/gr (Tyrrell et al citado por Van Soest, 1994).

Según Mendez y Davies (2001) existen controversias en las estimaciones del costo del efecto del exceso de N generado por un verdeo desbalanceado; Gagliostro citado por Mendez y Davies (2001) indica incrementos de aproximadamente 30 % de energía de mantenimiento. De ser así el nivel de ganancia que podría esperarse para un ternero de 210 kg de PV sería de 0.350 kg/animal/día.

Sin embargo Di Marco et al (2000) indican que el mecanismo que podría afectar el gasto energético de los animales sería a través del aumento del tamaño del hígado, ya que el proceso de síntesis de urea *per se* no sería costoso energéticamente. Tampoco se encontró que el exceso de amonio ruminal se pueda relacionar con un aumento de la actividad metabólica total o de las ATPasas de Na/K en hígado o intestino.

Owens et al (1988), indican que un exceso de NNP causa una producción de amonio más grande que la capacidad del hígado para transformarla en urea, aumentando los niveles en sangre de este compuesto tóxico. Se encontró que el nivel en el cual se produce la intoxicación por amoniaco es cuando la concentración en rumen supera los 1000 mg/l.

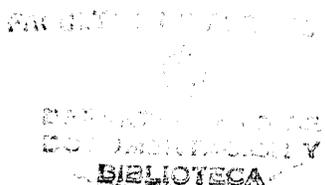
El nivel de amonio en sangre tiende a ser menor que en el rumen y el nivel de urea es menor en el rumen que en la sangre, por lo que existe un potencial de intercambio de nitrógeno (Van Soest, 1994).

La vía de reciclaje más importante depende del contenido de proteína de la dieta, en niveles de PB menores a 10 % la vía más importante es la difusión a través de la pared ruminal, y cuando la PB supera el 10 %, la saliva es el mecanismo predominante. (Lorech, 1998). La proporción de nitrógeno reciclado depende del porcentaje de PB de la dieta, con alto porcentaje de PB el reciclado representa el 10 % de lo consumido, mientras que con bajo contenido el reciclado representa el 50 % de lo consumido (Lorech, 1998)

### **2.3) CARACTERIZACIÓN DE LAS PASTURAS OTOÑALES.**

Según lo reportado por Chilibroste (1998) investigaciones llevadas a cabo en la región (INTA Balcarce –Argentina- y EEMAC –Uruguay) han mostrado que el ambiente ruminal generado por forrajes frescos de buena calidad consumidos bajo pastoreo difiere de los generados por el suministro de forrajes conservados a animales estabulados.

En el cuadro 1 se puede observar distintos trabajos que muestran los parámetros ruminales generados bajo consumo de pasturas de alta calidad.



**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
CNE (%MS)	60.4	60.7	73.5
CNE solubles (% CNE)	64.5	69.1	27.7
Kd (%/hora)	24.2	18.2	4.0

Jamminga 1990 citado por Chilibroste, 1998

**Referencias:**

Kd= Tasa de degradación.

FDN: fibra detergente neutro.

CNE: carbohidratos no estructurales.

Dada las características de los granos expresadas anteriormente es dable esperar una mayor captura del exceso de N-NH3 de las pasturas otoñales con la inclusión de granos como trigo y cebada, por su mayor proporción de CS y mayor tasa de degradación. Aunque en trigo y cebada existe la desventaja de un mayor aporte de N en el rumen debido a un mayor contenido de PB y mayor degradabilidad de la misma; también existe la probabilidad de obtener un pH menor (que afecte la degradabilidad de la fibra) dada su mayor degradación.

En el grano de maíz el endosperma representa el 85% del peso total del grano, se divide en harinoso (blando) y córneo (duro); y está constituido principalmente por almidón. El almidón es el principal componente energético de los granos, el maíz contiene 72% de MS como almidón (Huntington, 1997). El almidón es un polisacárido formado por dos polímeros de glucosa de alto peso molecular: amilosa y amilopectina. La amilosa constituye normalmente un 24 – 27% del almidón del maíz y la amilopectina conforma el 73 –76% restante

(Sprague et al, Deatherage et al, Zuber et al, Gourley et al, Haaland, citados por Fassio et al 2000).

Según Huntington (1997), los granos que contienen mayor proporción de amilopectina, tienen mayor tasa de digestión *in vitro* e *in vivo* que aquellos genotipos que poseen menor proporción de la misma.

El almidón en el endosperma harinoso es el más susceptible a fuerzas externas como la digestión o el procesamiento. La abundancia relativa de las distintas capas del endosperma (harinoso y córneo) es la base utilizada para categorizar los granos y las variedades.

Dombrink et al citados por Fassio et al (2000) encontraron que los cultivares de endosperma duro (córneo) tenían significativamente mayor porcentaje de amilosa que los de endosperma blando (harinoso).

#### **2.5.1.2) Suplementos fibrosos de alta digestibilidad.**

Según French et al 2001 muchos estudios han observado una mayor producción de AGV y menores valores de pH luego de la suplementación con concentrados almidonosos con respecto a los fibrosos, y se atribuyen esas diferencias a las características de la rápida degradación del almidón de los granos (cebada).

Radiccioni et al (1993), trabajando con vacas lecheras pastoreando una pradera mezcla en invierno observaron mayores valores de pH (en horarios posteriores al consumo de concentrados) y menores concentraciones de amonio en el licor ruminal en los animales suplementados con fibra (4 kg de

pulpa de citrus, PB=6.83) con respecto a los que recibieron almidón (4 kg de afrechillo de trigo, PB=19.89).

French et al (2001) trabajando sobre pasturas otoñales con suplementación de 1% PV y asignación de forraje (AF) de 1.1 y 2.23 % PV (disponibilidad por encima de 4 cm), comparó suplementos de diferente degradabilidad ruminal, utilizando un concentrado almidonoso, compuesto principalmente por cebada; una mezcla de suplemento almidonoso y fibroso (cebada+pulpa de remolacha), y un suplemento fibroso (pulpa de remolacha). No obtuvo efecto del tipo de concentrado sobre la tasa de degradación de la MS del forraje o nitrógeno en el rumen, el pH, la concentración de AGV y la concentración de amonio en el rumen. Se concluye que el ambiente ruminal generado por el consumo de pasturas otoñales tiene un mayor efecto buffer que permite alcanzar similares productividades con concentrados fibrosos como almidonosos. Esto permitiría afirmar que los efectos negativos de los diferentes concentrados sobre la degradabilidad del forraje podrían variar con la estación del año.

### **2.5.2) Procesamiento del grano.**

El objetivo de procesar los granos es mejorar su aprovechamiento al facilitar el acceso de los microorganismos ruminales hacia la porción almidonosa del mismo. Owens et al (1997) afirman que el objetivo primario del procesamiento es incrementar la disponibilidad de energía:

Dentro de los métodos empleados para el procesamiento de los granos se encuentran: molido, grano húmedo ensilado, aplastado, reconstituido, flaked

aplastado (dentro de estos el rolled y el flaked). El flaked aplastado es un tratamiento con vapor (steam) y su posterior aplastado intenso. El steam rolled constituye en una aplicación de vapor durante 15 minutos para elevar la humedad a 12-14 % y un aplastado produciendo una capa gruesa. El steam flaked es humedecer el grano con vapor durante 30 a 60 minutos para elevar la humedad a 18-20% y su posterior aplastado (Elizalde, 1999c).

Realizando un ranking de fermentación según tipo de grano y procesamiento se podría ordenar de mayor a menor de la siguiente manera:

	Fermentación
➤ Trigo Molido	+
➤ Cebada molida	
➤ Maíz grano húmedo partido o molido	
➤ Trigo y Cebada copos (Steam Flaked)	
➤ Sorgo grano húmedo partido	
➤ Maíz copos	
➤ Sorgo copos	
➤ Maíz grano húmedo entero	
➤ Maíz seco partido o molido	
➤ Maíz seco grano entero	
➤ Sorgo seco molido.	-

(Elizalde, 1999c)

El procesamiento de los granos de cereales ha sido utilizado como una de las principales herramientas de manejo para la manipulación de la tasa y sitio de digestión del almidón. Sin embargo, factores como la especie animal, categoría animal; tipo de forraje, fuente de almidón, tasa de consumo, nivel y contenido de humedad de los granos, pueden modificar la necesidad o el beneficio derivado del procesamiento (Owens *et al* 1997, Orskov, 1976).

Owens *et al* (1986) refiriéndose especialmente en dietas con altos niveles de grano citan que la inclusión de grano entero permite un mayor valor de pH

que aquellas dietas con grano molido. Es así que cuando se suministran granos procesados en altas cantidades con forrajes toscos, el procesado causa una bajada de pH que puede deprimir la tasa de degradación de la fibra (Orskov, 1976).

Trabajos realizados por Ørskov et al citados por Ørskov (1976), demostraron que bajos niveles de suplementación (aprox. 1% PV) con cereales causan disminución en el consumo de forraje y que no existen diferencias entre grano entero y procesado. En cambio, cuando el nivel de suplementación es alto (aprox. 2%PV), la reducción del consumo es mucho mayor con grano procesado que con grano entero. También se afirma que niveles bajos de suplementación con grano procesado tienen poco efecto en la tasa de digestión de la celulosa.

Elizalde (1999c) sostiene que la respuesta al procesamiento del grano varía con el tipo de grano, citando que los granos que mejor responden son aquellos cuyo almidón es difícil de degradar. Se afirma que los granos de trigo y cebada no mejoran su digestión (ya que es alta) cuando se los procesa enérgicamente. En cambio maíz y sorgo sí responden al procesado, siendo éste último el de mayor respuesta porque es el más resistente a la degradación.

En vacunos consumiendo forrajes de alta calidad existen principalmente dos factores que determinan la respuesta animal al procesamiento del grano de maíz seco, los cuales son la categoría animal y el porcentaje de grano en la dieta.

Caorsi et al (2001) trabajando en suplementación sobre un verdeo de avena, utilizando maíz molido y entero al 0.5 % del PV, con vaquillonas (219 kg PV) y terneras (129 kg PV) a igual asignación de forraje (%PV), obtuvieron

respuesta al procesamiento únicamente en la categoría vaquillonas. Esto es atribuido a que las vaquillonas no rompen todo el grano en la primera masticación a lo cual se suma el mayor tamaño del retículo-omasal que posibilita la salida del rumen del grano aún no fermentado, disminuyendo la digestibilidad aparente del mismo.

Si el grano se suministra combinado con una alta proporción de forraje, el efecto del procesado sobre la digestibilidad del grano es superior (Lee et al, Galyean et al, citados por Grigera 2000).

De este modo, al incluir grano sin procesar en dietas basadas en forraje, en proporciones que no superan el 35 %, es esperable un menor aprovechamiento del grano entero con respecto al grano molido, esto se debe a que en dietas de forrajes de alta calidad con baja proporción de grano existe una mayor  $k_p$  y reducida permanencia en rumen con respecto a dietas con mayores proporciones de grano, con lo que se limita el ataque bacteriano y las posibilidades de rumia (Beauchemin et al, 1994). El tipo de estratificación de la digesta en el rumen, no permitiría que el grano sea rumiado apropiadamente. A su vez comparado con niveles mayores de suplementación, el grano es consumido con mayor avidez lo que limitaría su masticación ingestiva.

Existen controversias entre autores en cuanto al beneficio de la intensidad del procesamiento, en tanto que Mc Allister et al (1990) no encontraron diferencias significativas en la tasa de digestibilidad entre granos de maíz partidos en mitades y granos partidos en cuartos, Nordin et al (1976), no encontraron diferencias en digestibilidad entre diferentes tamaños de molido. Yu et al citados por Grigera (2000), sólo encontraron diferencias de 3.8 % al disminuir el tamaño de molido.

Owens et al (1986) afirma que el procesamiento aumenta la digestión en rumen e intestino delgado, aumenta la proporción de grano que se digiere en rumen y disminuye la proporción que pasa a intestino delgado. La pre-digestión en rumen influencia la cantidad y calidad de almidón que llega a intestino delgado. Goetsch et al (1987) en dietas basadas en maíz (85%) observaron que la digestibilidad post-ruminal varío inversamente con la degradación ruminal, manteniendo constante la digestibilidad total.

Según Owens et al (1986) el almidón de los granos es 42% más eficiente si es digerido en intestino delgado que si se digiere en rumen.

Probablemente para que el grano pueda ser apropiadamente utilizado solo se requieran mínimos grados de procesamiento (Ørskov, 1976), con la mínima intensidad que permita adecuadas digestibilidades.

Elizalde (1999c) sostiene que el procesamiento causa una mejora en la digestión ruminal del grano pero el efecto sobre la digestión total es mucho menor.

La digestión del grano entero por rumiantes estará determinada por el grado de daño durante la masticación (ingestión y rumia), la digestibilidad del grano sin dañar y el tiempo de retención en rumen (Kaiser, 1999).

Nordin et al (1976) observaron considerables diferencias entre animales en su habilidad para digerir dietas con grano entero, la causa de esta variación no es conocida pero probablemente esté relacionada a diferencias en la masticación y rumia de los animales, ya que cuando estos se alimentaron con grano procesado las diferencias en digestibilidad individual fueron pequeñas.

Goetsch et al (1987) trabajando con dietas basadas en 85% de maíz, encontraron que la kp de partículas fue mayor para el grano molido que para el grano entero.

Para ser posible el ataque microbiano es necesario fracturar el pericarpio (Mc Allister et al, 1990), por lo tanto si se incubaba en el rumen como grano entero la degradabilidad es mínima (28% a las 72 horas según Nordin et al, 1976). Si estos granos son procesados la susceptibilidad al ataque microbiano en el rumen aumenta, esto demuestra la importancia de la masticación y la rumia.

### **2.5.3) Efecto de la suplementación energética sobre los parámetros ruminales.**

Cuando un grano es introducido en la dieta de rumiantes alimentados con forraje, usualmente hay grandes cambios en los microorganismos del rumen y su actividad. El número de bacterias amilolíticas que digieren y utilizan los carbohidratos rápidamente fermentables tienden a incrementarse, y el número de bacterias celulolíticas tiende a decaer (El-Shazly et al, 1961, Henning et al, 1980). Sin embargo la generalización de un efecto negativo de la suplementación sobre la degradabilidad de la fibra parece ser un concepto demasiado generalista, debido a que esto ocurre cuando el forraje es de baja calidad (excesos de fibra y deficiencias de proteína), pero no en situaciones de forrajes de alta calidad (fibra más digestible y excesos de proteína) con suplementaciones iguales o menores al 1% de PV (Elizalde et al, 1999a).

### **2.5.5.1) pH.**

Como fue mencionado anteriormente, el efecto de los granos sobre el pH varía con : tipo de grano, procesamiento, humedad del grano, cantidad (%PV) y frecuencia de suplementación.

Un mismo descenso de pH puede provocar diferentes consecuencias según el tipo de pastura, estando relacionado con la cantidad de FDN y con la complejidad de la misma. A mayor FDN y complejidad es esperable un mayor impacto del pH sobre la degradabilidad de la fibra (Dixon et al, 1999; Galyean et al, 1993 citados por Elizalde1999a).

Se ha comprobado que el forraje de otoño tiene mayor capacidad buffer que el de primavera o verano (Muck et al citado por French et al, 2001). En estas situaciones es esperable un menor descenso del pH debido a la suplementación y como consecuencia un menor efecto sobre la degradabilidad de la fibra en este tipo de pasturas.

### **2.5.5.2) Efectos sobre la población microbiana.**

Una parte sustancial de los efectos adversos de los granos en la digestión microbiana de la fibra ocurre aún cuando el pH del rumen es mantenido por infusiones buffer (Mould et al, 1983).

Cuando forrajes y granos son consumidos en conjunto, en general la tasa a la cual la energía de los sustratos se vuelve disponible para los microorganismos limita la tasa de crecimiento de los microorganismos. Los

componentes fibrosos son hidrolizados mas lentamente que los carbohidratos rápidamente fermentables, por lo tanto la energía para el crecimiento microbiano también se hace disponible mas lentamente. Luego de la ingestión de forraje y grano los sustratos para los microorganismos son utilizados preferencialmente por los microorganismos que fermentan el grano (Dixon et al, 1999; Opatpatanikit et al, 1995).

Al agregar grano es citado por diferentes autores que las bacterias que digieren fibra prefieren el almidón, lo que tendrá un efecto depresivo sobre el proceso de digestión de la fibra, incluso en suplementaciones del 1% PV (Cochran, 1998 citado por Elizalde, 1999a; Opatpatanikit et al, 1995).

### **2.5.5.3) Concentración de amonio en rumen.**

El agregado de grano permite disminuir la concentración de N-NH<sub>3</sub> en el rumen, siempre que la cantidad de proteína degradable/kg MO fermentable del grano sea menor a la de la pastura. A su vez dicho efecto depende del tipo de grano, procesamiento, humedad, cantidad de grano, proporción de grano en la dieta, frecuencia de suplementación.

En pasturas que generan alta concentración de N-NH<sub>3</sub>, el efecto en la disminución de su concentración al agregar el grano se debe a dos factores: captación de N-NH<sub>3</sub> debido a una mayor disponibilidad de energía en el rumen y disminución del porcentaje de PB de la dieta (Reis et al, 2000).

Al agregar grano comúnmente existe una depresión en el consumo de pastura; se denomina tasa de sustitución a los kg que el animal deja de comer

de pastura por cada kg de grano (Dixon et al, 1999). Esta variable depende entre otras cosas del consumo de pastura y de la calidad de la misma.

A una misma tasa de sustitución e igual consumo total, a mayor % PB de la pastura, mayor será el efecto de la suplementación en disminuir la concentración de amonio en el rumen, tanto en términos absolutos como relativos, debido a una mayor dilución del porcentaje de PB de la dieta.

Remond et al (1993) aseguran que el reciclaje de nitrógeno a través de la pared ruminal está influenciado por la concentración de amonio en rumen, concluyendo que a mayor concentración de amonio, menor reciclaje del mismo. Esto implica que existiría un efecto adicional al del párrafo anterior, ya que a mayor % PB (y PB degradable) de la pastura es esperable una mayor concentración de amonio en el rumen, por lo tanto la proporción de N que se recicla (vuelve al rumen) es menor, por lo que existiría un mayor efecto de la suplementación en su disminución comparado con pasturas de menor % PB.

A mayor consumo de pastura existe una mayor tasa de sustitución (Vaz Martins, 1996), esto implica que al comparar el testigo (sólo pastura) y el suplementado, es probable que exista una mayor diferencia en la concentración de amonio entre estos tratamientos a mayores consumos de pastura vs menores consumos de la misma.

Existen diferentes resultados en cuanto al efecto de la sincronización en el tiempo entre la energía y la proteína y su influencia en la eficiencia de síntesis de proteína microbiana. Sinclair et al citados por Trevaskis et al (2001) evidencian un efecto de la sincronización, sin embargo otros autores (Chamberlain et al citados por Trevaskis et al 2001, Henning et al 1993) no han encontrado beneficio. Trevaskis et al (2001) atribuyen que la falta de respuesta

en estos estudios puede estar dada por un bajo pH ruminal comparado con estudios en que encontró una mejora. Rooke et al (1989), indican que la sincronización es más importante cuando el pH del rumen se encuentra por encima de 6.7, debido a la mayor absorción de N-NH<sub>3</sub> hacia la sangre (Remond et al, 1993), que disminuye el tiempo que las bacterias tienen para utilizar el N-NH<sub>3</sub>.

Henning et al (1993) sugieren que el reciclaje de la urea hacia el rumen y la habilidad de las bacterias de almacenar excesos de energía como polisacáridos para posterior utilización, reduce la necesidad de sincronización en la dieta para llegar a un óptimo funcionamiento ruminal. Chamberlain et al citados por French et al (2001) afirman que la sincronización del nitrógeno y la energía fermentable en el rumen es esperable que aumente la eficiencia únicamente cuando ambos nutrientes son limitantes en algún momento del día. Sin embargo el trabajo de Trevaskis et al (2001) no sostiene esta hipótesis.

#### **2.5.5.4) Ácidos grasos volátiles.**

Las proporciones de ácido Acético, Propiónico y Butírico pueden estar influenciadas por la dieta y el status de la población metanogénica en el rumen. Como consecuencia de los patrones de alimentación, la producción de AGV varía durante el día, el patrón seguido luego de una comida muestra un incremento de AGV y una reducción del pH (Van Soest, 1994).

Según Rook (1964), se estima que para todas las dietas basadas en forrajes, las proporciones molares de acético varían entre 50 a 68%, propiónico 18 a 33% y butírico 10 a 21%. Según Owens et al (1988) estas relaciones son generalmente próximas a 65:25:10 con dietas en base de forrajes y 50:40:10

cuando las dietas son ricas en concentrados. Sin embargo la relación Acético:Propiónico (Ac:Prop) encontrada en animales con dietas basadas únicamente en pastoreo de pasturas de alta calidad presentan una gran variabilidad oscilando entre 4.53:1 (Elizalde et al, 1992a) a 1.5:1 (Rearte et al, 1989) (Ver cuadro 1).

Es importante destacar que cuando aumenta la rumia, se incrementa la producción de saliva y se diluye el contenido del rumen, lo que determina una disminución en la concentración de AGV (Owens et al, 1988).

El efecto de la suplementación energética sobre la concentración de AGV ha sido variable. Garcia et al (2000) suplementando al 30% con maíz sobre pasturas de alta calidad no obtuvo incremento en la concentración total de AGV, con respecto a los animales no suplementados. Elizalde et al (1992b) trabajando con animales suplementados con maíz molido al 0.73% PV sobre pasturas de alta calidad, obtuvo resultados similares (Ver cuadro 3). Sin embargo Elizalde et al (1999b) trabajando con alfalfa en animales consumiendo solo pastura vs. animales suplementados con maíz quebrado a diferentes niveles obtuvo un incremento en la concentración de AGV; Reis et al (2000) obtuvo resultado semejantes.

Según Reis et al (2000), al suplementar es esperable detectar cambios en la relación Ac:Prop, dado que el propiónico es el principal producto final de la fermentación del almidón.

**2.5.6) Antecedentes experimentales de la suplementación energética.**

En el cuadro 3 se observa la respuesta a la suplementación energética sobre diferentes bases forrajeras y sus implicancias sobre digestibilidad y consumo.

**Cuadro 3. Respuestas a la suplementación energética.**

Cat.	Supl.	Dieta base	Digestibilidad		Consumo (%PV o kgMS/día)		Autor
			Dieta total	Forraje	Pastura	Total	
Novillos	-	Alfalfa <i>ad libitum</i>	Dig.MO 71.2 %	Dig.MO 71.2 %	2.37	2.37	Elizalde <i>et al</i> , 1999b
	Maíz quebrado 0.4 0.8 1.2 % PV	Alfalfa <i>ad libitum</i> (20%PB, 41.6 FDN)	Aumentó Dig.MO 72.7% 75.1% 77.5%	No afectó Dig.MO 70.1 a 70 a 68 a	2.11 1.93 1.64	2.44 2.60 2.68	
Vacas lecheras	-	Pastura mezcla de leguminosas y gramíneas	60.9 % a	No afectó	13.9	13.9	Reis <i>et al</i> , 2000
	Maíz molido 5 10 kgMS/día	(19.6 PB, 41% FDN)	Aumentó Dig.MO 66.6 % b 67.5 % b		12.7 9.77	17.7 19.8	
Novillos y Vaquillonas (412 kg PV)	-	Pastura mezcla de leguminosas y gramíneas <i>ad libitum</i>	Dig.aparente 60.9%	-	2.32	2.32	Elizalde <i>et al</i> , 1992b
	Maíz molido 3 kg MS/día DIVMS 86.1%, 11.7 PB)	(DIVMS 58.8%, 14% PB)	Aumentó Dig.aparente 62.6%	-	2.07	2.72	

Novillos	Maíz	Fardos	Incrementó	Reducción	-	Cordes <u>et al</u> , citado por Caton, 1997
	Gluten feed		Incrementó	No afectó	-	
Vacas	Maíz 1%PV	Festuca	No afectó	Reducción	-	Hannah 1989 citados por Caton, 1997
Novillos	-	Avena (DIVMS=84.9; PB=11.6; FDN=36.8)	-	No afectó	-	Davies <u>et al</u> , 1997
	Maíz partido 0.5%PV		-	Reducción	-	
	Maíz partido 1%PV		-	Reducción	-	

**Referencias:**

DIGMO= digestibilidad de la materia orgánica.

DIVMS= digestibilidad "in vitro" de la MS

El efecto del grano sobre la digestibilidad de la dieta, depende del valor de digestibilidad del grano con respecto al forraje, su efecto sobre la digestibilidad del forraje y la proporción de grano y forraje en la dieta.

Como se observa en el cuadro 3, el efecto de la suplementación sobre la digestibilidad del forraje depende del tipo de pastura, asociado a la cantidad de fibra y su digestibilidad (Elizalde et al, 1999b) y nivel de proteína del mismo (Caton et al, 1997). En las situaciones en que la proteína del forraje es limitante, la suplementación energética teóricamente puede aumentar la deficiencia de proteína, resultando en una reducción del consumo, digestibilidad y performance (Sanson et al, 1990).

En los trabajos citados por Caton et al (1997), cuando se suplementó con maíz (1%PV) sobre festuca decreció la digestibilidad del forraje, explicándose esto por dos factores: el bajo nivel de proteína del forraje y la baja calidad del forraje. Sin embargo al suplementar con gluten feed a fardos no hubo una reducción de la digestibilidad del forraje posiblemente debido al aporte de proteína del suplemento y a la composición química del mismo (suplemento fibroso).

En el trabajo de Elizalde et al (1999b), si bien al aumentar el nivel de suplementación existió una disminución en el pH (6.51 a 6.09), éste no tuvo efecto sobre la digestibilidad de la fibra. Se atribuye la falta del efecto negativo por el agregado de grano a la combinación de baja fibra, alta calidad del forraje (alfalfa) y niveles moderados de suplementación.

Reis et al (2000) no obtuvo efecto en el pH al suplementar y no se vio afectada la digestibilidad del forraje.

En el experimento de Davies et al (1997) con suplementación sobre avena en invierno, no existieron diferencias significativas en el pH entre tratamientos, pero el mismo siempre permaneció en niveles bajos (pH=5.56). El ambiente generado con la suplementación al 1% afectó la fracción potencialmente digestible de la pared celular (53.89% vs. 69.99% sin suplementar), pero no se observaron diferencias entre tratamientos en la tasa fraccional de digestión de la pared celular (3.6%/hora). Es de importancia destacar los bajos porcentajes de proteína del verdeo en este caso (11.6%).

## **2.6) HIPÓTESIS.**

Las condiciones climáticas del otoño afectan la calidad de los verdes invernales y las praderas artificiales, disminuyendo el porcentaje de MS, aumentando el porcentaje de proteína bruta y degradable y disminuyendo la proporción de CS. Esto provoca un desbalance energético-protéico en el rumen generando un exceso de amonio, con efectos negativos sobre la performance animal.

La suplementación energética permite atenuar el desbalance energético-protéico disminuyendo la concentración de amonio en rumen.

El procesamiento físico del grano de maíz aumenta la degradabilidad ruminal de la MS respecto al grano entero, mejorando la captación del exceso de amonio en rumen.

En pasturas de alta calidad en el período otoñal, la suplementación energética genera condiciones de acidez ruminal.

El agregado de granos en dietas en base a forrajes de alta calidad produce una disminución de la relación Ac/Prop.

### **3.) MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1) LOCALIZACIÓN.**

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.

Se desarrolló dentro de la Unidad de Producción Intensiva de Carne, en los potreros 5 (24 has) y 6 (37 has).

#### **3.2) CLIMA.**

La precipitación media anual es de 1200 mm distribuída un 18 % en invierno, 24 % en primavera, 30 % en verano y 28 % en otoño. Las precipitaciones ocurridas durante el experimento fueron de 120 mm en junio, 40 mm en julio y en agosto 130 mm. La temperatura media en otoño es de 18°C y 12°C en invierno. Estos datos corresponden a la estación meteorológica de Paysandú (Dirección Nacional de Meteorología, 2001). Mayor información se presenta en el Anexo 1 (Datos obtenido de la EEMAC).

#### **3.3) SUELO.**

El área experimental está localizada sobre la Formación Fray Bentos, suelos de la Unidad San Manuel, donde dominan, Brunosol éutrico típico

(Háplico), de textura limo arcillosa, con nítidos contrastes entre horizontes y drenaje moderado. Asociados se encuentran Brunosol éutrico lúvico 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) PASTURAS.

Entre el 31/5/01 al 12/7/01 se utilizó la primer oferta forrajera de un verdeo de invierno compuesto por *Avena sativa* (cv. RLE 115) y *Lolium multiflorum* (cv. LE 284.), sembrado en directa el 1-2/04/01. La fertilización basal fue de 120 kg/ha de 25-33-00 y se realizó una refertilización con urea (46-00-00).

Las malezas de mayor importancia fueron *Cirsium vulgare*, *Cardus acantoides*, *Ammi spp.*, *Sactachys arvensis*, *Anthemis cotula* y *Echium plantagineum*; debido a su abundancia fue necesario la aplicación de Flumetsulam (Starane) 300 cc/ha mas 1000 cc/ha de 2-4 DB.

A partir de 13/7/01 fue utilizada una pradera permanente de segundo año, sembrada en el otoño del 2000 en directa, compuesta por *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Lotus Corniculatus* y *Festuca arundinacea*, a una densidad de siembra de 3,8,6 y 12 kg/ha respectivamente, fertilizándose con 150 kg./ha de fosfato de amonio (18-46-46-00). El 29/06/01 se refertilizó con 100 kg 18-46-46-00. Las malezas predominantes fueron *Cardus acanthoides*, *Cirsium vulgare*, *Ammi spp.*, *Solidago chilensis* y *Echium plantagineum*.

### **3.5) ANIMALES.**

Se utilizó un total de 7 novillos Hereford fistulados en rumen y provistos de cánulas, los cuales habían sido operados quirúrgicamente en enero del 2001. Los animales provenían del rodeo de cría de la EEMAC y tenían una edad aproximada de 20 meses, con peso promedio al comienzo del experimento (31/5/01) de 314.9 +/- 16.9 kg.

Seis de los siete novillos fistulados en rumen, fueron asignados al azar a los tratamientos, el restante animal se mantuvo para suplantar algún animal con posibles problemas sanitarios.

Los novillos fistulados pastorearon conjuntamente con 18 novillos más sobre los cuales se realizaron mediciones de ganancia diaria, consumo de pastura y consumo de suplemento, asignados al azar a cada tratamiento. Esta información no se reporta en este trabajo, ver Berasain et al , 2002 y Carriquiri et al , 2002.

### **3.6) TRATAMIENTOS.**

El experimento constó de tres tratamientos:

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

### **3.7) PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.**

El experimento tuvo una duración 84 días (31/5/01 al 23/8/01), precedido de una fase preexperimental de acostumbramiento al concentrado (silo de maíz mas grano de maíz *ad libitum*) y dentro de esta misma fase un amansamiento para llegar a la docilidad necesaria de forma tal de poder realizar las mediciones en dichos animales.

El período experimental se dividió en dos subperíodos, el primero (31/5/01 al 12/7/01) se realizó en el potrero N°5 utilizando el verdeo invernal, y el segundo (13/7/01 al 23/8/01) en el potrero N°6 utilizando la pradera permanente.

El 31/6/01 se sustituyó un animal perteneciente al GE debido a problemas de consumo, dicho animal ya tenía acostumbramiento previo al consumo de grano de maíz entero.

### **3.7.1) Manejo de la pastura.**

Se realizó pastoreo rotativo en franjas diarias sin retorno manteniendo parcelas individuales por tratamiento. Las parcelas fueron estructuradas mediante alambrado eléctrico.

La asignación de forraje fue ajustada semanalmente regulando el área total de pastoreo ofrecida a cada tratamiento de acuerdo al forraje disponible y al último PV registrado. No fue considerada la proyección de ganancia en siete días para el ajuste por PV. El área a ser utilizada por cada tratamiento fue sorteada diariamente, con el objetivo de reducir las variaciones asociadas a la heterogeneidad de la pastura.

### **3.7.2) Manejo de la suplementación.**

La suplementación con granos fue realizada por la mañana (8 a.m) en bretes individuales, ubicados próximos a las pasturas utilizadas, recibiendo cada novillo el tipo de suplemento de acuerdo a su tratamiento. Mientras se llevaba a cabo la rutina de suplementación, a los animales sin suplementar se les ofrecía agua ingresando posteriormente a la nueva parcela.

La cantidad de suplemento ofrecido era ajustado cada 14 días según el PV promedio de cada tratamiento.

Una vez que los animales dejaban de consumir eran llevados a la nueva parcela, previo acceso al agua, y el suplemento rechazado era retirado de los comederos individuales y acondicionado en bolsas identificadas con el número

de caravana del animal, para ser pesado posteriormente en el Campo Experimental de Producción Animal (C.E.P.A).

### 3.8) REGISTROS Y DETERMINACIONES.

La rutina de suplementación (desde la salida de los animales de la parcela del día anterior, hasta la entrada a la nueva parcela) duraba aproximadamente entre 1 y 1.5 horas.

#### **3.7.3) Manejo sanitario.**

El manejo sanitario durante el período experimental se describe en el cuadro 4.

**Cuadro 4. Cronograma del manejo sanitario.**

Fecha	Tratamiento	Producto	Dosis
6/5/01	Vacunación contra aftosa		
29/5/01	Potenciador de defensas	Ribozim	2 cc/animal
29/5/01	Antiparasitario	Ivermectina	1 cc/50 kg PV
22/6/01	Vacunación contra aftosa		
22/06/01	Antiparasitario	Ivermectina	1 cc/50 kg PV
27/7/01	Antiparasitario	Ivermectina	1 cc/50 kg PV

Para el mantenimiento de la higiene alrededor de la fístula ruminal fue necesario una desinfección y lavado periódico (cada dos días). En casos de infección fue necesario tratamientos con antibióticos.

### **3.8) REGISTROS Y DETERMINACIONES.**

#### **3.8.1) Peso vivo.**

Cada 14 días todos los animales eran llevados a los bretes para la determinación de PV, previo desbaste de 12 horas, con el objetivo de estimar ganancia diaria, ajuste de asignación de forraje y oferta de grano (Carriquiri et al., 2002).

#### **3.8.2) Pastura.**

La disponibilidad de forraje (kgMS/ha) fué determinada semanalmente en el área a utilizar en la siguiente semana, mediante cortes realizados 48 horas previas a la determinación del nuevo tamaño de franja ya que las muestras se secaban en estufas de aire forzado a 60°C hasta peso constante, para la determinación de la MS.

Se utilizó la técnica de doble muestreo (Moliterno, 1997), con tres escalas de tres puntos cada una, realizandose el corte correspondiente a cada punto utilizando cuadros de 0,1m<sup>2</sup> (0,5x0,2m) cortando a ras del suelo con tijeras de aro. Fueron muestreados 100 puntos uniformemente distribuidos, para la determinación de frecuencia de aparición de los puntos de la escala. Uno de cada diez cuadros tirados se cortó para la determinación de la calidad de la pastura. Se realizaron muestras compuestas cada 14 días.

**3.8.3) Procedimiento *in situ*.**

Fueron realizadas seis evaluaciones *in situ* de la degradabilidad ruminal de los diferentes componentes de la dieta de cada tratamiento. De las seis mediciones tres se realizaron en cada subperíodo experimental, comenzando cada una en las siguientes fechas: 19/6/01, 27/6/01, 10/7/01, 19/7/01, 1/8/01 y 9/8/01.

**Alimentos incubados.**

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

Los alimentos incubados en cada tratamiento se detallan en el cuadro 5.

**Cuadro 5. Alimentos incubados en cada tratamiento.**

	Tratamientos		
	F	GE	GM
<b>Animales/tratamiento</b>	2	2	2
<b>Alimentos incubados/animal</b>	Forraje fresco	Forraje fresco	Forraje fresco
		Grano masticado	Grano molido
		Grano entero	
<b>Tiempos/Alimento</b>	9	9 *	9
<b>Repetición/Tiempo</b>	2	2	2

\*a excepción del grano entero que se registraron dos tiempos.

El forraje fresco se muestreó utilizando la técnica de handclipping para simular el consumo de pastura por parte del animal. En un área adyacente a la última parcela utilizada por cada tratamiento se recogía una muestra de forraje

intentando simular el consumo de forraje cosechado. Este material, inmediatamente luego de ser cortado era congelado. El forraje a ser incubado fue cortado en fresco con cuchilla en trozos de 0.5 a 1 cm de longitud (simulando la masticación por parte del animal).

El maíz masticado, fue obtenido en el animal fistulado sobrante. Se realizó vaciado del contenido ruminal mediante extracción manual a través de la fístula, depositando el contenido en un tanque de 100 litros. A medida que el animal consumía, el grano entero de maíz se recogía en la boca del esófago el grano de maíz masticado; el cual era inmediatamente congelado. Por último se repuso el contenido ruminal extraído previamente.

Se incubaron bolsas de Dacrón con una porosidad de 40-60 micras de dos dimensiones 161 y 265 cm<sup>2</sup>. En las bolsas más pequeñas se colocó el grano y en las segundas el forraje picado, manteniendo una relación de 15 mg de MS por cm<sup>2</sup> de bolsa. Cada bolsa fue herméticamente cerrada con un precinto plástico y atada a una piola común conteniendo los diferentes tiempos por alimento.

La MS analítica de los alimentos incubados fue determinada en el mismo momento de llenado de las bolsas.

Las bolsas fueron incubadas en el saco ventral del rumen, utilizando como pesa un candado (350 gr), del cual salían las piolas a las cuales eran atadas las bolsas (Anexo 2). El candado se mantenía unido al tapón de la cánula mediante una cuerda de 100 cm de longitud.

En cada animal (2/tratamiento) fueron incubadas simultáneamente las bolsas correspondientes a nueve tiempos/alimento y dos repeticiones/tiempo (a

excepción del grano entero). Las bolsas conteniendo forraje fueron retiradas a las 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48 y 72 horas; y aquellas con granos molido y masticado a las 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 horas post incubación tomando en cuenta a la hora 0 como la hora de suplementación. Para el grano entero, a diferencia de los otros alimentos sólo se incubaron bolsas por 72 horas. Durante este tiempo los animales continuaron pastoreando en sus respectivas parcelas.

Previo a la incubación las bolsas de todos los alimentos se colocaron en agua caliente (39 °C) durante 15 minutos. Aquellas correspondientes al tiempo 0 fueron retiradas para su lavado el cual es detallado posteriormente.

Una vez retiradas las bolsas del rumen se colocaban en una conservadora con hielo (4-5 °C) y concluido el muestreo se procedía al lavado de las mismas. El mismo consistió en cinco lavados (con lavaropa) de 1.5 minutos cada uno y un enjuague final durante 5 minutos en agua destilada. Las bolsas se dejaban escurriendo, siendo luego secadas en estufa de aire forzado a 60 °C durante 48 horas.

Las bolsas secas fueron pesadas en la balanza analítica para determinación de la MS desaparecida. El residuo (lo que no se degradó) fue retirado de las bolsas y las repeticiones de cada tiempo fueron combinadas en una muestra compuesta y conservadas para posterior análisis químico (no se incluyen los datos en este trabajo).

La cinética de la desaparición *in situ* de la MS fue estimada utilizando procedimiento no lineales (Proc NLIN) de SAS (1999). Para el forraje y grano molido (dos repeticiones por alimento) se ajustó la ecuación propuesta por Orskov y Mc Donald (1979):

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

Referencias:

- D= desaparición de MS en tiempo t.
- a= fracción soluble (% de la MS lavada en tiempo cero).
- b= fracción insoluble potencialmente degradable (% de la MS).
- Kd= tasa fraccional de degradación (%/hr.).
- t= tiempo de incubación.

Para el grano masticado se ajustó la misma curva pero considerando una fase lag de 3 horas (Mc Donald, 1981).

- $D = a + b (1 - e^{-kd(t-L)})$ .

Referencias:

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

#### 3.8.4) Muestreo de líquido ruminal para determinación de pH, [amonio] y [AGV].

Al igual que para las medidas de degradabilidad ruminal se realizaron seis mediciones, tres en cada período experimental en las siguientes fechas: 21/6/01, 29/6/01, 11/7/01, 19/7/01, 1/8/01, 9/8/01 coincidiendo con el primer, segundo o tercer día de incubación de bolsas. En cada uno de estos muestreos se tomaron muestras de líquido ruminal cada tres horas durante 24 horas, comenzando el tiempo 0 al momento de la suplementación.

El líquido ruminal se extrajo del en saco ventral del rumen utilizando 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 (1 l) el cual permite realizar vacío y extraer el líquido ruminal (Anexo 3). 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 del recipiente a utilizar con el propio líquido ruminal.

El pH fue medido en el campo inmediatamente luego de filtrado el líquido ruminal utilizando un pHmetro (OADTON WD 35615). Una muestra de 30 ml del filtrado fue conservada en frascos plásticos previamente acondicionados con 2 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.5 N e inmediatamente congelado para posterior determinación de la concentración amoniacal, concentración total de AGV, acético y propiónico. Estos análisis químicos se realizaron conforme al protocolo del Laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Producción Animal de la University of New England.

### **3.9) ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

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

El modelo utilizado para el análisis de la cinética de degradación de los diferentes componentes de la dieta fue el siguiente.

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + A_j(T_i) + P_k + P_k * A_j(T_i) + \square_{ijk} + \text{Muestreo}_i(P_k) + \text{Muestreo}_i * A_j(T_i) + P_k * \text{Muestreo}_i * A_j(T_i) + \square_{ijklm}$$

Donde:

$Y_{ijklm}$  : valor de fracción soluble (a), fracción potencialmente degradable no soluble (b), fracción potencialmente degradable (a+b), tasa de degradación de la fracción potencialmente degradable (kd), degradabilidad efectiva de la materia seca de la variable correspondiente al m-ésimo animal perteneciente al i-ésimo tratamiento del j-ésimo alimento del i-ésimo tratamiento perteneciente al k-ésimo período.

$\mu$ : 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.

$P_k$  : efecto del k-ésimo periodo (k= período I, período II)

$\square_{ijk}$ : error aleatorio – animal(Periodo\*tratamiento\*alimento)

$\square_{ijklm}$ : RESIDUO

El modelo utilizado para el análisis de AGV, amonio y pH fue:

$$Y_{iklm} = \mu + T_i + P_k + P_k * T_i + \square_{ijk} + \text{Muestreo}_i (P_k) + \text{Muestreo}_i * T_i + P_k * \text{Muestreo}_i + P_k * \text{Muestreo}_i * T_i + \square_{ijklm}$$

Donde:

$Y_{iklm}$  = valor de la variable correspondiente al m-ésimo animal perteneciente al i-ésimo tratamiento perteneciente al k-ésimo período.

$\mu$ : media general

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

$P_k$ : efecto del k-ésimo período (k= período I, período II)

$\square_{ijk}$ : error aleatorio – animal(Período\*tratamiento)

$\square_{ijklm}$ : RESIDUO

Las medias de mínimos cuadrados por tratamiento fueron comparadas mediante la prueba Tukey.

## **4.) RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

### **4.1) COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS Y DISPONIBILIDAD DE LA PASTURA.**

En el cuadro 6 se muestra las características químicas de los alimentos ofrecidos.

**Cuadro 6. Composición química del forraje y grano ofrecido a los animales.**

Descripción	% MS	% MO	% PB	% FDN LC	% FDA LC
<b>Forraje del PI</b>	<b>15.3</b>	<b>85.4</b>	<b>17.9</b>	<b>47.7</b>	<b>22.4</b>
<b>Forraje del PII</b>	<b>16.6</b>	<b>88.0</b>	<b>20.4</b>	<b>37.0</b>	<b>29.5</b>
<b>Maíz molido</b>		<b>98.34</b>	<b>9.66</b>	<b>28.8</b>	<b>2.82</b>
<b>Maíz entero</b>		<b>98.36</b>	<b>9.78</b>	<b>29.2</b>	<b>2.48</b>

**Referencias:**

%MS= MS en base peso fresco

%MO= materia orgánica.

%FDNLC=Fibra detergente neutra libre de cenizas

%PB= proteína bruta

%FDALC=Fibra detergente ácido libre de cenizas

Forraje del PI = avena.

Forraje del PII= pradera

En el cuadro 5 se observa los mayores valores de MS y PB de la pradera. En el Anexo 5 se presentan los valores desglosados para los seis muestreos, destacándose un mayor descenso a través de los muestreos de la PB de la avena con respecto a la pradera. Un factor que puede estar determinando esta caída de 7 puntos porcentuales en la avena, es el mayor período que transcurrió entre el momento de la fertilización y el momento de corte en los sucesivos muestreos, ya que la fertilización se realizó en una única fecha. Otro factor que puede estar influenciando esta caída es la edad de la

pastura, tal como lo citado por Valk *et al.*, 1996, quienes encontraron una correlación negativa entre la edad y el contenido de PB de *Lolium perenne*. Este mismo autor también encontró una relación negativa entre la fertilización nitrogenada y el contenido de MS de la pastura, el cual es uno de los factores que podrían influir en el bajo porcentaje de MS de la avena y su aumento en los sucesivos muestreos, debido a un mayor período entre la fertilización y el corte.

La disponibilidad media de forraje para cada semana en que se evaluó la degradabilidad *in situ* y se extrajeron las muestras de líquido ruminal mas cercana a la fecha de muestreo se observa en el Cuadro 7.

**Cuadro 7. Disponibilidad de forraje.**

	N Muestreo	Muestreo Deg. <i>In situ</i>	Fecha de corte	Dispon. (kg MS/ha)
Avena	1	19/6	18/6	2805
Avena	2	29/6	25/6	3131.4
Avena	3	10/7	10/7	2919.9
<b>Promedio kg MS/ha</b>				<b>2952.1</b>
Pradera	4	19/7	17/7	3026.6
Pradera	5	1/8	31/7	3384.7
Pradera	6	9/8	7/8	3764.4
<b>Promedio kg MS/ha</b>				<b>3391.9</b>

#### 4.2) DEGRADABILIDAD *IN SITU* DE LA MATERIA SECA.

Los parámetros de degradación de la MS de forrajes y granos estimadas a partir del procedimiento *in situ* se presentan en el cuadro 8, promediados para los períodos I y II.

Las gráficas de degradación a través del tiempo de los diferentes alimentos se presentan en el Anexo 9. No hubo efecto de los tratamientos (T) (P=0.6981), ni del período (P) (P=0.1472) ni de la interacción P x alimento (P=0.1074) sobre la fracción potencialmente degradable (a+b) del alimento (Anexo6).

Existió efecto del alimento dentro de T (P=0.0314) y P (P=0.0013) para kd. La interacción P x alimento fue significativa a nivel de tendencia (P=0.0760) (Anexo 7).

La degradación efectiva (deg.ef) de la MS difirió significativamente entre T (P<0.0001), mientras que el efecto alimento (dentro de T) no fue significativo (T=0.6053). El efecto P fue significativo (P<0.0001) como así también la interacción P x alimento (P=0.0001) (Anexo 8).

**Cuadro 8. Cinética de la degradación de la MS del maíz y del forraje.**

Periodo I+II						
Tratamiento	Alimento	a	b	A + b (%)	kd (%/hr)	Deg.ef (6% kp)
SS	Forraje	22.31 a	65.94 a	88.25 ab	8.3 a	59.64 a
GE	Forraje	14.45 b	71.69 a	86.26 ab	6.4 b	50.74 b
GM	Forraje	17.17 b	64.44 ab	81.61 a	6.6 ab	49.94 b
	Grano molido	16.39 b	76.20 c	92.6 b	5.0 b	50.41 b

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.
- a+b: suma de las fracciones a y b.

No hubo efecto de los tratamientos (T) sobre la fracción (a+b) del forraje. El maíz molido tuvo la fracción (a+b) superior a la del forraje (P=0.001). Es decir que la MS potencialmente degradable del forraje, no fue afectada por la suplementación, sea esta con maíz molido o entero, e independiente de si los animales pastoreaban avena o pradera. El maíz molido presentó el máximo valor de a+b.

El valor de la fracción soluble del forraje obtenido es menor a los registrados por Van Vuuren *et al* (1993) sobre una pastura constituida por raigrás (36.85 %) y por Reis *et al* (2000) sobre una pastura mezcla 50 % leguminosas y 50 % gramíneas (48.4 %).

En el cuadro 9 se presentan los parámetros de degradación de la MS para los diferentes alimentos en cada período.

**Cuadro 9. Cinética de la degradación de la MS del grano de maíz y del forraje por período.**

Trat.	Al.	Período I				Período II			
		A	b	a + b (%)	Kd (%/hr)	A	b	a + b (%)	Kd (%/hr)
SS	F	17.2 abA	68.2 aA	85.39 abA	6.3 aA	27.5 aB	63.6 aA	91.11 aA	11.0 aB
GE	F	16.7 abA	68.6 acA	85.64abA	5.4 aA	12.2 bA	74.7 bcA	86.89 aA	7.3 bA
GM	F	21.4 aA	56.3 bA	77.71 aA	5.7 aA	13.0 bB	72.5 acB	85.50 aA	7.4 bB
dife	MM	15.4 bA	79.3 cA	94.79 bA	4.8 aA	17.3 bA	73.1 acA	90.41 aA	5.2 bA

**Referencias:**

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

A,B: medias seguidas por la misma letra en la fila para un mismo parámetro no difieren  $P > 0,05$  (Tukey).

F:forraje

Al:alimento

MM: maíz molido.

La kd del PII fue mayor que la del PI ( $P=0.0013$ ) y existió un efecto significativo a nivel de tendencia ( $P=0,07$ ) en la interacción de T x P. En PI los valores de Kd de los diferentes alimentos fueron estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ ), aunque se observa una tendencia a una mayor Kd en el forraje de SS con respecto al forraje de GM ( $P=0.0528$ ). En PII, el forraje del SS tuvo mayor kd que el forraje de los suplementados y estos mayor kd que el grano molido. Esto fue explicado por un aumento de la kd del forraje de la pradera en el PII respecto a avena del PI. Para los suplementados la kd fue igual entre períodos. Esto determinó, en síntesis, que se registrara un efecto negativo de la suplementación sobre la tasa degradación de la MS del forraje solo en el PII.

Los valores de Kd de los diferentes alimentos entre períodos difirieron para el forraje de SS ( $P=0.0153$ ) y forraje de GM ( $P=0.0056$ ), siendo mayor para PII que para PI. La Kd del maíz molido fue similar entre períodos, lo que implica que la degradación de este alimento fue independiente del período.

La degradabilidad efectiva (deg.ef.) a una kp de 6% fue diferente entre P ( $P < 0.0001$ ), siendo mayor para PII con respecto a PI. La interacción T x P afectó significativamente la deg.ef. ( $P=0,0001$ ). Mientras que en PI no hubo diferencias en la deg.ef. del forraje asociadas a la suplementación, y la deg.ef. del forraje no difirió de la del grano molido, en PII, la def.ef. del forraje SS, fue mayor que la de los suplementados (GE y GM) que no difirieron entre sí.

Considerando que no había diferencias en la fracción potencialmente degradable entre tratamientos y períodos, esta respuesta puede ser explicada por la mayor kd del forraje en animales sin suplementar en PII. Una mayor kd permitió obtener una mayor degradabilidad efectiva en la pradera. Esto probablemente explique el mejor comportamiento de los testigos pastoreando pradera que avena (Carriquiri *et al*, 2002), provocando una menor respuesta a la suplementación en el PII.

Los valores de (a +b) para forraje de avena en animales sin suplementar en PI (85.39 %) y de la pradera en PII (91.11%) son mayores a los obtenidos por Elizalde *et al* (1999d) quienes encontraron valores de 79.6% para alfalfa, 77.6% en *Bromus biebersteinii* y 82.6 y 81.7 % para dos tipos de festuca.

**Cuadro 10. Degradabilidad efectiva (kp=6 %), para cada alimento, por período.**

		Período I	Período II
Tratamiento	Alimento	Deg. Efectiva	Deg. Efectiva
SS	Forraje	52.02 aA	67.26 aB
GE	Forraje	48.45 aA	53.03 bA
GM	Forraje	47.24 aA	52.63 bB
	Maíz molido	50.09 aA	50.73 bA

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

A,B: medias seguidas por la misma letra en la fila no difieren  $P > 0,05$  (Tukey)

En PI la deg.ef. fue similar para los diferentes tratamientos, mientras que en PII el forraje del SS tuvo mayor deg.ef que el forraje de GE y GM, y mayor

que el grano molido. Comparando los diferentes alimentos entre períodos, existen diferencias para el forraje de SS y GM y una tendencia para el forraje de GE ( $P=0.0558$ ), mientras que la degradabilidad efectiva para el grano molido no difirió entre períodos. Los valores registrados para el forraje de los diferentes tratamientos fueron numéricamente mayores en PII.

Las diferencias en kd se vieron reflejadas en los valores de deg.ef. registrados para el forraje en cada tratamiento. Altas tasas de degradación representaron un mejor aprovechamiento cuando el tiempo de retención fue bajo (16.7 hs).

La similitud estadística en la fracción a+b del forraje de la pradera entre SS, GE y GM, no se manifestó en la deg.ef. a un kp de 6%/hr, ya que el forraje de SS presentó una mayor deg.ef. que el forraje de GE y GM, lo que implica que las diferencias en degradabilidad dependen del tiempo de incubación de los alimentos en el rumen. El maíz molido fue el alimento con mayor respuesta al tiempo de incubación de 16.7 y 72 horas, lo que determina que al considerar el tiempo de incubación correspondiente a una kp de 6%/hr y compararlo con el forraje de SS presente una menor degradabilidad, sin embargo al considerar un tiempo de incubación de 72 hr. no existen diferencias estadísticas entre ambos alimentos.

Observando los valores numéricos de degradabilidad efectiva del cuadro 10 se puede inferir que una de las causas del descenso en la degradabilidad del forraje debido a la suplementación en el PII esté explicada por un mayor valor de deg.ef. de SS en la pradera con respecto a la avena probablemente debido a un mayor kd del forraje de la pradera respecto al del la avena (11.0 %/hr vs. 6.3 %/hr) ya que las diferencias en el forraje de los tratamientos suplementados son numéricamente inferiores.

La tasa de degradación del forraje de avena en SS (6.3 %/hr), es similar a la obtenida por Van Vuuren et al (1993) trabajando sobre una pastura constituida por 85% de *Lolium perenne* (5.9 %/hr) y a las registradas por French et al (2001) sobre pasturas otoñales suplementadas (6.03 %/hr), aunque en ambos trabajos la fracción "a" fue sensiblemente superior. Para el SS de la pradera los valores de Kd (11 %/hr) también coinciden con los obtenidos por otros autores (Reis et al, 2000), en el cual se trabajo sobre una pastura mezcla de aproximadamente 50% gramíneas (*Dactylis glomerata* L. y *Bromus inermis* L.) y 50% leguminosas (*Medicago sativa* y *Trifolium pratense* L.) y se obtuvo un valor de 10.5%/hr. Sin embargo Elizalde et al (1999d) obtuvo un mayor valor (13.8%/hr) en primavera sobre alfalfa pura, pero menor para el tratamiento sobre festuca (6.0 %/hr). Las altas proporciones de leguminosas en el material disponible (aprox. 70%) y bajo porcentaje de restos secos (aprox. 12%)(Carriquiri et al, 2002) podrían ser determinantes de la alta kd de la MS del forraje de la pradera. Alvarez et al (1995) evaluando la degradabilidad de grano molido de maíz con animales consumiendo un verdeo de raigrás y avena obtuvo un valor de 5.73%/hr.

En PI la suplementación no afectó negativamente la degradabilidad efectiva del forraje, lo que concuerda con los datos obtenidos por French et al (2001) quienes no obtuvieron diferencias en degradabilidad del forraje otoñal con suplementos almidonosos y fibrosos. Sin embargo el efecto de la suplementación sobre la degradabilidad del forraje fue mayor en PII que en PI, pudiéndose deber esto al tipo de pastura y a una diferente época del año. Berzaghi et al (1996) trabajando con vacas lecheras (PV=554 kg) pastoreando una pradera mezcla de gramíneas y leguminosas, con un tratamiento solo a pastura y otro suplementado con 6.4 kg de maíz partido obtuvo una disminución en degradabilidad de la FDN en el rumen en el tratamiento suplementado, si

bien el porcentaje de FDN fue mayor al del presente experimento (62.63 vs. 37.0 %).

Sobre la base de los registros de consumo de MS por los animales en cada tratamiento (Berasain et al, 2002) en el cuadro 11 se presenta el cálculo de la MS degradada en el rumen para cada tratamiento y período considerando un novillo de 350 kg de PV y suponiendo una kp de 6 %/hr para todos los casos.

**Cuadro 11. Estimación de la MS degradada en el rumen.**

<b>Avena</b>				
Tratamiento	Alimento	Consumo MS*	%MS deg	kg MS deg. 6%
SS	Forraje	7,07	52,02	3,68
GM	Forraje	5,95	47,24	4,53
	Grano Molido	3,43	50,09	
<b>Pradera</b>				
Tratamiento	Alimento	Consumo MS*	%MS deg	kg MS deg. 6%
SS	Forraje	7,105	67,26	4,78
GM	Forraje	5,46	52,63	4,45
	Grano Molido	3,115	50,73	

\* Datos brindados por Berasain et al, 2002.

Se consideró una kp constante para los distintos tratamientos, si bien según AFRC (1993) la kp aumenta al aumentar el consumo total de MS. Reis et al (2000) en vacas lecheras sobre pasturas mezclas de gramíneas y leguminosas obtuvieron una similar kp entre el tratamiento solo pastura (consumo 13.9 kgMS/día) y el suplementado con 10 kg de maíz procesado (consumo total de 19.8 kgMS/día).

En la avena la suplementación permitió aumentar el consumo de MS degradada en rumen, efecto que podría ser mayor si se considera lo afirmado

por Gallardo (1999), quien sostiene que los bajos niveles de fibra efectiva en los verdeos en otoño determinan una rápida velocidad de tránsito de las partículas lo que produce una menor fermentación de la MS en el rumen. Si esto ocurriera la degradabilidad efectiva del forraje (y de los granos) de los tratamientos suplementados podría verse incrementada debido a una menor  $k_p$  lo que representa un mayor tiempo de retención en rumen.

En la pradera la suplementación no aumentó los Kg de MS degradada en el rumen, sin embargo se debe considerar que Elizalde et al (1999b) en situaciones de suplementación con maíz quebrado sobre alfalfa y Van Vuuren et al (1993) en suplementación con un concentrado mezcla de maíz molido y harina de maíz sobre raigrás han detectado que en los tratamientos suplementados un mayor % de la MS (con respecto al total de MS digerida en todo el tracto digestivo) es digerida en el intestino delgado, lo que provoca un cambio en los sitios de digestión del rumen hacia el intestino delgado. Esto permitiría disminuir las diferencias observadas en degradabilidad ruminal de la MS al comparar el tratamiento SS vs. GM si se compara la digestibilidad en todo el tracto digestivo. De ser así en la pradera la suplementación también permitiría aumentar el consumo de MS digerida en todo el tracto digestivo, factor de suma importancia junto con la disminución de la concentración de amonio en el rumen al suplementar (cuadro 15). Esto permitiría explicar las mayores ganancias diarias de los tratamientos suplementados en la pradera (Carriquiri et al, 2002), respecto al testigo solo a pasto.

**4.2.1) Degradabilidad *in situ* del grano masticado.**

La estimación de los parámetros de la cinética de degradación del grano masticado y el ajuste de las curvas correspondientes a cada animal en cada muestreo se vieron dificultadas por la propia heterogeneidad del material incubado (al hecho de considerarse diferente tamaño de partícula, proporción de grano entero) y único valor de porcentaje de MS del grano siendo este variable dentro de cada bolsa correspondiente a cada tiempo de incubación.

Como se mencionó en el capítulo 3.8.3 para obtener el material a incubar se utilizó solo un animal, lo que es de importancia ya que según Nordin *et al* (1976) existe gran variabilidad individual entre animales en la masticación, lo que determina una mayor o menor degradabilidad del grano dependiendo de la capacidad de masticación del animal utilizado.

Los parámetros de degradación *in situ* de la MS del maíz masticado promedio por período se presentan en el cuadro 12 y los datos desglosados por animal se presentan en el Anexo 10.

**Cuadro 12. Cinética de la degradación del la MS del grano masticado.**

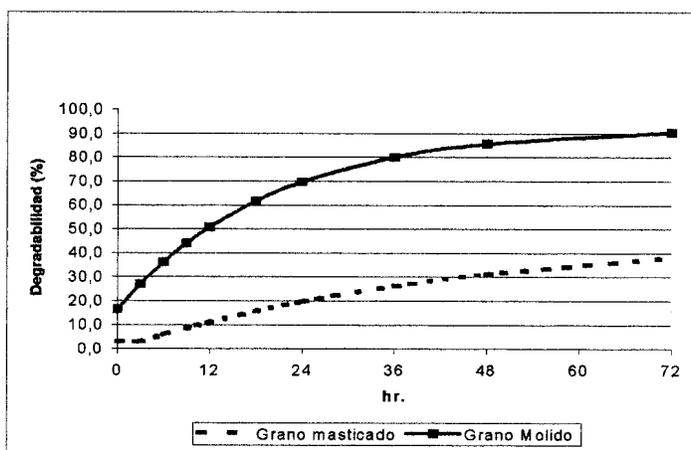
	a (%)	b (%)	Kd (%/hr)
PI	3.3	48.95	2.4
PII	2.6	47.75	1.9
Promedio	2.9	48.35	2.2

**Referencias:**

- a= valor de degradabilidad al final de la fase lag de 3 horas.
- b= fracción potencialmente degradable insoluble en agua.
- Kd= tasa de degradación de b.
- PI= período uno (avena).

PII= período dos (pradera).

No existió diferencia estadística para kd del grano masticado entre períodos ( $P=0.2432$ ), la cual fue sensiblemente inferior a la del grano molido (2.2 vs. 5.0 %/hr). La fracción soluble (a) del grano masticado fue prácticamente despreciable (2.9 %) siendo inferior al valor obtenido para el grano molido (16.39%). La fracción potencialmente degradable insoluble en agua (b), también fue inferior a la del grano de maíz molido (48.35 vs 76.20%).



**Gráfico 1. Degradabilidad promedio entre períodos del grano masticado y molido.**

En el gráfico 1 se observa claramente la mayor degradabilidad potencial y mayor tasa de degradación del grano molido con respecto al masticado.

Según Kaiser (1999) la digestión del grano entero por rumiantes estará determinada por el grado de daño durante la masticación (ingestión y rumia), la digestibilidad del grano sin dañar y el tiempo de retención en rumen. Para que

la degradabilidad del grano masticado incubado represente la degradabilidad del grano entero consumido por los animales, faltaría cuantificar el efecto de la rumia, proceso de fundamental importancia en la ruptura de granos enteros sin dañar y disminución del tamaño de partícula.

En el cuadro 13 se observa que la degradabilidad efectiva del grano molido es superior a la del grano masticado, para una kp de 6%/hr.

**Cuadro 13. Degradabilidad efectiva (kp=6%) del grano masticado y molido.**

	Período I	Período II	Promedio total
<b>Grano masticado</b>	14.2	10.1	13.8
<b>Grano molido</b>	52.6	50.7	50.4

Goetsch *et al* (1987) trabajando con dietas basadas en 85% de maíz, encontraron que la kp de partículas fue mayor para el grano molido que para el grano entero. Esto implica que la degradabilidad efectiva del grano masticado (consumido entero) al compararla con la del grano molido, podría verse incrementada ya que su menor kp implicaría un mayor tiempo de retención.

Al comparar la degradabilidad del grano molido contra el grano entero Elizalde (1999c) sostiene que el procesamiento causa una mejora en la digestión ruminal del grano pero el efecto sobre la digestión total es mucho menor, aunque este último efecto dependerá del grado de masticación y rumia que sufra el grano entero.

**4.2.2) Degradabilidad *in situ* del grano entero.**

4.3) PH RUMINAL

En el cuadro 14 se presentan los valores de degradabilidad *in situ* del grano entero en donde se observa los menores valores de degradabilidad del mismo comparado tanto con el grano molido como el masticado, demostrando el efecto ya mencionado anteriormente que tiene la masticación y la rumia al fracturar el grano permitiendo el acceso de los microorganismos ya que el grano entero como tal presenta una muy baja degradabilidad.

**Cuadro 14. Degradabilidad *in situ* (%MS) por período del grano de maíz entero.**

Período	Tiempo	
	Deg. 0 hr	Deg. 72 hr
PI	-3,24	5,67
PII	5,55	13,21
Promedio	1,15	9,44

Los valores de degradabilidad ruminal de grano entero son inferiores a los obtenidos por Nordin et al (1976) (28% a las 72 hr de incubación) y Beauchemin et al (1994) pero incubados hasta las 96 horas (16%).

Parte de estas diferencias podrían ser explicadas por problemas metodológicos, entre los que se destaca un retiro anterior a las 72 horas de incubación debido a errores en la identificación de las bolsas. Esto influiría ya que Nordin et al (1976) encontraron un incremento de 11% en degradabilidad al pasar de 48 a 72 horas de incubación.

**4.3) PH RUMINAL.**

Existió efecto de los tratamientos ( $P=0.0239$ ), pero no se detectó efecto período ( $P=0.1021$ ). La interacción  $P \times T$  resultó significativa ( $P=0.0434$ ) como así también el efecto “muestreo” dentro de período ( $P=0.0022$ ) (Anexo 11). En el cuadro 15 se presentan las medias ajustadas de pH ruminal para cada tratamiento en PI y PII.

**Cuadro 15. pH ruminal en novillos pastoreando avena (PI) o pradera (PII) suplementados con grano entero o molido.**

<i>Tratamientos</i>				
	<b>SS</b>	<b>GE</b>	<b>GM</b>	<b>Promedio</b>
<b>Período I</b>	6.59 A a	6.47 A a	6.54 Aa	6.54 a
<b>Período II</b>	6.67 A a	6.44 A ab	6.13 B b	6.41 a
<b>Promedio</b>	<b>6.63 A</b>	<b>6.46 AB</b>	<b>6.33 B</b>	

Referencias:

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

A,B: medias seguidas por la misma letra en la fila para un mismo parámetro no difieren  $P>0,05$  (Tukey)

El efecto de la suplementación sobre el pH fue dependiente del período considerado, cuando los animales pastorearon sobre avena no se registraron diferencias entre tratamientos, mientras que en la pradera la suplementación con grano molido redujo el pH con respecto al tratamiento sin grano. La suplementación con maíz entero mostró un comportamiento intermedio, presentando valores de pH que no difirieron de SS ni de GM.

El valor de pH en SS en avena (6.59) es similar al obtenido por Elizalde et al (1992c) en avena en otoño (6.62) y superior al registrado por este mismo autor sobre la misma base forrajera durante el invierno (9/8 pH=6.03). El valor del SS en la pradera fue similar (6.67) al obtenido por Radiccioni et al (1993) con la misma base forrajera en similar época (6.51).

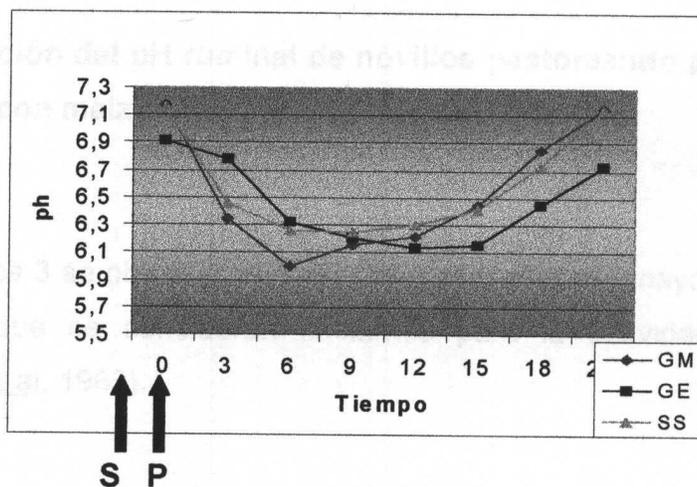
La falta de diferencias en los valores de pH entre tratamientos en PI coincide con lo citado por French et al (2001) en donde se destaca una mayor capacidad buffer de las pasturas en el otoño.

El efecto de la suplementación con grano molido observado en el PII coincide con lo obtenido por Elizalde et al (1999b) trabajando con alfalfa *ad libitum* (pH=6.39) y alfalfa *ad libitum* suplementado con maíz quebrado al 1.2% del PV (pH=6.09). Esta disminución en el pH coincide con lo citado por Owens et al (1986) quienes afirman que en dietas con alta proporción de grano el procesamiento del mismo disminuye el pH con respecto al grano entero.

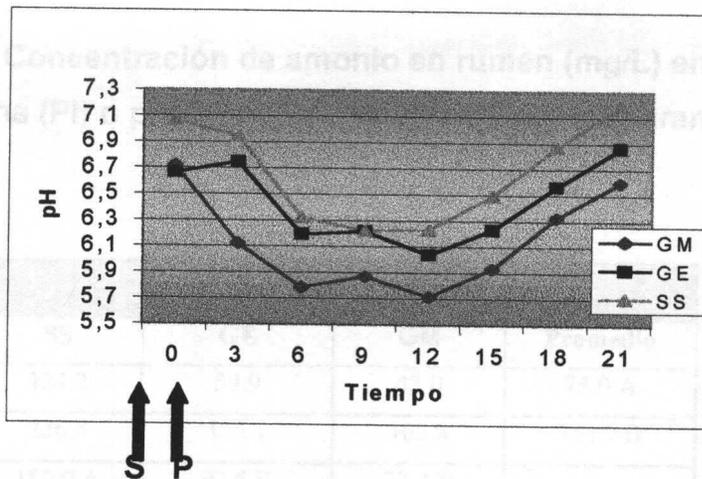
La similitud estadística en los valores de pH para los diferentes tratamientos en la avena coincide con la falta de diferencias estadísticas entre tratamientos encontradas para los parámetros a+b, kd (cuadro 9) y degradación efectiva (6% de kp) en el mismo período (cuadro 10). En la pradera sin embargo, si bien la caída de pH es probable que explique en parte la menor kd y menor degradabilidad efectiva del forraje en los tratamientos suplementados, éste no fue el único factor determinante, ya que en GE el pH no difiere estadísticamente de SS y sin embargo la degradabilidad disminuyó a valores iguales a GM. Van Vuuren et al (1993) no obtuvo cambios en pH al suplementar, sin embargo estimó una reducción en la degradabilidad de la fibra de 5 puntos porcentuales

la cual se atribuyó a la adición de carbohidratos rápidamente fermentables. Dixon et al (1999) afirman que un factor que podría estar influenciando la degradabilidad del forraje al suplementar sería la preferencia de las bacterias por el grano, la cual provoca una menor degradabilidad del forraje.

A continuación, en las gráficas 2 y 3 se presentan las curvas de evolución de pH a lo largo del día para ambos períodos, donde se observa la disminución en el pH al ingreso a una nueva franja de pastura. Esto podría deberse a un mayor consumo de forraje en ese momento. A su vez se observa el efecto de la suplementación en el GM de PII. Durante la noche los valores comienzan a subir con un máximo entre las 5 y 8 a.m.



Gráfica 2. Evolución del pH ruminal de novillos pastoreando avena (SS), suplementados con maíz entero (GE) o molido (GM).



Referencias:

S: Suplementación a GE y GM.

P: Entrada a nueva franja para todos los tratamientos (10:00 aproximadamente).

**Gráfica 3. Evolución del pH ruminal de novillos pastoreando pradera (SS), suplementados con maíz entero (GE) o molido (GM).**

En la gráfica 3 se observa como el GM permanece un mayor tiempo con valores de pH que se consideran limitantes para la actividad celulolítica ( $pH < 6.2$ ) (Mould *et al*, 1983).

#### 4.4) CONCENTRACIÓN DE AMONIO.

Se registró diferencias estadísticas para los tratamientos y período. La interacción P x T fue no significativa ( $P=0.090$ ), mientras que el efecto de muestreo (período) fue significativo ( $P=0.0005$ ) (Anexo 13). En el cuadro 16 se presentan las medias ajustadas de concentración de amonio para los tratamientos en el PI y PII.

**Cuadro 16. Concentración de amonio en rumen (mg/L) en novillos pastoreando avena (PI) o pradera (PII) suplementados con grano entero o molido.**

<i>Tratamientos</i>				
	SS	GE	GM	Promedio
<b>Período I</b>	123.2	59.9	42.0	75.0 A
<b>Período II</b>	236.8	125.1	102.8	154.9 B
<b>Promedio</b>	180.0 A	92.5 B	72.4 B	

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

A,B: medias seguidas por la misma letra en la fila para un mismo parámetro no difieren  $P > 0,05$  (Tukey)

En ambos períodos, los novillos que no recibieron suplementación, presentaron valores de amonio en rumen significativamente superiores ( $P < 0.05$ ) a los suplementados con grano de maíz entero o molido, los cuales no difirieron entre sí ( $P > 0.05$ ). Esto podría ser explicado por una disminución en el consumo de forraje de los tratamientos suplementados (sustitución) (Berasain *et al.*, 2002, Anexo 14), así como por una dilución en el porcentaje de PB de la dieta debido al consumo de grano (el que presenta menor porcentaje de PB que la pastura) y una menor degradabilidad promedio de la PB de la dieta, por una menor degradabilidad de la PB del grano de maíz (48% Trujillo *et al.* 1999) o por un posible efecto del aumento de eficiencia en el uso del nitrógeno.

Otro factor influyente en la diferencia de concentración de amonio entre el tratamiento sin suplemento y los suplementados es la selectividad, la cual debido a la tasa de sustitución es de esperar que sea mayor en los tratamientos suplementados (Berasain *et al.*, 2002). Esto implica que según Santini y Rearte

(1996), en verdeos y pasturas de alta calidad, especialmente en otoño, una alta selección puede acrecentar el desbalance energía/proteína de la dieta consumida. Si todos los tratamientos hubieran cosechado un forraje con un mismo porcentaje de PB, el efecto de la suplementación en disminuir la concentración de amonio hubiera sido de mayor magnitud, sin embargo es probable que existiera selectividad en los tratamientos suplementados hacia un forraje con mayor porcentaje de proteína.

La kp de la dieta consumida influencia la concentración de amonio, debido a que esta determina la proporción de energía y de proteína que se degrada en rumen. Considerando la elevada degradabilidad de la proteína de estos forrajes en otoño (Elizalde et al., 1992a) es de esperar mayor respuesta en degradabilidad de la MO con respecto a la de la PB con una disminución de la kp (aumento del tiempo de retención en rumen), por lo que menores tasas de pasaje determinarían menores concentraciones de amonio en rumen.

En el presente trabajo no se cuantificó la kp, pero según Beauchemin et al. (1994) en dietas con forrajes suplementadas con grano en proporciones mayores a 35% de la dieta la kp es menor que el testigo solo a pasto. Como contraparte se debe considerar que el consumo total de los tratamientos suplementados fue mayor (Berasain et al., 2002) lo que determina una mayor kp.

La concentración de amonio en rumen durante PII fue significativamente superior a la de PI (154.9 vs. 75.0 mg/l). No existieron diferencias en el consumo de forraje entre períodos para los distintos tratamientos (Anexo 14), como tampoco se detectaron diferencias en el consumo de concentrado entre tratamientos y períodos. (Berasain et al., 2002). Por tal razón uno de los factores explicativos de la mayor concentración de amonio en rumen en novilos

pastoreando la pradera, es su diferente composición química del forraje ofrecido, especialmente debido a su mayor porcentaje de PB con respecto a la avena (20.4 vs. 17.9 %)(Cuadro 7).

Si bien en el presente experimento no se cuantificó la pérdida del nitrógeno consumido, Verite et al (1984) trabajando con vacas lecheras en otoño alimentadas con raigrás obtuvo pérdidas del 40% con concentraciones de N-NH<sub>3</sub> en torno a los 250 mg/l, Berzaghi et al (1996) sobre una pradera mezcla de gramíneas y leguminosas con una concentración de 224 mg/l estimó pérdidas de 25%. Elizalde et al (1996) en otoño con vaquillonas holando alimentadas con avena obtuvo una concentración de 326 mg/l para la cual se estimó una pérdida de nitrógeno del 44%.

Suponiendo para la avena en SS una pérdida del 35 % de la PB del forraje disponible (sin tener en cuenta la selección de forraje), aún cuando esta pérdida parece excesiva para la concentración de amonio registrada, la proteína no sería limitante para obtener ganancias de 0.90 kg/día/animal (AFRC, 1993).

En la pradera aún considerando pérdidas del 40 % de nitrógeno consumido, la PB del forraje no sería limitante para obtener las ganancias ya mencionadas (AFRC, 1993).

El valor de concentración de amonio obtenido en los tratamientos suplementados sobre avena es similar a los registrados por Verite et al (1984) en invierno sobre raigras quienes obtuvieron un valor de 42 mg/l y 61 mg/l en dos muestreos, con una utilización del nitrógeno consumido del 100 y 96 % respectivamente.

La diferencia en concentración de amonio entre el SS y GE es de mayor magnitud para el PII que para PI (diferencia entre SS y GE igual 111.7 y 63.3 mg/l respectivamente), pero en términos relativos dichas diferencias fueron similares para PII y PI (47.2% y 51.4% respectivamente).

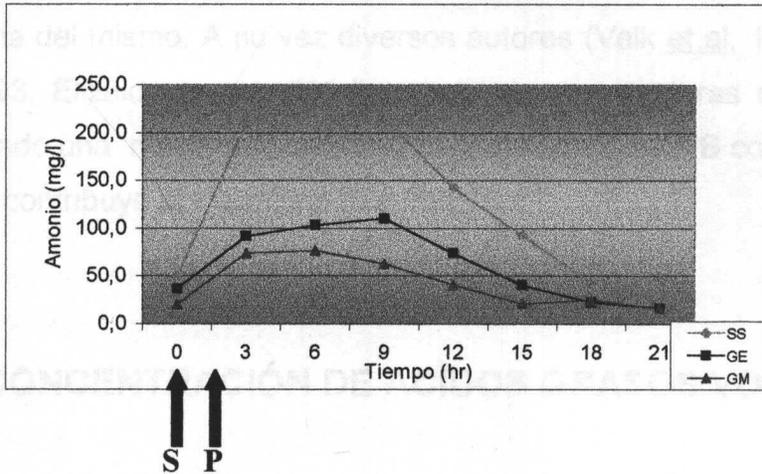
Se encontró una mayor diferencia numérica en la concentración de amonio entre el testigo y los suplementados en la pradera con respecto a la avena, esto se podría explicar por un mayor efecto en la dilución del porcentaje de PB de la dieta y a una menor cantidad de nitrógeno reciclado vía pared ruminal, la cual según Remond et al (1993) está influenciada por la concentración de amonio en rumen, este autor concluye que a mayor concentración de amonio, menor reciclaje de N, por lo que al ser menor la cantidad de N que vuelve al rumen sería mayor el impacto de la suplementación en su disminución.

No existió diferencia estadísticamente significativa ( $P > 0.05$ ) entre GE y GM en los dos periodos, aunque la tendencia es a que la suplementación con grano molido disminuya mas la concentración de amonio en rumen, posiblemente debido a una mayor degradabilidad de éste con respecto al grano entero (Gráfica 1).

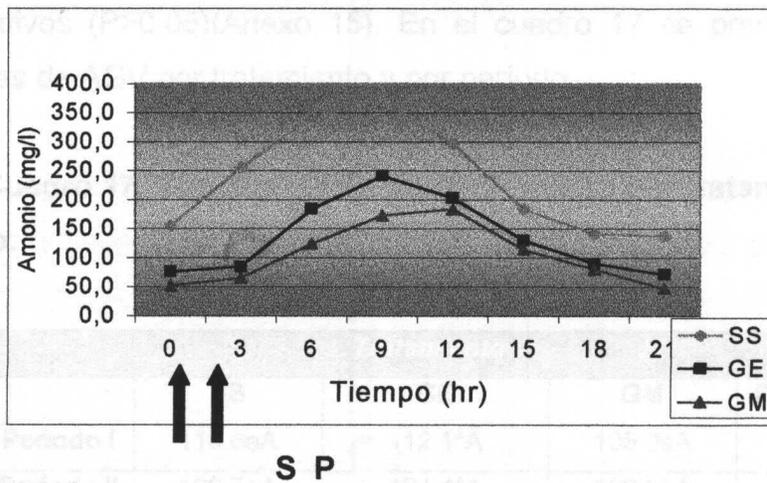
El valor obtenido en SS en la avena (123.2 mg/l) es inferior al obtenido por Elizalde et al (1992b) sobre avena en otoño (326 mg/l). El efecto de la suplementación energética sobre la disminución en la concentración de amonio ha sido estudiado por diversos autores, obteniéndose respuestas de diferentes magnitudes en la disminución de amonio (Cuadro 1).

Observando las curvas de evolución de la concentración de amonio a través del día (Gráficas 4 y 5), en la pradera se detectó que en todos los

tratamientos la concentración de amonio prácticamente siempre estuvo con valores superiores a los citados como óptimos (50 mg/l). Para el caso de la avena en los tratamientos suplementados existieron momentos en donde la concentración de amonio estuvo por debajo del valor citado anteriormente.



Gráfica 4. Evolución de amonio en PI según tratamiento.



**Referencias:**

- S: Suplementación para GE y GM.
- P: Entrada a nueva franja para todos los tratamientos.

Gráfica 5. Evolución de amonio en PII según tratamiento.

En ambos períodos se observa una menor estabilidad del tratamiento sin suplementar debido al mayor porcentaje de proteína de la dieta consumida. En todos los tratamientos existió un incremento en la concentración de amonio luego del consumo de forraje, posiblemente debido a un alto porcentaje de proteína del mismo. A su vez diversos autores (Valk *et al.*, 1996, Van Vuuren *et al.*, 1993, Elizalde *et al.*, 1999d) trabajando con pasturas de alta calidad han registrado una mayor velocidad de degradación de la PB con respecto a la MO, lo que contribuye al mencionado aumento.

### 4.5) CONCENTRACIÓN DE ACIDOS GRASOS VOLÁTILES.

El efecto P fue fuente significativa de variación ( $P=0.0031$ ). El efecto T, la interacción  $P \times T$  y el efecto muestreo dentro de tratamiento no fueron significativos ( $P>0.05$ )(Anexo 15). En el cuadro 17 se presentan las medias ajustadas de AGV por tratamiento y por período.

**Cuadro 17. Concentración de AGV (mM/L) por tratamiento según periodo.**

	Tratamientos			Promedio
	SS	GE	GM	
Período I	116.6aA	112.1 <sup>a</sup> A	105.0aA	111.2 a
Período II	129.7aA	124.4 <sup>a</sup> A	128.5bA	127.5 b
Promedio	123.2 A	118.2 A	116.8 A	

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

A,B: medias seguidas por la misma letra en la fila para un mismo parámetro no difieren  $P>0,05$  (Tukey)

La concentración total de AGV fue mayor para el PII que para el PI, pudiéndose deber a la mayor degradabilidad del forraje del PII (Cuadro 10) siendo que el consumo de forraje, consumo de concentrado (Berasain et al, 2002) y degradabilidad del grano molido o masticado (Cuadro 10) no difirieron estadísticamente entre periodos.

La falta de respuesta en concentración de AGV a la suplementación, coincide con los resultados de Reis et al (2000) quienes en condiciones muy similares suplementando vacas lecheras con 5 kg de maíz molido sobre una pastura constituida por 50% de gramíneas y 50% de leguminosas, registraron valores de 98.7 y 99 mM/l para los animales testigo y suplementados respectivamente. Resultados semejantes, con animales estabulados alimentados con avena aunque con consumos totales similares entre testigo y suplementado (con 30 % de maíz molido) fueron obtenidos por Garcia et al (2000).

Sin embargo en el trabajo realizado por Elizalde et al (1999b) con animales consumiendo alfalfa *ad libitum* o alfalfa *ad libitum* y suplementados al 1.2% PV con maíz quebrado se obtuvo una mayor concentración de AGV con este último tratamiento.

La similaridad en los valores de AGV entre tratamientos en PI coincide con la inexistencia de variaciones estadísticas en pH. Sin embargo en PII existió un descenso de pH en GM mientras que no se registró variación alguna en la concentración de AGV entre tratamientos.

Según lo citado por Orskov et al (1990) la absorción de AGV se incrementa a medida que disminuye el pH, por lo que en los casos que el pH varía entre tratamientos la concentración de AGV no necesariamente indica la producción de los mismos, esto se puede ver reflejado en el caso de GM de la pradera.

No se obtuvo una tendencia clara en el patrón de concentración AGV a lo largo del día entre los distintos tratamientos en ambos periodos, sin embargo los valores consistentemente declinaron durante la noche (Anexo 16). Los mínimos valores de AGV se registraron a las 5 y 8 a.m coincidiendo con los máximos valores de pH y mínimos de amonio, esto podría reflejar que el consumo durante la noche de los animales fue reducido, lo que coincide con lo citado por Chilbroste (1998).

Observando las curvas de concentración de AGV total en el tiempo entre periodos se observa una mayor estabilidad para el caso de la avena comparado con la pradera (Anexo 16).

La proporción molar de acético fue afectada significativamente por P ( $P=0.0335$ ) y por T ( $P=0.0125$ ), mientras que la interacción P x T no fue estadísticamente significativa ( $P=0.5865$ ), como tampoco el efecto muestreo dentro de período ( $P=0.3447$ )(Anexo 15). En el cuadro 18 se presentan las medias ajustadas de la proporción molar de acético por tratamiento y por período.

**Cuadro 18. Proporción molar de Acético (%) por tratamiento según periodo.**

	Tratamientos			Promedio
	SS	GE	GM	
<b>Período I</b>	67.1	65.4	61.5	64.7 a
<b>Período II</b>	65.5	60.9	56.5	61.0 b
<b>Promedio</b>	66.3 A	63.2AB	59.0 B	

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

A,B: medias seguidas por la misma letra en la fila para un mismo parámetro no difieren  $P > 0,05$  (Tukey)

En el promedio entre periodos existieron diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ) al comparar SS vs. GM y existió una tendencia al comparar GE vs GM ( $P = 0.0965$ ). Para PI y PII no se detectaron diferencias entre tratamientos aunque en PII existió una tendencia al comparar SS vs. GM ( $P = 0.0573$ ).

Si bien no hubo interacción  $P \times T$  ( $P < 0.05$ ), el efecto de la suplementación sobre la proporción de Acético fue mayor en la pradera, lo que coincide con el mayor efecto negativo de la suplementación sobre la degradación de la MS del forraje de la pradera comparado con la avena. Este efecto sumado al mayor valor de FDN del PI (Cuadro 7) y menor degradabilidad del forraje con respecto a PII ( $P < 0.0001$ ) produce la mayor concentración de acético para el PI. Observando las curvas de AGV a lo largo del día se comprueba que en todo momento la proporción de acético para el SS estuvo por encima de los tratamientos suplementados en los dos periodos (Anexo 18).

La proporción de propiónico fue afectada por T ( $P=0.0061$ ), no encontrándose diferencias debidas al período ( $P=0.2078$ ), la interacción P x T ( $P=0.5629$ ) y muestreo dentro del período ( $P=0.6607$ )(Anexo 19).

**Cuadro 19. Proporción molar de Propiónico (%) por tratamiento según periodo.**

	<i>Tratamientos</i>			<b>Promedio</b>
	<b>SS</b>	<b>GE</b>	<b>GM</b>	
<b>Período I</b>	19.5 A	21.6 A	25.8 A	22.3
<b>Período II</b>	19.3 A	24.6 AB	28.0 B	24.0
<b>Promedio</b>	19.4 A	23.1 AB	26.9B	

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

A,B: medias seguidas por la misma letra en la fila para un mismo parámetro no difieren  $P>0,05$  (Tukey)

Los tratamientos suplementados presentaron una mayor proporción de propiónico con respecto al SS, siendo significativa esta diferencia entre SS y GM ( $P<0.05$ ) y con tendencia entre SS y GE ( $P=0.0973$ ). Al suplementar con grano molido se detectó ( $P=0.0857$ ) a aumentar la proporción de propiónico con respecto al grano entero, lo que podría deberse a una mayor degradabilidad ruminal del maíz molido.

En contraposición a lo observado para la proporción de acético la proporción de propiónico aumenta con la suplementación. Las diferencias numéricas en concentración de propiónico entre tratamientos se mantienen a lo largo del día (Anexo 20), registrándose un pico máximo para el GM a las 6 horas luego de la suplementación. La mayor magnitud en las diferencias debidas a la suplementación entre períodos podrían ser explicadas por la mayor disminución de la degradabilidad de la MS al suplementar en el periodo II, la

cual provoca una disminución en la proporción de acético aumentando la proporción de propiónico.

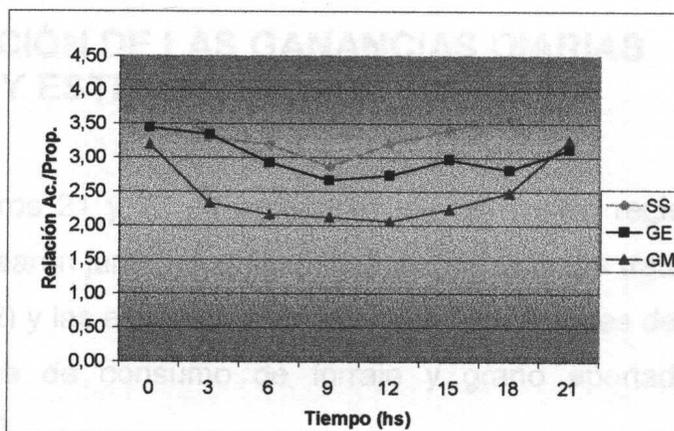
**Cuadro 20. Relación Acético/Propiónico según tratamiento y período.**

Periodos	Tratamientos		
	SS	GE	GM
PI	3.42	2.99	2.45
PII	3.39	2.46	2.00

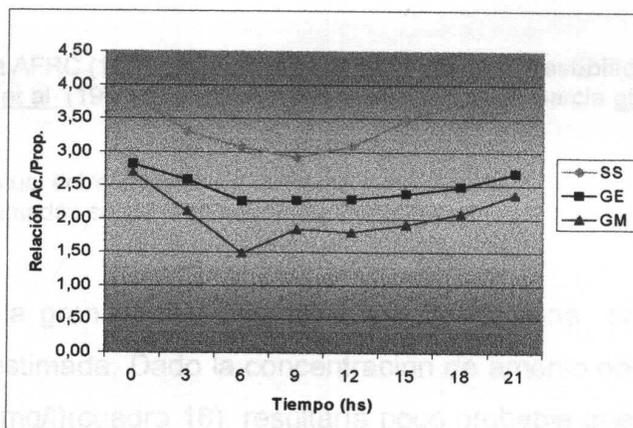
La relación Ac/Pr registrada en animales consumiendo solo forraje son similares entre períodos y concuerdan con los obtenidos por Garcia et al (2000) en animales estabulados alimentados con avena. Contrariamente difieren de los obtenidos por Elizalde et al (1992b) en otoño (20/5) sobre avena con un valor de 4.53, aunque semejantes a los obtenidos por este mismo autor sobre la misma base forrajera pero durante el invierno (25/6). Los valores del SS registrados sobre pradera (3.39) fueron algo inferiores a los obtenidos por Reis et al (2000) sobre una pastura mezcla de leguminosas y gramíneas (3.83).

La mayoría de los autores resaltan la disminución que se registra en la relación de Ac/Pr cuando se suplementa energéticamente a animales en pastoreo, esto se vio reflejado en los dos períodos en estudio, pero más acentuado en el período II, pudiendo estar relacionado al mayor efecto negativo de la suplementación sobre la degradabilidad de la MS del forraje en el PII, ya que la degradabilidad del grano de maíz molido fue similar en los dos períodos (Anexo 9).

Según Orskov (1976), la relación Ac/Pr es mayor para grano de maíz entero que para molido, debido a que la microflora es diferente cuando se alimenta con grano entero, lo que provoca este cambio en el tipo de fermentación. Este efecto podría explicar la disminución de la relación al comparar GE y GM. Las curvas de evolución de la relación Ac/Pr a lo largo del día se presentan en las gráficas 6 y 7, en ellas se observa un descenso en la relación hasta las 9 u 11 horas posteriores a la suplementación dependiendo del período y del tratamiento. El patrón de evolución diaria de la relación coinciden con los obtenidos por French *et al* (2001) con suplementación sobre pasturas otoñales quienes observaron un descenso en la relación Ac/Pr hasta las 12 horas luego de ser alimentados.



Gráfica 6. Evolución de la relación Acético/Propiónico para el PI.



Gráfica 7. Evolución de la relación Acético/Propiónico para el PII.

#### 4.6) COMPARACIÓN DE LAS GANANCIAS DIARIAS OBSERVADAS Y ESTIMADAS.

En los cuadros 21 y 22 se presentan las ganancias registradas en los novillos que pastorearon junto a los fistulados en los distintos tratamiento (Tesis Carriquiri *et al* 2002) y las estimadas en base a las ecuaciones de AFRC (1993) utilizando los datos de consumo de forraje y grano aportados por Tesis Berasain *et al* 2002.

Cuadro 21. Comparación de ganancias diarias (kg/día) observadas y estimadas para novillos pastoreando avena al 5% de AF.

AVENA			
GMD	SS	GE	GM
Observada	0,425	1,197	1,476
Estimada *1	0,83	1,27	1,56
Disminución%*2	48,80	5,75	5,38

### Referencias:

\*1: Estimada en base a AFRC (1993) para una pastura de 72 % de **digestibilidad**, valor igual al obtenido por Berzaghi et al. (1996) (DIVMO=71.4%) y similar a la de García et al. (2000) sobre avena (DIVMO=76%).

\*2: Disminución porcentual entre la ganancia obtenida y la estimada.  
Para las ganancias estimadas se tomó un novillo de PV=350 kg.

Se observa la gran disminución en la ganancia diaria obtenida en SS con respecto a la estimada. Dado la concentración de amonio obtenida en este tratamiento (123.2 mg/l)(cuadro 16), resultaría poco probable que ésta explique por sí sola las diferencias en las ganancias. Si bien esta concentración de amonio es superior a lo citado como óptimo (50 mg/l) es inferior a la obtenida por Di Marco et al. (2000) quienes encontraron un 11% de incremento en el peso del hígado con una concentración de 475 mg/l. Di Constanzo citado por Di Marco et al. (2000) encontraron en vacas de cría variaciones del 12% en el peso del hígado, a lo cual atribuyen una diferencia del 30% en el costo de energía de mantenimiento.

Si bien en el presente experimento no se estimó la kp de la MS a través del rumen es posible que en la avena el SS haya tenido una mayor kp debido al bajo contenido de fibra efectiva de los verdeos invernales en otoño (Gallardo, 1999), por lo tanto la digestibilidad real en todo el tracto digestivo es esperable que haya sido menor que la obtenida mediante la estimación de la digestibilidad *in vitro*.

En los tratamientos suplementados las ganancias obtenidas son similares a las estimadas (5-6% de diferencia). Esto implica que la suplementación no solo permitió un aumento en el consumo total de nutrientes (Anexo 14) sino que es probable que haya aumentado la digestibilidad real (%) en todo el tracto digestivo con respecto al SS, tal como lo obtenido por Grigera

(2000) al suplementar animales consumiendo avena fresca con un 30% de maíz entero o molido. Esta mayor digestibilidad total podría ser explicada por una menor kp de los tratamientos suplementados que permitiría un mayor tiempo de retención y por lo tanto un mayor porcentaje de la dieta se digeriría en rumen.

respecto a la avena:

Se debe considerar que si bien la kp aumenta al aumentar el consumo total de MS (AFRC, 1993), Beauchemin et al (1994) afirman que en dietas con forrajes suplementadas con granos en proporciones menores a 35% de la dieta la kp a través del rumen es mayor que en dietas con mayores proporciones de grano, esto es de importancia si se considera que la proporción de grano del presente experimento fue mayor a 35% (Berasain et al 2002).

Otro factor que podría explicar esta gran respuesta a la suplementación en la pradera es que los tratamientos suplementados hayan tenido una mayor digestibilidad intestinal que SS, tal como lo obtenida por Elizalde et al (1999b) suplementando con maíz quebrado a novillos consumiendo alfalfa *ad libitum*.

**Cuadro 22. Comparación de ganancias diarias (kg/día) observadas y estimadas para novillos pastoreando pradera.**

PRADERA			
	SS	GE	GM
Obtenida	0,59	0,916	0,958
Estimada *1	0,83	1,38	1,39
Disminución%*2	28,92	33,62	31,08

**Referencias:**  
Idem cuadro 21.

Para la pradera, las ganancias observadas también fueron menores a las estimadas (AFRC, 1993) sin embargo, la magnitud de la diferencia en ganancia

diaria en SS al comparar la estimada y la obtenida, es menor que para la avena. Podrían ser diversas las causas de la menor ganancia obtenida con respecto a la estimada, pero en este caso cobra mayor relevancia el exceso de nitrógeno dado la mayor concentración de amonio en rumen (236.8 mg/l) (Cuadro 16) con respecto a la avena.

## **5.) CONCLUSIONES.**

Forrajes de alta calidad como la avena en su primer pastoreo y praderas en base a leguminosas y gramíneas presentan una fracción potencialmente degradable de la MS mayor al 85 y 90%, respectivamente. La avena, presenta una tasa de degradación de la MS inferior a la pradera, lo que determinará un menor aprovechamiento de la primera cuando las condiciones de alimentación promuevan una alta tasa de pasaje desde el rumen.

Animales pastoreando estos forrajes con una asignación de MS igual al 5 % del PV, exhiben niveles de concentración de amonio en rumen que exceden los requerimientos de la microflora ruminal siendo mayor en praderas que avenas. Tanto el pH como la concentración de amonio y AGV presentaron un claro patrón de variación a lo largo del día.

La suplementación con grano de maíz reduce la concentración de amonio en rumen y favorece una mayor relación de la proporción molar Acético/Propiónico, sin afectar la tasa de degradación de la MS del forraje de la avena, no registrándose efecto adicional asociado al procesamiento físico del grano.

La tasa de degradación de la MS del forraje en novillos pastoreando pradera se ve reducida cuando se suministra grano de maíz a razón del 1 % del PV, independientemente del procesamiento del mismo, lo que determina una reducción de la degradabilidad efectiva del forraje en rumen.

El procesamiento del grano de maíz mejora la fracción potencialmente degradable en el rumen a las 72 hs y la tasa de degradación del mismo, respecto al grano ofrecido entero. Sin embargo es probable que debido al daño

provocado por los efectos de masticación y rumia estas ventajas del grano molido no se reflejen en diferencias significativas en los parámetros ruminales.

## **6.) RESÚMEN.**

Se evaluó el efecto de la suplementación (con grano de maíz) y el procesamiento del suplemento (grano entero: GE; grano molido: GM), en novillos alimentados en base a pasturas de alta calidad (avena y pradera) en el período otoño-invernal sobre la degradabilidad de la MS del forraje, pH ruminal, concentración de amonio en rumen, concentración molar de AGV y relación Acético/Propiónico, conjuntamente se determinó la degradabilidad ruminal de la MS del grano molido y del grano masticado. Se utilizaron 6 novillos Hereford fistulados en rumen de aproximadamente 20 meses de edad, con un PV promedio al comienzo del experimento de 314.86 +/- 16.9 kg. Estos animales pastorearon conjuntamente con otros 18 novillos de similar edad y peso. El experimento transcurrió desde el 31/5/01 al 23/8/01, dividiéndose en dos períodos, el primero sobre avena (31/5/01 al 12/7/01) y el segundo sobre una pradera sembrada (13/7/01 al 23/8/01). El experimento 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 solo pastoreo (SS), AF 5% PV + GE 1% PV (GE), AF 5% PV + GM 1% PV (GM). El pastoreo fue en franjas, realizándose cambios diarios y la suplementación se realizó individualmente una vez por día a las 8 a.m.

En avena la suplementación no disminuyó la degradabilidad de la MS del forraje a un tiempo dado, mientras que en la pradera se vio afectada la degradabilidad de la MS del forraje debido a la suplementación, sin diferencias entre GE y GM. Las respuestas en pH dependieron del período, en avena no se detectaron diferencias entre tratamientos y en pradera GM disminuyó el mismo. La suplementación disminuyó la concentración de amonio en rumen, sin diferencias estadísticas entre GE y GM. En ambos períodos la concertación

total de AGV no se vio afectada por los tratamientos. La relación Ac/Pr disminuyó con la suplementación y en mayor magnitud en GM.

## **7. SUMMARY.**

The effect of supplementation (with corn grain) and the indicting of the supplement (whole grain GE, ground grain GM) on the degradability of dry matter (DM) of forage, ruminal pH, ruminal concentration of ammonia, molar concentration of volatile fatty acids (VFA), ratio acetate/propionate, and the ruminal degradability of GE and GM was evaluated in steers feeding pastures of high quality (fresh oats and mixed grass legume pasture). Six Hereford steers of an approximate age of 20 months were used fitted with cannulas in the rumen, with an average body weight (BW) of 314.9 +/- 16.9 kg. at the beginning of the experiment. This animals grazed jointly with others 18 steers of similar age and weight. The experiment began the 31/5/01 and finished the 23/8/01, it was divided in two periods, the first in fresh oats (31/5/01-12/7/01) and the second in mixed grass legume pasture (13/7/01-23/8/01). The experiment was realized with randomly plots with measures repeated in the time and the treatments were: assignation of forage (AF) 5% only grazing, AF 5% + GE 1% PV, AF 5% + GM 1% PV. The plots were changed daily and the supplementation were realized individually once a day at 8 a.m.

In fresh oats the supplementation did not affect the degradability of DM of forage at a time, however in mixed grass legume pasture the degradability of DM of forage was affected by supplementation, without differences between GE and GM. The responses in pH depended on the period, in fresh oat there were not detected differences between treatments and in mixed grass legume pasture GM decreased pH. The supplementation decreased the concentration of ruminal ammonia, without statistical difference between GE and GM. In both periods the total concentration of VFA was not affected by treatments. The ratio acetate/propionate decreased with supplementation and in a greater magnitude in the treatment with GM.

### **8. BIBLIOGRAFÍA.**

1. AFRC. 1993. Energy and protein requirements of ruminants. C.A.B. pp 159.
2. AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. 1980. *The nutrient requirements of ruminant livestock*. C.A.B. pp 351.
3. ALVAREZ, H.; SANTINI, F.; REARTE, D. (1995). Efecto de la suplementación con grano de maíz húmedo y seco sobre la producción y composición de la leche, el consumo y el ambiente ruminal de vacas lecheras en condiciones de pastoreo. Resúmenes XIV Reunión ALPA- 19 Congreso AAPA. Pags. 480-483.
4. 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.
5. BAEK, J. M. (2000). Ganancias de peso otoñales: ¿un problema de la Pampa Húmeda solamente?. [www.Produccionbovina.com.ar](http://www.Produccionbovina.com.ar).
6. 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.
7. 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.
8. BERASAIN, S; PATRON, L; VIDART, M. (2002). Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el comportamiento ingestivo y consumo voluntario de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje en verdeo y pradera en estado vegetativo. Tesis Ing.Agr, Paysandú, Uruguay, Facultad de Agronomía.
9. 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.

- 10.** CAORSI, C., MUSSIO, G., NIN, J. s/p. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido sobre la evolución de PV de terneras y vaquillonas Hereford pastoreano avena. Tesis Ing. Agr. Paysandú, Uruguay, Facultad de Agronomía.
- 11.** CARRIQUIRI, J; NORMEY, R; PARDIÑAS, P. (2002). Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño invernal. Tesis Ing.Agr. Paysandú, Uruguay, Facultad de Agronomía.
- 12.** CATON, J.S; DHUYVETTER, D.V (1997). Energy supplementation on grazing Ruminants: Requirements and responses. *Journal of Animal Science*. 75:533-542.
- 13.** 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.
- 14.** DAVIES, D.; DILLON, A.; MENDEZ, D.G. (1997). Efecto de la suplementación energética sobre el ambiente ruminal y la digestión de la fibra de un verdeo de avena. *Revista Argentina de Producción animal*. Vol 17. Sup 1.:6-7.
- 15.** DI MARCO, O.N., AELLO, M.S., ENRIQUE, H.S. Efecto de la concentración de amoniaco 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 Area Nutrición 2000. dat.num
- 16.** DIRECCIÓN NACIONAL DE METEOROLOGÍA (2001). Distribución nacional de precipitaciones. <http://www.INIA.org.uy/disciplinas/agroclima/index.html>.

17. DIXON, R. M.; STOCKDALE, C. R. (1999). Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. *Australian Journal of Agricultural Research* 50, 757-73.
18. 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.
19. (\_\_\_\_); 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.
20. (\_\_\_\_); 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
21. (\_\_\_\_); 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.
22. (\_\_\_\_); SANTINI, F.J; PASINATO, A.M (1992d). Digestión de forraje fresco en avena. III Carbohidratos. *Revista Argentina de Producción Animal*. Vol.12 Sup.1.
23. (\_\_\_\_) (1999a) Suplementación con granos en la producción de carne en animales en pastoreo. *Revista Forrajes y Granos, Argentina*. 67-93.
24. (\_\_\_\_); MERCHEN, N.R., FAULKNER, D.B. (1999b). 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.
25. (\_\_\_\_). (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.

26. (\_\_\_\_); MERCHEN, N.R; FAULKNER, D.B. (1999d). *In situ* dry matter and crude protein degradation of fresh forages during the spring growth. *Journal Dairy Science*. 82:1978-1990.
27. EL-SHAZLY, K., DEHORITY, B.A., JOHNSON, R.R. (1961). Effect of starch on the digestion of cellulose *in vitro* and *in vivo* by rumen micro-organisms. *Journal of Animal Science*, 20: 268-73.
28. FASSIO, A.; COZZOLINO, D.; BONJOUR, V.; PASCAL, A.; CONDON, F.; DELUCCHI, I. (2000). Maíz: variabilidad genética y usos alternativos del grano. I.N.I.A. Serie técnica N° 109 p. 2.
29. FAVRE, E., MATTIAUDA, D., CHILIBROSTE, P., ORDEIX, B., RODRIGUEZ, F., BRUNI, M., APEZTEGUIA, E., BENTANCUR, O. (1992). Avances en Bovinos de Leche. 1-Observación de ambientes ruminales en vacas lecheras en pastoreo. 2- Efecto de la suplementación sobre la performance de vacas lecheras. En Producción animal en pastoreo. Jornada de Investigación. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. EEMAC. 11 de agosto de 1991. Paysandú. Uruguay. pp 31-43.
30. FRENCH, P., MOLONEY, A.P., O'KIELY, P.O., CAFFREY, 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.
31. GALLARDO, M. (1999). Importancia de la fibra en otoño. Revista Chacra N° 821. Abril 1999 (Suplemento Especial Tambo N° 2)
32. 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.
33. 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 digestión and passage rate in beef heifers. *Animal Feed Science and Technology*. 18:151-164.

- 34.** 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.
- 35.** HENNING, P.A., LINDEN, Y.V.D., MATTHEYSE, M.E., NAUHAUS, W.K., SCHWARTZ, H.M., GILCHRIST, F.M.C. 1980. Factors affecting the intake and digestion of roughage by sheep fed maize straw supplemented with maize grain. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 94: 565-73.
- 36.** (\_\_\_\_); STEYN, D.G; MEISSNER, H.H (1993). Effect of synchronisation of energy and nitrogen supply on ruminal characteristics and microbial growth. *Journal of Animal Science*. 71:2516-2528.
- 37.** HOOVER, W.H; STOKES, S.R. (1991). Balancing carbohydrates and protein for optimum rumen microbial yield. *Journal of Dairy Science*. 74:3630-3644.
- 38.** HUNTINGTON, G. B. (1997). Starch utilisation by ruminants, from basics to bunk. *Journal of Animal Science* 75, 852-67.
- 39.** KAISER, A.G. (1999). I Increasing the utilisation of grain when fed whole to ruminants. *Australian Journal Research*. 50:737-756.
- 40.** LEAVER, J.D. 1985. Milk production from grazed temperate grasslands. *Journal of Dairy Research* 52:313-344.
- 41.** LOERCH, S. (1998). Metabolismo protéico en rumiantes. Conferencia Curso de Postgrado. Sistema Intensivo de Producción de Carne. UNRC-University The Ohio State.
- 42.** Mc ALLISTER, T. A.; RODE, L. M.; MAJO, D. J.; CHENG, K. J.; BUCHANAN-SMITH, J.G. (1990). Effect of ruminal microbial colonisation on cereal grain digestion. *Canadian Journal of Animal Science* 70, 571-9.
- 43.** Mc.DONALD, I.M (1981). Revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *Journal Agriculture Science*. 90:499.

- 44.** MENDEZ, D.; DAVIES, P. El otoño y las bajas ganancias de peso. *Revista CREA*, Argentina, Abril 2001, 54-59.
- 45.** 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
- 46.** 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
- 47.** MOULD, F.L; ORSKOV, E.R. (1983). Manipulation of rumen fluid pH and its influence on cellulolysis in sacco, dry matter degradation and the rumen microflora of sheep offered either hay or concentrate. *Animal feed science and technology*. 10:1-14.
- 48.** NORDIN, M.; CAMPLING, R. C. (1976). Digestibility studies with cows given whole and rolled cereal grains. *Animal Production* 23, 305-15.
- 49.** OPATPATANAKIT, A., KELLAWAY, R.C., LEAN, I.J., ANNISON, G., KIRBY, A.(1995). Effects of cereal grains on fibre digestion *in vitro*. *Australian Journal of Agriculture Reserch*, 46:403-13.
- 50.** ØRSKOV, E.R. (1992). Protein Nutrition in Ruminants. Academic press, London, England.
- 51.** (\_\_\_\_); RYLE, M. (1990). Energy nutrition. Elsevier Applied Science Publishers, London, New York.
- 52.** (\_\_\_\_) (1976). The effect of processing on digestion and utilisation of cereal by ruminants. *Proceedings of the Nutrition Society* 35, 245-52.
- 53.** (\_\_\_\_); 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.
- 54.** OWENS, F.N; SECRIST, D.S; HILL, W.J; GILL, D.R. (1997). The effect of Grain Source and Grain Processing on Performance of Feedlot Cattle: A Review. *Journal of Animal Science*. 75:868-879.

- 55.** (\_\_\_\_); GOETSCH, A.L. (1988). Fermentación Ruminal. En El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición CHURCH, D.C. (1988). Zaragoza Ed. Acríbia S.A.. Capítulo 8.
- 56.** (\_\_\_\_); ZINN, R. (1988). Metabolismo de la proteína en los rumiantes. En El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición CHURCH, D.C. 1988.. Zaragoza Ed. Acríbia S.A.. Capítulo 12.
- 57.** (\_\_\_\_); ZINN, R. A.; KIM, Y. K. (1986). Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. *Journal of Animal Science* 63, 1634-48.
- 58.** RADICCIÓNI, 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.
- 59.** REARTE, D.H. (1999). Sistemas pastoriles intensivos de producción de carne de la región templada. *Reuniao Anual Sociedade Brasileira de Zootecnia*. 213-223.
- 60.** (\_\_\_\_); SANTINI, F.J. (1989). Digestión ruminal y producción en animales en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*. Vol 9 N°2, 93-105.
- 61.** 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.
- 62.** REMOND, D.; CHAISE, J.P.; DEVAL, E.; PONCET, C. (1993). Net transfer of urea and ammonia across the ruminal wall of sheep. *Journal of Animal Science*. 71:2785-2792.
- 63.** ROOK, J.A.F. 1964. Ruminant volatile fatty acid production in relation to animal production from grass. *Proceedings of the nutrition society*. 23: 71-80.
- 64.** ROOKE, J.A.; ARMSTRONG, D.G.. 1989. The importance of the form of nitrogen on microbial protein synthesis in the rumen of cattle receiving grass

- silage and continuous intrarumen infusions of sucrose. *British Journal of Nutrition*. 61, 113-121.
- 65.** SANSON, D.W., CLANTON, D.C. 1989. Intake and digestibility of low-quality meadow hay by cattle receiving various levels of whole shelled corn. *Journal of animal science*. 67:2854-2862.
- 66.** (\_\_\_\_); CLANTON, D.C., RUSH, I.G., 1990. Intake and digestibility of low-quality meadow hay by steers and performance of cows on native range when feed protein supplements containing various levels of corn. *Journal of animal science*. 68:595.
- 67.** SAS INSTITUTE INC. (1999). SASUSER'S GUIDE STATISTICS. CAM:NY.
- 68.** SANTINI, F.; REARTE, D. (1996). Estrategia de alimentación en invernada. En Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Serie Actividades de difusión N°96. INIA.
- 69.** THEURER, C. B. (1986). Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *Journal of Animal Science* 63, 1649-62.
- 70.** 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.
- 71.** TRUJILLO, A.I., CARRIQUIRY, M., FERNANDEZ, M., MARICHAL, M.(1999) Manual Práctico Nutrición. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía.
- 72.** VALK, H.; KAPPERS, I.E.; TAMINGA, S. (1996). In sacco degradation characteristics of organic matter, neutral detergent fibre and crude protein of fresh grass fertilized with different amounts of nitrogen. *Animal feed science and technology*. 63:63-87.

- 73.** VAN SOEST, P.J. (1994). Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca: Cornell University Press.
- 74.** VAN VUUREN, A.M.; VAN DER KOELEN, C.J; VROONS-DE BRUIN, J. (1993). 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.
- 75.** VAZ MARTINS, D. (1996). Suplementación energética en condiciones de pastura limitante. En Suplementación estratégica para el engorde de ganado. I.N.I.A Serie actividades de difusión N°96.
- 76.** VERITE, R; REMOND, B; JOUNET, M (1984). Sites of organic matter and protein digestion in lactating cows feed fresh grass from spring to autumn. *Canadian Journal of Animal Science*. 64 (Suppl.):328-329.

## 9. ANEXOS.

### Anexo 1. Datos de Clima obtenidos a través de la Estación Meteorológica Automática de la EEMAC

Período: 31/5/2001

Fecha	T_Suelo (°C)	R_Global (KW/m <sup>2</sup> )		Temperatura (°C)			Hum_Rel (%)		
	Prom	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max
31/05/2001	19.53	0.051	0.245	17.43	21.25	24.21	---	---	---

--- : No hay datos

Período: desde 1/6/2001 (0 AM) hasta 30/6/2001 (12 PM)

Fecha	T_Suelo (°C)	R_Global (KW/m <sup>2</sup> )		Temperatura (°C)			Hum_Rel (%)		
	Prom	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max
01/06/2001	18.67	0.029	0.117	15.51	16.37	17.43	---	---	---
02/06/2001	17.87	0.036	0.179	14.24	16.72	19.35	---	---	---
03/06/2001	18.32	0.013	0.067	14.90	17.57	18.74	---	---	---
04/06/2001	17.20	0.021	0.155	13.20	15.96	19.35	---	---	---
05/06/2001	17.62	0.012	0.062	9.40	16.43	19.64	---	---	---
06/06/2001	15.34	0.126	0.485	4.09	11.45	18.59	---	---	---
07/06/2001	14.27	0.051	0.226	6.48	11.50	16.75	---	---	---
08/06/2001	15.59	0.091	0.399	11.93	16.34	22.14	---	---	---
09/06/2001	17.11	0.062	0.359	15.07	19.12	25.31	---	---	---
10/06/2001	17.89	0.067	0.364	14.53	18.63	24.73	---	---	---
11/06/2001	18.25	0.108	0.471	16.61	19.79	24.90	---	---	---
12/06/2001	18.10	0.095	0.450	16.19	19.52	25.27	---	---	---
13/06/2001	18.61	0.103	0.420	16.61	20.43	26.36	---	---	---
14/06/2001	19.24	0.080	0.400	18.21	21.33	26.01	---	---	---
15/06/2001	17.53	0.028	0.256	11.72	13.89	20.53	---	---	---
16/06/2001	14.84	0.053	0.276	8.58	10.09	12.94	---	---	---
17/06/2001	12.62	0.032	0.176	4.20	8.11	9.44	---	---	---
18/06/2001	11.17	0.099	0.382	1.54	5.80	13.12	---	---	---
19/06/2001	11.43	0.054	0.256	3.79	7.66	12.18	---	---	---
20/06/2001	11.37	0.109	0.443	2.91	7.21	13.12	---	---	---
21/06/2001	10.17	0.119	0.468	-0.33	6.78	14.32	---	---	---
22/06/2001	10.05	0.119	0.471	0.66	7.00	14.16	---	---	---
23/06/2001	9.89	0.080	0.360	2.32	8.23	14.77	---	---	---
24/06/2001	10.02	0.108	0.402	2.78	8.15	14.20	---	---	---
25/06/2001	10.53	0.066	0.404	3.00	9.36	16.17	---	---	---
26/06/2001	11.51	0.110	0.464	7.06	9.85	15.68	---	---	---
27/06/2001	10.72	0.118	0.464	4.20	9.60	17.24	---	---	---
28/06/2001	10.89	0.643	12.830	5.12	10.67	60.08	---	---	---
29/06/2001	11.46	0.107	0.422	7.07	13.24	19.85	63.74	81.18	91.65
30/06/2001	13.44	0.112	0.442	9.55	14.83	21.04	67.46	86.44	100.00
<b>Total</b>	<b>14.39</b>	<b>0.095</b>	<b>12.830</b>	<b>-0.33</b>	<b>13.05</b>	<b>60.08</b>	<b>63.74</b>	<b>83.81</b>	<b>100.00</b>

--- : No hay datos

Periodo: desde 1/7/2001 (0 AM) hasta 31/7/2001 (12 PM)

Fecha	T. Suelo (°C)		R Global (KW/m <sup>2</sup> )		Temperatura (°C)			Hurn Rel (%)	
	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max
01/07/2001	12.18	0.025	0.147	10.22	13.14	16.30	84.35	96.45	100.00
02/07/2001	11.02	0.068	0.360	7.68	11.87	16.93	76.86	86.55	93.12
03/07/2001	13.46	0.078	0.390	13.21	16.96	22.52	78.98	90.89	100.00
04/07/2001	12.32	0.038	0.196	5.18	14.12	17.42	53.57	85.19	100.00
05/07/2001	8.98	0.124	0.475	1.22	7.19	13.09	48.77	74.67	97.54
06/07/2001	7.68	0.115	0.473	2.78	9.83	16.97	66.56	82.07	92.74
07/07/2001	12.15	0.042	0.182	13.15	17.58	22.56	78.40	87.15	94.78
08/07/2001	14.59	0.109	0.436	17.16	20.63	26.61	50.75	72.70	84.67
09/07/2001	15.55	0.064	0.304	12.87	18.49	24.20	71.68	80.41	91.78
10/07/2001	11.76	0.023	0.136	6.81	10.69	13.62	77.44	86.08	97.15
11/07/2001	9.36	0.128	0.494	3.32	8.36	14.23	40.83	73.81	99.52
12/07/2001	7.40	0.127	0.493	1.65	7.67	14.64	46.78	70.69	94.14
13/07/2001	7.34	0.128	0.492	3.13	9.10	16.34	51.52	70.97	84.54
14/07/2001	9.33	0.121	0.460	6.26	11.55	18.49	49.60	75.53	92.10
15/07/2001	8.93	0.121	0.476	5.91	12.82	20.73	62.40	82.50	93.12
16/07/2001	12.74	0.099	0.439	13.91	19.04	25.92	71.23	85.74	94.08
17/07/2001	15.51	0.107	0.444	16.72	20.47	25.76	66.56	82.94	93.76
18/07/2001	15.09	0.111	0.470	12.48	16.26	20.19	66.30	86.00	100.00
19/07/2001	13.70	0.027	0.173	11.37	15.42	19.90	89.79	94.51	100.00
20/07/2001	13.83	0.131	0.504	9.79	13.54	17.37	62.08	85.77	100.00
21/07/2001	11.36	0.056	0.191	5.01	9.07	12.87	76.67	92.28	100.00
22/07/2001	9.70	0.135	0.513	1.22	6.61	10.53	49.15	74.32	96.00
23/07/2001	7.81	0.109	0.431	1.23	5.38	10.94	53.70	76.57	92.16
24/07/2001	8.16	0.123	0.513	3.88	7.52	13.40	57.79	76.33	87.55
25/07/2001	9.06	0.052	0.208	4.51	8.98	12.07	83.65	91.85	99.71
26/07/2001	9.31	0.032	0.165	4.17	7.48	9.40	76.93	87.78	97.73
27/07/2001	7.71	0.113	0.426	1.95	5.98	11.30	52.74	75.88	95.17
28/07/2001	5.66	0.141	0.529	-0.78	5.34	12.81	48.45	75.08	97.41
29/07/2001	6.10	0.137	0.535	1.69	9.60	18.79	38.34	65.93	87.23
30/07/2001	9.48	0.102	0.383	10.31	15.77	22.10	56.64	69.53	80.45
31/07/2001	12.77	0.104	0.419	15.22	19.83	27.01	59.33	77.64	87.68
Total	5.66	0.093	0.535	-0.78	12.14	27.01	38.34	61.09	100.00

Período: desde 1/8/2001 (0 AM) hasta 31/8/2001 (12 PM)

Fecha	T_Suelo (°C)	R_Global (KW/m <sup>2</sup> )		Temperatura (°C)			Hum_Rel (%)		
	Prom	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max
01/08/2001	16.50	0.106	0.405	16.46	21.54	28.43	54.53	77.59	94.14
02/08/2001	18.01	0.131	0.500	19.26	23.30	30.10	46.14	67.47	79.94
03/08/2001	18.29	0.122	0.510	18.39	22.74	29.79	42.75	65.67	78.85
04/08/2001	18.13	0.122	0.470	16.11	21.18	28.30	47.30	69.61	83.46
05/08/2001	18.24	0.121	0.457	16.30	21.32	28.61	47.49	70.07	84.42
06/08/2001	16.21	0.013	0.050	7.95	13.32	20.25	78.21	91.02	98.62
07/08/2001	13.59	0.153	0.559	3.42	10.64	17.94	49.66	79.21	100.99
08/08/2001	13.37	0.150	0.542	4.89	12.02	19.85	44.80	72.38	92.10
09/08/2001	13.80	0.093	0.490	6.14	13.35	20.31	61.89	80.21	96.19
10/08/2001	15.06	0.103	0.445	11.12	15.04	20.58	75.78	86.71	97.54
11/08/2001	16.14	0.132	0.502	13.52	17.73	23.86	61.57	79.83	91.01
12/08/2001	17.04	0.139	0.527	14.50	19.96	27.04	50.24	73.14	89.47
13/08/2001	16.95	0.022	0.124	15.76	17.13	19.87	77.57	92.82	101.50
14/08/2001	17.48	0.088	0.446	13.91	17.05	22.76	82.56	97.70	103.30
15/08/2001	17.22	0.018	0.129	15.73	17.54	19.85	78.91	95.25	101.50
16/08/2001	17.45	0.046	0.250	15.59	18.19	22.19	75.46	94.44	101.50
17/08/2001	17.72	0.014	0.075	17.51	18.20	19.16	92.67	97.88	100.99
18/08/2001	16.39	0.022	0.133	8.76	13.11	17.75	88.58	95.27	101.25
19/08/2001	14.66	0.162	0.570	7.74	12.10	18.68	54.85	77.44	95.87
20/08/2001	14.16	0.167	0.593	4.96	11.52	18.34	36.22	63.99	89.54
21/08/2001	13.94	0.169	0.599	4.63	12.35	20.00	44.99	68.96	87.36
22/08/2001	14.20	0.169	0.587	6.93	12.97	20.19	44.03	72.65	91.58
23/08/2001	14.67	0.169	0.598	5.85	13.50	19.93	54.02	78.83	98.43
Total									

Anexo 3. Planillas originales de degradación *in situ* de los alimentos.

Muestreo 1					Muestreo 2					Muestreo 3				
Bolsa	Alim.	Ti	Trat.	Deg.%	Bolsa	Alim.	Ti	Trat.	Deg.%	Bolsa	Alim.	Ti	Trat.	Deg.%
19	F	T0	T1	28,0	67	F	T0	T1	6,6	74	Forraje	To	T2	7,8
O132	F	T0	T1	27,0	90	F	T0	T1	14,0	76	Forraje	To	T2	8,5
81	F	T1	T1	34,7	15	F	T1	T1	34,0	6	Forraje	T1	T2	19,3
521	F	T1	T1	33,5	530	F	T1	T1	30,2	94	Forraje	T1	T2	16,9
96	F	T2	T1	42,1	1A	F	T2	T1	37,0	32	Forraje	T2	T2	28,8
103	F	T2	T1	46,8	2B	F	T2	T1	37,6	500	Forraje	T2	T2	31,6
97	F	T3	T1	56,0	53	F	T3	T1	40,7	35	Forraje	T3	T2	38,2
105	F	T3	T1	55,7	529	F	T3	T1	42,1	O125	Forraje	T3	T2	35,5
112	F	T4	T1	66,4	114	F	T4	T1	51,2	3	Forraje	T4	T2	49,4
O130	F	T4	T1	57,6	521	F	T4	T1	51,0	2A	Forraje	T4	T2	45,8
523	F	T5	T1	83,5	26	F	T6	T1	65,9	28	Forraje	T5	T2	55,9
O22	F	T5	T1	82,8	508	F	T6	T1	66,5	63	Forraje	T7	T2	67,9
41	F	T6	T1	86,6	38	F	T7	T1	72,1	522	Forraje	T7	T2	69,2
48	F	T6	T1	84,4	519	F	T7	T1	76,6	O44	Forraje	T8	T2	72,7
84	F	T7	T1	89,2	66	F	T8	T1	81,5	O53	Forraje	T8	T2	73,1
O160	F	T8	T1	90,2	523	F	T8	T1	79,5	A3	Forraje	T9	T2	77,8
55	F	T0	T1	23,2	42	F	T9	T1	86,5	530	Forraje	T10	T2	73,4
515	F	T0	T1	24,8	110	F	T9	T1	81,5	38	G.entero	To	T2	-6,0
39	F	T1	T1	30,0	67	F	T0	T1	6,6	232	G.entero	To	T2	-6,1
O136	F	T1	T1	29,5	90	F	T0	T1	14,0	26	G.entero	T3	T2	-3,9
37	F	T2	T1	34,7	81	F	T1	T1	32,0	226	G.entero	T9	T2	99,0
114	F	T2	T1	43,9	516	F	T1	T1	29,9	224	G.masticado	To	T2	-6,1
518	F	T3	T1	49,3	56	F	T2	T1	35,8	509	G.masticado	To	T2	3,1
O133	F	T3	T1	51,1	59	F	T2	T1	33,2	115	G.masticado	T1	T2	4,4
514	F	T4	T1	53,8	29	F	T3	T1	42,0	205	G.masticado	T1	T2	0,5
520	F	T4	T1	61,3	O131	F	T3	T1	42,6	528	G.masticado	T2	T2	5,0
60	F	T6	T1	80,1	60	F	T4	T1	51,1	532	G.masticado	T2	T2	13,9
O55	F	T6	T1	78,8	104	F	T4	T1	45,7	534	G.masticado	T3	T2	7,4
34	F	T7	T1	86,7	108	F	T6	T1	56,8	211	G.masticado	T4	T2	6,4
522	F	T7	T1	86,9	531	F	T6	T1	60,3	227	G.masticado	T4	T2	8,7
94	F	T8	T1	86,3	32	F	T7	T1	65,8	236	G.masticado	T5	T2	9,8
524	F	T8	T1	90,3	O53	F	T7	T1	68,8	537	G.masticado	T5	T2	7,8
11	F	T9	T1	88,0	57	F	T8	T1	76,0	65	G.masticado	T6	T2	10,1
516	F	T9	T1	81,3	502	F	T8	T1	72,1	219	G.masticado	T6	T2	16,7
51	FGMast.	T0	T2	24,9	11	F	T9	T1	83,3	33	G.masticado	T7	T2	28,6
44	FGMast.	T1	T2	24,2	O148	F	T9	T1	81,4	68	G.masticado	T7	T2	17,8
16	FGMast.	T1	T2	27,2	4	F	T0	T2	6,5	88	G.masticado	T8	T2	30,1
O125	FGMast.	T2	T2	45,9	O21	F	T0	T2	16,6	234	G.masticado	T8	T2	10,0
3*	FGMast.	T3	T2	43,0	85	F	T1	T2	27,7	229	G.masticado	T9	T2	25,7
O159	FGMast.	T3	T2	49,2	O132	F	T1	T2	30,0	100	Forraje	To	T1	24,0
32	FGMast.	T4	T2	53,3	30	F	T2	T2	36,7	O124	Forraje	To	T1	27,6
77	FGMast.	T4	T2	53,1	O152	F	T2	T2	33,6	524	Forraje	T1	T1	25,2
23	FGMast.	T5	T2	66,4	35	F	T3	T2	42,6	O21	Forraje	T1	T1	27,4
O152	FGMast.	T5	T2	65,3	O55	F	T3	T2	42,5	52	Forraje	T2	T1	36,5
O105	FGMast.	T6	T2	74,8	113	F	T4	T2	5,3	90	Forraje	T2	T1	38,3
63	FGMast.	T7	T2	80,3	O159	F	T4	T2	49,5	501	Forraje	T3	T1	50,0
531	FGMast.	T7	T2	79,7	23	F	T5	T2	58,8	515	Forraje	T3	T1	49,7
38	G mast.	T0	T2	9,7	O125	F	T5	T2	61,5	11	Forraje	T4	T1	46,1
64	G mast.	T0	T2	1,1	513	F	T6	T2	54,5	101	Forraje	T4	T1	56,1
25	G mast.	T1	T2	10,2	524	F	T6	T2	65,8	73	Forraje	T5	T1	58,1

56	G mast.	T2	T2	14,0
66	G mast.	T2	T2	5,0
110	G mast.	T1	T2	2,4
21	G mast.	T3	T2	14,0
74	G mast.	T3	T2	10,8
3	G mast.	T4	T2	27,3
113	G mast.	T4	T2	16,2
8	G mast.	T5	T2	28,0
76	G mast.	T5	T2	21,2
6	G mast.	T6	T2	27,5
O131	G mast.	T6	T2	26,7
47	G mast.	T7	T2	48,1
218	GE	T0	T2	-4,3
236	GE	T0	T2	-5,1
222	GE	T7	T2	0,7
230	GE	T7	T2	7,2
30	FGMast.	T0	T2	28,4
99	FGMast.	T0	T2	20,4
100	FGMast.	T0	T2	16,1
45	FGMast.	T1	T2	26,7
69	FGMast.	T1	T2	24,5
10	FGMast.	T2	T2	41,9
508	FGMast.	T2	T2	51,2
513	FGMast.	T3	T2	48,1
2B	FGMast.	T3	T2	34,0
18	FGMast.	T4	T2	54,1
22	FGMast.	T4	T2	54,1
83	FGMast.	T5	T2	65,3
512	FGMast.	T5	T2	64,4
79	FGMast.	T6	T2	76,6
510	FGMast.	T6	T2	71,4
31	FGMast.	T7	T2	92,8
O44	FGMast.	T7	T2	71,2
511	FGMast.	T8	T2	86,6
509	FGMast.	T9	T2	83,7
53	G mast.	T0	T2	9,5
80	G mast.	T0	T2	27,0
9	G mast.	T1	T2	9,8
108	G mast.	T1	T2	8,1
102	G mast.	T2	T2	1,3
85	G mast.	T3	T2	20,5
90	G mast.	T3	T2	13,0
O135	G mast.	T4	T2	9,3
O42	G mast.	T4	T2	11,9
4	G mast.	T5	T2	25,9
5	G mast.	T5	T2	26,4
33 B	G mast.	T6	T2	46,2
O147	G mast.	T6	T2	17,3
539	G mast.	T7	T2	41,1
107	G mast.	T8	T2	59,6
1	G mast.	T9	T2	47,5
218	GE	T0	T2	-4,3
236	GE	T0	T2	-5,1
234	GE	T8	T2	3,7
540	GE	T8	T2	4,4
104	FGM	T0	T3	30,0
530	FGM	T0	T3	29,0
504	FGM	T1	T3	35,1
A42	FGM	T1	T3	40,4

504	F	T7	T2	75,0
O145	F	T7	T2	75,3
211	Gentero	T0	T2	0,9553
528	Gentero	T0	T2	1,1199
218	Gentero	T8	T2	0,8
533	Gentero	T8	T2	6,3
94	Gmast.	T0	T2	-1,9
112	Gmast.	T0	T2	-2,8
52	Gmast.	T1	T2	2,0
101	Gmast.	T1	T2	-2,8
18	Gmast.	T2	T2	1,1
539	Gmast.	T2	T2	-2,7
5	Gmast.	T3	T2	0,3
503	Gmast.	T3	T2	1,0
9	Gmast.	T4	T2	1,7
73	Gmast.	T4	T2	4,0
10	Gmast.	T5	T2	9,7
3A	Gmast.	T5	T2	16,1
12	Gmast.	T6	T2	8,3
55	Gmast.	T6	T2	16,5
109	Gmast.	T7	T2	21,9
O88	Gmast.	T7	T2	23,2
8	Gmast.	T8	T2	35,2
A3	Gmast.	T8	T2	32,4
4	F	T0	T2	6,5
O21	F	T0	T2	16,6
97	F	T1	T2	31,7
102	F	T1	T2	0,9
O147	F	T2	T2	35,4
O36	F	T2	T2	37,5
522	F	T3	T2	49,3
O124	F	T3	T2	45,2
44	F	T4	T2	45,2
514	F	T4	T2	52,4
28	F	T5	T2	57,3
14	F	T6	T2	56,1
33 B	F	T6	T2	63,7
13	F	T7	T2	73,8
37	F	T7	T2	74,9
2A	F	T8	T2	81,9
O160	F	T8	T2	73,1
211	Gentero	T0	T2	0,9553
528	Gentero	T0	T2	1,1199
208	Gentero	T8	T2	4,2
223	Gentero	T8	T2	1,9
94	Gmast.	T0	T2	-1,9
112	Gmast.	T0	T2	-2,8
512	Gmast.	T1	T2	-4,3
518	Gmast.	T1	T2	-1,2
19	Gmast.	T2	T2	0,4
63	Gmast.	T2	T2	-2,7
506	Gmast.	T3	T2	2,1
520	Gmast.	T3	T2	0,3
103	Gmast.	T4	T2	3,8
500	Gmast.	T4	T2	9,8
45	Gmast.	T5	T2	7,1
51	Gmast.	T5	T2	7,9
511	Gmast.	T6	T2	20,5
O130	Gmast.	T6	T2	20,3

512	Forraje	T5	T1	61,3
505	Forraje	T7	T1	76,0
O130	Forraje	T7	T1	68,1
16	Forraje	T8	T1	81,1
39	Forraje	T8	T1	79,3
511	Forraje	T9	T1	83,8
514	Forraje	T10	T1	88,8
100	Forraje	To	T1	24,0
O124	Forraje	To	T1	27,6
45	Forraje	T1	T1	22,6
99	Forraje	T1	T1	21,8
24	Forraje	T2	T1	43,2
508	Forraje	T2	T1	30,7
108	Forraje	T3	T1	45,8
30	Forraje	T4	T1	53,8
O135	Forraje	T4	T1	47,4
57	Forraje	T5	T1	55,6
O147	Forraje	T5	T1	68,3
1	Forraje	T7	T1	71,3
523	Forraje	T7	T1	65,6
40	Forraje	T8	T1	78,7
1A	Forraje	T8	T1	89,8
19	Forraje	T9	T1	82,8
42	Forraje	T10	T1	84,9
74	Forraje	To	T2	7,8
76	Forraje	To	T2	8,5
112	Forraje	T1	T2	22,6
O55	Forraje	T1	T2	22,6
55	Forraje	T2	T2	32,8
64	Forraje	T2	T2	31,8
23	Forraje	T3	T2	42,3
O152	Forraje	T3	T2	43,5
18	Forraje	T4	T2	48,1
59	Forraje	T4	T2	51,4
4	Forraje	T5	T2	49,1
O145	Forraje	T5	T2	54,5
66	Forraje	T7	T2	62,0
510	Forraje	T7	T2	64,6
22	Forraje	T8	T2	69,4
A42	Forraje	T8	T2	70,1
O105	Forraje	T9	T2	68,7
79	Forraje	T10	T2	79,2
38	G.entero	To	T2	-6,0
232	G.entero	To	T2	-6,1
105	G.entero	T3	T2	-3,4
14	G.entero	T9	T2	-0,8
224	G.masticado	To	T2	-6,1
509	G.masticado	To	T2	3,1
204	G.masticado	T1	T2	-4,3
207	G.masticado	T1	T2	-3,0
206	G.masticado	T2	T2	-0,9
218	G.masticado	T2	T2	0,7
536	G.masticado	T3	T2	1,6
208	G.masticado	T4	T2	3,5
223	G.masticado	T4	T2	3,2
527	G.masticado	T4	T2	46,0
221	G.masticado	T5	T2	7,0
210	G.masticado	T6	T2	14,7
525	G.masticado	T6	T2	16,6

ANEXOS

54	FGM	T2	T3	46,4
101	FGM	T2	T3	42,3
52	FGM	T3	T3	46,5
1ª	FGM	T3	T3	42,8
35	FGM	T4	T3	63,4
A3	FGM	T4	T3	60,7
502	FGM	T5	T3	62,5
505	FGM	T5	T3	68,2
1b	FGM	T6	T3	61,3
O36	FGM	T6	T3	73,0
24	FGM	T7	T3	76,2
O21	FGM	T7	T3	79,0
15	FGM	T8	T3	84,5
50	FGM	T8	T3	85,0
86	FGM	T8	T3	85,3
500	FGM	T8	T3	84,4
206	GM	T0	T3	15,8
532	GM	T0	T3	17,2
210	GM	T1	T3	28,1
534	GM	T1	T3	26,0
40	GM	T2	T3	34,9
536	GM	T2	T3	35,9
205	GM	T3	T3	41,1
528	GM	T3	T3	44,4
224	GM	T4	T3	57,7
527	GM	T4	T3	52,6
65	GM	T5	T3	55,2
221	GM	T5	T3	54,8
207	GM	T6	T3	58,3
537	GM	T6	T3	67,1
88	GM	T7	T3	78,9
208	GM	T7	T3	82,7
535	GM	T8	T3	89,0
29	FGM	T0	T3	30,5
57	FGM	T0	T3	78,9
529	FGM	T1	T3	37,0
O53	FGM	T1	T3	33,6
42	FGM	T2	T3	47,7
80*	FGM	T2	T3	42,6
26	FGM	T3	T3	55,5
507	FGM	T3	T3	46,7
28	FGM	T4	T3	62,2
109	FGM	T4	T3	69,0
14	FGM	T5	T3	70,7
501	FGM	T5	T3	64,4
59	FGM	T6	T3	75,7
503	FGM	T6	T3	67,0
7	FGM	T7	T3	52,5
2ª	FGM	T7	T3	64,4
506	FGM	T8	T3	84,0
89	GM	T0	T3	13,2
115	GM	T0	T3	14,6
226	GM	T1	T3	29,1
227	GM	T1	T3	31,2
33	GM	T2	T3	38,8
232	GM	T2	T3	37,8
229	GM	T3	T3	46,0
16 B	GM	T3	T3	49,4
525	GM	T4	T3	49,7

7	Gmast.	T7	T2	19,5
76	Gmast.	T7	T2	25,6
34	Gmast.	T8	T2	39,7
4	F	T0	T3	6,5
O21	F	T0	T3	16,6
89	F	T1	T3	31,3
A42	F	T1	T3	32,6
64	F	T2	T3	39,2
O136	F	T2	T3	35,3
6	F	T3	T3	38,3
84	F	T3	T3	36,9
39	F	T4	T3	74,7
100	F	T4	T3	46,0
21	F	T5	T3	54,8
86	F	T5	T3	55,6
48	F	T6	T3	58,7
505	F	T6	T3	61,8
79	F	T7	T3	65,8
1b	F	T7	T3	64,9
24	F	T8	T3	72,1
83	F	T8	T3	69,3
227	GM	T0	T3	-1,8
526	GM	T0	T3	13,1
65	GM	T1	T3	8,7
222	GM	T1	T3	12,9
105	GM	T2	T3	22,0
534	GM	T2	T3	20,3
206	GM	T3	T3	30,6
537	GM	T3	T3	29,8
207	GM	T4	T3	38,5
229	GM	T4	T3	40,7
115	GM	T5	T3	53,9
204	GM	T5	T3	54,1
O135	GM	T6	T3	69,1
68	GM	T7	T3	71,9
536	GM	T7	T3	76,7
210	GM	T8	T3	84,2
236	GM	T8	T3	83,7
40	GM	T6	T3	65,1
4	F	T0	T3	6,5
O21	F	T0	T3	16,6
50	F	T1	T3	32,9
107	F	T1	T3	32,2
O105	F	T2	T3	35,7
O42	F	T2	T3	36,7
41	F	T3	T3	43,2
O133	F	T3	T3	45,7
509	F	T4	T3	44,1
515	F	T4	T3	44,7
99	F	T5	T3	47,7
O44	F	T5	T3	52,5
96	F	T6	T3	55,2
O22	F	T6	T3	42,9
22	F	T7	T3	87,7
510	F	T7	T3	62,0
1	F	T8	T3	72,4
31	F	T8	T3	67,8
227	GM	T0	T3	-1,8
526	GM	T0	T3	13,1

230	G.masticado	T7	T2	17,1
540	G.masticado	T7	T2	11,1
222	G.masticado	T8	T2	21,8
533	G.masticado	T8	T2	40,4
526	G.masticado	T9	T2	57,1
74	Forraje	To	T3	7,8
76	Forraje	To	T3	8,5
O136	Forraje	T1	T3	22,7
O148	Forraje	T1	T3	21,0
504	Forraje	T2	T3	28,1
3A	Forraje	T2	T3	21,6
15	Forraje	T3	T3	34,3
33B	Forraje	T3	T3	32,3
12	Forraje	T4	T3	41,4
31	Forraje	T4	T3	37,7
9	Forraje	T5	T3	47,3
O36	Forraje	T5	T3	42,3
51	Forraje	T7	T3	60,7
2B	Forraje	T7	T3	60,4
97	Forraje	T8	T3	59,4
107	Forraje	T8	T3	67,5
506	Forraje	T9	T3	68,6
O132	Forraje	T10	T3	80,4
56	G.Molido	To	T3	11,9
96	G.Molido	To	T3	12,5
10	G. Molido	T1	T3	24,0
37	G. Molido	T1	T3	24,7
89	G. Molido	T2	T3	32,5
O131	G. Molido	T2	T3	34,4
67	G. Molido	T3	T3	42,9
516	G. Molido	T3	T3	45,7
13	G. Molido	T4	T3	55,5
44	G. Molido	T4	T3	53,5
7	G. Molido	T5	T3	58,7
86	G. Molido	T5	T3	61
83	G. Molido	T6	T3	62,5
503	G. Molido	T6	T3	59,9
110	G. Molido	T7	T3	72,3
O22	G. Molido	T7	T3	70,9
77	G. Molido	T8	T3	88,0
1B	G. Molido	T8	T3	72,4
74	Forraje	To	T3	7,8
76	Forraje	To	T3	8,5
8	Forraje	T1	T3	18,6
O160	Forraje	T1	T3	20,2
53	Forraje	T2	T3	27,7
520	Forraje	T2	T3	25,5
21	Forraje	T3	T3	42,3
84	Forraje	T3	T3	39,6
41	Forraje	T4	T3	42,8
539	Forraje	T4	T3	37,5
5	Forraje	T5	T3	49,4
114	Forraje	T5	T3	48,2
60	Forraje	T7	T3	56,2
109	Forraje	T7	T3	50,7
34	Forraje	T8	T3	59,8
O42	Forraje	T8	T3	60,7
519	Forraje	T9	T3	74,2
29	Forraje	T10	T3	75,6

204	GM	T5	T3	65,9	3	GM	T1	T3	13,2	56	G.Molido	To	T3	11,9
211	GM	T5	T3	55,4	33	GM	T1	T3	10,2	96	G.Molido	To	T3	12,5
526	GM	T6	T3	76,4	74	GM	T2	T3	28,1	104	G.Molido	T1	T3	24,9
533	GM	T6	T3	76,3	232	GM	T2	T3	26,1	O159	G.Molido	T1	T3	24,2
68	GM	T8	T3	91,3	525	GM	T3	T3	35,4	50	G.Molido	T2	T3	34,3

**Referencias:**

Bolsa: número de identificación de la bolsa de Dacrón.

Alim.: alimento incubado en la bolsa. (F:forraje, GE: grano entero, GM: grano molido, Gmast: grano masticado).

Ti: tiempo correspondiente a x horas de incubación.

Trat: tratamiento (T1:tratamiento sin suplemento, T2: tratamiento suplementado con grano de maíz entero, T3: tratamiento suplementado con grano de maíz molido).

Deg%: degradabilidad de la MS de los diferentes alimentos.

Muestreo 4					Muestreo 5					Muestreo 6				
Bolsa	Alim.	Trat.	Ti	Deg.%	Bolsa	Alim.	Trat.	Ti	Deg.%	Bolsa	Alim.	Trat.	Ti	Deg.%
O125	Forraje	T2	T0	20,42	16	Forr.	T2	T0	1,15	50	Forr.	T2	T0	24,8
52	Forraje	T2	T0	32,09	O44	Forr.	T2	T0	5,47	A33	Forr.	T2	T0	22,2
41	Forraje	T2	T1	24,50	19	Forr.	T2	T1	16,35	26	Forr.	T2	T1	30,8
O21	Forraje	T2	T1	23,53	O141	Forr.	T2	T1	15,59	52	Forr.	T2	T1	23,7
501	Forraje	T2	T2	46,64	38	Forr.	T2	T2	33,42	1B	Forr.	T2	T2	30,7
O120	Forraje	T2	T2	35,88	O55	Forr.	T2	T2	28,30	O105	Forr.	T2	T2	38,6
2B	Forraje	T2	T3	47,25	52	Forr.	T2	T3	45,35	530	Forr.	T2	T3	45,6
3A	Forraje	T2	T3	66,82	72	Forr.	T2	T3	58,53	A12	Forr.	T2	T3	36,3
502	Forraje	T2	T4	67,87	94	Forr.	T2	T4	45,23	74	Forr.	T2	T4	66,1
539	Forraje	T2	T4	65,49	3A	Forr.	T2	T4	49,93	O36	Forr.	T2	T4	58,9
1	Forraje	T2	T6	84,24	O36	Forr.	T2	T4	42,99	97	Forr.	T2	T6	68,4
O55	Forraje	T2	T6	85,45	66	Forr.	T2	T5	66,20	512	Forr.	T2	T6	69,1
40	Forraje	T2	T7	87,15	79	Forr.	T2	T5	61,09	O131	Forr.	T2	T7	74,2
2A	Forraje	T2	T7	88,16	69	Forr.	T2	T6	69,53	O53	Forr.	T2	T7	77,3
O136	Forraje	T2	T8	86,72	22	Forr.	T2	T7	81,13	O152	Forr.	T2	T8	78,5
O88	Forraje	T2	T8	87,64	56	Forr.	T2	T8	81,84	19	Forr.	T2	T9	85,5
48	Forraje	T2	T9	89,17	508	Forr.	T2	T9	84,18	515	Forr.	T2	T9	85,6
12	GE	T2	T0	-2,52	33B	Forr.	T2	T9	83,42	35	Forr.	T2	T10	89,4
13	GE	T2	T0	-1,81	109	G Mast.	T2	T0	-9,39	34	Gmast	T2	T0	3,3
21	GE	T2	T9	10,71	110	G Mast.	T2	T0	-49,38	104	Gmast	T2	T0	-1,2
O147	GE	T2	T9	9,86	115	G Mast.	T2	T1	-5,53	219	G Mast.	T2	T1	14,4
208	Gmast.	T2	T0	-0,83	230	G Mast.	T2	T1	-11,20	537	Gmast.	T2	T1	1,3
O132	Gmast.	T2	T0	62,13	236	G Mast.	T2	T2	0,45	88	G Mast.	T2	T2	-1,5
207	Gmast.	T2	T1	4,54	525	G Mast.	T2	T2	-2,07	534	G Mast.	T2	T2	3,4
227	Gmast.	T2	T1	5,83	33	G Mast.	T2	T3	-7,71	205	G Mast.	T2	T3	2,0
224	Gmast.	T2	T2	-0,01	210	G Mast.	T2	T3	-4,84	232	G Mast.	T2	T3	1,7
236	Gmast.	T2	T2	-0,74	205	G Mast.	T2	T4	2,87	224	G Mast.	T2	T4	-4,1
68	Gmast.	T2	T3	8,69	533	G Mast.	T2	T5	12,46	533	G Mast.	T2	T4	2,9
230	Gmast.	T2	T3	10,71	536	G Mast.	T2	T5	13,76	207	G Mast.	T2	T5	6,4
115	Gmast.	T2	T4	15,64	206	G Mast.	T2	T6	15,75	229	G Mast.	T2	T5	10,4
219	Gmast.	T2	T4	13,42	540	G Mast.	T2	T6	9,53	234	Gmast.	T2	T6	5,4
65	Gmast.	T2	T5	3,40	218	G Mast.	T2	T7	10,49	33	Gmast.	T2	T7	20,0
222	Gmast.	T2	T5	8,83	229	G Mast.	T2	T7	4,51	115	G Mast.	T2	T7	18,8
229	Gmast.	T2	T6	72,46	68	G Mast.	T2	T8	42,80	211	G Mast.	T2	T8	15,3
540	Gmast.	T2	T6	20,50	224	G Mast.	T2	T8	29,21	68	G Mast.	T2	T9	36,5

88	Gmast.	T2	T7	44,60
204	Gmast.	T2	T7	30,33
33	Gmast.	T2	T8	32,70
223	Gmast.	T2	T9	68,80
57	Forr.s/supl.	T1	T0	27,22
23	Forr.s/supl.	T1	T0	30,68
76	Forraje	T1	T1	35,42
84	Forraje	T1	T1	42,26
6	Forraje	T1	T2	55,81
67	Forraje	T1	T2	51,43
97	Forraje	T1	T3	60,95
530	Forraje	T1	T3	69,38
81	Forraje	T1	T4	76,93
114	Forraje	T1	T4	69,29
108	Forraje	T1	T6	84,75
37	Forraje	T1	T7	85,35
31	Forraje	T1	T8	86,59
110	Forraje	T1	T8	89,12
5	Forraje	T1	T9	91,27
86	Forraje	T1	T9	89,91
57	Forr.s/supl.	T1	T0	27,22
23	Forr.s/supl.	T1	T0	30,68
505	Forraje	T1	T1	37,51
A42	Forraje	T1	T1	31,69
53	Forraje	T1	T2	59,70
521	Forraje	T1	T2	49,60
28	Forraje	T1	T3	55,96
507	Forraje	T1	T3	65,81
22	Forraje	T1	T4	46,86
30	Forraje	T1	T6	75,84
O22	Forraje	T1	T6	84,12
O53	Forraje	T1	T6	83,91
100	Forraje	T1	T7	85,30
104	Forraje	T1	T7	84,87
33B	Forraje	T1	T8	86,54
O36	Forraje	T1	T8	89,03
90	Forraje	T1	T9	89,26
101	Forraje	T1	T9	89,11
O125	Forr.c/supl.	T2	T0	23,10
52	Forr.c/supl.	T2	T0	30,13
16	Forraje	T2	T1	24,45
35	Forraje	T2	T1	6,36
107	Forraje	T2	T2	48,99
83	Forraje	T2	T3	59,42
516	Forraje	T2	T3	57,07
105	Forraje	T2	T4	71,45
O44	Forraje	T2	T4	77,16
508	Forraje	T2	T6	85,26
520	Forraje	T2	T6	87,98
45	Forraje	T2	T7	88,94
514	Forraje	T2	T7	89,80
32	Forraje	T2	T8	86,69
524	Forraje	T2	T8	90,03
7	Forraje	T2	T9	69,89
O160	Forraje	T2	T9	89,98
12	GE	T2	T0	-2,52
13	GE	T2	T0	-1,81
510	GE	T2	T5	-1,53
522	GE	T2	T9	7,73

23	GE	T2	T0	22,49
A14	GE	T2	T0	-4,03
32	GE	T2	T8	4,51
O135	GE	T2	T8	0,17
A33	Forr.	T1	T0	40,97
O131	Forr.	T1	T0	31,42
83	Forr.	T1	T1	50,67
513	Forr.	T1	T1	46,80
44	Forr.	T1	T2	66,16
97	Forr.	T1	T2	65,47
55	Forr.	T1	T3	81,27
73	Forr.	T1	T3	82,15
37	Forr.	T1	T4	85,79
O125	Forr.	T1	T4	88,33
506	Forr.	T1	T5	91,93
O120	Forr.	T1	T5	90,56
96	Forr.	T1	T6	93,29
105	Forr.	T1	T6	93,28
6	Forr.	T1	T7	93,55
67	Forr.	T1	T7	92,35
102	Forr.	T1	T8	90,87
501	Forr.	T1	T8	88,88
A33	Forr.	T1	T0	40,97
O131	Forr.	T1	T0	37,52
74	Forr.	T1	T1	47,51
518	Forr.	T1	T1	51,21
27	Forr.	T1	T2	62,28
O128	Forr.	T1	T2	65,81
107	Forr.	T1	T3	77,49
512	Forr.	T1	T3	73,85
35	Forr.	T1	T4	85,78
104	Forr.	T1	T4	77,03
10	Forr.	T1	T5	90,43
85	Forr.	T1	T5	89,61
41	Forr.	T1	T6	92,26
103	Forr.	T1	T6	91,31
89	Forr.	T1	T7	93,67
505	Forr.	T1	T8	94,21
O22	Forr.	T1	T8	91,53
16	Forr.	T2	T0	1,15
O44	Forr.	T2	T0	5,47
100	Forr.	T2	T1	10,72
O76	Forr.	T2	T1	21,47
39	Forr.	T2	T2	32,99
515	Forr.	T2	T2	26,98
O105	Forr.	T2	T3	50,50
O137	Forr.	T2	T3	46,16
14	Forr.	T2	T4	50,74
60	Forr.	T2	T4	53,39
34	Forr.	T2	T5	65,76
64	Forr.	T2	T5	68,80
O124	Forr.	T2	T6	78,90
531	Forr.	T2	T7	81,42
108	Forr.	T2	T8	82,03
O133	Forr.	T2	T8	78,65
51	Forr.	T2	T9	90,21
109	G Mast.	T2	T0	-9,39
110	G Mast.	T2	T0	-49,38
207	G Mast.	T2	T1	-2,61

22	GE	T2	T0	-4,5
100	GE	T2	T9	3,4
27	Forr.	T1	T0	29,3
539	Forr.	T1	T0	19,3
13	Forr.	T1	T1	36,3
69	Forr.	T1	T1	39,6
507	Forr.	T1	T2	53,8
A4	Forr.	T1	T2	57,2
11	Forr.	T1	T3	64,1
500	Forr.	T1	T3	53,6
42	Forr.	T1	T4	78,6
3A	Forr.	T1	T4	71,9
67	Forr.	T1	T6	88,6
O128	Forr.	T1	T6	83,6
113	Forr.	T1	T7	86,7
O159	Forr.	T1	T7	85,7
96	Forr.	T1	T8	87,6
A14	Forr.	T1	T9	89,4
O54	Forr.	T1	T9	88,7
29	Forr.	T1	T10	90,5
27	Forr.	T1	T0	29,3
539	Forr.	T1	T0	19,3
1	Forr.	T1	T1	32,5
O136	Forr.	T1	T1	32,1
32	Forr.	T1	T2	44,3
66	Forr.	T1	T2	38,8
105	Forr.	T1	T3	68,5
O69	Forr.	T1	T3	59,2
37	Forr.	T1	T4	71,3
40	Forr.	T1	T4	72,4
O125	Forr.	T1	T6	79,6
O132	Forr.	T1	T6	81,4
31	Forr.	T1	T7	84,7
O134	Forr.	T1	T7	84,2
109	Forr.	T1	T8	85,0
103	Forr.	T1	T9	89,7
24	Forr.	T1	T10	90,6
50	Forr.	T2	T0	24,8
A33	Forr.	T2	T0	22,2
514	Forr.	T2	T1	20,8
55	Forr.	T2	T1	14,0
14	Forr.	T2	T2	29,1
60	Forr.	T2	T2	31,6
112	Forr.	T2	T3	45,0
2A	Forr.	T2	T3	42,5
12	Forr.	T2	T4	42,1
O120	Forr.	T2	T4	43,7
516	Forr.	T2	T6	86,4
A3	Forr.	T2	T6	63,7
15	Forr.	T2	T7	73,2
59	Forr.	T2	T7	72,5
41	Forr.	T2	T8	73,8
18	Forr.	T2	T9	81,4
30	Forr.	T2	T9	81,9
16	Forr.	T2	T10	85,2
34	Gmast	T2	T0	3,3
104	Gmast	T2	T0	-1,2
206	G Mast.	T2	T1	-2,0
230	G Mast.	T2	T1	-2,8

208	Gmast.	T2	T0	-3,22
O132	Gmast.	T2	T0	32,23
232	Gmast.	T2	T1	-2,02
533	Gmast.	T2	T1	-5,74
205	Gmast.	T2	T2	0,39
218	Gmast.	T2	T2	1,74
527	Gmast.	T2	T2	0,18
525	Gmast.	T2	T3	4,90
536	Gmast.	T2	T3	2,45
528	Gmast.	T2	T4	8,87
534	Gmast.	T2	T4	10,48
221	Gmast.	T2	T5	13,34
234	Gmast.	T2	T6	19,90
537	Gmast.	T2	T6	17,37
206	Gmast.	T2	T7	27,49
211	Gmast.	T2	T7	3,79
210	Gmast.	T2	T8	28,25
526	Gmast.	T2	T8	17,80
O125	Forr.c/supl.	T3	T0	23,10
52	Forr.c/supl.	T3	T0	30,13
515	Forraje	T3	T1	27,98
O152	Forraje	T3	T1	21,67
60	Forraje	T3	T2	39,72
513	Forraje	T3	T2	31,64
109	Forraje	T3	T3	36,24
504	Forraje	T3	T3	45,66
44	Forraje	T3	T4	52,15
56	Forraje	T3	T4	65,56
112	Forraje	T3	T6	77,43
O133	Forraje	T3	T6	79,47
73	Forraje	T3	T7	81,91
531	Forraje	T3	T7	80,56
85	Forraje	T3	T8	84,46
103	Forraje	T3	T8	84,29
509	Forraje	T3	T9	86,90
O130	Forraje	T3	T9	86,26
4	GM	T3	T0	15,89
O141	GM	T3	T0	15,30
11	GM	T3	T1	29,10
102	GM	T3	T1	32,09
15	GM	T3	T2	36,31
O131	GM	T3	T2	35,72
24	GM	T3	T3	46,19
113	GM	T3	T3	47,66
A3	GM	T3	T4	55,49
O42	GM	T3	T4	53,73
14	GM	T3	T5	67,26
99	GM	T3	T5	67,43
39	GM	T3	T6	78,53
O105	GM	T3	T6	78,65
34	GM	T3	T7	86,11
O124	GM	T3	T7	85,65
50	GM	T3	T8	89,82
O125	Forr.c/supl.	T3	T0	23,10
52	Forr.c/supl.	T3	T0	30,13
10	Forraje	T3	T1	28,41
O159	Forraje	T3	T1	21,55
89	Forraje	T3	T2	31,24
529	Forraje	T3	T2	41,38

208	G Mast.	T2	T1	-9,35
234	G Mast.	T2	T2	-4,59
232	G Mast.	T2	T3	5,39
219	G Mast.	T2	T4	0,93
227	G Mast.	T2	T4	-128,35
526	G Mast.	T2	T5	0,35
534	G Mast.	T2	T5	9,68
222	G Mast.	T2	T6	14,41
527	G Mast.	T2	T6	4,31
211	G Mast.	T2	T7	11,27
537	G Mast.	T2	T7	25,11
204	G Mast.	T2	T8	39,96
23	GE	T2	T0	22,49
A14	GE	T2	T0	-4,03
A7	GE	T2	T8	1,93
O53	GE	T2	T8	2,38
88	Gmast.	T2	T2	2,75
65	Gmast.	T2	T3	0,54
16	Forr.	T3	T0	1,15
O44	Forr.	T3	T0	5,47
516	Forr.	T3	T1	19,60
A4	Forr.	T3	T1	28,03
12	Forr.	T3	T2	33,13
O42	Forr.	T3	T2	24,24
O134	Forr.	T3	T3	47,84
O88	Forr.	T3	T3	38,37
O144	Forr.	T3	T4	59,19
O69	Forr.	T3	T4	62,11
40	Forr.	T3	T5	68,77
59	Forr.	T3	T5	70,28
2A	Forr.	T3	T6	80,66
54	Forr.	T3	T7	77,35
13	Forr.	T3	T8	82,46
45	Forr.	T3	T9	87,24
2B	Forr.	T3	T9	89,64
57	GM	T3	T0	12,76
530	GM	T3	T0	10,55
18	GM	T3	T1	23,17
O132	GM	T3	T1	19,29
53	GM	T3	T2	91,59
O136	GM	T3	T2	31,84
3	GM	T3	T3	38,34
524	GM	T3	T3	39,97
31	GM	T3	T4	46,00
1B	GM	T3	T4	29,58
84	GM	T3	T5	57,19
A5	GM	T3	T5	60,44
113	GM	T3	T6	66,50
539	GM	T3	T6	65,25
29	GM	T3	T7	78,96
507	GM	T3	T7	78,14
O54	GM	T3	T8	88,05
16	Forr.	T3	T0	1,15
O44	Forr.	T3	T0	5,47
42	Forr.	T3	T1	14,22
A3	Forr.	T3	T1	13,74
504	Forr.	T3	T2	37,49
O156	Forr.	T3	T2	25,60
50	Forr.	T3	T3	82,14

204	G Mast.	T2	T2	5,0
526	G Mast.	T2	T2	-2,2
222	G Mast.	T2	T3	-2,3
227	G Mast.	T2	T3	-1,4
221	G Mast.	T2	T4	0,4
527	G Mast.	T2	T4	6,4
208	G Mast.	T2	T5	1,1
540	G Mast.	T2	T5	8,2
236	G Mast.	T2	T6	6,0
536	G Mast.	T2	T6	8,0
65	G Mast.	T2	T7	9,1
O21	G Mast.	T2	T7	9,1
525	G Mast.	T2	T8	9,2
210	G Mast.	T2	T9	22,9
22	GE	T2	T0	-4,5
O44	GE	T2	T9	5,7
50	Forr.	T3	T0	24,8
A33	Forr.	T3	T0	22,2
73	Forr.	T3	T1	29,4
94	Forr.	T3	T1	28,7
56	Forr.	T3	T2	37,5
A5	Forr.	T3	T2	43,2
38	Forr.	T3	T3	50,3
O156	Forr.	T3	T3	48,5
53	Forr.	T3	T4	59,2
76	Forr.	T3	T4	58,3
84	Forr.	T3	T6	69,6
O124	Forr.	T3	T6	76,4
503	Forr.	T3	T7	72,4
520	Forr.	T3	T7	77,7
107	Forr.	T3	T8	78,8
O88	Forr.	T3	T9	84,5
114	Forr.	T3	T10	87,7
79	GM	T3	T0	17,8
522	GM	T3	T0	19,6
O137	GM	T3	T1	26,4
O22	GM	T3	T1	25,8
51	GM	T3	T2	32,0
501	GM	T3	T2	35,1
2B	GM	T3	T3	35,0
O106	GM	T3	T3	38,0
45	GM	T3	T4	44,8
33 B	GM	T3	T4	45,5
28	GM	T3	T5	55,4
A42	GM	T3	T5	58,4
102	GM	T3	T6	67,6
505	GM	T3	T6	63,5
502	GM	T3	T7	64,1
524	GM	T3	T7	66,5
83	GM	T3	T8	76,3
508	GM	T3	T9	83,4
50	Forr.	T3	T0	24,8
A33	Forr.	T3	T0	22,2
504	Forr.	T3	T1	21,9
O42	Forr.	T3	T1	18,8
6	Forr.	T3	T2	30,2
O76	Forr.	T3	T2	28,1
3	Forr.	T3	T3	54,0
85	Forr.	T3	T3	54,8

## ANEXOS

55	Forraje	T3	T3	46,52
503	Forraje	T3	T3	42,22
96	Forraje	T3	T4	48,01
1B	Forraje	T3	T4	47,44
38	Forraje	T3	T6	75,68
79	Forraje	T3	T6	79,18
3	Forraje	T3	T7	79,19
64	Forraje	T3	T7	78,90
518	Forraje	T3	T8	79,51
8	Forraje	T3	T9	85,99
511	Forraje	T3	T9	84,97
O145	Forraje	T3	T9	86,78
4	GM	T3	T0	15,89
O141	GM	T3	T0	15,30
19	GM	T3	T1	29,40
69	GM	T3	T1	25,91
500	GM	T3	T2	43,48
512	GM	T3	T2	47,77
42	GM	T3	T3	52,20
66	GM	T3	T3	52,00
94	GM	T3	T4	53,24
1A	GM	T3	T4	55,56
72	GM	T3	T5	68,55
O135	GM	T3	T5	67,60
29	GM	T3	T6	78,26
51	GM	T3	T6	78,24
26	GM	T3	T7	82,61

76	Forr.	T3	T3	57,43
114	Forr.	T3	T4	62,36
520	Forr.	T3	T5	72,28
1A	Forr.	T3	T5	62,78
A32	Forr.	T3	T6	85,62
A12	Forr.	T3	T7	75,96
521	Forr.	T3	T8	77,99
30	Forr.	T3	T8	77,91
502	Forr.	T3	T9	81,78
A42	Forr.	T3	T9	77,83
O106	Forr.	T3	T9	76,81
57	GM	T3	T0	12,76
530	GM	T3	T0	10,55
1	GM	T3	T1	59,74
4	GM	T3	T1	22,49
26	GM	T3	T2	32,93
510	GM	T3	T2	29,25
514	GM	T3	T3	38,98
O21	GM	T3	T3	40,26
15	GM	T3	T4	48,14
112	GM	T3	T4	46,55
O159	GM	T3	T4	44,74
500	GM	T3	T5	57,65
A28	GM	T3	T5	58,10
99	GM	T3	T6	65,05
503	GM	T3	T6	66,19
24	GM	T3	T7	82,67

57	Forr	T3	T4	64,8
64	Forr	T3	T4	53,9
72	Forr	T3	T6	69,9
A7	Forr	T3	T6	67,1
39	Forr	T3	T7	77,3
510	Forr	T3	T7	65,9
O144	Forr	T3	T8	79,2
531	Forr	T3	T9	80,2
A28	Forr	T3	T10	92,9
79	GM	T3	T0	17,8
522	GM	T3	T0	19,6
4	GM	T3	T1	27,9
O141	GM	T3	T1	28,6
44	GM	T3	T2	35,2
54	GM	T3	T2	33,9
518	GM	T3	T3	45,2
A32	GM	T3	T3	41,7
99	GM	T3	T4	48,6
O133	GM	T3	T4	48,4
10	GM	T3	T5	61,2
O135	GM	T3	T5	59,4
110	GM	T3	T6	64,6
513	GM	T3	T6	67,3
89	GM	T3	T7	69,4
506	GM	T3	T7	62,1
1A	GM	T3	T8	78,5
O55	GM	T3	T9	85,8

### Referencias:

Bolsa: número de identificación de la bolsa de Dacrón.

Alim.: alimento incubado en la bolsa. (F:forraje, GE: grano entero, GM: grano molido, Gmast: grano masticado).

Ti: tiempo correspondiente a x horas de incubación.

Trat: tratamiento (T1:tratamiento sin suplemento, T2: tratamiento suplementado con grano de maíz entero, T3: tratamiento suplementado con grano de maíz molido).

Deg%: degradabilidad de la MS de los diferentes alimentos.

### Anexo 5. Evolución de la composición química (base seca) de los alimentos por muestreo según periodo.

Muestreo	Alimento	%MS	%MO	%NT	%PB	%FDN	%FDNLC	%FDA	%FDAL C
1	Av-Rg	12.6	83.60	3.46	21.64	67.70	58.32	29.36	23.42
2	Av-Rg	14.9	84.59	2.84	17.75	49.93	39.18	27.71	22.52
3	Av-Rg	18.4	87.86	2.29	14.31	49.54	45.48	25.20	21.13
4	Pradera	16.8	87.75	3.37	21.09	31.61	38.12	34.73	32.71
5	Pradera	17.8	88.69	3.30	20.61	37.07	34.93	29.41	27.65
6	Pradera	15.3	87.50	3.12	19.50	40.01	37.98	30.71	28.23
	M.molido		98.34	1.55	9.66	29.70	28.80	3.16	2.82
	M.entero		98.36	1.57	9.78	30.40	29.20	3.03	2.42

**Referencias:**

%MS= materia seca en base peso fresco.

%MO= materia orgánica.

%NT= nitrógeno total.

%PB= proteína bruta.

%FDN= fibra detergente neutro.

%FDNLC=FDN libre de cenizas.

%FDA= fibra detergente ácido.

%FDALC=FDA libre de cenizas.

Av-Rg= Verdeo de Avena y Raigras.

Los valores representan la calidad del forraje disponible y del grano, en muestras compuestas cada 15 días.

### Anexo 6. Análisis de varianza fracción a+b.

a+b ANÁLISIS DE VARIANZA				
FUENTE	NDF	DDF	Type III F	Pr > F
Tratamiento	2	9	0.37	0.6981
Alimento (T)	1	9	22.55	0.0010
Período	1	9	2.52	0.1472
Período*Alimento	3	9	2.71	0.1074
Muestreo (Período)	2	15	1.06	0.3705
Muestreo*Alimento	6	15	1.44	0.2626
Período*Muestreo*Alimento	6	15	1.2	0.3572
RESIDUAL	0.9534			

## Anexo 5. Gráficas de degradación de los diferentes alimentos.

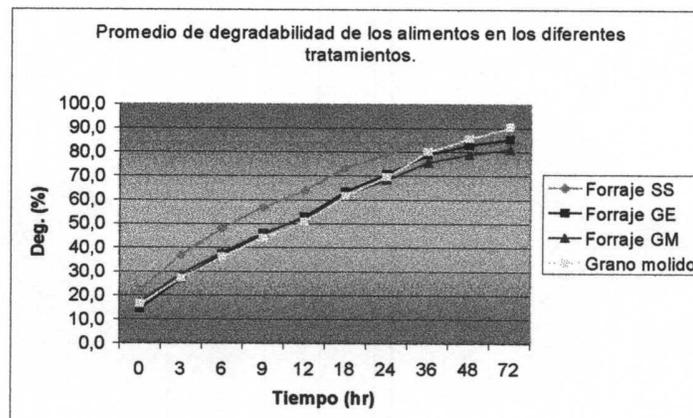
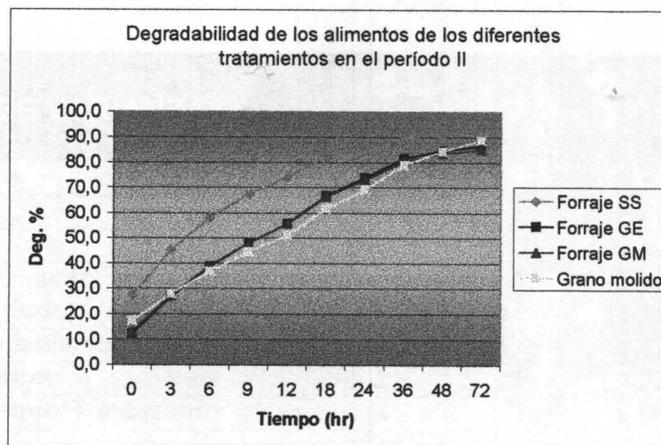
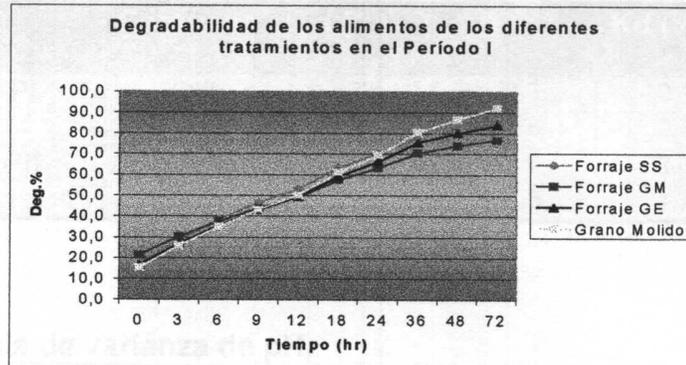
## Anexo 7. Análisis de varianza de tasa de degradación (kd).

Kd				
ANÁLISIS DE VARIANZA				
FUENTE	NDF	DDF	Type III F	Pr > F
Tratamiento	2	9	11.39	0.0034
Alimento (T)	1	9	6.48	0.0314
Período	1	9	21.36	0.0013
Período*Alimento	3	9	3.21	0.0760
Muestreo (Período)	2	15	2.12	0.1541
Muestreo*Alimento	6	15	2.84	0.0473
Período*Muestreo*Alimento	6	15	2.87	0.0454
RESIDUAL 0.000225				

Anexo 8. Análisis de varianza de degradabilidad efectiva para un  $k_p=6\%/hr$ .

Deg.efectiva para un $k_p=6\%/hr$				
ANÁLISIS DE VARIANZA				
FUENTE	NDF	DDF	Type III F	Pr > F
Tratamiento	2	9	82.36	<.0001
Alimento (T)	1	9	0.29	0.6053
Período	1	9	107.50	<.0001
Período*Alimento	3	9	24.48	0.0001
Muestreo (Período)	2	15	18.77	<.0001
Muestreo*Alimento	6	15	8.37	0.0004
Período*Muestreo*Alimento	6	15	23.6	<.0001
RESIDUAL 0.7549				

Anexo 9. Gráficas de degradación de los diferentes alimentos.



## Anexo10. Degradabilidad del grano masticado por animal según período.

	Caravana	a (%)	b (%)	Kd (%/hr.)
PI	9048	0.32	52.3	2.17
	9056	1.64	45.6	2.70
PII	9048	-3.27	42.0	2.09
	9009	-0.79	53.5	1.74

## Anexo 11. Análisis de varianza de pH.

PH ANÁLISIS DE VARIANZA				
FUENTE	NDF	DDF	Type III F	Pr > F
Tratamiento	2	7	6.67	0.0239
Período	1	7	3.53	0.1021
Período*Tratamiento	2	7	5.07	0.0434
Muestreo (Período)	2	11	11.17	0.0022
Muestreo*Tratamiento	4	11	1.12	0.3977
Período*Muestreo	2	11	1.27	0.3199
Período*Muestreo*Tratamiento	4	11	2.36	0.1168
RESIDUAL 0.09008				

## Anexo 12 . Planillas originales de los muestreos de pH.

Muestreo 1						
	Tratamiento.					
	SS	SS	GE	GE	GM	GM
Animal	9025	9013	9048	9056	9100	9096
0	7,17	6,96	7,19	6,37	7,5	7,21
3	6,17	6,1	6,84	6,25	5,77	6,35
6	6,07	5,99	6,31	5,76	6	6,37
9	6,16	6,27	6	6,38	6,43	6,45
12	6,22	6,32	5,84	6,28	6,41	6,77
15	6,36	6,08	6,39	5,76	6,54	6,75
18	6,78	6,48	6,71	5,91	7,06	7,04
21	7,14	6,91	6,13	6,91	7,17	7,04

Muestreo 2						
	Tratamiento					
	SS	SS	GE	GE	GM	GM
Animal	9025	9013	9048	9056	9100	9096
0	7,31	6,93	6,94	6,92	7,12	7,07
3	6,35	5,98	7,04	6,6	6,6	6,72
6	5,98	6,06	6,44	6,31	5,75	5,78
9	5,94	6,23	6,1	6,21	5,86	5,81
12	5,96	6,44	6,08	6,06	5,91	5,81
15	6,33	6,68	6,14	6,04	6,14	6
18	6,6	7,38	6,33	6,54	6,45	6,67
21	7,05	7,79	6,61	6,79	7,23	7,21

Muestreo 3						
	Tratamiento					
	SS	SS	GE	GE	GM	GM
Animal	9025	9013	9048	9009	9100	9096
0	7,17	7,38	6,89	7,17	7,23	6,92
3	6,96	7,2	6,98	6,98	6,26	6,34
6	6,72	6,73	6,42	6,68	6,08	6
9	6,35	6,54	6,17	6,37	6,27	6,11
12	6,41	6,43	6,01	6,54	6,34	6,04
15	6,62	6,45	5,89	6,73	6,72	6,5
18	6,59	6,62	6,15	7,04	7,12	6,8
21	7,15	6,81	6,64	7,28	7,26	7,04

Muestreo 4						
------------	--	--	--	--	--	--

	Tratamiento					
	SS	SS	GE	GE	GM	GM
Animal	9025	9013	9048	9009	9100	9096
0	7,21	7,33	6,46	7,4	6,45	6,47
3	6,69	6,76	6,63	7,08	5,91	5,48
6	6,16	6,34	6,09	6,52	5,57	5,69
9	5,89	6,16	6,26	6,34	5,62	5,83
12	6,14	6,21	5,98	6,12	5,6	5,75
15	5,99	6,63	5,83	6,48	6,01	6,08
18	6,4	6,8	6,41	6,66	6,33	6,26
21	6,63	7,15	6,34	7,2	6,57	6,41

Muestreo 5						
	Tratamiento					
	SS	SS	GE	GE	GM	GM
Animal	9025	9013	9048	9009	9100	9096
0	7,02	6,79	6,14	6,31	6,64	6,4
3	6,84	6,87	6,39	6,61	6,3	6,17
6	6,08	6,32	5,87	5,9	5,77	5,91
9	6,1	6,23	5,91	6,24	5,82	5,91
12	5,95	5,95	5,77	6,05	5,73	5,78
15	6	6,33	5,94	6,17	5,84	6,15
18	6,67	6,99	6,22	6,39	6,37	6,32
21	7,09	7,13	6,25	6,65	6,47	6,48

Muestreo 6						
	Tratamiento					
	SS	SS	GE	GE	GM	GM
Animal	9025	9013	9048	9009	9100	9096
0	7,06	6,98	6,61	7,07	7,32	7,02
3	7,49	7,01	6,57	7,19	6,57	6,31
6	6,6	6,42	6,12	6,66	5,79	5,99
9	6,51	6,43	6,1	6,46	6,05	5,99
12	6,81	6,33	5,97	6,34	5,51	5,92
15	7,2	6,82	6,97	6	5,72	5,79
18	7,3	7,06	6,57	7,14	6,14	6,55
21	7,76	7,39	7,16	7,59	6,78	6,89

## Anexo 13. Análisis de varianza de amonio.

Amonio				
ANÁLISIS DE VARIANZA				
FUENTE	NDF	DDF	Type III F	Pr > F
Tratamiento	2	6	56.17	0.0001
Período	1	6	82.18	0.0001
Período*Tratamiento	2	6	3.70	0.0900
Muestreo (Período)	2	12	15.40	0.0005
Muestreo*Tratamiento	4	12	0.94	0.4737
Período*Muestreo	2	12	11.80	0.0015
RESIDUAL 0.99853192				

## Anexo 14. Consumo de los diferentes alimentos.

Consumo de forraje por tratamiento según período (Berasain *et al* 2002).

Consumo (%PV)	Tratamiento		
	SS	GE	GM
Período I	2.02 aA	1.36 aB	1.7 aB
Período II	2.03 aA	1.59 aB	1.56 aB

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

A,B: medias seguidas por la misma letra en la fila para un mismo parámetro no difieren  $P > 0,05$  (Tukey)

**Anexo 14. Consumo de grano por tratamiento según período (Carriquiri et al 2002).**

Consumo (%PV)	Tratamiento	
	GE	GM
Periodo I	0.95	0.98
Periodo II	0.88	0.89

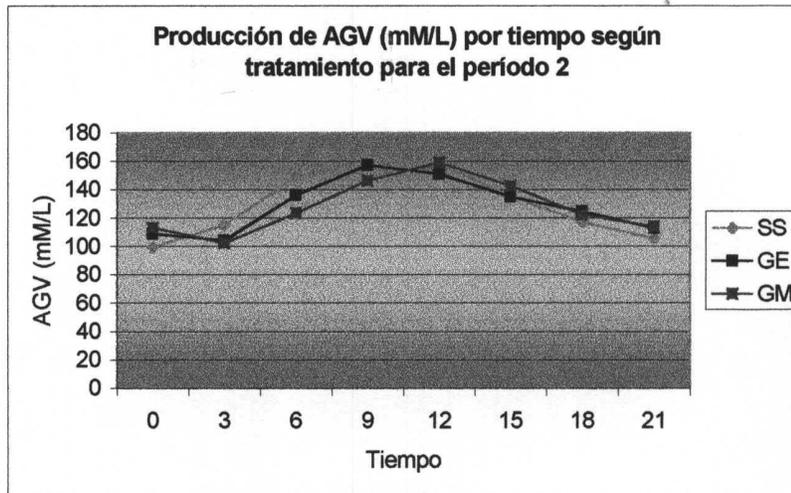
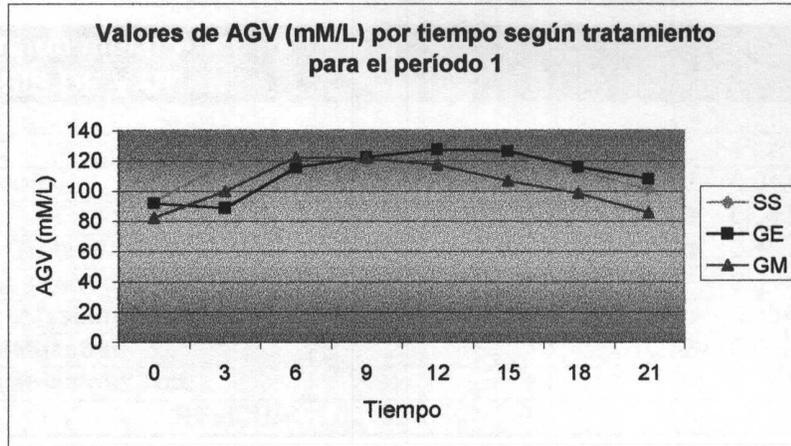
**Consumo total por tratamiento según período.**

Consumo (%PV)	Tratamiento		
	SS	GE	GM
Periodo I	2.02	2.31	2.68
Periodo II	2.03	2.47	2.45

**Anexo 15. Análisis de varianza de concentración de AGV total.**

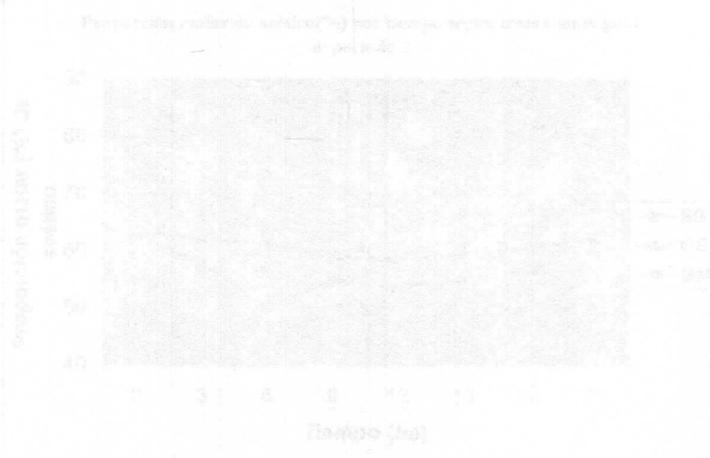
AGV total ANÁLISIS DE VARIANZA				
FUENTE	NDF	DDF	Type III F	Pr > F
Tratamiento	2	6	1.28	0.3441
Período	1	6	22.59	0.0031
Período*Tratamiento	2	6	1.10	0.3908
Muestreo (Período)	2	12	1.89	0.1939
Muestreo*Tratamiento	4	12	0.62	0.655
Período*Muestreo	2	12	0.54	0.5973
Período*Muestreo*Trat.	4	12	0.60	0.6675
RESIDUAL	0.98532908			

Anexo 16. Graficas de evolucion de AGV totales.

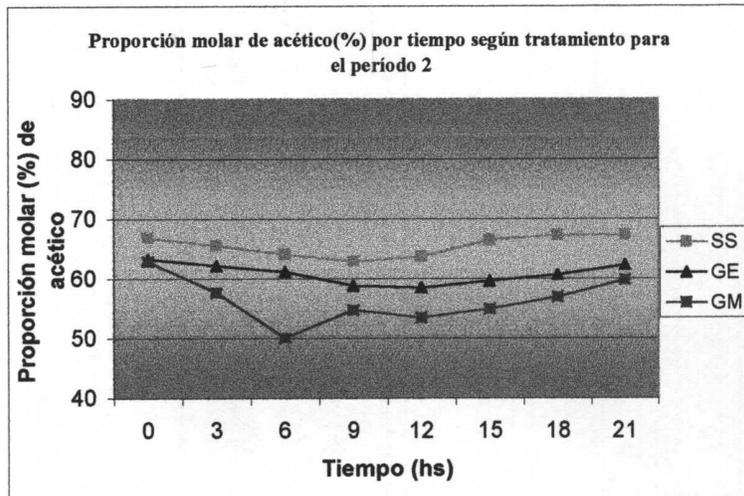
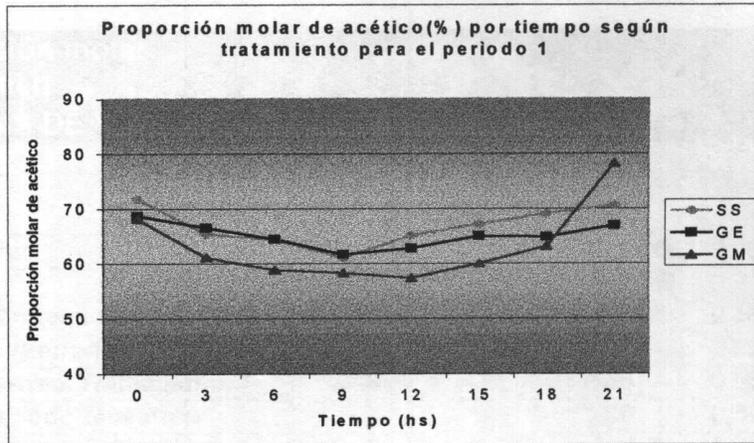


## Anexo 17. Análisis de varianza de proporción de Acético.

Proporción molar Acético ANÁLISIS DE VARIANZA				
FUENTE	NDF	DDF	Type III F	Pr > F
Tratamiento	2	6	9.92	0.0125
Período	1	6	7.53	0.0335
Período*Tratamiento	2	6	0.58	0.5865
Muestreo (Período)	2	12	1.17	0.3447
Muestreo*Tratamiento	4	12	0.58	0.6844
Período*Muestreo	2	12	0.02	0.9806
Período*Muestreo*Trat.	4	12	2.10	0.1433
RESIDUAL	1.02130457			



Anexo 18. Graficas de evolución diaria de Acético.



## Anexo 19. Análisis de varianza de proporción de Propiónico.

Proporción molar Propiónico ANÁLISIS DE VARIANZA				
FUENTE	NDF	DDF	Type III F	Pr > F
Tratamiento	2	6	13.39	0.0061
Período	1	6	1.99	0.2078
Período*Tratamiento	2	6	0.63	0.5629
Muestreo (Período)	2	12	0.43	0.6607
Muestreo*Tratamiento	4	12	0.78	0.5603
Período*Muestreo	2	12	1.06	0.3772
Período*Muestreo*Trat.	4	12	1.61	0.2363
RESIDUAL	3.65595407			

## Anexo 20. Graficas de evolucion diaria de Propiónico.

