

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE LA FRECUENCIA DE SUPLEMENTACIÓN CON SORGO
GRANO HÚMEDO EN LA PERFORMANCE Y TERMINACIÓN DE
NOVILLOS PASTOREANDO AVENA**

por

**Javier BUONO ESTRADA
Lucia CASH DURAN
Ignacio VAGO DE HAEDO**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2007**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Alejandro La Manna

Ing. Agr. Alvaro Simeone

Ing. Agr. Virginia Beretta

Fecha:

Autor:

Javier Buono Estrade

Lucia Cash Durán

Ignacio Vago de Haedo

AGRADECIMIENTOS

A nuestro director de tesis Ing. Agr. Alejandro La Manna, por la guía y el apoyo brindado durante la elaboración de este trabajo.

A todo el personal de INIA La Estanzuela por su colaboración durante la realización del trabajo de campo.

A nuestros padres, familiares y amigos que nos han acompañado y apoyado a lo largo de toda la carrera y que sin su valioso apoyo no hubiera sido posible.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</u>	3
2.1. EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN BAJO PASTOREO.....	3
2.1.1. <u>Introducción</u>	3
2.1.2. <u>Objetivos de la suplementación</u>	4
2.1.3. <u>Tipos de suplementos</u>	5
2.1.4. <u>Respuesta a la suplementación</u>	5
2.1.5. <u>Resultados de la suplementación bajo pastoreo</u>	6
2.1.6. <u>Suplementación energética</u>	9
2.1.6.1. Suplementación con grano de sorgo.....	9
2.2. EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN A NIVEL RUMINAL.....	11
2.2.1. <u>Introducción</u>	11
2.2.2. <u>Microflora ruminal</u>	12
2.2.3. <u>pH ruminal</u>	13
2.2.3.1. Acidosis.....	13
2.2.4. <u>Fibra efectiva y tamaño de partículas</u>	15
2.2.4.1. Alternativas de fibra efectiva.....	17
2.3 EFECTO DE LA FRECUENCIA DE SUPLEMENTACIÓN.....	18
2.3.1. <u>Introducción</u>	18
2.3.2. <u>Resultados obtenidos</u>	19
2.3.2.1. Regionales.....	19
2.3.2.2. A nivel nacional.....	23
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	27
3.1. DESCRIPCION GENERAL.....	27
3.1.1 <u>Parcelas</u>	27
3.1.2 <u>Animales</u>	27
3.1.3 <u>Pasturas</u>	27
3.1.4 <u>Suplementos</u>	28
3.2. TRATAMIENTOS.....	29
3.3 MANEJO DE LAS PASTURAS Y DE LOS ANIMALES.....	29

3.4 DETERMINACIONES REALIZADAS.....	30
3.4.1. <u>Pastura</u>	30
3.4.1.1. Forraje disponible.....	30
3.4.1.2. Forraje residual.....	30
3.4.1.3 Forraje utilizado.....	31
3.4.1.4 Análisis químico.....	31
3.4.2. <u>Animales</u>	31
3.4.3. <u>Suplemento</u>	31
3.4.4. <u>Análisis estadístico</u>	31
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	33
4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA PASTURA OFRECIDA.....	33
4.1.1. <u>Disponibilidad de forraje</u>	33
4.2. CONSUMO.....	36
4.2.1. <u>Consumo de M.S. de la pastura</u>	36
4.2.2. <u>Consumo de M.S de sorgo</u>	37
4.2.3. <u>Consumo de M.S. total</u>	38
4.3. UTILIZACIÓN DE FORRAJE.....	39
4.4. FORRAJE REMANENTE.....	40
4.4.1. <u>Calidad</u>	40
4.5. PERFORMANCE ANIMAL.....	43
4.5.1. <u>Peso inicial</u>	43
4.5.2. <u>Peso final</u>	44
4.5.3. <u>Ganancia diaria de peso vivo</u>	50
4.6. EFICIENCIA DE CONVERSIÓN.....	52
5. <u>CONCLUSIONES</u>	55
6. <u>RESUMEN</u>	57
7. <u>SUMMARY</u>	59
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	61
9. <u>ANEXOS</u>	

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Evaluación económica de la frecuencia de suplementación.....	2
2. Respuesta a la suplementación de diferentes categorías animales, en diferentes estaciones del año y con diferentes asignaciones de forraje.....	7
3. Ganancias de peso vivo experimentadas por novillos en invierno, bajo dos asignaciones de forraje y tres asignaciones de concentrado.....	8
4. Resumen de los resultados obtenidos en un ensayo sobre frecuencia de suplementación energética realizados en la República Argentina.....	20
5. Resumen de los resultados obtenidos en un ensayo sobre frecuencia de suplementación energética realizados en la República Argentina.	21
6. Peso inicial y final, con su respectiva ganancias para los animales solo a fardo (CONT.) y para los animales con fardo y suplementados con distinta frecuencia (24 48 y72horas).....	23
7. Evolución de la calidad de la pastura ofrecida.....	28
8. Evolución de la MS del suplemento ofrecido.....	28
9. Evolución de la calidad del suplemento ofrecido.....	29
10. Valores de calidad según estado de madurez de avena.....	35
11. Kg. de M.S de pastura consumido por tratamiento y su significancia.....	36
12. Kg. de M.S de sorgo consumidos por tratamiento y su significancia.....	37
13. Consumo de M.S total (pastura + sorgo) en Kg. de M.S y como % del P.V. por tratamiento.....	38
14. Utilización de forraje promedio por tratamiento y su significancia.....	39
15. Peso inicial promedio por tratamiento y su significancia.....	43
16. Peso final promedio por tratamiento y su significancia.....	44

17. Requerimientos de P.M y P.C para ganado de carne en crecimiento y terminación para dos pesos vivos.....	46
18. Kg. de P.C/día aportada por la dieta.....	47
19. Balance de Energía y Proteína Metabolizable.....	48
20. Promedio de ganancias totales (Kg./día) por tratamiento y su significancia...	51
21. Peso inicial, final y ganancia total por tratamiento para todo el ensayo.....	52
22. Promedio de eficiencia de conversión (Kg. M.S/Kg. de carne) por tratamiento y su significancia.....	53

Figura No.

1. Resultados obtenidos en novillos y corderos sin restricción de forraje (PSR); con restricción de forraje (PREST) y con restricción pero suplementados cada 24 o 48 horas o de Lunes a Viernes.....	24
2. Evolución de la Proteína Cruda del forraje disponible.....	33
3. Evolución de la Digestibilidad de la Materia Orgánica del forraje disponible...	34
4. Evolución de la Fibra Detergente Neutro y Fibra Detergente Ácida del forraje disponible.....	34
5. Consumo de Materia Seca total por tratamiento.....	38
6. Evolución de la proteína cruda del forraje remanente.....	41
7. Evolución de la Digestibilidad de la Materia Orgánica del forraje remanente...	42
8. Evolución de la FDA y FDN del forraje remanente.....	42
9. Peso final promedio para los distintos tratamientos y sus diferencias estadísticas.....	44
10. Evolución de la PC de la dieta a lo largo de las distintas etapas del ensayo....	49
11. Ganancia diaria y eficiencia de conversión por tratamiento.....	54

1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay existen básicamente dos sistemas de invernada de ganado de carne, aquellos que realizan la misma sobre campo natural, y los que la realizan sobre pasturas sembradas. Es en estos últimos, donde la suplementación comienza a ser una técnica cada vez mas adoptada por los productores.

La suplementación tiene varios objetivos:

- 1- Aumentar el nivel de producción individual a través del aporte de algún o algunos nutrientes que lo estén limitando.
- 2- Aumentar la capacidad de carga del sistema
- 3- Mejorar la eficiencia de utilización del alimento base
- 4- Prevenir enfermedades nutricionales

Es principalmente en el período otoño-invernal, donde más se justifica la suplementación. En el otoño, debido a que las pasturas se encuentran desbalanceadas y con altos contenidos de agua, por lo cual con suplementación se pueden mejorar las ganancias de peso. En el invierno, porque si bien existe una alta respuesta al aumento de la asignación de forraje, la cantidad de forraje es limitante pero de buena calidad, por lo tanto existe una alta respuesta a la suplementación.

Es también importante destacar que la respuesta a la suplementación en las estaciones mencionadas, se da en mayor magnitud si se restringe el forraje, para que ocurra el fenómeno de adición entre la pastura y el suplemento y no la sustitución.

Dentro de la variada lista de suplementos que se conocen, para estas estaciones se recomiendan la suplementación con energéticos principalmente.

Un problema de manejo que surge debido a la adopción de este tipo de tecnologías es el hecho de que las mismas tratan de suplementar a diario, por lo cual esto trae aparejado que de lunes a domingo debe existir un encargado de cumplir con esta tarea específica. A raíz de esto surge la posibilidad de fraccionar la suplementación en 3 veces a la semana. Si la frecuencia alternada de alimentación de energía se mostrase al menos igual que darla diariamente implicaría una mayor eficiencia de todo el proceso, dado por un menor trabajo del productor lo cual implica reducción de los costos operativos y del trabajo, y esto repercutiría en un aumento de la rentabilidad del sistema.

Para tener una idea de la magnitud del costo que implica la suplementación diaria, a continuación se presenta un cuadro con los costos aproximados que representa la suplementación de 150 novillos de 400 kg de P.V para un predio agrícola ganadera del Uruguay:

Cuadro N° 1: Evaluación económica de la frecuencia de suplementación

Lote suplementado	100 novillos	
Distancia recorrida por día (Km.)	2.5	
Nº de veces que se supl./día	1	
km/lit	1.7	
U\$S/Lit	1.36	
	1.99	
Nº de trabajadores destinados	1	
Hrs. Destinadas a supl./día	2	
Sueldo (U\$S/hr)	1.45	
	2.89	
TOTAL	4.89	
	Diario	3 veces a la semana
Costos (U\$S/ semana)	34.2	14.7

Los objetivos que se persiguieron en este trabajo fueron:

- 1- Estudiar el efecto de diferentes frecuencias de suplementación con grano de sorgo húmedo en la ganancia y eficiencia de conversión.
- 2- Obtener datos de ganancias de peso logradas por animales bajo pastoreo en avena mas suplementación con sorgo de grano húmedo.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 EFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN BAJO PASTOREO

2.1.1. Introducción

Es normal encontrar deficiencias tanto en calidad como en cantidad de forraje disponible en sistemas de engorde con base pastoril. Ambas limitantes afectan negativamente la ganancia de peso de los animales, produciendo un impacto en el sistema de producción ya sea por la duración de la invernada, la carga animal que pueda mantener el mismo, la productividad por unidad de superficie y como consecuencia el resultado económico de la empresa (De León, 2005).

Las pasturas de alta calidad proveen una importante cantidad de nutrientes para satisfacer los requerimientos de los animales en pastoreo (Leaver, citado por Elizalde, 2003) aunque la producción animal obtenida es ampliamente variable entre épocas y entre especies forrajeras o pasturas (Elizalde y Santini, citados por Elizalde, 2003).

La respuesta animal en condiciones de pastoreo tiene cierta variabilidad. La misma puede deberse a cambios en la disponibilidad y calidad del forraje pero también se ha visto que en situaciones donde la oferta forrajera y la calidad (medida a través de la digestibilidad) son buenas, las respuestas animales igualmente son bajas (Elizalde, 2003).

Existen alternativas para atenuar estas variaciones de la respuesta animal en condiciones de pastoreo y optimizar la utilización del forraje a la vez. Una de ellas es el uso de suplementos. Estos tienen como objetivo adicionar algo que falta ya sea en cantidad como en calidad en alguna época del año y así la producción se mantenga o aumente a través de un aumento de la carga y/o de la ganancia de peso (Horn et al., citados por Elizalde, 2003).

Esta problemática de la estacionalidad de las pasturas se da no solo a nivel de bovinos de carne sino también a nivel de bovinos de leche. Basurto (2004) sostiene que los productores lecheros saben que las pasturas presentan una gran estacionalidad y es por eso que se hace muy importante una suplementación asesorada con el fin de lograr la rentabilidad y continuidad de la empresa.

Los sistemas de producción ganadera son altamente complejos, por el elevado número de factores que intervienen y las íntimas relaciones que establecen entre sí. Es por eso que Pasinato et al. (2002) sostienen que la suplementación no debe aislarse del sistema sino que debe ser un elemento más y no debe planificarse ni evaluarse asiladamente.

La cantidad de energía consumida por animales en pastoreo puede ser aumentada mediante el uso de suplementos ya sea con granos o alimentos balanceados. Si bien los granos ofrecen alta cantidad de energía digestible (alto contenido de almidón), contienen poca proteína y casi nada de fibra. Por lo tanto el alimento base (pasto) debería aportar la proteínas y fibra para complementar al grano (Pordomingo, 2001).

En situaciones anormales de deficiencia de alimento (sequía, inundación, etc.) la suplementación puede implementarse como factor de seguridad y se suministra a un nivel de mantenimiento. Hay otras situaciones donde esta técnica puede ser empleada para aumentar la producción animal, cubriendo los períodos normales de deficiencia tanto en calidad como cantidad de forraje (Pasinato et al., 2002).

Los requerimientos de los animales y las características nutricionales de la dieta base son los dos factores básicos a considerar cuando se suplementa; cualquiera sea el objetivo de la misma (Pasinato et al., 2002).

Los resultados de la suplementación son variables ya que dependen de las interacciones que se dan entre la pastura, los animales y el suplemento. Todo esto define la eficiencia de la suplementación (De León, 2005).

2.1.2. Objetivos de la suplementación

“La suplementación se define como el agregado de un nutriente a la dieta base” (Pasinato et al., 2002). Diferentes autores le asignan diferentes objetivos a la suplementación. A continuación se presentan algunos de ellos:

- a)** Lograr aumentos en la ganancia de peso individual del animal, cuando la misma se ve condicionada por una mala calidad de la pastura, baja cantidad de forraje disponible o desbalances nutricionales de la misma (De León, 2005).
- b)** Aumentar la carga animal. Tanto la baja productividad de las pasturas o una menor superficie producen una baja disponibilidad estacional, conspirando contra el mantenimiento de la carga animal a lo largo del año en sistemas de producción (De León, 2005).
- c)** Combinar los objetivos anteriores logrando un aumento de la ganancia individual y de la carga animal (De León, 2005).
- d)** Mejorar la utilización de la pastura (Pasinato et al., 2002).
- e)** Reducir el riesgo de enfermedades nutricionales (Pasinato et al., 2002).

f) Transformar residuos de cosecha en producto animal (Pasinato et al., 2002).

Basurto (2004) señala que los objetivos principales de la suplementación en ganado lechero bajo condiciones de pastoreo intensivo serían generar mayores ingresos cubriendo los costos de producción y no comprometer en lo más mínimo el desempeño del animal desde el punto de vista productivo, reproductivo y de su salud.

2.1.3. Tipos de suplementos

Para implementar la suplementación en un rodeo es importante saber cuales son las deficiencias y necesidades que tienen los animales a través del estado del ganado. Mediante análisis de las pasturas y la dieta que estén consumiendo se puede saber más específicamente que elemento se encuentra por debajo del óptimo (Proteína Cruda, FDN, Energía, minerales como Fósforo, Potasio, etc., y hasta incluso vitaminas) (Basurto, 2004).

La cantidad de suplementos existentes en el mercado es muy grande y las diferencias que tienen estos en cuanto a su composición (nutrientes aportados), forma de suministro, distancia de traslado y/o precio inciden a la hora de decidir que tipo de suplemento utilizar (Pasinato et al., 2002).

A continuación se definen los alimentos energéticos y proteicos y se citan ejemplos:

Alimentos energéticos: son aquellos que contienen menos de 18% de fibra cruda, menos del 35% de fibra detergente neutro y menos del 20% de proteína cruda. Algunos ejemplos son granos de cereales, pulpa de citrus y silajes de maíz o sorgo.

Alimentos proteicos: son aquellos que contienen más del 20% de proteína cruda. Como ejemplos tenemos harina de algodón, harina de girasol, hez de malta, expeller de girasol, harina de pluma y afrechillo de cereal (Pasinato et al., 2002).

La mayoría de los granos de cereales pueden ser usados como suplementos y si bien todos ellos ofrecen energía en forma de almidón, existen diferencias en cuanto a la disponibilidad del mismo en el tracto gastrointestinal. En los cultivos de invierno, como ser trigo o cebada; el almidón es de rápida exposición, solubilidad y fermentación en el rumen. En cambio en los de verano (maíz, sorgo) la fermentación de los gránulos de almidón es más lenta y una gran parte es digerida a nivel de intestino delgado ya que escapa a la fermentación ruminal (Pordomingo, 2001).

2.1.4 Respuestas a la suplementación

En función de la calidad y cantidad de la pastura y de la cantidad de suplemento existen básicamente 5 tipos de respuestas a la suplementación bajo pastoreo:

Adición: cuando el animal está consumiendo una pastura la cual es deficiente en nutrientes, ya sea por mal estado, reducido tiempo de pastoreo o baja disponibilidad de forraje y se le suministra suplemento extra los nutrientes de este se adicionan con los de la pastura. Esto mejora el nivel nutricional del rodeo sin afectar la capacidad de carga del sistema (Vernet 2003, De León 2005).

Sustitución: el animal está consumiendo una pastura de muy buena calidad y por lo tanto cualquier suministro de suplemento extra no agrega nutrientes a la dieta del animal. Por lo tanto el animal deja de consumir la pastura para pasar a consumir el suplemento (De León, 2005). En este caso se puede aumentar la capacidad de carga del sistema manteniendo igual el nivel nutricional (Vernet, 2003).

Adición y sustitución: Es la combinación de los dos efectos anteriores, en la cual hay una mejora en la provisión de nutrientes, con una disminución no proporcional en el consumo de la pastura. Esto permite aumentar la carga animal y que la ganancia individual también se vea incrementada. Este tipo de respuestas es el que se da más comúnmente y su magnitud varía dependiendo de la oferta forrajera y el nivel de suplemento (De León, 2005).

Adición con estímulo: cuando se está suministrando una pastura de muy bajo valor nutritivo como puede ser un rastrojo y se le otorga al animal un suplemento rico en energía y proteína (urea + melaza), este estimula el consumo de forraje. Con esto se ve incrementado el nivel nutricional de los animales y la carga del sistema puede tanto aumentar como disminuir (Vernet, 2003).

Sustitución con depresión: el suministro del suplemento produce una disminución en la ganancia de peso de los animales porque afecta negativamente el aporte de nutrientes por parte de la pastura. Ocurre generalmente que el suplemento disminuye la digestibilidad del forraje, que a su vez es de calidad media (De León, 2005).

2.1.5. Resultados de la suplementación bajo pastoreo

A nivel nacional se han realizado una gran cantidad de ensayos, logrando corroborar que la magnitud de la respuesta a la suplementación depende en gran medida de la categoría animal, la época del año y de la disponibilidad de forraje.

La respuesta a la suplementación se mide como ganancia de peso de los animales suplementados respecto a aquellos no suplementados bajo la misma asignación de forraje (Beretta et al., 2005).

En el siguiente cuadro se muestra los principales ensayos a nivel país analizando la respuesta a la suplementación cuando varía la categoría animal, la estación del año y la asignación de forraje. Los mismos fueron realizados en su mayoría en la Facultad de Agronomía, Estación Experimental Mario Alberto Cassinoni.

Cuadro N° 2: Respuesta a la suplementación de diferentes categorías animales, en diferentes estaciones del año y con diferentes asignaciones de forraje

Época	Categoría	A.F (%P.V)	Supl (%P.V)	GMD (Kg./día)	Resp. a la supl	Ref. años
Invierno	Terneros	2.5	1	0.521	0.239	2002
		5	1	0.691	0.234	
Verano	Novillos	3	1	0.761	0.462	2001-2002
		6	1	0.804	0.321	
		9	1	0.733	0.066	
Otoño	Novillos	2.5	1	0.985	0.647	2001-2002- 2003
		5	1	1.259	0.483	
Invierno	Novillos	1.5	1	0.8	0.61	INIA
		3	1	1	0.05	

Fuente: elaborado en base a) Beretta et al. (2002,2003), 2) Carriquiry et al. (2002), 3) Simeone (2004), 4) Simeone et al. (2003,2005) y 5) Civil et al., citados por Beretta et al. (2005).

Sin importar el estado de la pastura considerado, se observa que la respuesta a la suplementación tiene una relación inversa con la asignación de forraje. Al aumentar la cantidad de forraje por animal, la respuesta en ganancia de peso es menor. En todos los casos se utilizaron cantidades máximas del 1% del peso vivo de los animales ya que se ha demostrado anteriormente que es seguro desde el punto de vista digestivo y metabólico (Beretta et al., 2005).

La explicación de esta relación inversa entre asignación de forraje y respuesta a la suplementación, radica en el tipo de respuesta que se da a diferentes asignaciones de forraje. Es decir, a altas asignaciones se dará en mayor proporción una respuesta de tipo de sustitución y no de adición.

La tasa de sustitución aumenta de forma directa a medida que la oferta de forraje (OF) aumenta. Cuando la OF es 6% del peso vivo de los animales estos dejan de consumir 0.700 kg de forraje por kilo de suplemento suministrado y para el caso de menor OF la sustitución es prácticamente nula (0.04) (La Manna et al., 2005c).

Otros trabajos nacionales relacionados al uso de suplementos energéticos sobre pasturas en el invierno han marcado tendencias similares. El suministro de cantidades controladas de grano permite maximizar la eficiencia de utilización del forraje sin perjudicar e incluso mejorando el ritmo de ganancia de peso de los animales en altas dotaciones, aumentando la capacidad de carga y productividad del predio. A modo de ejemplo el cuadro N°2 muestra los resultados de un experimento llevado a cabo con novillos de 362kg de peso promedio durante 75 días del invierno con dos asignaciones de forraje y tres niveles de suplementación (Risso et al., citados por Fernández et al., 2005).

Cuadro N°3: Ganancias de peso vivo experimentadas por novillos en invierno, bajo dos asignaciones de forraje y tres asignaciones de concentrado.

Oferta Pastura (kg M.S/100kg P.V)	Concentrado (kg/a/día)	GMD (kg/a/día)	Util. forraje (%)	Efic. Supl. (Kg/kg/día)
3	0	0.904ab	57.2	-
	2	1.045a	58.3	14:01
	4	0.958ab	47.6	-
1.5	0	0.173d	81.8	-
	2	0.813bc	77.6	03:01
	4	0.841bc	69.6	04:01

Valores con diferente letra difieren significativamente ($P < 0.05$)

Fuente: Risso et al., citados por Fernández (2005)

El suministro de 2 kg de suplemento a animales sometidos a restricción severa de asignación de forraje resultó en una significativa mejora de la ganancia que superó los 0.8 kg/día. Niveles superiores de suplemento mejoraron muy poco el comportamiento.

En el nivel más aliviado de asignación de forraje (3.0 kg MS/100 kg PV) los animales manifestaron muy buenos niveles de ganancia (0.904 kg/día) que apenas mejoró con la incorporación de 2 kg de suplemento, para caer a niveles similares al testigo, al pasar a 4 kg. La escasa mejora en los niveles de ganancia en estos tratamientos revela un importante efecto de sustitución de la pastura por suplemento (Fernández et al., 2005).

Ensayos comparando la respuesta a la suplementación con diferentes tipos de suplementos corroboran los resultados ya señalados arriba. Como señala La Manna et al. (2005a) la suplementación con grano de maíz o trigo aumentó la ganancia de peso en corderos tanto en primavera como en otoño. Las respuestas tuvieron variaciones debido a los efectos de las condiciones climáticas sobre las pasturas y los animales.

Los resultados obtenidos son sumamente consistentes y su validación a mayor escala ya esta siendo llevada a cabo en los sistemas experimentales y demostrativos de INIA La Estanzuela y la Estación Experimental Mario A. Cassinoni. Para obtener altas respuestas a la suplementación el predio donde se implemente debe de haber recorrido un camino de desarrollo tecnológico que lo posicionen en un buen nivel en cuanto a tener buenas pasturas y utilizarlas eficientemente (Fernández et al., 2005).

2.1.6. Suplementación energética

2.1.6.1. Suplementación con sorgo grano húmedo

La presencia de endosperma periférico, de una matriz proteica y de una composición variable hacen que el grano de sorgo sea de menor calidad que el de maíz. Sin embargo, dada la rusticidad del cultivo de sorgo y su gran adaptabilidad a los distintos suelos del país, hacen que sea un grano más accesible (Elizalde et al., 2004).

Entre 70 a 80% de la M.S. del grano de sorgo es almidón, que junto con pequeñas cantidades de pectinas y azúcares simples conforman los carbohidratos estructurales del grano (Elizalde et al., 2004).

Los gránulos de almidón están compuestos por dos moléculas principales: amilasa y amilopectina, la proporción de ambas en los gránulos determina la tasa y la extensión de la digestión. La amilopectina es la fracción más soluble en agua, mientras que la amilasa se disuelve con cierta dificultad. Por lo tanto cuanto mayor amilasa contenga el grano, más difícil es su digestibilidad. La proporción de estas moléculas en el grano así como también el procesamiento que estos reciban, hacen que la digestibilidad del almidón se modifique (Elizalde et al., 2004).

Como segundo componente químico en orden de importancia dentro de los granos de sorgo se encuentran las proteínas.

Las proteínas predominantes en el grano de sorgo son las prolaminas o kafirinas. Se encuentran principalmente en el endosperma. Estas proteínas no contienen la cantidad necesaria de aminoácidos esenciales, lo que determina la baja calidad nutricional de la proteína del grano de sorgo (Elizalde et al., 2004).

Estas proteínas, al ser insolubles en agua, no se degradan en el rumen por lo que disminuyen la disponibilidad del almidón, ya que este se encuentra encastrado en el endosperma. La matriz y los cuerpos proteicos que rodean a los gránulos de almidón son la principal barrera para el ataque por las bacterias, limitando así su digestibilidad, disponibilidad y aprovechamiento por parte del animal (Elizalde et al., 2004).

Efecto del genotipo

Existen datos que demuestran la variabilidad de los híbridos, pudiendo encontrar genotipos en los que los gránulos de almidón se encuentren más disponibles repercutiendo en el valor alimenticio (Elizalde et al., 2004).

Montiel, citado por Elizalde et al. (2004) evaluó 14 genotipos de sorgo, obteniendo un ranking para la degradabilidad ruminal de la materia seca, proteína bruta y almidón.

Efecto del contenido de taninos

Los taninos se encuentran en la testa de la semilla y tienen la capacidad de formar fuertes complejos con las proteínas. Se clasifican en hidrolizables y condensantes. Estos últimos son los que se encuentran en los sorgos antipájaros. No se constata grandes cantidades de taninos hidrolizables en este cultivo (Elizalde et al., 2004).

Los complejos proteína-tanino mencionados anteriormente presentan un efecto antinutricional. Esos disminuyen el aprovechamiento del grano ya que afectan negativamente su digestibilidad y disponibilidad, y por lo tanto el nitrógeno disponible para los microorganismos también decrece. Esto último acarrea una disminución en la digestibilidad del almidón (Elizalde et al., 2004).

Efecto del procesamiento

El procesamiento de los granos logra cambiar el lugar de digestión de los mismos, pasándolo desde el intestino hacia el rumen, logrando a su vez un aumento adicional del porcentaje digerido en ambos sitios (Elizalde et al., 2004).

La mayoría de los sorgos requieren del procesamiento del grano, ya sea aplastado, quebrado o molido para obtener una buena utilización del mismo. Si bien el aplastado del sorgo logra digestibilidades aceptables el molido la optimiza. Igual que el grano de maíz, el de sorgo ofrece una proporción del almidón que logra escapar la fermentación ruminal. En este sentido existen numerosas experiencias con granos de maíz y sorgo que muestran resultados similares (Pordomingo, 2001).

El procesamiento del grano aumenta su digestibilidad y aprovechamiento. La reducción del tamaño del grano logra una mayor exposición del almidón, aumentando la solubilidad del suplemento y por lo tanto logrando una mayor velocidad de fermentación en el rumen (Pordomingo, 2001). Para el caso específico del grano de sorgo, donde la ruptura del mismo por masticación es escasa (22% del grano entero en el mejor de los casos) el procesamiento del grano resulta indispensable para la alimentación de bovinos (Elizalde et al., 2004).

Existen a su vez diferentes formas procesar los granos de sorgo. En el país se recurre casi exclusivamente al quebrado y ensilado húmedo de los mismos.

Como señala Pordomingo (2001), es factible lograr un 25% de humedad en el grano sin afectar el consumo energético total. El grano debe absorber el agua y ofrecerse aplastado o molido. El silaje de este grano húmedo en una opción con efectos similares en este sentido. El olor proveniente de la fermentación de los ácidos que ocurre dentro del silaje tiene efectos depresivos sobre la tasa de consumo pero éstos no son de significancia a niveles de suplementación normales en el país (0,5% a 1,5% del peso vivo)

Balbuena et al. (2001) señalan que la tecnología de silaje de grano húmedo es promisoría ya que permite adelantar la cosecha del cultivo, tornando el mismo mas seguro. En este sentido en la EEA INTA Colonia Benítez se realizaron ensayos de comparación entre sorgo seco molido (SS) y sorgo húmedo (SH) sobre la recría y terminación de novillos, en las que no se detectaron diferencias en la ganancia de peso vivo (Balbuena et al., no publicado, citado por Balbuena et al., 2001). Sin embargo en otros dos ensayos de comparación de sorgo seco (SS) y sorgo grano húmedo (SH), entregados en forma continua y discontinua no se vieron diferencias en cuanto a pH ruminal, aunque si se notaron diferencias en cuanto a la degradación del sorgo, siendo mayor para los tratamientos con SH con respecto SS (Kucseva et al., citados por Balbuena et al., 2001).

Vale la pena recalcar que la suplementación con sorgo grano húmedo resulta deficiente en proteína bruta, por lo que la suplementación con fuentes de P.B. (Proteína Verdadera y/o Nitrógeno No proteico) puede tener un efecto importante en lo que es el aprovechamiento del grano a nivel ruminal (Balbuena et al., 2001).

2.2. EFECTOS DE LA SUPLEMENTACION A NIVEL RUMINAL

2.2.1. Introducción

El rumen provee un excelente ambiente con un buen suministro de nutrientes para el crecimiento, desarrollo y reproducción de los microorganismos. La falta de oxígeno dentro del rumen favorece el crecimiento de un tipo de bacterias capaces de digerir las paredes celulares y transformar celulosa en azúcares sencillos como la glucosa (Montalbetti, 2001).

La estrategia de alimentación de los rumiantes se basa en la simbiosis entre el animal huésped y los microorganismos que viven dentro del rumen. El animal huésped ofrece para los microorganismos materias primas y alimentos además de un ambiente donde éstos se logran desarrollar. Dicho ambiente consta de ciertas características de

temperatura, humedad, acidez, anaerobiosis, entre otras. Los microorganismos utilizan parcialmente los forrajes indigestibles para los mamíferos a cambio de un aporte de productos de la fermentación con valor nutritivo para los rumiantes (ácidos grasos volátiles) (Hamada, 1976) y proteína microbiana (Campos, 2006).

La microflora ruminal fermenta azúcares para obtener energía produciendo ácidos grasos volátiles (AGV) como productos finales de la fermentación. Dichos AGV atraviesan las paredes ruminales y sirven como fuente de energía para los rumiantes. A medida que los microorganismos crecen producen aminoácidos, fundamentales para las proteínas. Las bacterias pueden utilizar amoníaco o urea como fuentes de nitrógeno para producir aminoácidos. Sin la conversión bacteriana, el amoníaco y la urea serían inútiles para los rumiantes. A su vez las proteínas microbianas son digeridas a nivel del intestino delgado y constituyen la fuente principal de aminoácidos para el animal (Montalbetti, 2001).

El ganado bovino ha evolucionado como un típico consumidor de forrajes de lenta fermentación en el rumen. En función de dicha evolución la microflora ruminal ha sido naturalmente seleccionada para esta función. Lograr acostumbrar el ganado bovino a una dieta de alta concentración de granos a partir de una dieta habitual de forrajes modifica el medio ambiente ruminal, pudiendo precipitar hacia la acidosis (Camps et al., 2006).

2.2.2. Microflora ruminal

Las bacterias constituyen aproximadamente la mitad de la biomasa ruminal, mientras que los hongos constituyen el 8% de la misma. Las primeras son las responsables de la actividad metabólica y los hongos contribuyen con la digestión de forrajes de baja calidad. Por su parte, los protozoarios son los de mayor tamaño y constituyen entre un 20 a un 40 % de la biomasa intra-ruminal, pero su contribución es menor debido a su menor actividad metabólica (Montalbetti, 2001).

En el rumen existen a su vez dos grandes tipos de bacterias, las celulolíticas (responsables de la degradación de la celulosa) y las amilolíticas (responsables de la degradación de compuestos amiláceos).

En dietas con alto contenido de fibra, la suplementación con carbohidratos fácilmente fermentecibles (fuentes de energía alternativas) son utilizadas por bacterias celulolíticas (Bryant, citado por Horn y McCollum, 1987). Esto puede causar una reducción en la utilización y consumo (Horn et al., 1987).

Para remarcar la importancia de la actividad de la microflora ruminal Campos (2006) señala que cada 15 kg de materia seca que un animal consume, 10 kg son degradados y fermentados por los microorganismos ruminales.

2.2.3. pH ruminal

El control del pH juega un papel fundamental en el mantenimiento de una fermentación equilibrada. De acuerdo a Campos (2006) dicho pH ruminal depende básicamente de tres factores:

- a) Producción de ácido
- b) Capacidad tampón
- c) Eliminación de protones por absorción o flujo al tracto digestivo inferior

Para lograr satisfacer las necesidades energéticas de los animales con altos niveles de producción se utilizan dietas ricas en concentrados lo que en general acarrea una disminución del pH ruminal. Una vez que el pH llega a niveles inferiores a 6, se producen efectos negativos en la fermentación microbiana, en la digestibilidad de la fibra y de la materia orgánica (Orskov y Mould, citados por Calsamiglia et al., 2005), la disminución del crecimiento bacteriano (Russel y Dombrowski, citados por Calsamiglia, 2005), la disminución de la actividad enzimática (Horn et al., 1987) y una modificación en la producción y consecuentemente la proporción de ácidos grasos volátiles (Russel, citado por Calsamiglia et al., 2005).

Cuando una dieta con altos niveles de carbohidratos rápidamente fermentecibles es introducida al rumen, inmediatamente se produce un aumento en la producción de ácidos grasos volátiles (AGV), lo que origina una disminución en el pH ruminal. Esto puede ocasionar un caso de acidosis sub aguda ($\text{pH} < 5.5$) o en el peor de los casos una acidosis aguda ($\text{pH} < 5,0$) (Obispo, 2004).

A pesar de que con niveles de pH de entre 6.2 y 6.7 la fermentación ruminal se optimiza, las bacterias pueden tolerar períodos cortos de pHs menores (Sauvant et al., citados por Calsamiglia et al., 2005). Además el tiempo en el cual el rumen se encuentra a niveles menores de pH tiene mayor influencia en la digestibilidad de la ración que el pH medio (Hoover et al., citados por Calsamiglia et al., 2005). Sin embargo, no se sabe con exactitud cuanto tiempo el pH ruminal puede estar por debajo del óptimo sin afectar la fermentación.

Existen trabajos que muestran un tiempo máximo a un pH menor al óptimo, el cual si se superara podría provocar la no recuperación de la microflora ruminal. Los datos sugieren que la fermentación se vio afectada a partir de las 12 horas de exposición a pH subóptimo (Calsamiglia et al., 2005).

2.2.3.1. Acidosis

Como definición podríamos decir que la acidosis es un desajuste bioquímico y fisiológico el cual se desencadena cuando los animales consumen dietas con altos contenidos de granos que contengan a su vez elevadas cantidades de carbohidratos de fácil fermentación, provocando una rápida e importante producción y absorción de ácidos orgánicos (Bacha, 2002).

Este fenómeno puede darse básicamente de distintas formas: aguda (pH inferior a 5,5) y latentes o subclínicos (pH inferior a 6,25) (Bacha, 2002).

Las causas de este trastorno son una rápida producción y absorción de ácidos a nivel ruminal debido al consumo de alimentos con altos contenidos de almidón (principalmente granos) o azúcares en un corto período de tiempo. En sistemas de terminación de novillos con dietas de altos contenidos de grano o dietas para vacas lecheras de alta producción con altos contenidos de granos, la acidosis constituye un problema importante (Camps et al., 2002)

En dietas compuestas por forraje y concentrado, la caída del pH ruminal se asocia a los momentos del día en que el animal consume dicho concentrado. A su vez la magnitud de la caída del pH dependerá de la proporción de ambos componentes en la dieta y de la forma de suministro (mezclado vs. separados). Es decir que cuanto mayor sea la proporción de concentrado en la dieta mayor será la caída del pH ruminal al momento del suministro del concentrado (llegando inclusive a niveles de pH = 5). Y por lo tanto si la ración se logra dar totalmente mezclada y disponible todo el tiempo la evolución del pH ruminal será más estable que si se ofrece la pastura y el suplemento separados.

Los síntomas de este trastorno pueden ser muy variados, pudiendo ser imperceptibles como una disminución del consumo de 0.1kg/día o en casos más severos llegar a la muerte del animal (Camps et al., 2002)

Dependiendo de la magnitud de la acidosis, es decir de cuán fuerte sea la caída del pH ruminal, se pueden distinguir principalmente dos tipos de acidosis:

Acidosis aguda o clínica: Una acidosis aguda implica la caída del pH ruminal a valores de 4 o 5, muy distantes de valores de pH normal. Esto provoca la ruptura de la pared ruminal así como también las mucosas del cuajo e intestino. Estos factores son los que explican la mala absorción de los nutrientes y las bajas ganancias de peso (Camps et al., 2002). Los cambios en la fermentación ruminal causados debido a la fermentación provocan caídas en los niveles normales de consumo y pueden desembocar en la muerte del animal (Obispo, 2004).

Acidosis subaguda o subclínica La acidosis subaguda ocurre bastante frecuentemente pero pocas veces es detectada por el personal. El principal síntoma es una baja en la performance debido a un menor consumo (Camps et al., 2002). También puede darse un aumento en la ingesta de agua y junta a este una parálisis ruminal (Bacha, 2002). Cualquier interrupción en el patrón de consumo puede producir acidosis. En sistemas de ganado a corral las características del grano son las principales responsables de la acidosis. Granos de menor tamaño, debido a que sufrieron un procesamiento previo, aumentarán la cantidad degradada en el rumen tanto como su velocidad de degradación, disminuyendo el aporte de glucosa al intestino y aumentando la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) en el rumen, lo que incrementará la posibilidad de acidosis. Si se combinasen granos de alta fermentación con granos que poseen almidones de menor degradabilidad como sorgo y maíz puede reducir la acidosis y aumentar la eficiencia (Camps et al., 2002).

Existen también otros signos que pueden ayudar a diagnosticar una acidosis en forma práctica, como ser burbujas en el estiércol y la formación de moldes de mucus. Este mucus lo segrega el intestino para proteger su epitelio de la carga ácida. Además esto acarrea que el tamaño del estiércol pueda aumentar debido a que ante una fermentación ruminal inadecuada aumenta la tasa de pasaje de las partículas fuera del rumen y permite a aquellas más largas llegar intactas al intestino (García, 2006).

2.2.4. Fibra efectiva y tamaño de las partículas

Inicialmente, tan pronto como se incrementa la cantidad de CF en el rumen, también surge un aumento de todas las bacterias en el mismo. Esto provoca un aumento de los AGV producidos, por lo cual comienza a descender el pH ruminal. Debido a este descenso del pH, la tasa de crecimiento de *E. Bovis* (mayor productor de ácido láctico a nivel ruminal) aumenta en relación al resto de las bacterias. En este punto, la enzima lactato deshidrogenasa es estimulada y surge un cambio en el metabolismo de la *E. Bovis* la cual deja de producir acetato y formato y comienza a producir ácido láctico. La acumulación de este ácido entonces comienza a exceder la capacidad tampón ruminal (Obispo, 2004).

Resumiendo se podría decir que los CF son los responsables de la producción de ácido a nivel ruminal y la posterior falla en el sistema tampón de bicarbonato de calcio. Si bien esta afirmación es correcta la falta de “fibra efectiva” a nivel ruminal puede también traer problemas con la secreción de saliva y consecuentemente con el pH ruminal (Obispo, 2004).

Es bajo estas condiciones que se torna importante la cantidad y calidad de fibra efectiva en la dieta, la cual sea responsable de la rumia, la producción de saliva que regule del pH y mantenga de la pared ruminal sana (Obispo, 2004).

La fibra en el rumen es degradada por acción de las bacterias celulolíticas (fibrolíticas), las cuales producen como productos intermedios pentosas o glucosa, y mediante vías fermentativas terminan dando como producto final acetato. Durante este proceso fermentativo de la fibra se pierde un carbono como forma de metano, por lo que dicho proceso es energéticamente menos eficiente que al fermentación de otros nutrientes (Campos, 2006.).

La funciones de la fibra como nutriente a nivel ruminal son mantener el funcionamiento ruminal mediante el llenado ruminal y estímulo de contracciones ruminales; y mantener las condiciones de pH del rumen a través de la secreción ruminal debido al estímulo de la masticación y de la rumia (Nocek, citado por Campos, 2006.). Por lo que los carbohidratos estructurales (fibra del forrajes) son los encargados del estímulo de la rumia y masticación y de esa forma mantener la integridad y funcionamiento del rumen (García, 2006).

Sin embargo, se debe de tener en cuenta también que la fibra presupone un problema a nivel nutricional, ya que limita el contenido energético de la dieta y el potencial de ingestión (digestibilidad baja con respecto a los granos) (Mertens, citado por Campos, 2006).

Existen muchos subproductos que pueden reemplazar el contenido de fibra que aporta el forraje en una ración. Aunque se debe tener en cuenta que si bien son ricos en fibra, no tienen el mismo efecto a nivel ruminal (Firkins, citado por Campos, 2006.)

Debido a estas diferencias en el tipo de fibra y su efecto a nivel ruminal se ha generado el concepto de fibra efectiva o fibra funcional. La fibra efectiva puede definirse como la capacidad real para estimular la rumia y la salivación que resulta en el mantenimiento de las condiciones ruminales óptimas para la producción de leche, y depende del tipo, forma y tamaño de la fibra que estimula la rumia (Campos, 2006.).

La fibra efectiva es la responsable de estimular la masticación y la rumia, que a su vez estimulan la secreción de saliva y de esa forma se genera el mecanismo tampón para amortiguar el pH del rumen. Por lo que se podrá concluir que el pH a nivel ruminal será el resultado del balance entre los ácidos producidos en el rumen debido a la fermentación de carbohidratos y la producción de saliva que actuara como amortiguador (Obispo, 2004).

La concentración de FDN en la dieta no es un dato que se relacione con la fibra efectiva; sino que importa mas el tamaño de la partícula del forraje que proviene de dicha FDN (García, 2006).

Mediante la acción de la rumia es que el animal logra macerar el forraje ingerido. Dicho forraje se encuentra recubierto por una cutícula la cual al ser macerada permite el

ataque bacterial. Cuando el tamaño de la partícula es muy pequeño, la rumia se puede ver dificultada y con ella la capacidad de neutralizar la acidez y esto provocar problemas metabólicos (García, 2006).

Otro problema causado debido a un pequeño tamaño de partícula es la no formación del filtro ruminal. El filtro ruminal se forma mediante la unión de las partículas, y cumple la función de frenar el tránsito a través del rumen y de esta forma aumentar el tiempo de las partículas en el rumen para permitir una mayor degradación de las mismas mediante acción de los microorganismos. Si dicho filtro no se forma correctamente la retención disminuye y con ella las digestibilidad de la dieta (García, 2006).

El desafío en la formulación de las dietas de vacas lecheras de alta producción es buscar el balance correcto entre aporte energético y fibra efectiva. Un ejemplo claro de esto es la necesidad de incluir rollos en las dietas de alta digestibilidad como forma de suministro de fibra (García, 2006). La inclusión de fibra en las dietas provoca una reducción en la capacidad de ingestión de alimentos, digestibilidad de la ración, síntesis de proteína microbiana ruminal y el aporte de energía. Es por esto que en animales de baja producción se establecen máximos de inclusión de fibras; mientras que en animales con altos niveles de producción se establecen mínimos (Campos, 2006).

Se ha demostrado que el aumento de FDN en la dieta provoca un aumento de grasa en la leche. La explicación de esto radica en que un mayor nivel de FDN en la dieta provoca mayores niveles de pH ruminal y formación de ácido acético con respecto a propiónico lo que determina mayores niveles de grasa en la leche (García, 2006).

Concluyendo se puede decir que el suministro de fibra efectiva es crítico para mantener una función ruminal normal y la salud general del animal. Por lo tanto si se reduce el tamaño de partícula de la dieta, el FDN del forraje de la dieta debería aumentarse. Como resultado la producción de leche puede ser maximizada y el porcentaje de grasa de la leche no se va a deprimir. Si bien la adición de buffers a la dieta puede aumentar el pH del rumen y mejorar la fermentación ruminal, no deben sustituir el mantenimiento de un tamaño adecuado de partícula en la dieta (García, 2006).

2.2.4.1. Alternativas de fibra efectiva

El objetivo de la fibra en esos sistemas es promover la rumia, la masticación y de esta forma promover la producción del buffer ruminal que evita la acidosis, sin afectar negativamente los niveles productivos; y si bien la cantidad de fibra a suministrar en estos sistemas de ganado a corral es baja, su suministro se torna un problema desde el punto de vista operativo y económico. Por lo que lograr una correcta fermentación

ruminal sin la necesidad de la fibra tendría un gran impacto en este tipo de sistemas de engorde a corral (Adra et al., 2002).

Los resultados de ensayos realizados por Adra et al. (2002) indican en ganado a corral cuya dieta está basada en granos enteros de maíz o maíz y avena con harina de girasol, no se impidió la expresión de un alto ritmo de engorde, muy similar al alcanzable en dietas que fueron balanceadas con fibra efectiva.

A su vez también existe la posibilidad de adicionarle a la dieta aditivos o buffers que disminuzcan los riesgos de acidosis y permitan el correcto funcionamiento ruminal.

Bicarbonato de sodio (NaHCO_3): Es una sal con pH cercano a 8,4. Si bien es de naturaleza no nutritiva, puede tener efectos benéficos para el animal. Actúa como buffer a nivel ruminal sobre un sistema de acido-base que se lleva a cabo dentro del mismo. Dicho sistema varía entre valores de pH de 5 y 7, pero que para una correcta producción y composición de la leche debe rondar los valores de 6,8. Cuando el pH del rumen cae por debajo de dicho valor se justifica la adición de este tipo de buffers (Gómez, 2003), siempre y cuando sea rentable.

Existen también los denominados ionóforos. Éstos son antibióticos cuya acción es cambiar el patrón normal de fermentación mediante el cambio del número total de microorganismos dentro del rumen. Los más utilizados son monensina y lasadocido (Gómez, 2003).

Por último también cabe destacar la existencia de levaduras, las cuales como señala Gómez (2003), logran estabilizar el ambiente ruminal. Los cambios que provoca la inclusión de levaduras a nivel ruminal pueden provocar:

- ✓ Incremento de la digestión de la fibra
- ✓ Mejor utilización de ácido láctico
- ✓ Incremento de la producción de ácido propiónico
- ✓ Estabilizar el pH del rumen.

2.3. EFECTOS DE LA FRECUENCIA DE SUPLEMENTACIÓN

2.3.1. Introducción

En términos generales se ha estudiado la relación pastura- suplemento, en un marco de suplementación diario. Sin embargo, son muchos los casos de predios comerciales en los cuales la suplementación diaria implica un problema desde el punto de vista operativo (por falta de maquinarias, personal, fracciones separadas, tamaño de los lotes, etc.) (Fernández et al., 2005).

Inclusive existen algunos productores que optan por no suplementar por las implicancias operativas y económicas que trae el hecho de contar con una persona destinada a dicha tarea todos los días. Es por esto que surge la idea de estudiar la posibilidad de suplementar en forma discontinua, es decir con una frecuencia menor a la diaria (Balbuena, 2003).

La posibilidad de disminuir la frecuencia de suplementación surge como una idea interesante para los tambos, que generalmente manejan lotes de vaquillonas en fracciones del campo alejadas del tambo, y donde el traslado se torna un problema. También en sistemas ganaderos puede ser una herramienta útil para la suplementación de rodeos que se encuentran apartados. La posibilidad de lograr disminuir las tareas, mejorando la eficiencia global del establecimiento pero sin ir en detrimento de la eficiencia biológica torna mas que interesante la idea de estudiar sobre este tema (La Manna et al., 2005d).

Existen antecedentes de suplementación proteica discontinua, reduciendo los costos de traslado, durante el invierno en animales en crecimiento y a niveles bajos (0,5% P.V.) (Balbuena et al., 2001).

Cuando pasamos a suplementaciones energéticas, con granos, en términos generales se obtienen mejores eficiencias con suplementación diarias que infrecuente. Esto se vuelve mas claro a altos niveles de suplementaciones donde incluso de forma infrecuente pueden traer cuadros de acidosis (La Manna et al., 2005d).

La hipótesis central trata de que la respuesta a la suplementación ya conocida se mantiene si se suplementa de forma infrecuente, dado que se consideren ciertos períodos máximos de infrecuencia en el suministro del concentrado, respetando el consumo total del mismo en un lapso de tiempo dado y no excediendo determinado suministro puntual. Con la confirmación de esta hipótesis no se mejoraría la eficiencia biológica pero si la eficiencia global del establecimiento disminuyendo los costos de traslado, combustible, mano de obra y movimiento de maquinaria; o bien logrando suplementar una mayor cantidad de ganado con la misma cantidad de recursos (Fernández et al., 2005).

Existen antecedentes sobre estudios en esta materia. Tal es el caso de Owen, citado por La Manna et al. (2003) quien estudió la frecuencia de la suplementación con energía (granos) principalmente en lechería pero en el mismo día; o de La Manna et al., citados por La Manna et al. (2003) quienes estudiaron la frecuencia de suplementación con maíz todos los días, la misma cantidad pero cada dos, o la misma cantidad pero cada tres días o sea consumiendo iguales cantidades de maíz cada seis días en recría de vaquillonas Holando con fardos de alfalfa con libre disponibilidad.

2.3.2. Resultados obtenidos

Tanto en Uruguay, como en la región, se han llevado a cabo una serie de ensayos en el tema de frecuencia de suplementación energética, en bovinos como en ovinos.

2.3.2.1. Regionales

En la República Argentina, Arakaki et al. (1999) realizaron dos ensayos en la Estación Experimental Colonia Benítez, INTA, con novillos cruza. El primer ensayo consistió en someter a los animales a diferentes frecuencias de suplementación (1 kg/sorgo/novillo/día y la misma cantidad total semanal pero distribuida dos veces a la semana) mientras que el segundo ensayo fue muy similar, variando el suplemento ofrecido y la frecuencia del segundo tratamiento, la cual pasó a ser ofrecida tres veces a la semana.

Los novillos mostraron performances similares independientemente de la frecuencia de suplementación (907 vs. 896 g/día fueron las ganancias de peso para ambos tratamientos en el experimento número 1; y 516 vs. 544 g/día fueron las performances que experimentaron ambos tratamientos en el ensayo número 2) (Arakaki et al., 1999).

Luego Balbuena et al. (2000), con el objetivo de evaluar la respuesta animal, en términos de ganancia o pérdida de peso vivo, a la suplementación energética y proteica tanto diaria como infrecuente (dos y tres veces por semana) en bovinos de recría y terminación, realizaron una serie de ensayos con 6 a 14 animales por tratamiento. La cantidad de suplemento semanal fue igual para todos los tratamientos. La fuente energética utilizada para todos los tratamientos fue sorgo seco molido (SSM) excepto para los casos que se utilizó silaje de grano de sorgo húmedo (SSH). Se realizaron dos tipos de ensayos: a) donde se comparó 7x vs. 2x o 3x, y b) donde se agregó un tratamiento sin suplementación y donde además la suplementación diaria correspondió a 6x.

En dichos experimentos, realizados nuevamente en la E.E Colonia Benítez del INTA, no se observaron diferencias significativas en los tratamientos continuos vs. los discontinuos, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 4: Resumen de los resultados obtenidos en un ensayo sobre frecuencia de suplementación energética realizados en la República Argentina.

Categoría	Pastura	Carga (an/ha)	Suplemento	Frecuencia	Ganancia (kg/an/día)	
					Diario	Discontinuo
Novillos	Estrella,	1.57 -	Variable de 2 a	Diario vs	0.868	0,820

330kg	Dicantio, Campo natural	3.4	4kg. Sorgo, semilla de algodón y pellet de trigo	3xsemana		
-------	-------------------------------	-----	---	----------	--	--

Fuente: Balbuena et al. (2000).

Cuadro N° 5: Resumen de los resultados obtenidos en un ensayo sobre frecuencia de suplementación energética realizados en la República Argentina. No solo se exponen la performance del continuo vs. discontinuo sino también el testigo (sin suplementación).

Categoría	Pastura	Carga (an/ha)	Suplemento	Frecuencia	Ganancia (kg/an/día)		
					6x	3x	Testigo
Vaquillas de 250 kg, verano	Estrella	2,0	0,47 kg expeller algodón + 1,47 kg sorgo	Testigo vs. 3x vs 6x	788	828	658
Novillos de 260 kg, verano	Dicantio	2,0	2 kg sorgo- expeller algodón	Testigo vs. 3x vs 6x	760	747	681
Novillos de 290 kg, invierno	Dicantio	1,55	Sorgo húmedo- semilla de algodón al 0,52 % del PV; 3X también con SSM	Testigo vs. 3x vs 6x	384	316 405 (SSM)	-14
Vaquillas de 185 kg, invierno	Estrella	2,44	Sorgo húmedo- expeller algodón-urea al 0,4 % del PV; 3X también con SSM	Testigo vs. 3x vs 6x	159	262 345 (SSM)	14

Fuente: Balbuena et al. (2000).

La conclusión extraída de dichos experimentos por parte de Balbuena et al. (2000) es que la suplementación discontinua a tasas bajas o moderadas, surge como una nueva herramienta que podría facilitar la adopción de la tecnología de la suplementación, disminuyendo los costos de la misma. Sin embargo, deberá estudiarse en mayor profundidad su impacto a grandes escalas de producción.

En otros ensayos realizados en la EEA Colonia Benítez, no se detectaron diferencias en la ganancia de peso vivo, cuando se compararon los tratamientos de suplementación energética proteica diaria (6x) vs. infrecuente (3x). En dichos ensayos la suplementación semanal fue la misma para ambos tratamientos, y los suplementos utilizados fueron expeler de trigo (ET) o sorgo-expeler de algodón (SE) (Balbuena et al., 2002).

En este último ensayo además se midió pH de la materia fecal para lograr identificar casos de acidosis subclínica si es que existiesen.

El pH fecal resulto mas estable para los tratamientos suplementados con ET que con SE. Los menores valores de pH fueron en los tratamientos suplementados 3 veces a la semana y con SE, probablemente debido a la llegada de mayor sustrato fermentescible al intestino grueso (Balbuena et al., 2002). Independientemente de la estabilidad del pH, para ambos suplementos y ambas frecuencias, los valores de pH no fueron extremos; el mínimo se ubico en 6,47 y el máximo 7,39. Ambos valores son pH medios; y ninguno inferior a 6 - 6,2 que sería el límite.

Otro ensayo realizado en Oklahoma State University (Stillwater, Oklahoma) sobre frecuencia de suplementación en novillos, mostró los siguientes resultados.

El consumo, expresado como % de P.V. no fue afectado por la suplementación, sin embargo decreció linealmente ($P < .01$) a medida que disminuía la frecuencia de suplementación. La digestibilidad y el consumo de la materia orgánica fueron superiores para los tratamientos suplementados. Sin embargo, mostraron diferentes comportamientos con la frecuencia de suplementación. La digestibilidad de la materia orgánica se incremento a medida que se espaciaba en el tiempo la suplementación, mientras que el consumo de materia orgánica decreció linealmente a menor frecuencia de suplementación (La Manna et al., 2005b).

La digestibilidad de FDN y FDA fue superior para los tratamientos suplementados con maíz; y dicha digestibilidad tendió a ser mayor en la medida que la suplementación se tornaba menos frecuente (La Manna et al., 2005b).

La tasa de pasaje no mostró diferencias entre el tratamiento control (sin suplemento) y los tratamientos suplementados con maíz; sin embargo, ésta decreció

linealmente a medida que la frecuencia decrecía. Un mayor tiempo de retención en el rumen podrían estar explicando el incremento en la digestibilidad de la fibra (FDA y FDN) explicando en parte los resultados observados. También esto podría explicar un menor consumo por el animal como fue observado en este ensayo (La Manna et al., 2005).

El pH medido durante los últimos 3 días de cada período cada 3, 6, 9, 15 y 24 horas mostró diferencias entre tratamientos y un mayor tiempo del rumen a un pH menor a 6,2 que según algunos autores sería el límite inferior para una correcta digestión de la fibra (La Manna et al., 2005).

En el siguiente cuadro se muestran los resultados de la parte del ensayo realizada en Uruguay, donde se ve que la ganancia diaria no tiene diferencias significativas para las frecuencias de 24 y 48 horas, pero si cuando se espacia la frecuencia cada 72 horas.

Cuadro N° 6: Peso inicial y final, con su respectiva ganancias para los animales solo a fardo (CONT.) y para los animales con fardo y suplementados con distinta frecuencia (24,48 y 72 horas)

	Tratamientos			
	Frecuencia Suplementación (horas)			
Peso (kg)	Testigo	24	48	72
Inicial	199,9	198,4	194,1	198,9
Final	243,9	267,9	261,3	254,6
Ganancia diaria (kg)	0,48	0,77	0,75	0,62

Fuente: La Manna et al. (2005b).

Luego de realizar otro ensayo similar La Manna et al. (2005b) concluyen que la suplementación con heno de media a buena calidad conjuntamente con suplementación energética mejora las ganancias diarias. Por otro lado, a medida que la frecuencia de suplementación se hizo mas espaciada se disminuyó linealmente ($P < 0,01$) la ganancia diaria; sin embargo no existieron diferencias significativas entre 24 y 48 horas, si cuando la frecuencia disminuye a 72 horas.

2.3.2.2. A nivel nacional

Para corroborar los resultados obtenidos en Oklahoma con animales estabulados, se realizó un ensayo en INIA La Estanzuela con vaquillonas.

Los resultados muestran que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos que tuvieron suplementación con maíz entre si como cuando se comparan

con el tratamiento sin restricción de pastoreo en cuanto a performance animal y desempeño de los corderos (La Manna et al., 2003).

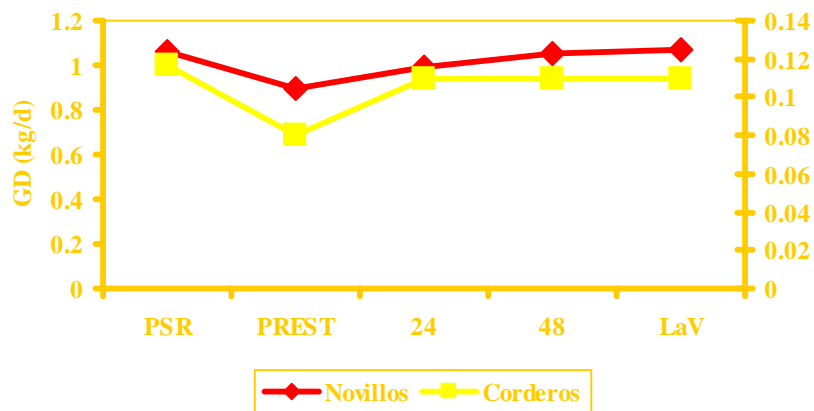
Por lo que se concluye que para este tipo de pasturas y animales, resulta estadísticamente lo mismo suplementar con la misma cantidad semanal, todos los días o día por medio (La Manna et al., 2003).

Luego se realizó un ensayo con novillos pastoreando y los resultados obtenidos fueron los mismos.

La suplementación se mostró superior al control solo de pradera. No existieron diferencias significativas en peso ni ganancia diaria entre los tratamientos suplementados con diferente frecuencia (La Manna et al., 2005e).

La explicación de la mejor performance de los tratamientos suplementados radica en una mejor eficiencia de conversión y en un mayor consumo. Es decir que para el consumo de los animales suplementados existiría un efecto mas aditivo que sustitutivo (La Manna et al., 2005e).

Grafica N° 1: Resultados obtenidos en novillos y corderos sin restricción de forraje (PSR); con restricción de forraje (PREST) y con restricción pero suplementados cada 24 o 48 horas o de lunes a viernes.



En la gráfica N°1 se resume los resultados obtenidos tanto en corderos como en novillos, donde se ve que independientemente de la frecuencia de suplementación (24hs, 48hs o de lunes a viernes), los animales experimentaron la misma performance que animales sin suplementación pero con pastoreo no restringido. La diferencia se

encuentra en la carga que se puede obtener en ambas situaciones, la situación de peor performance es la de pastoreo restringido pero sin suplementación.

Además se nota claramente que no existen diferencias significativas en las ganancias de peso obtenidas con las diferentes frecuencias de suplementación estudiadas.

Luego de una serie de ensayos llevados a cabo en La Estanzuela, La Manna et al. (2005d) concluyeron que la frecuencia de suplementación resulta una práctica muy prometedora a los efectos de disminuir el trabajo y los traslados en el establecimiento. Vale recalcar que como línea general la proteína no puede ser limitante.

Los resultados muestran que la suplementación a una tasa menor o igual al 1% del peso vivo diario, logra ganancias similares si se realiza día por medio o lo que estaba planificado para la semana se da de lunes a viernes que si se realiza todos los días (La Manna et al., 2005d).

En esta misma línea de investigación Beretta et al. (2005) realizaron un ensayo con terneros Hereford, pastoreando un raigras de forma restringida (2,5% de A.F.), y sin suplementar, suplementando todos los días al 1% del P.V. o una vez por semana con grano de maíz entero.

La ganancia media diaria fue afectada por los tratamientos, ya que los terneros que recibían suplementación mostraron mayores ganancias en relación a los terneros sin suplementar independientemente de la frecuencia de suministro (Beretta et al., 2005).

Si bien significativamente las GMD no fueron diferentes, si existió una tendencia a que los terneros suplementados una vez por semana, muestren menores ganancias (0.701 vs. 0.620), menor respuesta a la suplementación (0.227 vs. 0.146) y peor eficiencia de conversión del grano consumido (5,4:1 vs. 9,0:1) que los suplementados todos los días.

Simeone et al., citados por Cepeda et al. (2005) en otro ensayo con terneros en pastoreo y suplementaciones semanales y diarias con grano de maíz entero encontró niveles de pH ruminal y pH en heces menores para los animales que recibían la suplementación semanal, si bien estos valores no parecían tener implicancias en trastornos digestivos. Posiblemente la explicación radique en que la suplementación con grano de maíz entero cuenta con el activo de reducir el consumo, estimular la masticación y la secreción de saliva y de ese modo reducir el riesgo de acidosis en mayor medida que otras formas de presentación del suplemento.

También hay que aclarar una diferencia básica entre los ensayos realizados por Beretta et al. (2005) con respecto a los ensayos realizados en INIA La Estanzuela. Si

bien ambos ensayos están bajo el título de frecuencia de suplementación, los realizados por Beretta et al. (2005) apuntan más al concepto de frecuencia de suministro, es decir que los tratamientos semanales implican que se les suministra el grano una vez por semana pero el animal tiene acceso todos los días de la semana al mismo. Mientras que los ensayos de frecuencia de suplementación realizados en INIA implican que el animal no tiene acceso al grano ningún día a no ser los días que se le suministra el mismo(es decir, de lunes a viernes, cada 48 horas, cada 72 horas o diario).

Es por este concepto que se explica las diferencias en los resultados encontrados por Beretta et al. (2005), que no encontraron diferencias significativas en la frecuencia de suplementación y los resultados de INIA La Estanzuela que encontraron diferencias a partir de una frecuencia mayor a las 72 horas.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 DESCRIPCION GENERAL

El experimento se llevó a cabo en la Unidad de producción intensiva de carne en la estación experimental "Alberto Boerger" de INIA "La Estanzuela"; Colonia, Uruguay. La duración de dicho experimento fue de 70 días (desde el 28 de junio hasta el 5 de setiembre de 2006).

3.1.1 Parcelas

El experimento se realizó en el potrero 14 de la unidad de bovinos de carne, sobre suelos Brunosoles Eutricos Típicos, unidad Ecilda Paullier. El mismo se dividió en 20 parcelas de similar tamaño. Cada parcela contaba con un bebedero y una batea para sales minerales. Además aquellas parcelas cuyo tratamiento implicaba suplementar se les colocó un comedero.

3.1.2 Animales

Se utilizaron 60 novillos de sobre-año; 3 por tratamiento. Los animales en su mayoría eran de raza Hereford, Aberdeen Angus y sus cruces. El peso inicial promedio de los animales fue de 306.8Kg. con un desvío estándar (DS) de 2.22Kg.

Para evitar problemas de parásitos gastrointestinales los animales fueron dosificados con Ivermectina (8 ml/animal) previo al comienzo del periodo experimental (26/6).

3.1.3 Pastura

La pastura utilizada en este experimento fue una avena, variedad 1095a. La misma fue sembrada el 22 de Marzo de 2006 mediante siembra directa. El antecesor fue una pradera de alfalfa (*Medicago sativa*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y festuca (*Festuca Arundinacea*) con un alto nivel de enmalezamiento. Un mes previo a la siembra se aplicaron 4 litros/ha de glifosato (Round Up Full).

La densidad de siembra del verdeo fue de 90-100kg/ha, menor a la utilizada normalmente en verdeos convencionales, debido a que el objetivo de la siembra fue no matar completamente a la pradera sino limpiar la chacra de malezas y una vez muerta la avena que la alfalfa continuara. A la siembra se fertilizó con 90 kg/ha de fosfato de amonio (18 - 46 - 0) y el 2 de Agosto se refertilizaron los rechazos con 70kg/ha de Urea (46 - 0 - 0). La pastura estaba compuesta principalmente por avena, siendo importante también en algunas parcelas el aporte de raigrass. La principal maleza presente en la

misma fue el rábano (*Raphanus spp.*). De cualquier manera la presencia de dicha maleza no afectó al ensayo. También se percibió una importante influencia de roya de la hoja en avena, la cual fue aumentando a medida que avanzaba el ensayo.

Cuadro N° 7: Evolución de la calidad de la pastura ofrecida

FECHA MUESTREO	DMO	PC	FDA	FDN	C
23/6/06	72.76	16.13	36.20	56.73	13.54
30/6/06	72.34	13.28	40.18	63.22	12.78
6/7/06	72.92	13.48	41.36	62.22	12.40
14/7/06	71.82	13.22	39.23	63.05	12.55
20/7/06	68.48	13.81	39.79	65.74	13.17
28/7/06	67.35	14.04	43.00	65.51	13.05
3/8/06	67.83	12.44	41.93	62.86	12.88
10/8/06	62.32	12.57	44.74	67.85	15.69

Tanto la digestibilidad de la materia orgánica (DMO), como la cantidad de proteína cruda (PC) de la pastura fue disminuyendo a medida que avanzaba el ensayo. La explicación de esto radica en que la avena fue avanzando en su estado de madurez, perdiendo calidad. Esta afirmación también concuerda con los datos de fibra cruda, tanto detergente ácido como detergente neutro (FDA y FDN), que aumentan con el estado fisiológico de la pastura.

3.1.4 Suplemento

El suplemento concentrado utilizado fue silo de grano húmedo de sorgo. El mismo fue variando su porcentaje de materia seca (%M.S.) a medida que transcurría el tiempo, por lo cual dicho dato fue tomado reiteradas veces para medir la variación. A continuación se presentan los datos recabados conjuntamente con un cuadro de los valores promedios de calidad de un ensilaje de grano húmedo:

Cuadro N° 8: Evolución de la MS del suplemento ofrecido.

Fecha	%M.S silo
05-Jun	82
29-Jul	73
08-Ago	73

Cuadro N° 9: Evolución de la calidad del suplemento ofrecido.

	MS	DMO	PC	FDA	FDN	C
Sorgo G. Húmedo	73.71	84.3	8.21	11	28.3	2.72

3.2 TRATAMIENTOS

Los animales fueron estratificados por peso vivo, asignados al azar a un tratamiento en cada uno de los 4 bloques. Siendo cada bloque una repetición de cada tratamiento.

La asignación de forraje fue común para todos los tratamientos (2,5% del P.V); lo que vario entre ellos fue la asignación del concentrado.

Tratamiento 1: Asignación de pastura: 2.5 % PV

(Testigo) Asignación de sorgo: 0% PV

Tratamiento 2: Asignación de pastura: 2.5 % PV

Asignación de sorgo: 0.5% PV

Frecuencia de suplementación: todos los días de la semana

Asignación semanal de sorgo: 3.5% PV

Tratamiento 3: Asignación de pastura: 2.5 % PV

Asignación de sorgo: 0.6% PV

Frecuencia de suplementación: todos los días de la semana

Asignación semanal de sorgo: 4.2% PV

Tratamiento 4: Asignación de pastura: 2.5 % PV

Asignación de sorgo: 1.17% PV

Frecuencia de suplementación: lunes, miércoles y viernes.

Asignación semanal de sorgo: 3.5% PV

Tratamiento 5: Asignación de pastura: 2.5 % PV

Asignación de sorgo: 1.4% PV

Frecuencia de suplementación: lunes, miércoles y viernes.

Asignación semanal de sorgo: 4.2% PV

3.3 MANEJO DE LA PASTURA Y LOS ANIMALES

Los animales fueron pesados vacíos (con 12 hrs. de ayuno) 3 veces en todo el ensayo; una al comienzo, una en la mitad del experimento y la otra al final del mismo. Además cada 14 días se pesaron llenos; sin ayuno. Con dicha pesada se asignaba la cantidad de suplemento por animal y además con esa misma pesada, se calculaba la asignación de forraje para cada tratamiento (es decir cuanto forraje deberíamos

asignarle). Con este dato, mas el dato de forraje disponible se le asignaba el área a pastorear, en parcelas de 3 y 4 días. Los días martes y viernes se asignaba una franja nueva de forraje y se clausuraba el ingreso de los animales al área que ya había sido pastoreada. Todo este manejo se realizaba mediante el uso de eléctricos.

Vale aclarar que los primeros 26 días del ensayo se tomaron como de acostumbramiento del ganado a las condiciones del ensayo; es decir, que se registraron perdidas de peso; los animales no pastoreaban en las parcelas asignadas, sino que se pasaban para las parcelas contiguas, etc. Es por esto que se decidió sacar estos primeros 26 días del período tomado para analizar los resultados.

El suplemento concentrado se suministró a diario por la mañana (entre las 8:30 y 9:30 horas) y la cantidad se regulaba cada 14 días de acuerdo al peso vivo (PV) de los animales, como ya fue mencionado anteriormente. Se suministraba en comederos colectivos con una distribución homogénea a lo largo de los mismos. En el caso de pérdidas de peso se continuó suministrando la misma cantidad de suplemento.

Todos los animales contaban con acceso permanente al agua y a sales minerales para su consumo a voluntad.

Además se registraron rechazos tanto de la pastura como del concentrado (en caso de existir).

3.4 DETERMINACIONES REALIZADAS

3.4.1 Pastura

3.4.1.1 Forraje disponible

La disponibilidad de materia seca se determinó cada 7 días (jueves), mediante el corte con tijera eléctrica de dos muestras por parcela, utilizando cuadros de 60 por 40 cm. Los cortes se realizaron al ras del suelo y en el área próxima a ser pastoreada en los siguientes 7 días. En cada tratamiento el muestreo fue realizado en forma dirigida, intentando seleccionar áreas representativas de la parcela.

Las muestras eran pesadas y posteriormente colocadas en estufa durante 72 horas a una temperatura de 60°C. Luego por diferencia entre peso fresco y peso seco se determinaba el porcentaje de materia seca (MS) de la pastura disponible.

3.4.1.2 Forraje residual

La estimación del forraje remanente se realizó también cada 7 días (miércoles), utilizando la misma metodología que para la determinación de forraje disponible. Estas

muestras eran pesadas en fresco y luego secadas en estufa (60°C por 72 hs). Por diferencia entre peso fresco y seco se calculó la materia seca del forraje residual.

3.4.1.3 Forraje utilizado

Realizando la diferencia entre forraje disponible y forraje remanente se calculó el forraje desaparecido de la pastura. Este dato fue el que se tomó para estimar la utilización y el consumo de M.S animal.

3.4.1.4 Análisis químico

De las muestras de disponibilidad y rechazo secas se tomaron sub-muestras que fueron molidas y analizadas. Se analizó una muestra por bloque.

3.4.2 Animales

Se determinó el peso vivo cada 14 días sin ayuno previo y aparte se realizaron las tres pesadas en vacío como ya fue mencionado. Durante el ayuno los animales solo tenían acceso al agua.

3.4.3 Suplemento

El consumo de silo de grano húmedo de sorgo se determinó mediante la resta de lo ofrecido diariamente y lo rechazado.

3.4.4 Análisis estadístico

El diseño experimental consistió en un diseño de bloques completamente al azar con cuatro bloques y cinco tratamientos.

Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + T_j + \varepsilon_{ijk}$$

$$i=1,2,3,4$$

$j= 0, 0.5\%, 0.6\%, 1.17\%, 1.4\%$ del P.V. de asignación de silo de sorgo grano húmedo

Siendo:

Y_{ijk} : peso vivo del k-ésimo animal perteneciente al i-ésimo bloque y al j-ésimo tratamiento.

μ : Media poblacional.

β_i : Bloque (4 bloques)

T_j : Tratamientos (5 tratamientos)

ε_{ijk} : Error experimental.

El diseño seleccionado fue el de bloques completos al azar por existir una vía de heterogeneidad (peso de los animales). De esta forma se logro crear bloques homogéneos, (en cuanto al peso de los animales), pero a su vez heterogéneos entre los diferentes bloques, ya que tenían diferente peso inicial.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

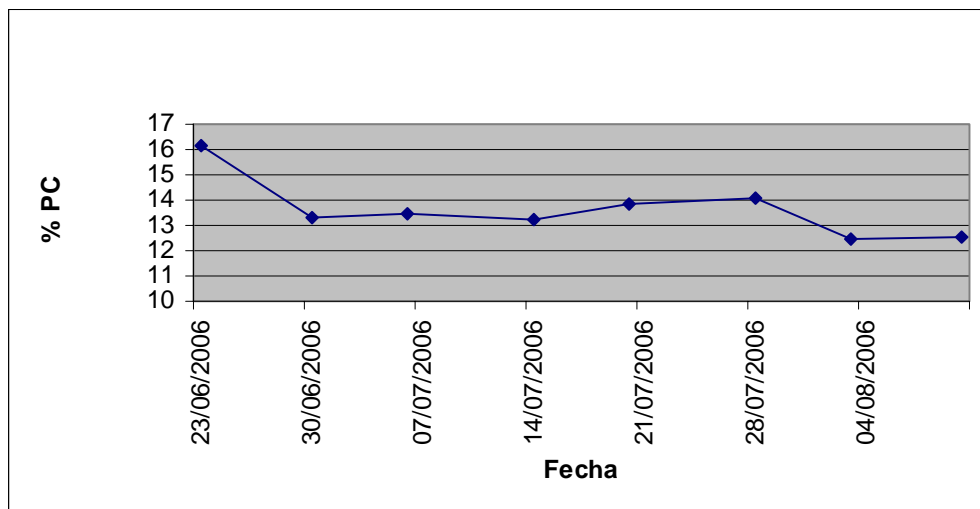
4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA PASTURA OFRECIDA

4.1.1 Disponibilidad de forraje

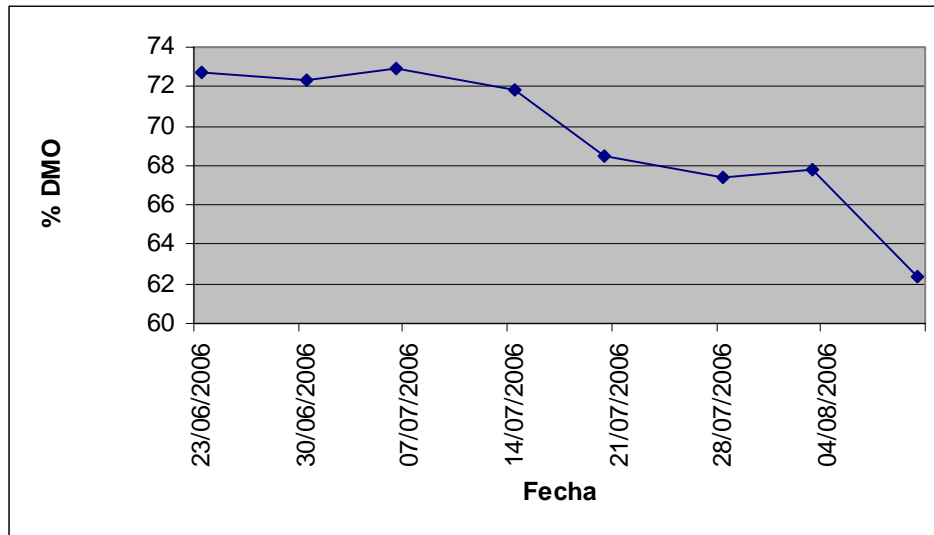
Como ya fue mencionado en materiales y métodos el forraje ofrecido para todos los tratamientos fue el mismo, 2,5% del P.V. La pastura en la cual se desarrollo el ensayo se encontraba en avanzado estado de madurez y con una importante incidencia de roya de la hoja (*Puccinia coronata*) al iniciar el mismo. No obstante la disponibilidad no fue una limitante ya que la misma presentaba una buena cantidad de plantas, se encontraba bien implantada y con muy buen desarrollo.

La calidad de lo ofrecido fue disminuyendo a medida que avanzaba el estado de madurez de la pastura, como muestran las siguientes gráficas.

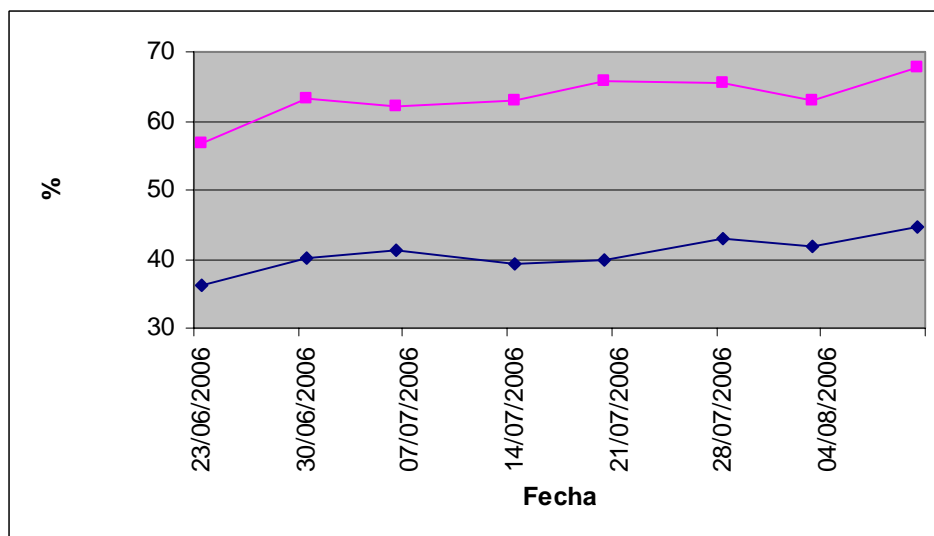
Grafica N° 2: Evolución de la Proteína Cruda del forraje disponible



Grafica N° 3: Evolución de la Digestibilidad de la Materia Orgánica del forraje disponible



Grafica N° 4: Evolución de la Fibra Detergente Neutro y Fibra Detergente Ácida del forraje disponible



Dicha evolución era esperable, dado que a medida que avanzaba el experimento, la pastura fue madurando, lo cual implica un deterioro en la calidad de la misma.

Ésta evolución típica de las pasturas fue reportada por diversos autores, entre ellos Urrastaroz et al. (2004) que concluyen que la proporción de cada uno de los componentes de los forrajes varía con el grado de madurez de la pastura. Aumentando los componentes de la pared celular y disminuyendo los contenidos celulares a medida que avanza el grado de madurez. Conforme avanza el estado de madurez de la pastura, el contenido celular y la pared celular, que al inicio del ciclo estaban en proporciones de 65% y 35% respectivamente, terminan en valores aproximados de 40% el contenido celular y 60% a pared celular.

Carámbula (1977) también coincide que en muchas especies, en general todas las gramíneas, a medida que las plantas maduran se van haciendo menos apetecidas. La apetecibilidad ha sido correlacionada con la composición química del forraje; así es que por ejemplo fue correlacionada positivamente con altos contenidos de azúcares y proteína cruda.

Específicamente en verdeos de invierno, Urrastaroz et al. (2004) señalan que estos no escapan a la evolución normal de una pastura en términos de calidad.

A continuación se muestran valores aproximados de calidad de una avena al inicio de su ciclo y como estos evolucionan a medida que el verdeo avanza en su madurez.

Cuadro N° 10: Valores de calidad según estado de madurez de avena.

Fecha	20-May	22-Oct
% M.S.	15.3	28.4
DIVMO %	68.3	56.3
Pared Celular %	46.4	57,2
Prot. Bruta % (PB) % MS	23.1	10.3
Prot. Soluble (PS) % MS	12.9	4.75

Fuente: Elaborado en base a Urrastaroz et al. (2004).

En el cuadro se ve claramente la misma evolución que tuvo el verdeo utilizado en el ensayo. Una marcada caída tanto de la proteína como de la digestibilidad de la materia orgánica conjuntamente con un aumento de las fracciones que componen la fibra.

4.2 CONSUMO

4.2.1 Consumo de M.S de la pastura

Las mediciones de disponibilidad se realizaron cada 7 días, y para el cálculo del forraje desaparecido no se tomó en cuenta el crecimiento ocurrido durante el período, por lo que el desaparecido (consumo) podría estar subestimado, aunque debido a la estación en la que se llevo a cabo el ensayo, no sería esperable una gran tasa de crecimiento que afectara demasiado, principalmente en avena cuya tasa de crecimiento es menor en invierno que en otoño. Como señala Duhalde (2002) en otoño las tasas de crecimiento de avena son mayores que de raigrass, mientras que en invierno ocurre lo contrario, logrando 23.6 y 35.9 kg. M.S./ha/día para avena y raigrass respectivamente.

El consumo se estimó a partir de la utilización de la pastura.

En el siguiente cuadro se presentan los datos de forraje consumido por tratamiento y su significancia.

Cuadro N° 11: Kg. de M.S de pastura consumido por tratamiento y su significancia

Tratamiento	Promedio Kg. M.S pastura consumidos
PREST	5.04 ab
0.5%	4.89 a
0.6%	4.99 a
1.17%	4.92 a
1.4%	5.29 b

Igual letra significa que no existen diferencias significativas ($P < 0.05$)

PREST- Pastoreo restringido. A.F.= 2.5%

0.5% - A.F.= 2.5% y 0.5% de asignación de sorgo cada 24 hrs.

0.6% - A.F.= 2.5% y 0.6% de asignación de sorgo cada 24 hrs.

1.17% - A.F. =2.5% y 1.17% de asignación de sorgo lunes, miércoles y viernes.

1.4% - A.F.= 2.5% y 1.4% de asignación de sorgo lunes, miércoles y viernes.

Se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos 0.5%, 0.6% y 1.17% versus el tratamiento 1.4%, siendo este último el que mostró mayores niveles de consumo de forraje.

El tratamiento sin suplementación (PREST) no fue el de mayor consumo de forraje como se esperaba y no tuvo diferencias significativas con ninguno de los demás tratamientos suplementados, inclusive con el tratamiento 1.4%.

El agregado de grano no tuvo efecto significativo en deprimir el consumo ya que los animales se encontraban en una situación de pastoreo restringido, lo cual favorece el fenómeno de adición. Este fenómeno se vio reflejado en todos los tratamientos. Como señala Vernet (2003), el efecto de adición puede ocurrir cuando el animal obtiene de la pastura una escasa cantidad de forraje, y al no poder completar su capacidad de ingestión, si se le suministra una pequeña cantidad de suplemento, los nutrientes de este se le suman a los que fueron provistos por la pastura.

Si analizamos el efecto de la frecuencia de suplementación sobre el consumo de forraje, se ve que para los tratamientos con asignación semanal de suplemento de 3.5% del P.V. (Trat.: 0.5% y 1.17%) no se detectaron diferencias estadísticas. Sin embargo si se ve un efecto al analizar los tratamientos con 4.2% de asignación semanal de suplemento (Trat.: 0.6% y 1.4%), donde el tratamiento 1.4% fue quien mostró mayor consumo de la pastura.

4.2.2. Consumo de M.S de sorgo

El consumo de sorgo fue muy similar para los tratamientos que semanalmente tenían la misma asignación, ya que la cantidad total es la misma siendo lo único variable la frecuencia con la que se suplementa.

Cuadro N° 12: Kg. de M.S. de sorgo consumidos por tratamiento y su significancia

Tratamiento	Promedio Kg. M.S. sorgo consumidos
PREST	0.00 a
0.5%	1.30 b
0.6%	1.57 c
1.17%	1.32 b
1.4%	1.57 c

Igual letra significa que no existen diferencias significativas ($P < 0.05$)

PREST- Pastoreo restringido. A.F.= 2.5%

0.5% - A.F.= 2.5% y 0.5% de asignación de sorgo cada 24 hrs.

0.6% - A.F.= 2.5% y 0.6% de asignación de sorgo cada 24 hrs.

1.17% - A.F.= 2.5% y 1.17% de asignación de sorgo lunes, miércoles y viernes.

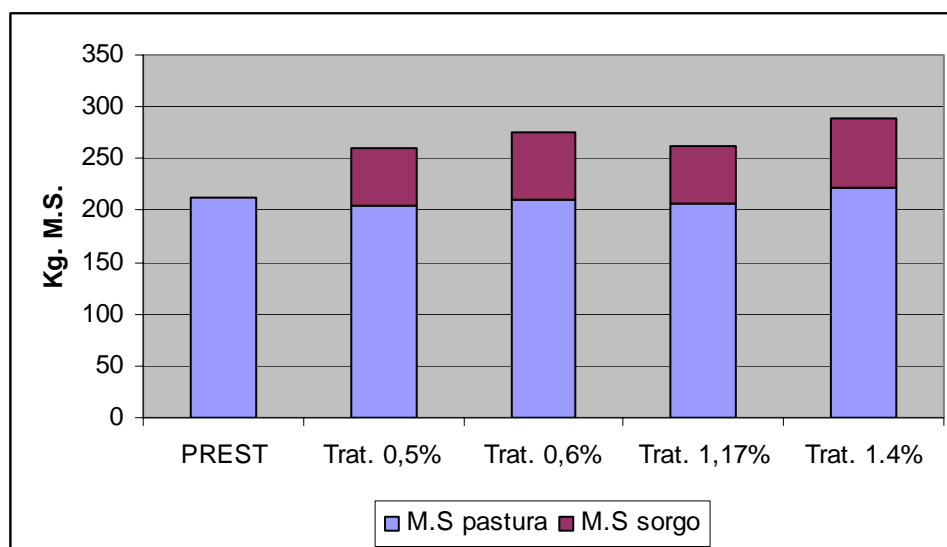
1.4% - A.F.= 2.5% y 1.4% de asignación de sorgo lunes, miércoles y viernes.

Después de un período de acostumbramiento por parte de los animales al consumo de sorgo, no existió rechazo en ninguno de los tratamientos.

4.2.3 Consumo de M.S. total

A continuación se presentan los datos de consumo de M.S total.

Grafica N° 5: Consumo de Materia Seca total por tratamiento



Cuadro N° 13: Consumo de M.S total (pastura + sorgo) en kg de M.S y como % del P.V. por tratamiento

	PREST.	24hs		L, M y V.	
		0.50%	0.60%	1.17%	1.40%
Consumo					
kg. M.S sorgo	0	54.69	66.09	55.44	66.07
kg. M.S forraje	221.75	215.39	219.94	216.26	232.89
Total	221.75	270.08	286.03	271.70	298.97
P.V. promedio	318.80	324.80	328.00	324.70	323.80
Consumo como % P.V.	1.58	1.89	1.98	1.90	2.10

La Manna et al. (2005) encontraron que si bien el consumo como % de P.V. no se vio afectado por la suplementación, éste si decreció linealmente a medida que la suplementación se hizo menos frecuente. Esto no fue detectado en este ensayo, ya que como muestra el cuadro, la frecuencia de suplementación no mostró efectos en el

consumo de forraje para los tratamientos 0.5% y 1.17%. Sin embargo se ve un aumento del consumo de forraje entre el tratamiento 1.4% y el 0.6%.

4.3 UTILIZACION DEL FORRAJE

Los valores de utilización encontrados en todos los casos superaron el 60%. En el campo se pudo detectar visualmente una mayor utilización de todos los tratamientos la cual no se percibió a nivel estadístico. Esta diferencia creemos se debe principalmente a factores como al muestreo de forraje remanente afectado por el pisoteo y barro debido a las condiciones climáticas de la época.

Como señala Bono et al. (2005) ante una situación de forraje no limitante, el animal no ve restringido su consumo lo que le permite seleccionar las partes mejores de la pastura y por ende lograr una menor utilización de la misma. En este caso ocurre lo contrario ya que la posibilidad de selección por parte del animal se ve limitada. Esto coincide con lo observado en el campo donde el forraje remanente fue muy escaso.

También Giordani (1973) coincide con lo antes mencionado al destacar como una de las ventajas del pastoreo rotativo y restringido, que se logra un mayor control de la posibilidad de que el animal seleccione al consumir, ya sea entre diferentes especies, diferentes puntos de la pradera y diferentes partes de una misma planta, logrando una mayor uniformidad en la cosecha del forraje y en contrapartida generando así que la calidad promedio de lo consumido sea inferior que en pastoreos continuos o no restringidos.

A priori se esperaba una mayor utilización del forraje por parte del tratamiento sin suplementación, ya que al no poder contar con el suplemento, era previsible que estos animales hicieran un uso más intensivo de la pastura, dejando remanentes menores.

En el siguiente cuadro se presentan los valores de utilización y la significancia de las diferencias entre ellos.

Cuadro N° 14: Utilización de forraje promedio por tratamiento y su significancia

Tratamiento	Promedio Utilización
PREST.	63.24 ab
0.5%	60.29 a
0.6%	60.96 a
1.17%	61.38 a
1.4%	65.39 b

Igual letra significa que no existen diferencias significativas ($P < 0.05$)

PREST- Pastoreo restringido. A.F.= 2.5%

0.5% - A.F.= 2.5% y 0.5% de asignación de sorgo cada 24 hrs.

0.6% - A.F.= 2.5% y 0.6% de asignación de sorgo cada 24 hrs.

1.17% - A.F. =2.5% y 1.17% de asignación de sorgo lunes, miércoles y viernes.

1.4% - A.F.= 2.5% y 1.4% de asignación de sorgo lunes, miércoles y viernes.

Las diferencias detectadas en la utilización del forraje siguen la misma tendencia que el consumo. Se observan diferencias significativas entre los tratamientos 0.5%, 0.6% y 1.17% versus el tratamiento 1.4%.

Si bien el tratamiento PREST no fue el que mostró mayor utilización de la pastura, fue el único que no mostró diferencias significativas con el 1.4%.

Una posible explicación sería que independientemente del suplemento la asignación de forraje era demasiado baja como para detectar una mayor utilización por parte del tratamiento PREST. El pastoreo restringido imposibilitó detectar diferencias en la utilización entre los tratamientos suplementados versus el no suplementado, ya que el efecto de la suplementación fue principalmente aditivo y no sustitutivo. Sin embargo, este mismo argumento, es el que explica los 2 o 3 puntos porcentuales de más que tuvo el tratamiento sin suplementación versus los suplementados (exceptuando el tratamiento 1.4%). Si bien la restricción de forraje fue importante, los animales consumieron más pero no detectable a nivel estadístico.

Los animales suplementados no sustituyeron pasto por grano, debido a que la restricción de forraje fue severa.

La Manna et al. (2005) encontraron diferencias en la utilización del forraje por parte del tratamiento sin suplementación y con pastoreo restringido; aunque la restricción del forraje no fue tan severa como en este caso, ya que utilizaron 3% de asignación de forraje y no 2.5% como es el caso del ensayo en cuestión.

Con respecto al efecto de la frecuencia de suplementación en la utilización del forraje, como ya mencionamos anteriormente esta sigue la misma tendencia que el consumo. Por lo tanto entre los tratamientos 0.5% y 1.17% no se ven diferencias significativas mientras que entre los tratamientos 0.6% y 1.4% si existen. El tratamiento 1.4% fue el que mostró mayor utilización de la pastura.

4.4 FORRAJE REMANENTE

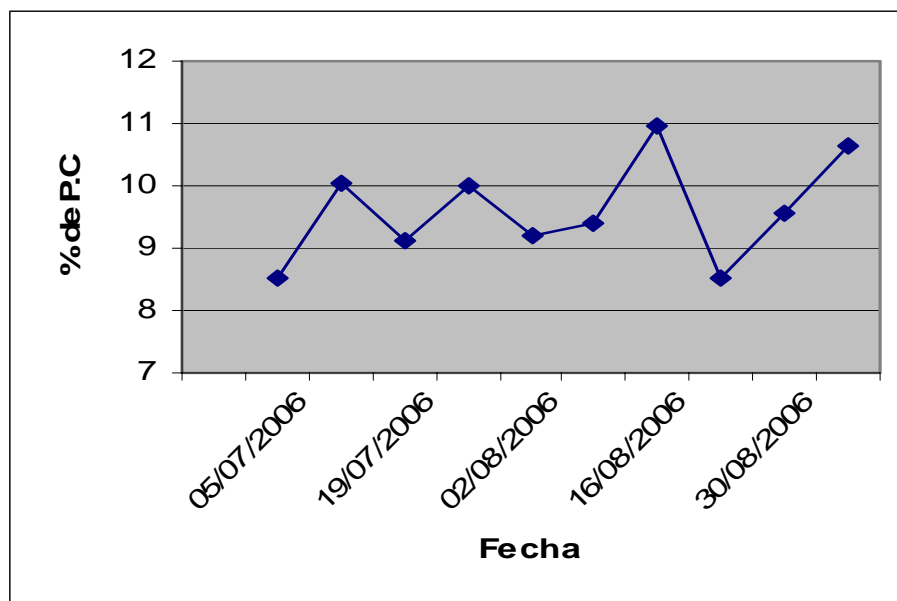
4.4.1 Calidad

Observando las graficas que se presentan a continuación y analizándolo conjuntamente con la composición química del forraje disponible, se ve claramente que,

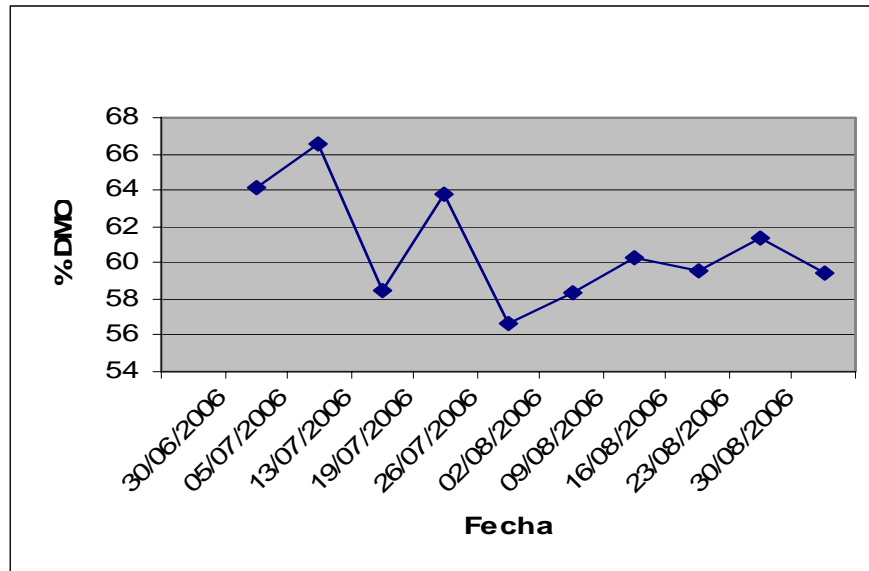
como era esperable lo rechazado por los animales fue de menor calidad que lo ofrecido. Tanto los valores de digestibilidad, de proteína como de fibra (FDN y FDA) son inferiores cualitativamente para el forraje rechazado.

Las siguientes figuras muestran la evolución de los diferentes parámetros de calidad del forraje remanente.

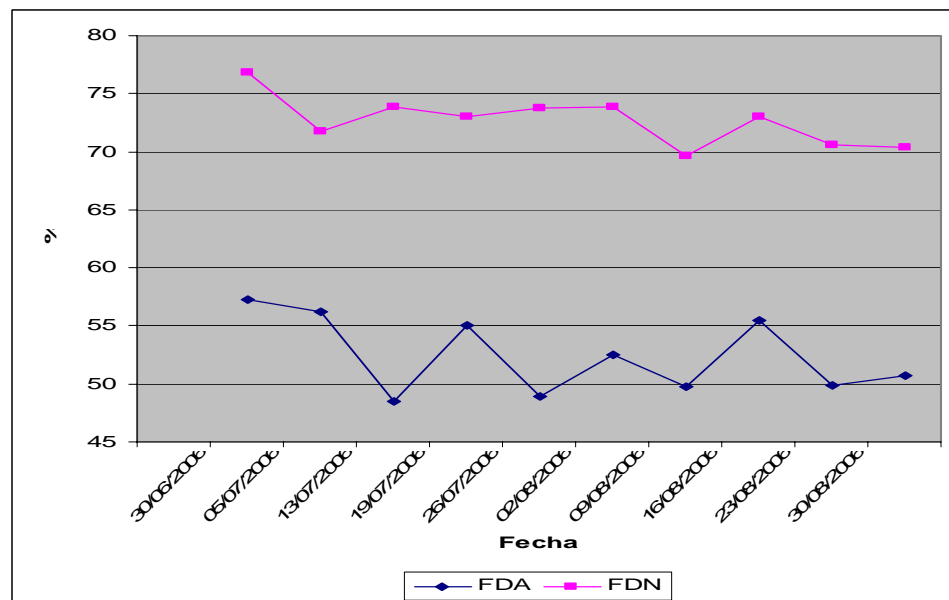
Gráfica N° 6: Evolución de la proteína cruda del forraje remanente



Gráfica N° 7: Evolución de la Digestibilidad de la Materia Orgánica del forraje remanente



Gráfica N° 8: Evolución de la FDA y FDN del forraje remanente



El forraje rechazado mostró menores valores de digestibilidad y proteína y mayores valores de materia seca y fibra que el forraje disponible. Dicha evolución era

esperable; ya que los animales consumieron todas las partes de la planta, rechazando solo aquellas partes que fisiológicamente les era imposible llegar a consumir, es decir las bases de los tallos. Estas partes en general son las de menor calidad de la planta. A su vez la evolución de los parámetros coincide con la del forraje ofrecido; empeorando a medida que avanzaba el ensayo y el estado de madurez de la planta.

El contenido de cenizas fue alto y en algunos casos superó el 30% debido principalmente a la existencia de barro en algunas de las muestras de rechazo tomadas. La gran cantidad de barro que generó el pisoteo en alguna de las parcelas fue motivo de algún problema para la toma de muestras de rechazo.

Queda claramente expuesto que los animales consumían lo de mayor calidad y rechazaban aquellas partes de la planta con mayor contenido de fibra y menor digestibilidad (tallos).

4.5 PERFORMANCE ANIMAL

4.5.1 Peso inicial

Para esta primer variable, el modelo aplicado fue significativo y como era esperable los tratamientos no mostraron diferencias significativas mientras que el efecto de los bloques si mostró diferencias estadísticas sobre el peso inicial.

El peso inicial fue la variable que se tomo en cuenta para bloquear los animales, pero dentro de cada bloque el peso de los mismos fue lo más homogéneo posible. Esto se hizo para evitar diferencias entre tratamientos debido a diferente peso inicial y poder, con mayor certeza, adjudicar las diferencias al efecto directo de cada tratamiento.

Cuadro N° 15: Peso inicial promedio por tratamiento y su significancia

Tratamiento	Promedio P. Inicial
PREST.	303.6 a
0.5%	305.5 a
0.6%	309.7 a
1.17%	306.5 a
1.4%	308.3 a

Igual letra significa que no existen diferencias significativas ($P < 0.05$)

PREST- Pastoreo restringido. A.F.= 2.5%

0.5% - A.F.= 2.5% y 0.5% de asignación de sorgo cada 24 hrs.

0.6% - A.F.= 2.5% y 0.6% de asignación de sorgo cada 24 hrs.

1.17% - A.F. =2.5% y 1.17% de asignación de sorgo lunes, miércoles y viernes.

1.4% - A.F.= 2.5% y 1.4% de asignación de sorgo lunes, miércoles y viernes.

No son significativas las diferencias entre tratamientos para peso inicial, lo cual corrobora que el peso de los animales al comienzo del ensayo no tendrá incidencia en el peso final de los mismos.

4.5.2 Peso final

Para peso final, nuevamente el modelo aplicado fue significativo y se ven diferencias estadísticas entre tratamientos.

Cuadro N° 16: Peso final promedio por tratamiento y su significancia

Tratamiento	Promedio Peso Final
PREST.	334.0 a
0.5%	344.4 ab
0.6%	346.3 b
1.17%	342.8 ab
1.4%	339.2 ab

Igual letra significa que no existen diferencias significativas ($P < 0.05$)

PREST- Pastoreo restringido. A.F.= 2.5%

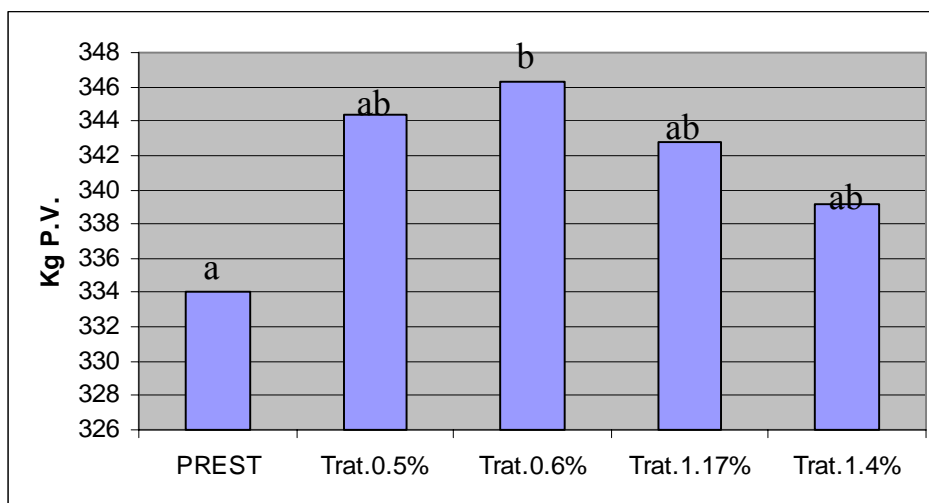
0.5% - A.F.= 2.5% y 0.5% de asignación de sorgo cada 24 hrs.

0.6% - A.F.= 2.5% y 0.6% de asignación de sorgo cada 24 hrs.

1.17% - A.F.= 2.5% y 1.17% de asignación de sorgo lunes, miércoles y viernes.

1.4% - A.F.= 2.5% y 1.4% de asignación de sorgo lunes, miércoles y viernes.

Gráfico N° 9: Peso final promedio para los distintos tratamientos y sus diferencias estadísticas



Igual letra significa que no existen diferencias significativas ($P < 0.05$)

PREST- Pastoreo restringido. A.F.= 2.5%

Trat. 0.5%- A.F.= 2.5% y 0.5% de asignación de sorgo cada 24 hrs.

Trat. 0.6%- A.F.= 2.5% y 0.6% de asignación de sorgo cada 24 hrs.

Trat. 1.17%- A.F.= 2.5% y 1.17% de asignación de sorgo lunes, miércoles y viernes.

Trat. 1.4%- A.F.= 2.5% y 1.4% de asignación de sorgo lunes, miércoles y viernes.

Los tratamientos suplementados no mostraron diferencias significativas con el tratamiento de pastoreo restringido y sin suplemento (excepto el tratamiento 0.6%), lo cual no coincide con lo encontrado por diversos autores.

Balbuena et al. (2000) encontraron diferencias significativas entre el testigo sin suplementar y los demás tratamientos suplementados a tasas bajas y diferente frecuencia. También Risso et al., citados por Fernández et al. (2005) llegaron a resultados similares, concluyendo que el suministro de cantidades controladas de grano permite maximizar la eficiencia de utilización del forraje sin perjudicar e incluso mejorando el ritmo de ganancia de peso de los animales en altas dotaciones, aumentando la capacidad de carga y productividad del predio. Datos similares fueron encontrados por La Manna et al. (2004) donde en un ensayo sobre frecuencia de suplementación en animales en crecimiento, concluyen que en todos los casos los animales suplementados lograron una mejor performance que los animales sin suplementación.

También Beretta et al. (2005) lograron resultados no del todo coincidentes con el ensayo al encontrar que independientemente de la situación de la pastura, la respuesta a la suplementación muestra una relación inversa a la asignación de forraje. Es decir que con pastoreo restringido las diferencias entre los animales suplementados versus los no suplementados son mayores. En este ensayo, se encontraron similares resultados, con la salvedad que las diferencias no fueron tan categóricas como las reportadas por Beretta et al. Vale recalcar que Beretta et al. (2005) utilizaron niveles de suplementación no mayores al 1% de P.V de asignación de grano, ya que lo consideran un nivel seguro desde el punto de vista metabólico. Corroborando esto, La Manna et al. (2005d) encontraron ganancias iguales estadísticamente entre corderos con pastoreo restringido, suplementados cada 24hrs al 0.5% de PV, 48 hrs. al 1% de PV y de lunes a viernes al 0.7% de PV y corderos con pastoreo no restringido y sin suplementación. La diferencia entre ambos casos es la carga que cada sistema soporta, siendo el doble para el caso de pastoreo restringido mas suplementación.

Como se ve en el gráfico N° 9, en el ensayo se vieron diferencias significativas únicamente entre el tratamiento PREST y el 0.6% y tendencias entre los tratamientos PREST y 0.5% ($P < 0.1$) y PREST y 1.17% ($P < 0.15$). Es decir que excluyendo el tratamiento 0.6%, el resto de los tratamientos suplementados, independientemente de la frecuencia, no lograron mayores pesos finales que aquellos sin suplementar y con pastoreo restringido (Trat. PREST.).

También se resalta que el único tratamiento suplementado que no presentó diferencias significativas, ni tendencias fue el tratamiento 1.4%. El resto mostró o diferencias significativas, o al menos tendencias dignas de mencionar. Es decir que cuando llegamos a valores muy elevados de asignación de grano (1.4% P.V.), la respuesta en cuanto al peso final es igual en términos estadísticos a no suplementar. La explicación de esto creemos que radica en que al ofrecer una cantidad muy elevada de grano cada 48hs se produce el fenómeno de acidosis sub clínica (dado que no se vieron síntomas) previamente explicado, con las respuestas que acarrea en términos de ganancia de peso. Como señala Camps et al. (2002) dependiendo de la magnitud de la acidosis, puede generar trastornos metabólicos imperceptibles o de mayor escala como pérdida de peso o incluso llegar a la muerte.

Dichos resultados se logran comprender totalmente al analizar la cantidad de proteína de la dieta ofrecida. Todos los resultados que han obtenidos distintos autores y que no se pudieron apreciar en este ensayo, siempre han sido con proteína cruda no limitante.

Si nos remitimos a NRC para ganado de carne (1996), un animal en crecimiento o terminación de 300 kg de peso vivo requiere 303 gr/día de proteína metabolizable para ganar 1 kg/día y 442 gr/día de proteína metabolizable (P.M) para ganar 1.5 kg /día. Para estimar proteína cruda (P.C), se debe dividir el valor entre 0.64 para el caso del grano de sorgo.

A continuación se presentan los requerimientos mínimos de P.C. de una dieta para que ésta no se la limitante de la ganancia de peso para animales en crecimiento o terminación.

Cuadro N° 17: Requerimientos de P.M y P.C para ganado de carne en crecimiento y terminación para dos pesos vivos

kg P.V. del animal	300	350
kg P.M/día para lograr ganancias de:		
1 kg/día	0.303	0.298
1.5 kg/día	0.442	0.432
kg P.C/día para lograr ganancias de:		
1 kg/día	0.473	0.466
1.5 kg/día	0.691	0.675

Para lograr comparar y determinar si la proteína ofrecida fue suficiente o limitante, a continuación se presentan los datos de P.C de la dieta de los diferentes tratamientos:

Cuadro N° 18: Kg de P.C/día aportada por la dieta

	PREST	24 hrs.		L, M, y V.	
		0.50%	0.60%	1.17%	1.40%
%P.C promedio de la dieta	13.26	12.38	12.26	12.37	12.30
Kg M.S/día	5.04	6.14	6.50	6.18	6.79
kg PC/día	0.668	0.760	0.797	0.764	0.836

Como se ve, la proteína promedio de la dieta ofrecida a los animales en este ensayo se encontraba en el límite.

Para lograr un analizar con mayor claridad y de manera mas precisa de la proteína se utilizó un software para la predicción de la performance de vacunos en pastoreo, donde se le cargaron los datos del tratamiento 0.6 y el programa calcula el balance de proteína y energía metabolizable. A continuación se presenta el cuadro que surge de dicho software:

Cuadro N° 19: Balance de Energía y Proteína Metabolizable

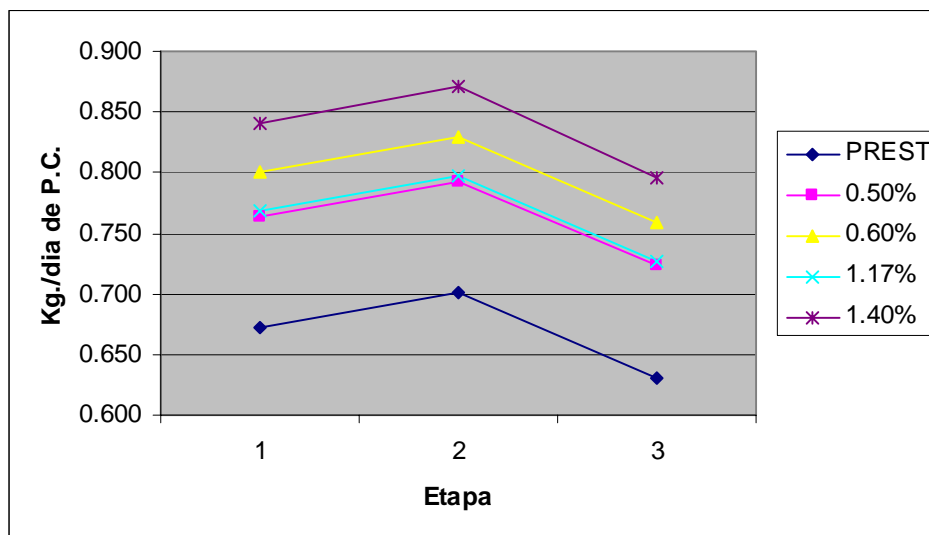
	Requerimientos	Dieta	Balance
	Mcal/animal/día	Mcal/día	
Energía metabolizable	17.06	15.28	-1.00
Proteína metabolizable	371.19	470.61	80.00
Síntesis proteína microbiana (MCP)			
FME (Mcal/día)		575.07	
ERDP (g/día)		413.03	
Proteína digestible no degradable en rumen (g/día)		207.30	

Fuente: Beretta et al. (2006)

Del cuadro se desprende que en promedio, la proteína metabolizable no estaría siendo limitante para lograr altas ganancias de peso.

Como ya fue analizado a medida que el ensayo avanzaba, el estado de madurez de la pastura también y conjuntamente empeoraban los valores de proteína de la pastura. Por lo que, si dividimos el ensayo en tres etapas, siendo la etapa 3 la última parte del mismo, seguramente la proteína haya sido limitante en ésta etapa del experimento, como muestra la siguiente gráfica.

Grafica N° 10: Evolución de la PC de la dieta a lo largo de las distintas etapas del ensayo



Si bien, los valores de proteína promedio de la dieta se encontraron al límite, y en muchos casos están por encima de lo que teóricamente requiere un animal en crecimiento o terminación, creemos que tuvo relevancia para no permitir que se observaran diferencias significativas, y solo se observaron tendencias entre la mayoría de los tratamientos suplementados y el testigo con pastoreo restringido.

Además de que la proteína cruda aportada por la dieta se encontraba muy cercana a lo requerido por los animales, deberíamos analizar cuanto de la energía que le brindamos con el grano era realmente aprovechada por el animal y cuanto no se pudo aprovechar debido a una deficiencia de N amoniacal a nivel ruminal.

Puede suceder que específicamente en el momento de aporte de energía (momento de consumo de grano) el nitrógeno amoniacal a nivel ruminal no fuera suficiente para poder aprovechar la energía aportada por el suplemento.

Al aportar una buena cantidad de energía, a nivel ruminal se necesita una cierta cantidad de nitrógeno como amoníaco para poder canalizar y utilizar toda esa energía aportada en un momento dado. Owens et al. (1991) señalan que un nivel adecuado sería entre 5 y 8,5 mg de N-NH₃/dl a nivel ruminal para poder aprovechar la energía aportada. Sin embargo, también hallaron que en cebada se incremento la digestión de la misma hasta niveles de 28 mg N-NH₃/dl.

Como se ve en la gráfica N° 10 la solubilidad de la proteína sería menor a medida que el cultivo de avena avanza en su estado de madurez, incrementando las deficiencias a nivel ruminal.

Si bien el efecto del grano fue en todos los tratamientos aditivo, creemos que este no repercutió significativamente en el peso final a favor de los tratamientos suplementados, debido a que la proteína de la dieta se encontraba en el límite de lo requerido, pudiendo ser en algunas parcelas inferior al mismo; y a que no se midió N-Nh3 a nivel ruminal para corroborar que este no fuera limitante para el aprovechamiento de la energía aportada en el momento de aporte del grano.

Para analizar el efecto de la frecuencia de suplementación sobre el peso final debemos analizar los pares de tratamientos que recibieron la misma cantidad de suplemento semanal pero en diferente frecuencia.

En el caso de los tratamientos 0.5% y 1.17% (3.5% de P.V de grano semanal) no existieron diferencias significativas ($P=0.80$); es decir que en términos prácticos, ofrecer 3,5% del P.V de grano semanalmente, todos los días o cada 48 horas, sería, estadísticamente lo mismo.

Para los tratamientos 0.6% y 1.4% (4,2% de P.V de grano semanal) tampoco se encontraron diferencias significativas, aunque la probabilidad de que el peso final sea el mismo para ambas frecuencias de suplementación es sustancialmente menor que para los tratamientos 0.5% y 1.17% ($P=0.24$).

Podríamos decir que se comienza a visualizar que una disminución de la frecuencia de suplementación, no repercutiría en un menor peso final, siempre y cuando no superáramos el límite de 1.17% de asignación de grano por día.

4.5.3 Ganancia diaria de peso vivo

Asociado a los resultados de peso final y mostrando tendencias muy similares se encuentra la variable ganancia total. Nuevamente se puede observar que para esta variable el modelo aplicado fue significativo y que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Cuadro N° 20: Promedio de ganancias totales (kg/día) por tratamiento y su significancia

Tratamiento	Promedio de Gan. Total
PREST	0.690 a
0,5%	0.884 b
0,6%	0.831 ab
1,17%	0.823 ab
1,4%	0.701 a

Igual letra significa que no existen diferencias significativas ($P < 0.05$)

PREST- Pastoreo restringido. A.F.= 2.5%

0.5% - A.F.= 2.5% y 0.5% de asignación de sorgo cada 24 hrs.

0.6% - A.F.= 2.5% y 0.6% de asignación de sorgo cada 24 hrs.

1.17% - A.F.= 2.5% y 1.17% de asignación de sorgo lunes, miércoles y viernes.

1.4% - A.F.= 2.5% y 1.4% de asignación de sorgo lunes, miércoles y viernes.

Se observa que los tratamientos suplementados no lograron mayores ganancias que el tratamiento bajo pastoreo restringido. Existen diferencias significativas entre el tratamiento PREST y el 0.5% y entre el 0.5% y el 1.4%, existiendo leves tendencias entre el PREST y 0.6% ($P < 0.15$), PREST y 1.17% ($P < 0.15$) y 0.6% y 1.4% ($P = 0.15$). Al igual que para peso final esto no coincide con los resultados encontrados por distintos autores, como lo encontrado por La Manna et al. (2005) al comprobar que las ganancias de animales bajo pastoreo restringido, son inferiores a las ganancias de animales con pastoreo no restringido o restringido con suplementación.

La explicación de que las diferencias no fueron significativas entre el tratamiento de pastoreo restringido y los suplementados a bajas tasas diarias, excluyendo 0,5% (0,6% y 1,17%) radica nuevamente en la cantidad de P.C. promedio de la dieta. Como vimos para peso final, la cantidad de proteína de la dieta se encontraba en el límite de lo requerido por el tipo de animales utilizados en el ensayo, y además pudo no haber sido suficiente para utilizar la energía aportada por el suplemento; por lo que estos componentes fueron los que desencadenaron que se detectaran tendencias y no diferencias significativas.

Al analizar ganancias de peso, surge como elemento extra que no figuraba en peso final, diferencias significativas entre el tratamiento 0.5% y 1.4%. y tendencias entre 0.6% y 1.4% ($P < 0.15$) y 1.17% y 1.4% ($P < 0.17$). Esto resalta la diferencia entre los tratamientos 0.5%, 0.6% y 1.17% versus el PREST. y 1.4%, lo cual refuerza la idea de que suplementar 3 veces por semana al 1.4 % logra resultados similares a pastoreo restringido y sin suplementación.

Cuando volvemos a analizar los pares de tratamientos que nos permiten ver el efecto de la frecuencia de suplementación, se ve que para el caso de los tratamientos 0.5% y 1.17%, no existen diferencias significativas, por lo que suplementar todos los días al 0.5 % del peso vivo o tres veces por semana al 1.17% del P.V, en términos de la

ganancia de peso es estadísticamente lo mismo. No sucede lo mismo cuando analizamos los tratamientos 0.6% y 1.4%. En este caso se ve una tendencia a favor del tratamiento 0.6% ($P < 0.15$); por lo que se sigue marcando la diferencia entre suplementar diariamente al 0.6% y suplementar 3 veces por semana al 1.4%.

Se afirma entonces el concepto que suplementar tres veces por semana a razón de 1.4% del P.V. no es lo mismo que hacerlo diariamente al 0.6%; ya que desencadena una serie de fenómenos biológicos que atentan contra la ganancia de peso de los animales, y si bien en este ensayo no fueron estadísticamente detectables para todos los tratamientos, las tendencias que muestran tanto la ganancia de peso como el peso final alcanzado por los animales, conjuntamente con los valores límite de P.C. de la dieta, creemos que son elementos suficientes para comprender el fenómeno y poder afirmarlo.

Cuadro N° 21: Peso inicial, final y ganancia total por tratamiento para todo el ensayo

	PREST.	24hs		L, M y V.		
		0.50%	0.60%	1.17%	1.40%	
Peso (Kg.)	Inicial	303.6	305.5	309.7	306.6	308.4
	Final	334	344.1	346.3	342.8	339.2
Gan. Diaria (kg/día)		0.691	0.885	0.832	0.824	0.701

En el cuadro anterior se resumen los resultados de peso y ganancia de peso en todo el período. El pastoreo restringido conjuntamente con el tratamiento 1.4% fueron los que obtuvieron menores ganancias de peso; mientras que los tratamientos 0.5%, 0.6% y 1.17% no muestran diferencias independientemente de la frecuencia.

Resultados similares a estos encontraron La Manna et al. (2005) en un ensayo realizado en novillos en el que el tratamiento de 1.5% de asignación de grano cada 72 horas, fue el único que logró menores ganancias de peso en el período del ensayo; y por lo tanto menores pesos finales.

4.6 EFICIENCIA DE CONVERSIÓN

Para poder afirmar que la frecuencia de suplementación no provoca diferencias de significancia en la ganancia de peso, deberíamos también tener en cuenta como evoluciona la eficiencia de conversión cuando se cambia la frecuencia y la cantidad de suplemento.

La eficiencia de conversión indica en que proporción el animal aumenta su peso vivo debido a un mayor consumo de M.S. Para leerlo correctamente se debe comparar los tratamientos de igual consumo de sorgo versus el tratamiento control.

Cuadro N° 22: Promedio de eficiencia de conversión (Kg M.S/kg de carne) por tratamiento y su significancia

Tratamiento	Promedio de Efic. de conversión
PREST	9.66 ab
0.5%	7.44 a
0.6%	8.50 a
1.17%	7.91 a
1.4%	11.72 b

Igual letra significa que no existen diferencias significativas ($P < 0.05$)

PREST- Pastoreo restringido. A.F.= 2.5%

0.5% - A.F.= 2.5% y 0.5% de asignación de sorgo cada 24 hrs.

0.6% - A.F.= 2.5% y 0.6% de asignación de sorgo cada 24 hrs.

1.17% - A.F. =2.5% y 1.17% de asignación de sorgo lunes, miércoles y viernes.

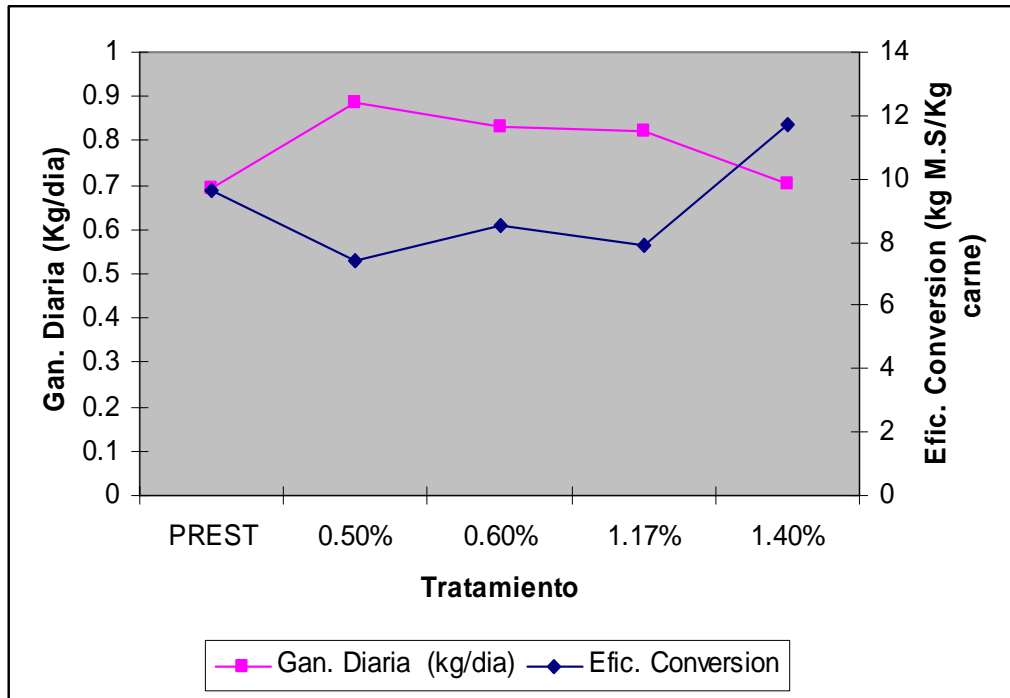
1.4% - A.F.= 2.5% y 1.4% de asignación de sorgo lunes, miércoles y viernes.

Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos 0.5%, 0.6% y 1.17% vs. el tratamiento 1.4%. Este comportamiento era esperable dado que el tratamiento 1.4% fue el que consumió más kilogramos de Materia Seca y fue el de menor ganancia diaria.

Se puede ver que tanto el tratamiento 1.17% como el 1.4% (es decir los infrecuentes) siempre empeoran su eficiencia de conversión, en comparación con los tratamientos de igual suplementación semanal, pero con frecuencia diaria, aunque sin diferencias significativas.

Este cuadro deja en claro que a medida que disminuimos la frecuencia la eficiencia de conversión aumenta, es decir empeora. Cuando comparamos el tratamiento 0.5% con el 1.17% la eficiencia aumenta un 6%, mientras que cuando enfrentamos el 0.6% con el 1.4% ésta aumenta un 37%. Esto muestra que el aumento de la eficiencia de conversión es mas marcado aún, a medida que la suplementación es mayor.

Grafica N° 11: Ganancia diaria y eficiencia de conversión por tratamiento



5. CONCLUSIONES

En primer lugar, cabe la pena aclarar que la calidad de la pastura no fue la ideal ya que al comienzo del ensayo la misma se encontraba en avanzado estado de madurez y con algún problema sanitario.

El consumo de forraje se vio limitado por la estructura y calidad de la pastura. Además, debido a esto, todos los tratamientos suplementados lograron una alta tasa de adición.

Si bien los animales suplementados no lograron mayores ganancias de peso vivo estadísticamente detectables, como era esperable, versus los de pastoreo restringido, creemos que existen algunos fenómenos que explican porque no se detectaron diferencias pero si tendencias. Y dichas tendencias son lo suficientemente fuertes como para concluir sobre el tema.

La alta tasa de adición de grano repercutió en las ganancias de peso vivo, aunque en algunas situaciones no llego a ser debido principalmente a que la proteína de la dieta se encontraba en el límite de lo requerido. Vale recalcar también que para la última parte del ensayo y en algunas parcelas en particular la proteína de la pastura podría ser inferior a lo necesitado por los animales suplementados para lograr altas ganancias. Además esto podría tener una repercusión en el aprovechamiento de la energía a nivel ruminal, (debido a una deficiencia de N amoniacal).

El efecto de la frecuencia de suplementación no fue significativo en la ganancia de peso vivo para bajas tasas de suplementación semanal (3.5% PV), mientras que para los animales suplementado a 4.2% PV semanal si se vio un efecto negativo de la frecuencia sobre la ganancia de peso vivo en el tratamiento menos frecuente.

Por lo que en base a los resultados hallados en este ensayo, se puede concluir que en términos de ganancia de peso, para suplementaciones semanales del 3.5% de P.V., es estadísticamente lo mismo hacerlo todos los días al 0.5% o lunes miércoles y viernes al 1,17%. No sucede lo mismo con suplementaciones de 4.2% del P.V. semanales.

En coincidencia con los resultados encontrados por La Manna et al. (2005) parecería aparecer el valor aproximado de 1.17% de asignación de grano (en base fresca o 0.9% en base seca), como el límite máximo para suplementar infrecuentemente sin tener los efectos perjudiciales a nivel ruminal que repercutan negativamente en las ganancias de peso.

Este valor máximo, además de asegurar ganancias de peso iguales estadísticamente que si la suplementación fuese cada 24 hrs., nos asegura una eficiencia

de conversión es adecuada; comparable a los que se pueden lograr con bajas tasas de suplementación diarias.

6. RESUMEN

El objetivo de este ensayo fue evaluar el efecto de diferentes niveles y frecuencias de suplementación con grano húmedo de sorgo sobre la performance de novillos Hereford, Aberdeen Angus y sus cruzas pastoreando un verdeo de avena en el otoño-invierno. El experimento se llevó a cabo en la unidad de bovinos de carne de la estación experimental Alberto Boerger de I.N.I.A. “La Estanzuela”; Colonia, Uruguay, teniendo una duración de 70 días (desde el 28 de junio hasta el 5 de setiembre de 2006). Se utilizaron 60 novillos Hereford, Aberdeen Angus y sus cruzas, con un peso vivo inicial promedio de $306.8 \pm 2.22\text{kg}$, los cuales se encontraban pastoreando una avena. El manejo de pastoreo se realizó mediante cambio de franjas cada tres y cuatro días. El diseño seleccionado fue el de en bloques completos al azar por existir una vía de heterogeneidad (peso de los animales). De esta forma se logró crear 4 bloques homogéneos de 5 tratamientos cada uno. Todos los tratamientos tuvieron igual asignación de forraje, 2.5%. Un primer tratamiento no tuvo suplementación; dos tratamientos recibieron igual suplementación semanal, 3.5%, pero en diferente frecuencia: diaria a razón de 0.5% y 3 veces por semana a razón de 1.17%; y los otros dos tratamientos recibieron 4.2% de suplementación semanal, pero nuevamente con diferente frecuencia: 0.6% diariamente y 1.4% 3 veces por semana. Las ganancias obtenidas fueron: 0.690kg/día para el tratamiento sin suplementación; 0.884kg/día para el tratamiento con suplementación diaria de 0.5%; 0.831kg/día para el tratamiento con suplementación diaria de 0.6%; 0.823kg/día para el tratamiento de suplementación infrecuente de 1.17%; y 0.701kg/día para el tratamiento de suplementación infrecuente de 1.4%. Se registraron diferencias significativas ($P < 0.05$) o tendencias dignas de mencionar ($P < 0.15$) entre los tratamientos suplementados y el testigo sin suplementación, excluyendo el tratamiento infrecuente de 1.4%. Éste último logro ganancias y pesos finales iguales al tratamiento sin suplementación. En muchos casos se registraron tendencias y no diferencias estadísticas, debido a un posible déficit de P.C. de la dieta. Promedialmente la proteína se encontró en el límite de lo requerido por los animales; pero quizás pueda haber existido un déficit a nivel ruminal en el momento de suplementación energética que no permitiera la total utilización de la energía en rumen. Esto provocó que se registraran solo tendencias y no diferencias estadísticas. En cuanto al efecto directo de la frecuencia de suplementación, éste no tuvo efecto sobre los tratamientos de suplementación semanal de 3.5%, pero sí lo tuvo sobre el par de tratamientos de 4.2% semanal. En este caso, el tratamiento de 1.4% de suplementación 3 veces por semana logró menores ganancias que el de 0.6% diariamente suplementado. Si bien no fueron diferencias estadísticas, sí fueron tendencias que creemos de destaque ($P < 0.15$). La eficiencia de conversión empeora a medida que la suplementación se hace menos frecuente, siendo mayor cuanto mayor sea la tasa de suplementación. En este sentido quien logró peores eficiencias de conversión fue el tratamiento de suplementación 3 veces por semana a razón de 1.4%. Sin embargo vale recalcar que para

el caso de suplementación semanal de 3.5%, tanto la frecuencia diaria como 3 veces por semana, logró buenos valores de eficiencia de conversión.

Palabras Claves: Ganado de Carne; Pastoreo; Sorgo grano húmedo; Frecuencia de suplementación; Performance animal; pH ruminal.

7. SUMMARY

The aim of this test was to evaluate the effect of different levels and frequencies of supplementation with high moisture grain of sorghum on the performance of steers Hereford, Aberdeen Angus and their cross grazing oat in autumn and winter. The experiment was carried out in the bovine of meat unit of the experimental station Alberto Boerger of I.N.I.A " La Estanzuela "; Colonia, Uruguay, having a duration of 70 days (from June 28 up to 5 of September of 2006). There was in use 60 Hereford, Aberdeen Angus and their cross steers, with an initial average live weight of $306.8 \pm 2.22\text{kg}$, which were grazing oat. The managing of shepherding was realized by means of change of striping every three and four days. The selected design was completely random blocks because we could notice a route of heterogeneity (weight of the animals). We create 4 homogeneous blocks of 5 treatments. All the treatments had equal assignment of forage, 2.5 %. The first treatment did not have supplementation; two treatments received equal weekly supplementation, 3.5 %, but in different frequency: daily 0.5 % and 3 times per week 1.17 %; and other two treatments received 4.2 % of supplementation weekly, but again with different frequency: 0.6 % every day and 1.4 % 3 times per week. The obtained weight gain were: 0.690kg/day for the treatment without supplementation; 0.884kg/day for the treatment with supplementation daily of 0.5 %; 0.831kg/day for the treatment with supplementation daily of 0.6 %; 0.823kg/day for the treatment of supplementation infrequent of 1.17 %; and 0.701kg/day for the treatment of supplementation infrequent of 1.4 %. We could registered significant differences ($P < 0.05$) or trends ($P < 0.15$) between the supplemented treatments and the witness without supplementation, excluding the infrequent treatment of 1.4 %. The infrequent treatment of 1.4% achieve the same weight gains and final weights that the witness without supplementation and 2.5% of forage assignment. In many cases trends were registered and not statistics differences, due to C.P (Crude Protein) possible deficit of the diet. In average the protein was in the limit of needed for the animals; but probably a deficit could have existed in the rumen in the specific moment that energy was being supply by the supplementation; not allowing the total utilization of that energy in rumen. This provoked that only trends were registered and not statistics differences. As for the direct effect of the frequency of supplementation, it didn't had effects on the treatments of weekly supplementation of 3.5 %, but it had on the weekly couple of treatments of 4.2 %. In this case, the treatment of 1.4 % of supplementation 3 times per week achieved minor weight gains that 0.6 % every day supplemented. Though they were not statistical differences, there were trends that we believe of stand out ($P < 0.15$). The efficiency of conversion deteriorates as the supplementation becomes less frequent, being major when the rate of supplementation is major. The one who achieved worse efficiencies of conversion was the treatment supplemented 1.4%, 3 times per week. On the other hand for the case of supplementation weekly of 3.5 %, both the daily frequency and 3 times per week, achieved good values of efficiency of conversion.

Keywords: Beef Cattle. Grazing; High moisture grain of sorghum; Frequencies of supplementation; Animal performance; Ruminant pH.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ADRA, M; AZCARATE, M. P.; JONAS, O.; JUAN, N. A.; PORDOMINGO, A. J. 2002. Evaluación de dietas basadas en grano entero, sin fibra larga para engorde de bovinos en corral. Revista de Investigaciones Agropecuarias. 31(1): 1-22.
2. ARAKAKI, L.C.; BALBUENA, O.; KUCSEVA, C.D.; STAHRINGER, R.C.; VELAZCO, G. 1999. Effect of infrequent suplement feeding on performance, blood urea, nitrogen and ruminal variables in grazing cattle. South African Journal of Animal Science. 29: 191-192.
3. BACHA, F. 2002. Nutrición, patología digestiva y salud intestinal. Rumiantes en cebo; aspectos prácticos. In: Curso de Especialización FEDNA (18º., 2002, Barcelona, España). Nutrición, patología digestiva y salud intestinal. Rumiantes en cebo; aspectos prácticos. Barcelona, s.e. pp. 141-159.
4. BALBUENA, O.; GÁNDARA, F.R.; KUCSEVA, C.D.; STAHRINGER, R.C. 2000. Frecuencia de suplementación energética y energética-proteica en recría y terminación de bovinos en condiciones de pastoreo. Revista Argentina de Producción Animal. 20 (Supl.1): 58-59.
5. _____.; KUCSEVA, C.; MORENO, M. A; SCHREINER, J. J.; SLANAC, A. L.; VELAZCO, G. A. 2001. Efecto del uso de suplementación con silaje de sorgo grano húmedo con y sin agregado de urea en vaquillonas. (en línea). Corrientes, República Argentina, Universidad Nacional del Nordeste. Consultado 4 dic. 2006. Disponible en <http://www1.unne.edu.ar/cyt/2001/4-Veterinarias/V-023.pdf>
6. _____.; KOZA, G. A.; KUCSEVA, C. D.; NAVAMUEL, J. M.; ROCHINOTTI, D.; SCHREINER, J. J.; SLANAC, A. L.; SOMMA DE FERÉ, G. R. 2002. Efecto de la frecuencia de suplementación sobre el consumo en novillitos alimentados con heno de pastura tropical. Revista Argentina de Producción Animal. 22(Supl. 1): 24-25.
7. _____. 2003. Suplementación discontinua. (en línea). Chaco, Argentina. INTA Colonia Benitez. Consultado 4 dic. 2006 .
Disponible _____ en
http://www.inta.gov.ar/benitez/info/documentos/alimen/pdf_/56%20-%20discontinuo.pdf

8. BASURTO, V. 2004. Sistemas de producción de leche en pastoreo. (en línea). Mexico, s.e. Consultado 4 dic. 2006. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos15/produccion-leche/produccion-leche.shtml>
9. BERETTA, V.; SIMEONE, A. 2005. Manejo nutricional del ganado de carne. In: Jornada de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (2005, Paysandú). Suplementación y engorde a corral; como y cuando integrarlos en el sistema ganadero. Manejo nutricional del ganado de carne. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 8 - 28
10. _____; _____. 2006. Predicción de la performance de vacunos e pastoreo. s.n.t. 1 disco compacto, 8 mm.
11. BONO, S.; MESSA, A. 2005. Efecto del nivel de oferta de forraje y de la suplementación con grano y heno en la performance de novillos que pastorean una mezcla de leguminosas y gramíneas durante el otoño. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 122 p.
12. CALSAMIGLIA, S.; CERRATO, M.; FERRET, A. 2005. Efecto del pH subóptimo sobre la fermentación microbiana ruminal en cultivo continuo (en línea). In: Jornada de la Asociación Internacional para el Desarrollo Agrario, Jornadas sobre Producción Animal (11as., 2005, s.l.). Efecto del tiempo a ph subóptimo sobre la fermentación microbiana a cultivo continuo. Barcelona, s.e. Consultado 18 ago. 2006. Disponible en <http://www.aida-itea.org/jornadas.html>
13. CAMPOS, S. A. 2006. Fermentación ruminal, tamaño de la partícula y efecto de la fibra en la alimentación de las vacas lecheras. México, UNAM. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 8 p.
14. CAMPS, D.; GONZÁLEZ, G. 2002. Acidosis, un problema de las dietas ricas en granos. (en línea). s.n.t. Consultado 4 dic. 2006. Disponible en <http://nutrico.blogspot.com/2006/02/acidosis-un-problema-de-las-dietas.html>
15. CARÁMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 464 p.
16. CEPEDA, M.; SCAIEWICZ, A.; VILLAGRÁN, J. 2005. Manejo de la frecuencia de suplementación en la recría de terneros sobre pasturas mejoradas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 77 p.

17. DE LEON, M. 2005. Estrategia de suplementación de pasturas. Boletín Técnico Producción Animal. 3(5): 2
18. DUHALDE, J. M. 2002. Tasas de crecimiento y curvas de producción en avena y raigrass anual. Buenos Aires, Convenio INTA/Ministerio de Asuntos Agrarios. 4 p.
19. ELIZALDE, J. C. 2003. Suplementación en condiciones de pastoreo In: Jornada de Actualización Ganadera (1ª., 2003, Balcarce). Suplementación en condiciones de pastoreo. Balcarce, INTA. pp. 1-11
20. _____.; MONTIEL, M. D. 2004. Factores que afectan la utilización ruminal del grano de sorgo en vacunos. Revista Argentina de Producción Animal. 24 (1 – 2): 1-20.
21. FERNÁNDEZ, E.; MIERES, J. 2005. Algunos conceptos sobre el uso de suplementos en los sistemas invernadores. In: Jornada Producción Animal Intensiva (2005, La Estanzuela, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 1-10 (Actividades de Difusión no. 406).
22. GARCÍA, A.; KALSCHUR, K. 2006. Tamaño de la partícula y fibra efectiva en las dietas de vacas lecheras. South Dakota Extensión Service. Extensión Extra no. 4033S: 1-5.
23. GIORDANI, C. A. 1973. Métodos de aprovechamiento de pasturas. (en línea). Revista CREA n°. 8: s.p. Consultado el 3 ago. 2007. Disponible en <http://www.produccionbovina.com>
24. GODOY, S.; CHICCO, C. F. 2005. Actividad fitásica in vitro de los microorganismos del rumen y degradación in situ de un sustrato fibroso en ovínos alimentados con diferentes regimenes. Revista Zootecnia Tropical. 23 (1): 61-68.
25. GÓMEZ, C. 2003. Utilización de aditivos en vacas lechera. (en línea). In: Curso Formulación de Raciones para Vacunos en Lactación (2003, Lima). Textos. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. Consultado 18 ago. 2006. Disponible en <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~cgomez/>
26. HORN, G. W.; MCCOLLUM, F. T. 1987. Energy supplementation of grazing ruminants. In: Grazing Livestock Nutrition Conference (1987,

Jackson, Wyoming) Proceedings . Jackson, Wyoming, s.e. pp. 125-136

27. LA MANNA, A.F; FERNANDEZ, E.; MIERES, J.; TORRES, I.; BANCHERO, G. 2003. Efecto de la frecuencia de suplementación con maíz en corderos consumiendo una pastura de trébol rojo en forma restringida. Montevideo, INIA. pp. 36-42 (Actividades de Difusión no. 342).
28. _____.; _____. 2004. Frecuencia de suplementación en ganado en crecimiento. In: Jornada de Pasturas (2004, La Estanzuela, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 23 – 29. (Actividades de Difusión no. 380)
29. _____.; _____.; MIERES, J.; BANCHERO, G; VAZ MARTINS, D. 2005a. Efecto de la degradabilidad del grano como suplemento sobre la ganancia de peso vivo de novillos sobre una pastura de leguminosas durante otoño-invierno y primavera. In: Jornada Producción Animal Intensiva (2005, La Estanzuela, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 13-15 (Actividades de Difusión no. 406).
30. _____.; PURVIS II, H. T.; BODINE, T. N.; HORN, G. W.; OWENS, F. N; 2005b. Efecto de la frecuencia de suplementación de maíz quebrado en el consumo, utilización y performance de ganado en crecimiento. In: Jornada Producción Animal Intensiva (2005, La Estanzuela, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 47-50 (Actividades de Difusión no. 406).
31. _____.; FERNANDEZ, E.; MIERES, J.; BANCHERO, G.; VAZ MARTINS,D.; 2005c. Efecto de la frecuencia de suplementación en novillos y corderos pastoreando pradera sin restricción de forraje. In: Jornada Producción Animal Intensiva (2005, La Estanzuela, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 54-56 (Actividades de Difusión no. 406).
32. _____.; _____.; _____.; _____.; _____.; BONO, S.; MESSA, A.; 2005d. Efecto del nivel de oferta de forraje y de la suplementación con grano y heno en la performance de novillos que pastorean una mezcla de leguminosas y gramíneas durante el otoño. In: Jornada Producción Animal Intensiva (2005, La Estanzuela, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 17-20 (Actividades de Difusión no. 406).

33. _____.; _____.; _____.; _____.; _____. 2005e. Frecuencia de suplementación; una estrategia de manejo. In: Jornada Producción Animal Intensiva (2005, La Estanzuela, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 47-56 (Actividades de Difusión no. 406).
34. _____.; _____.; _____.; _____.; _____.2007. Suplementación infrecuente ¿Es posible trabajar menos y producir mas? Revista INIA. no. 10: 15 – 18.
35. MONTALBETTI, A. 2001. Microbiología del rumen. (en línea). s. n. t. Consultado 4 dic. 2006. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos7/rumen/rumen.shtml>
36. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2000. Nutrients requeriments of beef cattle. 7th. ed. Washington, D.C., Academic Press. 248 p.
37. OBISPO, NEGRO E. 2004. La importancia de la fibra efectiva en los cebaderos bovinos y su relación con acidosis ruminal clínica y subclínica. Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela (CENIAP HOY). no.6. 7 p.
38. OWENS F.N; GARAA, J.; DUBESKI, P. 1991. Advances in amino acid and N nutrition in grazing ruminants. In: Grazing Livestock Nutrition Conference (1991, Steamboat Spring, Colorado) Proceedings. Steamboat Springs, Colorado, s.e. p. irr.
39. PASINATO, A.; SEVILLA, G. 2002 Suplementación en rumiantes. (en línea). INTA EE Concepción. Hoja Informativa Electrónica no.60 Consultado 4 dic. 2006. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/CONCEPCION/info/hie/02/62.htm>
40. PORDOMINGO, A. Suplementación con granos a bovinos en pastoreo. (en línea). La Pampa, INTA. Consultado 4 dic. 2006. Disponible en <http://www.produccionbovina.com>
- 41.URRASTAROZ, E; DE LEON, M. 2004. Utilización de pasturas y suplementación con granos en invernada. (en línea). In: Proyecto Ganadero Regional Mejoramiento de la productividad y calidad de la carne bovina (2004, Córdoba). Informe técnico no.7. Córdoba, INTA Manfredi. Consultado 3 ago. 2007. Disponible en <http://www.produccionbovina.com>
42. VERNET, E. 2003. Manual de consulta agropecuaria. Buenos Aires, Gráfica Guadalupe. 304 p.

9. ANEXOS

1

“Ensayo de Frecuencia Vago Buono Cash”

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
block	4	1 2 3 4
treat	5	0 0.5 0.6 1.17 1.4

Number of Observations Read	60
Number of Observations Used	60
`Ensayo de Frecuencia Vago Buono Cash`	

The GLM Procedure

Dependent Variable: Pini

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value
Model	7	15638.76277	2234.10897	18.95
Error	52	6129.29757	117.87111	
Corrected Total	59	21768.06034		

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Pini Mean
0.718427	3.539095	10.85685	306.7690

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value
block	3	15363.02066	5121.00689	43.45
treat	4	275.74211	68.93553	0.58

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value
block	3	15363.02066	5121.00689	43.45
treat	4	275.74211	68.93553	0.58

`Ensayo de Frecuencia Vago Buono Cash`

3

treat	Pini LSMEAN	LSMEAN Number
0	303.620000	1
0.5	305.500000	2
0.6	309.730000	3
1.17	306.596667	4
1.4	308.398333	5

Least Squares Means for effect treat
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: Pini

i/j	1	2	3	4
5				
1		0.6732	0.1739	0.5048
0.2860				
2	0.6732		0.3443	0.8056
0.5160				
3	0.1739	0.3443		0.4828
0.7650				
4	0.5048	0.8056	0.4828	
0.6861				
5	0.2860	0.5160	0.7650	0.6861

The GLM Procedure

Dependent Variable: Pfinal

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value
Model	7	25176.10000	3596.58571	16.65
Error	52	11229.83333	215.95833	
Corrected Total	59	36405.93333		

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Pfinal Mean
0.691538	4.304908	14.69552	341.3667

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value
block	3	24037.66667	8012.55556	37.10
treat	4	1138.43333	284.60833	1.32

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value
block	3	24037.66667	8012.55556	37.10
treat	4	1138.43333	284.60833	1.32

`Ensayo de Frecuencia Vago Buono Cash`

4

treat	Pfinal LSMEAN	LSMEAN Number
0	334.000000	1
0.5	344.416667	2
0.6	346.333333	3
1.17	342.833333	4
1.4	339.250000	5

Least Squares Means for effect treat
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: Pfinal

i/j	1	2	3	4
5				
1		0.0884	0.0448	0.1469
0.3856				
2	0.0884		0.7506	0.7929
0.3931				
3	0.0448	0.7506		0.5622
0.2431				
4	0.1469	0.7929	0.5622	
0.5529				
5	0.3856	0.3931	0.2431	0.5529

The GLM Procedure

Dependent Variable: gantotal

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value
Model Pr > F				
Model 0.0059	7	1.10948877	0.15849840	3.28
Error	52	2.51559517	0.04837683	
Corrected Total	59	3.62508393		

R-Square	Coeff Var	Root MSE	gantotal Mean
0.306059	27.97007	0.219947	0.786367

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value
Pr > F				
block 0.0032	3	0.75462633	0.25154211	5.20
treat 0.1363	4	0.35486243	0.08871561	1.83

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value
Pr > F				
block 0.0032	3	0.75462633	0.25154211	5.20
treat 0.1363	4	0.35486243	0.08871561	1.83

Ensayo de Frecuencia Vago Buono Cash`

5

treat	gantotal LSMEAN	LSMEAN Number
0	0.69058333	1
0.5	0.88466667	2
0.6	0.83200000	3
1.17	0.82350000	4
1.4	0.70108333	5

`Ensayo de Frecuencia Vago Buono Cash`

The GLM Procedure
Least Squares MeansLeast Squares Means for effect treat
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: gantotal

i/j	1	2	3	4
5				
1		0.0353	0.1213	0.1448
0.9074				
2	0.0353		0.5601	0.4988
0.0460				
3	0.1213	0.5601		0.9249
0.1509				
4	0.1448	0.4988	0.9249	
0.1787				
5	0.9074	0.0460	0.1509	0.1787

The GLM Procedure

Dependent Variable: util

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value
Model Pr > F	7	650.639679	92.948526	4.67
Error	52	1035.936741	19.921860	
Corrected Total	59	1686.576419		

R-Square	Coeff Var	Root MSE	util Mean
0.385775	7.170077	4.463391	62.25025

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value
block Pr > F	3	445.7184161	148.5728054	7.46
treat	4	204.9212625	51.2303156	2.57

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value
block Pr > F	3	445.7184161	148.5728054	7.46
treat	4	204.9212625	51.2303156	2.57

`Ensayo de Frecuencia Vago Buono Cash`

6

treat	util LSMEAN	LSMEAN Number
0	63.2357500	1
0.5	60.2867500	2
0.6	60.9600000	3
1.17	61.3827500	4
1.4	65.3860000	5

Least Squares Means for effect treat
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: util

	i/j	1	2	3	4
5					
	1		0.1116	0.2173	0.3139
0.2434	2	0.1116		0.7133	0.5501
0.0072	3	0.2173	0.7133		0.8174
0.0186	4	0.3139	0.5501	0.8174	
0.0325	5	0.2434	0.0072	0.0186	0.0325

The GLM Procedure

Dependent Variable: kgsorg

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value
Model	7	21.00219015	3.00031288	2379.27
Error	52	0.06557310	0.00126102	
Corrected Total	59	21.06776325		

R-Square	Coeff Var	Root MSE	kgsorg Mean
0.996888	3.077864	0.035511	1.153750

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value
block	3	0.20544165	0.06848055	54.31
treat	4	20.79674850	5.19918712	4123.00

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value
block	3	0.20544165	0.06848055	54.31
treat	4	20.79674850	5.19918712	4123.00

`Ensayo de Frecuencia Vago Buono Cash`

7

treat	kgsorg LSMEAN	LSMEAN Number
0	0.00000000	1
0.5	1.30175000	2
0.6	1.57375000	3
1.17	1.32000000	4

1.4 1.57325000 5

`Ensayo de Frecuencia Vago Buono Cash`

11

The GLM Procedure
Least Squares Means

Least Squares Means for effect treat
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: kgsorg

i/j	1	2	3	4
5				
1		<.0001	<.0001	<.0001
<.0001				
2	<.0001		<.0001	0.2137
<.0001				
3	<.0001	<.0001		<.0001
0.9726				
4	<.0001	0.2137	<.0001	
<.0001				
5	<.0001	<.0001	0.9726	<.0001

The GLM Procedure

Dependent Variable: kgpast

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value
Model Pr > F	7	3.64374930	0.52053561	3.97
Error	52	6.82257510	0.13120337	
Corrected Total	59	10.46632440		

R-Square	Coeff Var	Root MSE	kgpast Mean
0.348140	7.203485	0.362220	5.028400

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value
block Pr > F	3	2.42448240	0.80816080	6.16
treat	4	1.21926690	0.30481673	2.32

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value
block Pr > F	3	2.42448240	0.80816080	6.16
treat	4	1.21926690	0.30481672	2.32

`Ensayo de Frecuencia Vago Buono Cash`

8

treat	kgpast LSMEAN	LSMEAN Number
0	5.0400000	1
0.5	4.8955000	2
0.6	4.9987500	3
1.17	4.9147500	4
1.4	5.2930000	5

Least Squares Means for effect treat

Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: kgpast

i/j	1	2	3	4
5				
1		0.3330	0.7814	0.4009
0.0931				
2	0.3330		0.4881	0.8969
0.0096				
3	0.7814	0.4881		0.5724
0.0519				
4	0.4009	0.8969	0.5724	
0.0135				
5	0.0931	0.0096	0.0519	0.0135

Dependent Variable: efitotal

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value
Model	7	315.126065	45.018009	2.45
Error	52	953.902684	18.344282	
Corrected Total	59	1269.028749		

R-Square Coeff Var Root MSE efitotal Mean
 0.248321 47.34089 4.283023 9.047195

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value
block	3	174.3246075	58.1082025	3.17
treat	4	140.8014578	35.2003644	1.92

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value
block	3	174.3246075	58.1082025	3.17
treat	4	140.8014578	35.2003644	1.92

`Ensayo de Frecuencia Vago Buono Cash`

9

The GLM Procedure
 Least Squares Means

treat	efitotal LSMEAN	LSMEAN Number
0	9.6569210	1
0.5	7.4363020	2
0.6	8.5069257	3
1.17	7.9091440	4
1.4	11.7266841	5

`Ensayo de Frecuencia Vago Buono Cash`

The GLM Procedure
Least Squares MeansLeast Squares Means for effect treat
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: efitotal

i/j	1	2	3	4
5				
1		0.2097	0.5136	0.3221
0.2419				
2	0.2097		0.5430	0.7879
0.0175				
3	0.5136	0.5430		0.7338
0.0713				
4	0.3221	0.7879	0.7338	
0.0336				
5	0.2419	0.0175	0.0713	0.0336

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used