

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE DIFERENTES DIETAS SOBRE EL CRECIMIENTO, ALTURA DE  
ANCA, GRASA SUBCUTÁNEA Y ÁREA DE OJO DE BIFE EN TERNEROS DE  
DESTETE

por

Ángel José ALMADA ÁLVAREZ  
Rosario Rosalin MOREIRA GARE

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2012

Tesis aprobada por:

Director:

---

Ing. Agr. Gustavo Brito

---

Ing. Agr. Ximena Lagomarsino

---

Med.Vet. Juan Franco

---

Ing. Agr. Ana Espasandín

Fecha: 28 de junio de 2012.

Autores:

---

Ángel José Almada Álvarez

---

Rosario Moreira Gare

## **AGRADECIMIENTOS**

Desde el comienzo de la etapa de la vida como estudiante y culminando con este trabajo, la carrera se fue cimentando y construyendo en base al esfuerzo de cada uno, y sin lugar a dudas en base al apoyo de la familia con su confianza en las circunstancias malas, sin permitirnos nunca bajar los brazos, y compartiendo con felicidad las etapas buenas que nos tocan pasar a todos en la vida y para lograr objetivos que nos planteamos. Por eso en primer lugar agradecemos a familiares, y amigos que juntos a ellos logramos cumplir este sueño. También a los funcionarios y docentes de la UdelaR, así como a todos los profesionales y personal técnico, de campo y funcionarios en general del INIA Tacuarembó, y a los de la estación experimental GLENCOE (año 2005), que desde el momento en que nos instalamos a llevar adelante el trabajo final concerniente a la tesis, formamos un equipo de trabajo con una misma meta, de lograr a nivel teórico-práctico que el experimento se llevara adelante con éxito.

Yo Rosario en especial quiero agradecer a mi hija Aileen, a quien le debo todas mis fuerzas para siempre continuar hacia adelante.

También queremos recordar a Kirby da Cunha.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
1.1. OBJETIVOS.....	3
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	4
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA REGIÓN SUS SUELOS Y LA VEGETACIÓN ...	4
2.1.1. <u>Origen</u> .....	4
2.1.2. <u>Clima</u> .....	4
2.1.2.1. Temperatura .....	5
2.1.2.2. Precipitaciones .....	5
2.1.2.3. Evapotranspiración.....	5
2.1.3. <u>Suelos</u> .....	6
2.1.4. <u>Pasturas naturales</u> .....	7
2.1.4.1. Producción anual y estacional.....	7
2.1.4.2. Composición botánica.....	9
2.1.4.3. Valor nutritivo.....	9
2.1.4.4. Contenido de minerales.....	10
2.1.5. <u>Cantidad y calidad del forraje y su efecto sobre el consumo animal</u> .....	10
2.2. <u>SUPLEMENTACIÓN</u> .....	12
2.2.1. <u>Objetivos de la suplementación</u> .....	14
2.2.2. <u>Contenido nutricional de algunos suplementos</u> .....	14
2.2.3. <u>Interacción: pastura – animal –suplemento</u> .....	17
2.2.3.1. Adición.....	17
2.2.3.2. Sustitución.....	17
2.2.3.3. Adición y sustitución.....	18
2.2.4. <u>Efecto de la suplementación sobre consumo y digestibilidad del forraje</u> ....	19
2.2.4.1. Efecto sobre flora microbiana .....	20
2.2.4.2. Efecto sobre el consumo voluntario.....	20
2.2.5. <u>Balance energía – proteína</u> .....	22
2.2.6. <u>Factores que afectan el consumo de suplemento</u> .....	24
2.3. <u>CRECIMIENTO Y DESARROLLO ANIMAL</u> .....	25
2.3.1. <u>Distribución del crecimiento y desarrollo</u> .....	27
2.3.1.1. Crecimiento y desarrollo de los principales tejidos .....	28

2.3.1.2. Requerimientos para animales en crecimiento.....	30
2.3.2. <u>Crecimiento compensatorio</u> .....	31
2.3.3. <u>Factores que afectan el crecimiento y desarrollo</u> .....	33
2.3.3.1. Tamaño animal o biotipo .....	34
2.3.3.2. Sexo.....	36
2.3.3.3. Edad.....	37
2.3.3.4. Nutrición .....	38
2.3.3.5. Otros factores .....	39
2.3.4. <u>Eficiencia de conversión</u> .....	40
2.4. FACTORES DEL ANIMAL QUE AFECTAN EL CONSUMO .....	42
2.5. FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN EL CONSUMO.....	43
2.6. USO DEL ULTRASONIDO EN LA PRODUCCIÓN ANIMAL .....	43
2.6.1. <u>La técnica de la ultrasonografía</u> .....	44
2.6.2. <u>Objetivos de su utilización</u> .....	45
2.6.3. <u>Algunos resultados importantes</u> .....	46
2.6.4. <u>Algunas medidas importantes realizadas por ultrasonografía en la     producción de la carne vacuna y ovina.</u> .....	47
2.6.4.1. Área del ojo del bife.....	47
2.6.4.2. Espesor de grasa subcutánea (egs) .....	48
2.6.4.3. Grasa intramuscular .....	48
2.6.4.4. Grasa subcutánea a nivel del cuadril (P8).....	49
2.7. ALGUNOS ANTECEDENTES DE SUPLEMENTACIÓN DE TERNEROS .....	49
EN URUGUAY .....	49
2.8. HIPÓTESIS .....	58
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	59
3.1. LOCALIZACIÓN .....	59
3.2. DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO .....	59
3.2.1. <u>Clima</u> .....	60
3.2.2. <u>Alimentación</u> .....	60
3.2.2.1. Pastura base.....	60
3.2.2.2. Suplementación.....	60
3.2.3. <u>Determinaciones en las pasturas</u> .....	61
3.2.3.1. Determinación de ms, y valor nutritivo.....	61
3.2.4. <u>Determinación en animales</u> .....	62
3.2.4.1. Peso vivo .....	62
3.2.4.2. Altura de anca .....	63
3.2.4.3. Área de ojo de bife.....	63
3.2.4.4. Espesor de grasa subcutánea .....	63
3.2.5. <u>Manejo sanitario</u> .....	64
3.2.6. <u>Cálculo de requerimientos y aportes nutricionales</u> .....	64
3.2.7. <u>Diseño experimental y análisis estadístico</u> .....	65

4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	66
4.1. CLIMA.....	66
4.2. PASTURAS .....	68
4.2.1. <u>Evolución de la disponibilidad</u> .....	68
4.2.2. <u>Evolución de la altura</u> .....	70
4.2.3 <u>Calidad de las pasturas</u> .....	72
4.3. SUPLEMENTO .....	75
4.3.1 <u>Pastura suplemento</u> .....	76
4.4. ANIMAL.....	79
4.4.1. <u>Evolución de peso vivo y ganancias</u> .....	79
4.4.1.1. <u>Peso vivo lleno</u> .....	79
4.4.1.2. <u>Ganancias de peso vivo</u> .....	81
4.4.1.3. <u>Peso vivo vacío</u> .....	86
4.4.2. <u>Evolución de area de ojo de bife</u> .....	87
4.4.3. <u>Espesor de grasa subcutánea</u> .....	90
4.4.4. <u>Atura de anca</u> .....	93
4.4.5. <u>Coeficiente de correlación entre las variables determinadas</u> <u>en los animales</u> .....	96
4.4.6. <u>Resultados del balance energético-proteico</u> .....	97
4.4.7. <u>Medidas realizadas post ensayo</u> .....	98
4.4.8. <u>Conversión física y costo de suplementación</u> .....	100
4.4.8.1. <u>Producción de carne/ ha y costos de la suplementación</u> .....	103
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	105
6. <u>RESUMEN</u> .....	108
7. <u>SUMMARY</u> .....	109
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	110
9. <u>ANEXOS</u> .....	121

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Producción total y estacional de las pasturas. ....	8
2. Tasa de crecimiento promedio de 14 años (1980-1994) en (kg ms/ha/día) de la producción de forraje de los distintos suelos de la región basáltica para las distintas estaciones. ....	8
3. Valor nutritivo en porcentaje, promedio de varios tipos de alimentos enviados al laboratorio de nutrición animal de inia la Estanzuela por productores técnicos e investigadores. ....	16
4. Respuesta esperada en peso vivo y consumo de energía de vacuno y ovinos suplementados con energía, proteína o nitrógeno no proteico (nnp) y pastoreando forrajes de diferentes niveles de disponibilidad, contenido de fibra y proteína. ....	19
5. Contenidos máximos y mínimos recomendados de fibra y proteína como porcentaje del alimento. ....	24
6. Proporciones típicas de hueso, músculo y grasa en reses de bovinos de carne a diferentes edades. ....	29
7. Requerimientos de em/día, en mcal de terneros en crecimiento. ....	31
8. Consumo diario de litros de agua según temperatura ambiente. ....	31
9. Factores que afectan el crecimiento en la vida pre y postnatal en mamíferos. ....	34
10. Eficiencia de novillos de distintos grupos genéticos. ....	41
11. Heredabilidades y correlaciones para características de la canal. ....	46
12. Correlaciones entre mediciones de la ultrasonografía y las mediciones en la canal pos faena. ....	46
13. Resultados de las mediciones sobre los animales. ....	53
14. Evolución del peso y ganancias diaria. ....	54
15. Ganancias promedios entre fechas de pesada según tratamiento. ....	54
16. Respuesta productiva a la suplementación. ....	55
17. Registro de area de ojo de bife y espesor de grasa al año de edad según suplementación invernal. ....	55
18. Ganancias diarias (kg/día) según frecuencia de cambio de franjas (días) y tipo de pastura. ....	57
19. Ganancia diaria a dos niveles de suplementación en dos pasturas de distinta calidad (kg/dia). Presión de pastoreo 1,5% pv. ....	57
20. Propuestas sobre el engorde de ganado durante el periodo invernal. ....	58
21. Precipitaciones promedio (mm) (97-05), para la unidad experimental Glencoe. ....	60
22. Temperaturas mínimas y máximas (°C) (97-05), para unidad experimental Glencoe. ....	60

23. Precipitaciones (mm) promedio mensuales registradas para el año 2005 en unidad experimental Glencoe.....	66
24. Temperaturas máximas y mínimas (° C) para el año 2005 en unidad experimental Glencoe. ....	67
25. Disponibilidad de las pasturas en kg de ms/ha, mensual por tratamiento y por bloque. ....	68
26. Evolución de la altura (cm.) del forraje mensual por tratamiento y por bloque. ....	71
27. Valor nutritivo (%) de las pasturas promedio y según tratamiento y bloques. ....	72
28. Evolución del porcentaje de material verde promedio y mensual, según tratamiento y bloque. ....	73
29. Evolución del porcentaje de los restos secos promedio y mensual según tratamiento y bloque. ....	74
30. Composición química de los distintos suplementos utilizados.....	75
31. Aporte de pc (porcentaje) de la pastura más el suplemento, promedio y mensual según tratamiento y bloque.....	76
32. Consumo estimado de pc (kg/animal/día) mensual y promedio según tratamiento y bloque. ....	76
33. Consumo estimado de fda (kg/animal) mensual y promedio según tratamiento y bloque. ....	77
34. Peso vivo (kg/animal) registrado para cada tratamiento y bloque en las diferentes fechas de medición.....	80
35. Ganancia diaria de pv lleno para cada tratamiento, y según bloque para todo el periodo experimental.....	81
36. Peso vivo vacío inicial y final (kg/ animal) para el periodo experimental, según tratamiento y bloque .....	86
37. Contenido del tracto gastrointestinal inicial y final, según tratamiento y bloque.....	87
38. Área de ojo de bife (cm <sup>2</sup> ) según tratamiento y bloque para las distintas fechas de medición. ....	88
39. Espesor de grasa subcutánea (mm) según tratamiento y bloque, para las distintas fechas de medición y su coeficiente de variación. ....	91
40. Valores de altura de anca (m) para cada tratamiento y bloque según fecha de medición.....	93
41. Evolución del índice peso vivo/altura de anca para las distintas fechas de medición y los diferentes tratamientos.....	95
42. Correlaciones entre las variables medidas en los animales. ....	96
43. Requerimientos y aportes de energía metabolizable y proteína metabolizable para las ganancias obtenidas en cada tratamiento. ....	98
44. Medidas de parámetros de crecimiento de tejidos (aob, eggs) realizadas posteriormente al periodo de suplementación (28/12/2005).....	99

45. Eficiencias de conversión para los diferentes suplementos utilizados, según tratamiento. ....	100
46. Recopilación de una serie de experimentos con aporte de datos sobre resultados de suplementación invernal. ....	102
47. Producción de carne por hectárea (kg/ha) para los distintos tratamientos. ....	103
48. Conversiones físicas y costos de la suplementación para los distintos tratamientos. ....	104

Ilustración No.

1. Esquema de la base alimenticia de un proceso de intensificación de la suplementación .....	13
2. Curva de crecimiento animal total .....	28
3. Imagen de ultrasonografía, y detalle de los músculos visibles en ella.....	49
4. Imagen de ultrasonografía resaltando el área de ojo de bife (músculo longissimus dorsii) y el espesor de grasa subcutánea.....	64
5. Comparación de la evolución de las precipitaciones (mm) durante el año 2005 y el registro promedio de diez años.....	66
6. Comparación de temperaturas máximas y mínimas promedio para diez años, y temperaturas máximas y mínimas para el año 2005. ....	67
7. Evolución de la disponibilidad promedio de todos los tratamientos de la ms (kg ms/ha) para todo el periodo experimental. ....	69
8. Altura promedio (cm) de la pastura y sus valores mínimos y máximos .....	70
9. Correlación entre las mediciones de altura y estimación de disponibilidad del forraje. ....	71
10. Evolución del valor nutritivo de las pasturas en porcentaje, durante todo el periodo experimental.....	73
11. Proporción de material verde y seco para el promedio de todos los tratamientos durante el periodo experimental. ....	75
12. Evolución promedio del consumo de pc y fda (kg/día) durante el periodo experimental.....	78
13. Evolución del peso vivo (kg/ animal) para los diferentes tratamientos durante el periodo experimental.....	79
14. Evolución de la ganancia diaria y su coeficiente de variación durante el periodo experimental.....	82
15. Evolución del área de ojo de bife y su coeficiente de variación para los distintos tratamientos durante el periodo experimental. ....	88
16. Diferencias de espesor de grasa promedio entre los distintos tratamientos. ....	90
17. Evolución del espesor de grasa subcutánea (egs, mm) promedio del ensayo según distintas fechas de medición. ....	92

18. Evolución de la altura de anca (aa, m) de los diferentes tratamientos para las distintas fechas de medición. ....	94
19. Evolución en conjunto de las variables determinadas en los animales. ....	96
20. Eficiencia de conversión para cada tratamiento según kg de pv adicional y kg de ración/ kg. de pv adicional. ....	101

## **1 INTRODUCCIÓN**

La producción ganadera de nuestro país se desarrolla sobre un área aproximadamente de 15 millones de has con un 90% bajo explotación extensiva, se realiza mayoritariamente (75%) sobre pasturas naturales, con marcada distribución estacional con déficit invernal debido a que la producción de forraje es muy dependiente de las condiciones climáticas, y en menor medida sobre praderas plurianuales (8,5%) y mejoramientos forrajeros 16,2 %. Estos últimos sistemas mejorados son representados por el área agrícola-ganadera de producción intensiva de carne del litoral del país los mismos representan el 20% del área de pastoreo (URUGUAY. MAP. DIEA, 2005).

Como consecuencia del sistema pastoril los índices reproductivos como edad al primer entore es de 3 años, un procreo de 64,8 %, y la faena de animales boca llena en el 2005 cayo 43,2 a 39,7 % dado fundamentalmente por la faena de novillos de 6 dientes que pasó de 16 a 24 % (URUGUAY. MAP. DIEA 2005, URUGUAY. MAP. OPYP A 2005).

Durante el invierno los animales pierden cantidades importantes de peso que tienden a recuperar en la primavera y el verano y así sucesivamente repitiéndose el ciclo, llevando esto a ineficiencia al proceso de producción (Quintans et al., 1993). Considerando la magnitud de esta ineficiencia en el pastoreo a campo natural es que se realiza la suplementación como una estrategia para solucionar este problema. En el caso de los terneros es para alcanzar el peso de faena a una edad menor. En el caso de terneras para reducir la edad de entore. Para reducir la edad de primer entore, partiendo de un destete con 140-150 Kg. a 6 meses de edad las ganancias de peso invernal deben ser de 0.2kg/ani/día siguiendo las ganancias que se dan comúnmente en las otras estaciones (Pigurina, 1997).

La recría es la etapa de crecimiento en la vida del animal, donde es más eficiente para convertir alimento en músculo y hueso. A su vez, restricciones severas en esta etapa (especialmente de proteína), muy frecuentes en nuestras condiciones de producción, afectan el tamaño final adulto del animal. Los principales momentos críticos de las categorías de recría, son el primer y segundo invierno (muda de dientes), donde las condiciones climáticas y la cantidad y calidad de las pasturas del campo natural no permiten aprovechar este período de crecimiento, de acuerdo a objetivos bien definidos en cuanto a peso y edad de entore o faena (Pigurina et al., citados por Cibils et al., 2002).

Cuando el forraje es de baja calidad, independiente de que la disponibilidad sea alta o baja, la respuesta a la suplementación de animales en crecimiento o engorde, puede ser muy importante en términos físicos y justificables en términos económicos (Orcasberro, 1991).

La suplementación permitiría en condiciones de oferta forraje restringido mejorar la performance individual manteniendo altas cargas. Así mismo se lograría una mejor res puesta debido a la ausencia de efectos asociativos negativos (sustitución) y por lo tanto una mayor eficiencia de conversión del grano. A pesar que en términos de digestibilidad las pasturas en este periodo son de alta calidad, presentan un alto contenido de humedad y proteína bruta en detrimento de los carbohidratos rápidamente fermentecibles a nivel ruminal, lo cual puede llevar a un menor consumo y a una baja eficiencia en la utilización de los nutrientes, respectivamente (Di Marco, 2004)

Una forma de corregir este problema sería la inclusión de un suplemento energético de bajo tenor proteico como grano de maíz o sorgo, o proteico como expeler de girasol (según sea la calidad de la pastura) para mejorar el balance ruminal entre proteínas disponible y energía, aumentando así el consumo total de nutrientes. El procesamiento físico del grano podría aumentar la disponibilidad del almidón en el rumen y permitiría una mejor sincronización entre la proteína del forraje y la energía del concentrado (Di Marco, 2004).

También aparte de buscar una mejor performance animal mediante el consumo de pastura-suplemento el objetivo es de lograr un producto de mayor calidad, aprovechando la etapa de mayor eficiencia en el crecimiento de los animales (Di Marco, 2004).

Conceptualmente la vida del vacuno para carne se divide tradicionalmente en tres periodos de crecimiento, a saber: el de lactancia, recría y engorde. Dichos períodos se diferencian por el cambio de peso, por el tipo y proporción de tejidos que se desarrollan y por modificaciones del metabolismo (Di Marco, 2004).

La causa del aumento de peso es la retención de energía (re) en forma de proteínas y grasas (er) en distintos tejidos lo cual hace que se acumule tejido magro y adiposo (Di Marco, 2004).

Según Webster, citado por Di Marco (2004) el aumento de peso de los tejidos, es la parte de la energía metabolizable consumida que no se disipó como calor ( $EM = re + calor$ ), y está retenida en el organismo animal. Estos dos términos del balance energético - producción de calor y retención – son consecuencias de eventos metabólicos y, a su vez, causas de la ganancia de peso, composición corporal y eficiencia del animal (Reeds, citado por Di Marco, 2004)

Cuando el animal gana peso hay retención (r) o aumento de tejidos y cuando pierde hay movilización o degradación (d). Durante la retención y movilización de tejidos hay síntesis y degradación tisular al mismo tiempo, sin embargo varía el balance entre las respectivas tasas de síntesis y degradación ( $r = s-d$ ). Este es el mecanismo a nivel tisular que determina el aumento o disminución del peso de los distintos tejidos y

en consecuencia del cambio de peso y composición corporal del animal. Dicho balance entre síntesis y degradación depende de la disponibilidad de energía, de la edad del animal, del peso y de cada tejido en particular (Lobley, citado por Di Marco, 2004).

Según Bellenda (2002) el estudio de la composición y calidad carnicera de los animales de producción, es una de las tendencias actuales que se utiliza como herramienta en los sistemas de comercialización con alto valor agregado, y consta en la medición ultrasonográfica de la grasa de cobertura o subcutánea, el área de ojo de bife (músculo *longissimus dorsi*), la grasa del anca o del cuadril (punto P8 australiano), y la grasa intramuscular o marmoleado.

Esta concepción se aplica en dos puntos de la cadena productiva de la carne, que sin duda están ligados por múltiples factores: en la primera línea de selección de los animales de cada raza de carne, y en los que comercializan el animal para consumo humano (Bellenda, 2002).

Se sabe que en la selección de los reproductores de plantel y de su progenie, en las cabañas de razas de carne, se evalúan una serie de parámetros productivos (aplomos, fertilidad, habilidad materna, etc.), pero son de capital importancia, aquellos otros parámetros que están directamente relacionados con la producción de carne, terminación y calidad de las carcasas de sus productos (Bellenda, 2002).

Justamente, la ultrasonografía contribuye en esta medición de valores que se relacionan fuertemente con esos aspectos productivos, teniendo la posibilidad de iniciar los procesos de selección por el potencial carnicero desde muy temprana edad (Bellenda, 2002).

La predicción confiable de la composición del animal vivo y su canal es crítica para todos los segmentos de la cadena cárnica. A nivel del productor, una correcta estimación permite un mayor conocimiento del ganado pudiendo clasificar los animales en lotes de similar composición permitiendo un uso más eficiente de la alimentación de los mismos y definiendo cual es el mercado más conveniente para su producto. A nivel de los frigoríficos, las ventajas radican en comprar productos que se ajusten a las demandas de sus compradores y que presenten un mayor rendimiento carnicero (Brito et al., 2001).

## **1.1 OBJETIVOS**

El objetivo del presente estudio consiste en la evaluación del efecto de la suplementación en terneros de destete convencional, pastoreando campo natural de basalto en invierno, con diferimiento otoñal, a cargas altas en relación a estudios anteriores para este tipo de pasturas, analizando el efecto de la misma en la ganancia diaria, en el crecimiento (altura de anca) y en el desarrollo de tejidos (músculo y grasa).

## **2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA REGIÓN SUS SUELOS Y LA VEGETACIÓN**

El Uruguay está ubicado entre los 30 ° y 35 ° de latitud sur, en una zona subtropical templada. La región basáltica se extiende por los departamentos de Artigas, Salto, Paysandú, Tacuarembó, Rivera, y Durazno, abarcando una superficie de 4.100.000 has, en un paisaje de planicies, ondulaciones y pequeñas colinas que varía entre 20 y 300 m de altura sobre el nivel del mar. Las pendientes son suaves, pero en algunas partes de colinas pueden superar el 12 % (URUGUAY. MAP 1979, Berretta 1998a).

#### **2.1.1 Origen**

La región basáltica en la cual se encuentra ubicada la estación experimental Glencoe tuvo su origen a través de la ocurrencia de derrames basálticos, los cuales han dado origen a las Formaciones Geológicas de Arapey (basaltos teolíticos) y Puerto Gómez (basaltos espilíticos), los suelos han tenido diferentes grados de desarrollo a través del cual hoy los podemos clasificar en suelos superficiales y suelos profundos ordenados en un intrincado mosaico, lo cual hace difícil su separación, la profundidad de los mismos varía desde roca desnuda hasta aproximadamente 1 m de profundidad (Berretta, 1998a).

#### **2.1.2 Clima**

Según Corsi, citado por Berretta (1998a) el clima en el Uruguay por su ubicación en zonas de altas presiones, característico subtropical templado con fluctuaciones estacionales muy marcadas, el encuentro de las masas de aire frío y seco provenientes del suroeste y cálido y húmedo del norte y noreste son las causantes de gran parte de las precipitaciones y variaciones de temperatura, aunque la amplitud de estas últimas tanto anual como diariamente son moderadas. El clima definido según Trewartha para América del Sur es subtropical húmedo, pero debe considerarse como subhúmedo, debido a que la evapotranspiración potencial en verano es mayor que las precipitaciones, lo que ocasiona deficiencias de agua en el suelo (Corsi, 1978).

Según el mismo autor en cuanto al potencial de las pasturas hay dos estaciones marcadas de crecimiento como otoño y primavera, relacionadas a la disponibilidad de agua en el suelo y radiación solar, junto al ciclo de las especies, y con estaciones como verano con alta radiación y déficit de agua e invierno con baja radiación y temperaturas que causan disminución de la productividad.

### **2.1.2.1 Temperatura**

La temperatura media anual del Uruguay se encuentra entre los 16° en el sureste y los 19° en el norte. La temperatura media del mes más cálido (enero) oscila entre los 22° en el sureste y 27° en el norte, mientras que la temperatura media del mes más frío (julio) se encuentra entre los 11° en el sureste y 14° en el norte (Corsi, citado por Berretta, 1998a).

La ocurrencia de heladas agrometeorológicas varía a través de los años, pero ocurren en promedio un número de 40 heladas, mientras que el periodo libre de heladas es aproximadamente de unos 300 días (Berretta, 1998a).

### **2.1.2.2 Precipitaciones**

Según Berretta (1998a) el promedio de las precipitaciones en el Uruguay varía en el orden de los 1100 a 1300mm por año. Según Corsi (1978) aumenta hacia el norte, con valores de 930 a 1000mm en zona centro y sur y 1300 al norte.

La distribución de las precipitaciones es bastante pareja a lo largo del año pero en otoño y primavera el volumen es levemente mayor, esto se muestra en la distribución mensual de lluvias que no tienen un patrón definido en cuanto a concentración o falta de lluvia en determinados periodos del año aunque los valores medios muestran una tendencia de lluvias hacia los meses de otoño y primavera (Corsi, citado por Berretta, 1998a)

### **2.1.2.3 Evapotranspiración**

La evaporación presenta un mayor valor promedio anual de 5.2mm diarios en Bella Unión y en La Estanzuela 5.3mm, y los más bajos en Treinta y Tres de 3.6mm, el patrón de los valores observados son altos hacia el litoral del Río Uruguay y bajos en la región de la Laguna Merin durante todos los meses del año. Siendo el mes de diciembre el de mayor evaporación con un rango de 6,5 a 9mm diarios, y junio el de mínima, comprendido entre 1,5 a 2,3mm. La evapotranspiración potencial anual para el área basáltica es de 1244mm (Corsi, 1978).

Según Corsi, citado por Berretta (1998a) los suelos superficiales del basalto, tienen una capacidad de almacenaje de agua de 50 mm y un déficit hídrico de 289 mm, mientras que los suelos profundos de esta misma región almacenan un máximo de 200 mm.

Menciona Berretta (1998a), que todas estas características hacen que la disponibilidad hídrica sea el factor principal de las causas de problemas de producción de pasturas en esta región, seguido en menor medida por las temperaturas.

### **2.1.3 Suelos**

Informa Berretta (1998a), que el factor más importante de determinación de las comunidades vegetales en la región basáltica es la profundidad de los suelos.

Los suelos de esta región basáltica corresponden al orden de suelos poco desarrollados en su gran mayoría, asociados a suelos del orden Melánico, dentro de los primeros encontramos a los suelos correspondientes al gran orden de los Litosoles, con menos de 30 cm de profundidad, en los cuales es común la presencia de afloramientos rocosos y piedras sueltas, que contribuyen a limitar su utilización en la agricultura (Durán, 1999).

El riesgo de erosión hídrica provocada por la labranza o el pastoreo excesivo es alto en los suelos poco profundos excepto en áreas de topografía plana, el uso actual de los Litosoles es casi exclusivamente pastoril, en relación a su uso potencial son suelos de escaso arraigamiento y muy baja capacidad de retención de agua, y esto contribuye al riesgo de sequía y cuando ocurre excesos de lluvia el agua juega un papel importante como agente de erosión, con una saturación fácil y la escasa agua retenida se pierde rápidamente a consecuencia de la evapotranspiración, excepto en periodos con demandas atmosféricas bajas (Durán, 1999).

Berretta (1998a), los clasifica en suelos Superficiales Rojos, con profundidades de 15-20 cm. Con alto riesgo de sequía y predominancia de pastos ordinarios, producción relativamente baja, perennes de ciclo estival. En el invierno aparecen malezas enanas perennes y anuales de ciclo invernal, muchas de las cuales son de buena calidad y consumidas por ovinos; suelos Superficiales Negros, iguales a los anteriores, pero luego de las lluvias retienen por más tiempo la humedad. La vegetación es algo más productiva que en los rojos y se encuentran algunas especies tiernas, predominando también en invierno las malezas enanas y algún pasto.

Dentro del orden Melánico, que alcanzan en esta región hasta 1 m de profundidad se encuentran los Brunosoles y los Vertisoles, son los suelos más fértiles y de mayor productividad. En los Brunosoles el perfil más común es a-b-c. Los Vertisoles tienen algunas características especiales por su gran contenido de arcillas expansivas, en esta región carecen de doble perfil, siendo su perfil tipo a-c. La profundidad de arraigamiento no es limitante excepto Brunosoles Háplicos que son moderadamente profundos o superficiales que en general poseen un contacto lítico a menos de 50 o 60 cm de la superficie. La capacidad de retención de agua es elevada o al menos media a excepción de alguno de escasa profundidad, el drenaje es bueno o moderadamente bueno en casi todos los casos, aunque puede llegar a excesivo en los perfiles superficiales y de textura más gruesa (Durán, 1999).

Según Berretta (1998a), dentro de estos suelos en la región basáltica se encuentran los suelos medios, con profundidades de hasta 40-50 cm., con menor riesgo de sequía y mayor producción de forraje que en los superficiales, son menos frecuentes las malezas enanas, salvo si hay sobre pastoreo. Predominan los pastos tiernos y ordinarios con algunos finos, la mayoría de ciclo estival, prácticamente todos perennes; los suelos profundos, con más de 50 cm. producen mayor cantidad de forraje, predominan pastos tiernos, finos y algunos ordinarios, todos perennes. Pueden predominar los pastos duros, que a veces forman maciegas, lo que hace necesario un manejo diferencial. Este tipo de suelo tiene mayores posibilidades de tener éxito con los mejoramientos.

#### **2.1.4 Pasturas naturales**

Este intrincado mosaico de suelos con predominancia de suelos superficiales (75%) da gran variabilidad espacial al sistema y origina distintos tipos de vegetaciones (Berretta 1998b, Berretta y Bemhaja 1998c).

La vegetación es predominantemente herbácea, con bosques a las orillas de los arroyos y ríos. La mayoría de las especies herbáceas son gramíneas perennes, las leguminosas nativas son poco frecuentes, también existen otras especies de otras familias botánicas en menor frecuencia. Las gramíneas perennes que se encuentran son estivales (c4) con crecimiento en primavera, verano y otoño, e invernales (c3), con crecimiento en otoño, invierno (según la temperatura) y primavera, las estivales son las más frecuentes con un 60 a 80 % del recubrimiento del suelo (Berretta, 1998b).

En los suelos superficiales, la mayor frecuencia es de especies estivales, la hierbas enanas aumentan su frecuencia en invierno cuando la proporción de las invernales disminuye, el recubrimiento en estos suelos es de un 50-70%; en los suelos profundos predominan los pastos invernales finos, con algunos hábitat con dominancia de pastos duros (rechazados por animales) el recubrimiento de estos suelos es de 90% (Berretta, 1998b).

##### **2.1.4.1 Producción anual y estacional**

Existen en esta región tres tipos de vegetación relacionados con la productividad de los suelos. En los suelos pardos rojizos, la mayor productividad es en primavera y verano, esta última estación con alta variabilidad por riesgos de sequías, en algunas zonas de mayor profundidad hay cambios en la distribución estacional con mayor producción en primavera – otoño, pero la producción anual total es similar. Los suelos superficiales negros tienen su distribución estacional de producción en primavera y otoño, mientras que para las pasturas de los suelos profundos a mayor profundidad, mayor será su crecimiento primaveral, relacionado a la mayor frecuencia de especies invernales que florecen en esta estación (Berretta, 1998b).

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de la producción anual de forraje y su distribución estacional.

Cuadro 1. Producción total y estacional de las pasturas.

Suelos	Prod. anual Kg MS/ ha	Distribución estacional (%)			
		Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Pardo Rojizo	2885	31.4	21.2	15.7	31.7
Negro	3772	32.1	21.0	14.9	32.0
Profundos	4576	33.3	21.5	15.1	30.1

Fuente: Berretta y Bemhaja (1998c).

El tipo de suelo superficial pardo rojizo, presenta mayor tasa de crecimiento estacional en verano y primavera, mientras que en invierno se registra el menor crecimiento. En el suelo superficial negro la tasa de crecimiento estacional es igual al anterior pero la mayor producción de estos suelos está relacionada con una vegetación más densa y con especies más productivas. En los suelos profundos la mínima tasa de crecimiento se registró en invierno, y la máxima fue en el verano (Berretta y Bemhaja, 1998c).

A continuación se presentan las tasas de crecimiento promedio de 14 años de un estudio presentado por Berretta y Bemhaja (1998c).

Cuadro 2. Tasa de crecimiento promedio de 14 años (1980-1994) en (kg ms/ha/día) de la producción de forraje de los distintos suelos de la región basáltica para las distintas estaciones.

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
<b>Sup. Pardo Rojizo</b>	10.1	6.8	4.9	9.9
<b>Sup. Negro</b>	13.6	8.8	6.1	13.0
<b>Profundos</b>	17.2	10.9	7.3	14.8

Fuente: Berretta y Bemhaja (1998c).

#### 2.1.4.2 Composición botánica

En los suelos superficiales las especies más frecuentes son las gramíneas estivales de los géneros *chloris*, *bouteloua*, *schizachyrium*, *aristida*, *eragrostis*, *bothriochloa* y *stipa*. Las hierbas enanas en estos suelos se hacen más frecuentes en invierno al disminuir la actividad de las gramíneas estivales. A medida que la profundidad de los suelos aumenta se pueden encontrar especies más productivas de los géneros *paspalum*, *andropogon*, *axonopus*, *coelorhachis*, *schizachyrium*, *stipa*, *piptochaetium* y *poa*; también se encuentran algunas leguminosas de los géneros *adesmia*, *trifolium*, *rhynchosia*, *desmanthus* y *desmodium* (Berretta, 1998b).

La vegetación en los suelos superficiales pardos rojizos recubre aproximadamente un 70% del suelo, en tanto un 10% es ocupado por piedras, en el caso del suelo superficial negro este es recubierto en un 80 % aproximadamente por la vegetación, los otros componentes son restos secos y suelos desnudo, mientras que para el suelo profundo la vegetación recubre aproximadamente 88% de la superficie, los restos secos es otro componente principal (Berretta, 1998b).

#### 2.1.4.3 Valor nutritivo

Un estudio hecho como trabajo de tesis por Invernizzi y Silveira (1992) sobre el valor nutritivo de las especies vegetales del basalto demuestra que el contenido de materia seca es máximo en verano para todas las especies, mínimos en otoño e invierno para gramíneas estivales, invierno y primavera para gramíneas invernales e invierno para las no gramíneas.

En cuanto a la proteína cruda (pc) los mínimos valores se registran en verano para todas las especies y los máximos en los meses más fríos, las gramíneas invernales presentan mayores contenidos que las estivales y a su vez las leguminosas como *adesmia bicolor* (babosita) son las que presentan los mayores valores de pc, algunas malezas enanas como cardo corredor y *chaptalia piloselloides* presentan valores superiores a muchas gramíneas.

A modo de ejemplo, tomando un suelo medio como referencia promedio de la zona basáltica (por su equilibrio de especies), los menores contenidos de pc de las gramíneas estivales puede condicionar a las ovejas de parición temprana, las cuales pasan el último tercio de gestación a fines de verano y la lactancia en otoño con déficit de pc, en el caso de los vacunos por poseer menores requerimientos de pc (expresado como % de ms consumida) no presentan mayores dificultades (Invernizzi y Silveira, 1992).

#### **2.1.4.4 Contenido de minerales**

Según Berretta (1998b) saber el contenido de minerales en las vegetaciones de pasturas de campo natural (cn), permite evaluar la oferta por parte del forraje y los requerimientos por parte de los animales de estos nutrientes, para orientar en la toma de decisiones y formulación de estrategias de suplementación. Las hierbas enanas presentan los mayores valores de P, K, Zn, y Cu, en tanto las leguminosas tienen altos tenores en Ca y Mg, mientras que las gramíneas presentan altos niveles de Mn. El pasto miel y el pasto horqueta son las gramíneas estivales con mayor contenido de nutrientes y la *stipa setigera* (flechilla) la de mayor contenido entre las invernales. El contenido de P de los suelos sobre basalto se encuentra por debajo (aún en sus máximos valores) de los requerimientos tanto de lanares como de vacunos durante la lactancia, mientras que para los requerimientos de mantenimiento estos no son cubiertos durante los meses más cálidos (Invernizzi y Silveira 1992, Pigurina et al. 1998).

En referencia a los demás minerales los que presentan mayores problemas son el calcio (Ca), el cual no alcanza para cubrir los momentos de máximos requerimientos para los ovinos, contrariamente los bovinos cubren satisfactoriamente sus requerimientos de calcio (Invernizzi y Silveira, 1992).

Pigurina et al. (1998) afirman que no se han reportado deficiencias de calcio en el Uruguay, aunque es posible que animales de altos requerimientos pastoreando campo natural con menos de 0,25% de Ca, se puedan considerar con deficiencias marginales, o que exista una disminución del contenido de Ca de las pasturas al pasar a suelos de mayor profundidad y/o fertilidad, seguramente por la menor frecuencia de malezas enanas cuyo contenido de minerales es alto.

McDowell y Conrad, citados por Pigurina et al. (1998) colocan a Uruguay dentro del grupo de países donde ocurren deficiencias de Cu. De acuerdo a los requerimientos de los animales, la probabilidad de que existan deficiencias de Cu en vacunos es mayor que en ovinos. Según Invernizzi y Silveira (1992), el cobre no sería cubierto en primavera para los ovinos, los bovinos no presentan déficit para mantenimiento, pero sí para mayores requerimientos y estos no estarían cubiertos en primavera y verano.

#### **2.1.5 Cantidad y calidad del forraje y su efecto sobre el consumo animal**

Según Allegri, citado por Aguirrezabala (1989), en condiciones de pastoreo, cuando los factores intrínsecos del animal no son limitantes, el nivel de producto animal está determinado fundamentalmente por las variaciones en disponibilidad y valor nutritivo de las pasturas.

La oferta de pastura puede ser deficiente en calidad (baja digestibilidad o bajo contenido proteico) o en cantidad (insuficiente disponibilidad para que el animal coseche según sus necesidades diarias), factores como la marcada estacionalidad, el tipo de suelo y el manejo afectan la calidad o valor nutritivo de la pastura lo cual influye directamente en el consumo y todo ello está asociado al estado de crecimiento de la pastura y a la especie vegetal (Pigurina et al., 1997).

La digestibilidad y el contenido de proteína y fibra determinan el valor nutritivo de la pastura, la proteína disminuye con la edad de la pastura y en cuanto a la fdn, aumenta con la madurez del vegetal, lo cual disminuye la digestibilidad afectando el consumo, debido a la regulación física de este cuando los forrajes contienen valores de fdn mayores a 45-50%, afectando la tasa de pasaje por el tracto gastrointestinal, lo cual va asociado a un menor consumo por parte del animal, mientras que alimentos con menos de 45 % de fdn tienen regulación metabólica. Otro factor es el contenido de humedad, en pasturas tiernas con menos de 25 % de ms se observa disminución del consumo, ya que el agua contribuye al llenado ruminal (Pigurina y Allen, citados por Ustarroz y De León, 2006).

En ganado de carne alimentado con forraje a voluntad generalmente se asume un consumo voluntario de 2 a 2.5% del pv dependiendo de la calidad del forraje, la categoría animal y estado fisiológico, pero con disponibilidades bajas de 300, 500 y 700 kg ms/ha el consumo se reduce un 53, 31, 15% respectivamente (NRC 1996, Lardy et al., Burns, citados por Soto y Ortiz 2006).

Según Forbes (1995) la baja disponibilidad forrajera aumenta la competencia por la pastura con lo cual disminuye la selectividad dando como resultado la cosecha de una dieta de menor calidad, esto lleva a un bajo consumo de energía, incremento en los requerimientos de mantenimiento que determinan un déficit de energía (Soto y Ortiz, 2006).

Es evidente que a medida que se incrementa la cantidad de animales que pastorean una superficie determinada (potrero, parcela) la cantidad total de forraje cosechado irá en aumento. En una primera etapa cada animal individual podrá satisfacer todos sus requerimientos; en una segunda, cada individuo podrá ingerir cantidades decrecientes a pesar de que la eficiencia de cosecha seguirá en aumento; y en una tercera etapa la cantidad de animales alcanzará un número tal que ya entrarán en la etapa de ayuno pues la eficiencia de cosecha ha sido tal que no queda nada más para comer. Amén de ello a medida que aumenta la eficiencia de cosecha cada individuo tiene a disposición una cantidad menor y a su vez de menor digestibilidad y calidad. Resulta obvio por lo tanto que la eficiencia de cosecha debe ser alta hasta el punto que permita cumplir con los objetivos de producción individual para cada categoría de animal. Porque también lo opuesto ocurre; si la carga es muy baja al principio cada individuo podrá satisfacer todos sus requerimientos y expresar su potencial productivo evitando la

preocupación por una buena eficiencia de cosecha. Si es así todo el sistema de trabajo, la pérdida de calidad del forraje superará la capacidad de selección del animal, especialmente en ciertas épocas del año, y por lo tanto no llegará siquiera a expresarse la máxima producción individual (De Villalobos, 2002).

El consumo de forraje en rumiantes a pastoreo está determinado por el producto entre tasa de bocado, peso de bocado y tiempo de pastoreo, siendo el peso de bocado la variable de mayor incidencia sobre el consumo. Por lo que la disponibilidad también dificulta la cosecha de forraje produciéndose una reducción en el peso de bocado que el animal intenta compensar prolongando el tiempo de pastoreo y aumentando la tasa de bocado. El incremento en el tiempo de pastoreo y en la tasa de bocado puede compensar hasta cierto punto la disminución en el peso de bocado pero en situaciones severas no evitarán una caída en el consumo de forraje (Forbes y Hodgson, citados por Soto y Ortiz, 2006).

Una elevada digestibilidad del forraje consumido aun cuando el forraje pueda ser corregido con suplementos es importante porque, en definitiva, siempre se puede optar por la alternativa más conveniente que es no suplementar (Elizalde, 2003).

## **2.2 SUPLEMENTACIÓN**

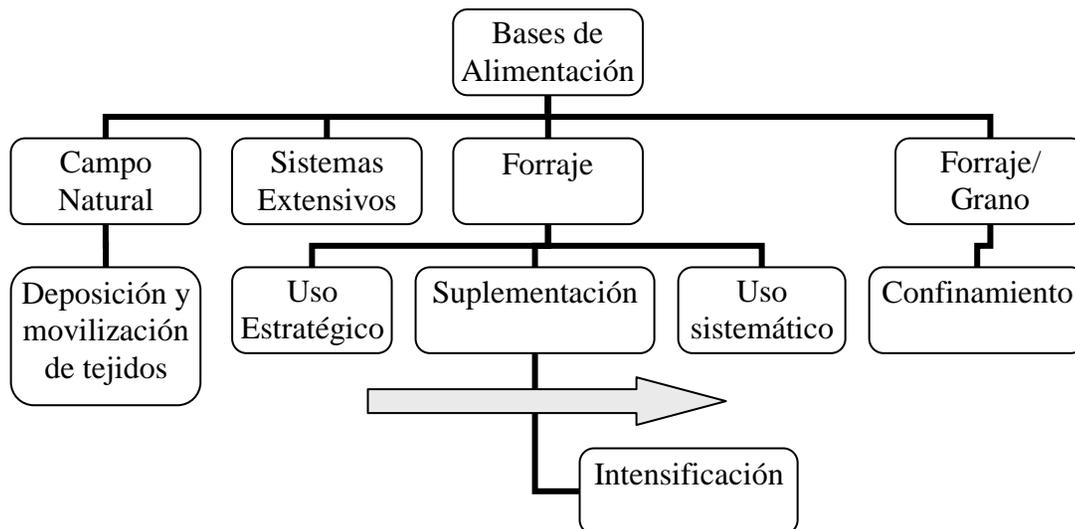
Según Cibils y Fernández (2002) el animal para vivir requiere agua, energía, proteína, minerales y vitaminas. Esto lo obtiene de la digestión de la pastura que come. El nivel de producción que logre, medido en ganancia de peso vivo, estará determinado por el nutriente que se agote primero (ley del mínimo).

Suplementar es agregar el nutriente que hace falta para lograr el nivel de producción deseado, para lo cual se debe saber los requerimientos del animal, cuanto está comiendo de pasto y cuanto nutriente le está aportando, qué suplemento utilizar, cuál es la respuesta agregada y cuánto dinero cuesta (Cibils y Fernández, 2002).

Se debe realizar un manejo que permita mejorar la nutrición global animal, y su performance, racionalizando el uso de la pastura, lo cual puede lograrse a través de la utilización de granos, subproductos o sus mezclas en raciones balanceadas. La respuesta a esta suplementación dependerá de la calidad y la disponibilidad de las pasturas utilizadas como base, la estructura del tapiz, tipo y nivel de suplemento utilizado, frecuencia y hora de alimentación y la categoría animal (Brito et al., 2005).

La característica esencialmente pastoril de nuestros sistemas de producción ganaderos lleva a pensar que la introducción de intensificación de un sistema de suplementación puede llevar a favorecer a la producción en la ganadería vacuna uruguaya. En el esquema siguiente se detallan las particularidades de las modificaciones en la base alimenticia de cada etapa de un proceso (Beretta y Simeone, 1996a).

Ilustración 1. Esquema de la base alimenticia de un proceso de intensificación de la suplementación.



Fuente: Simeone (1996b).

El principal soporte forrajero de los sistemas criadores de nuestro país, así como los que hacen ciclo completo es el campo natural, en este sentido es importante desarrollar estrategias para el manejo de la cría y la recria que continúen considerando al campo natural como principal sustento de la producción animal. A nivel nacional Vizcarra, citado por Beretta y Simeone (2002), evaluó tres niveles de suplementación con afrechillo de trigo (87,5% de digestibilidad y 10,2% de pc) en campo natural: 0; 25 y 50% de los requerimientos energéticos de los terneros. La suplementación en campo natural no mejoró significativamente las ganancias de peso de los terneros, no registrándose diferencias estadísticas en peso vivo. Es probable que un bajo consumo de proteína metabolizable haya limitado la respuesta animal bajo estas condiciones de alimentación. El afrechillo de trigo es utilizado como suplemento energético, y difícilmente el consumo de forraje de campo natural permita completar el déficit de proteína generado para el animal (Beretta y Simeone, 2002).

La suplementación sobre campo natural con ración comercial para destete precoz (pc>18%) a razón de 1% de peso vivo, determino ganancias de 0,482 kg/día, en terneros destetados con un peso promedio de 75 kg y manejados con una carga promedio de 1 ug/ha. Información generada en la región, básicamente a nivel de establecimientos comerciales, sugiere que la suplementación en campo natural no debería ser inferior al 1,3% del peso vivo y que la misma debería realizarse hasta que los terneros alcancen por lo menos 100kg. Con este manejo, reservando potreros con buena disponibilidad y suplementando con raciones con 18% de pc, se obtendrían ganancias de aproximadamente 0,4-0,5 kg/día (INTA, citado por Simeone y Beretta,

1996a). Posteriormente puede reducirse la oferta de suplemento para 1% del peso vivo, pasando para una ración con 14 o 16% de pc, dependiendo de la evolución de la calidad del forraje del campo natural (Simeone, 1996b).

### **2.2.1 Objetivos de la suplementación**

La suplementación puede insertarse como una estrategia de producción que permita a) aumentar la eficiencia de la utilización del forraje, fundamentalmente a través de la producción de reservas y su utilización posterior como voluminosos, b) mejorar la eficiencia biológica del proceso de retención de tejidos a partir de la disminución de los requerimientos de mantenimientos de los animales, así como por una formulación más precisa de la dieta y c) aumentar la productividad de la empresa ganadera a través de un aumento en la carga animal del sistema (Simeone 1996b, Ustarroz y De León 2006).

En el país, el suministro de suplemento con el fin de maximizar la performance animal se ha orientado, fundamentalmente, a mejorar la ganancia de peso, durante el invierno, de novillos en engorde, pastoreando verdes o praderas (Orcasberro, 1991). El INIA se ha planteado como objetivo para las zonas ganaderas extensivas, alcanzar ganancias de peso no menores a los 150-200 gramos por día en el período invernal, partiendo de destetes de 140-150kg a los 6 meses de edad, para obtener una buena recuperación en primavera, estas ganancias, no son comunes en las condiciones extensivas del Uruguay. Lo frecuente es que los terneros y los animales de sobreño pasen el invierno en campos con muy baja disponibilidad de forraje, no alcanzando a cubrir los requerimientos nutritivos de mantenimiento. Para levantar esta restricción se puede adecuar la carga, controlar la competencia por los ovinos, diferimiento de forraje, uso de mejoramientos de campo y suplementación estratégica (Brito et al., 2005).

El uso estratégico de concentrados, granos, heno y silo ha sido una de las alternativas más comunes para enfrentar periodos de crisis forrajera invernal, permitiendo armonizar el creciente potencial genético del ganado con la mayor calidad del pasto en esta época, e incrementar dotaciones para obtener una mayor producción por hectárea (Nocetti y Resquin, Latimori y Kloster, citados por Cozzolino 2000, Horn et al., citados por Elizalde 2003). Por esto es necesario considerar que las prácticas de suplementación y/o encierre a corral son un medio (y no un fin en sí mismo) para lograr una mejora en la utilización del forraje (Elizalde, 2003).

### **2.2.2 Contenido nutricional de algunos suplementos**

Convencionalmente los alimentos se clasifican en ocho grupos:

El sistema NRC propuso la siguiente clasificación:

Clase 1: forrajes y alimentos groseros: fibra cruda mayor a 18% en base seca. Pobres en energía neta por unidad de peso.

Clase 2: alimentos no cortados, en estado fresco: pasturas en general, cualquier forraje consumido en verde.

Clase 3: ensilados: conservados con alto contenido de humedad en un medio ácido; obtenido mediante una fermentación anaeróbica: ensilaje de cultivo de: maíz, sorgo; grano húmedo; pasturas o praderas mezclas.

Clase 4: alimentos energéticos contienen menos de 18 % de fibra cruda y menos de 20 % de proteína cruda en base seca: grano de cereales; subproductos de molinería (afrechillos) frutas; raíces, melazas; grasas y aceites.

Clase 5: alimentos proteicos: los alimentos que contienen más de un 20 % de proteína cruda en base seca: harinas de la industria aceitera, harina de la industria cárnica, harinas de la industria pesquera, brotes de malta, farello de cervecería, nitrógeno no proteico.

Clase 6: suplementos minerales: aporta concentración alta de minerales en Uruguay se encuentran: carbonato de calcio, conchilla, harina de huesos, suplementos minerales.

Clase 7: suplementos vitamínicos.

Clase 8: aditivos (enzimas, hormonas, antibióticos, etc., Cozzolino, 2000).

La energía total de un alimento varía de acuerdo con su composición química, la energía bruta (eb) expresado normalmente en mega calorías / kg. de materia seca, menos la energía perdida por las heces se denomina energía digestible (ed), si a este se le resta la energía perdida en forma de orina y gases se obtiene la energía metabolizable (em) que es la porción del alimento que puede ser usado por el animal, a su vez a la em se le resta las pérdidas en forma de calor, se obtiene el valor de energía neta (en) y esta es la parte de la energía que el animal usa para mantenimiento, es similar que para lactación y estas son mayores que para ganancia de peso corporal. La digestibilidad de la materia orgánica (dmo) es un excelente estimador del contenido de energía de los forrajes (Mieres y Methol, 2004b).

Según Cozzolino (2000) en términos generales los granos de cereales tienen una alta concentración de carbohidratos solubles, siendo generalmente las 2/3 partes del peso del grano almidón, son pobres en fibras y en contenido de minerales.

El maíz es uno de los principales granos utilizados en la alimentación animal. Su contenido de proteína rara vez supera el entorno del 10%, posee alta palatabilidad dado por un contenido extrato etereo (ee) grasa en el grano y por este motivo se lo utiliza como una de las fuentes principales de energía en la formulación de raciones (Aldrich y Leng, citados por Cozzolino, 2000). Se destaca la alta digestibilidad de la materia orgánica y el aporte de energía por unidad en comparación con otros granos (Cozzolino, 2000).

Este mismo autor menciona que los afrechillos son subproductos de la industria molinera, usualmente compuesto por las cubiertas externas del grano descascarillado,

germen y parte del endospermo, o del resultante del pulido del grano como en el caso del afrechillo de arroz, aportan niveles altos de energía por su alta concentración de carbohidratos o ee (aceite), poseen niveles bajos de calcio y fósforo y se produce un aumento en el componente fibra de este tipo de alimento respecto a los granos. El afrechillo de arroz posee una elevada concentración de energía, y adecuados niveles de proteína. La relación calcio : fósforo puede ser inadecuada si se utiliza como único suplemento o si no se le agrega sales minerales, contiene alta concentración de ácidos grasos no saturados que puede provocar enranciamiento oxidativo de los lípidos, lo cual afecta el valor nutritivo y la palatabilidad, contiene una concentración de proteína del orden del 10 -15 %, la cual es mayor a las del grano original, al incorporarse muchas veces restos de cáscaras y otros restos del barrido los parámetros de fdn y fda son más altos en relación al material original.

En cuanto a los concentrados proteicos, cuando se plantean aumentos de producción es posible utilizar diferentes fuentes de origen vegetal animal e incluso nitrógeno no proteico (nnp). Dentro de las harinas de oleaginosas que se utilizan en el país está el expeler de girasol, posee alto contenido de fibra de baja digestibilidad debido a su gran lignificación lo que hace que varíe su aporte de proteína y energía cuando es utilizado con otros alimentos pudiendo provocar la dilución de los aportes de energía o proteína de la ración completa (Cozzolino, 2000).

Cuadro 3. Valor nutritivo en porcentaje, promedio de varios tipos de alimentos enviados al laboratorio de nutrición animal de INIA La Estanzuela por productores técnicos e investigadores.

<b>PASTURAS EN INVIERNO</b>									
	MS	Cen.	PC	DMO	FDA	FDN	EM	ENm	ENg
% Prom.	92,4	15,8	9,15	56	45,8	48,2	2,09	1,34	0,62

<b>EXPELLER DE GIRASOL</b>									
	MS	Cen.	PC	DMO	P	FDA	FDN	EE	ENI
% Prom.	90,8	7,37	36,3	65,6	0,83	25,69	37	2,27	1,43

<b>MAÍZ</b>										
	ENg	MS	Cen	PC	DMO	FDA	FDN	EE	EN	EM
% Prom.	1,55	87,8	3,04	9,18	82,2	6,53	21,6	6,10	1,96	3,2

% Pro m.	AFRECHILLO DE ARROZ									
	ENg	MS	Cen	PC	DMO	FDA	FDN	EE	EN	EM
	1,37	89,2	10,5	15,2	73,4	13,8	31,7	15,1	1,80	3,0

Fuente: Mieres y Methol (2004).

### **2.2.3 Interacción: pastura – animal – suplemento**

Las principales relaciones que podemos encontrar entre lo que potencialmente ofrece la pastura y el aporte extra de suplemento son:

#### **2.2.3.1 Adición**

Se da cuando el animal obtiene de la pastura una cantidad reducida de nutrientes, limitada por la baja digestibilidad, baja oferta y/o reducido tiempo de pastoreo. En estos casos se ven incrementos en las ganancias de peso individual sin modificar la capacidad de carga de la pastura (Ustarroz y De León, 2006). Los mejores efectos aditivos en aumento de peso se dan cuando el nivel de suplemento ofrecido diariamente (expresado en base seca) se ubica entre el 1,0 y el 1,5% del peso vivo del animal. Por encima de 1.5 % comienzan a ser sustitutivos. También se da la adición con estímulo: cuando el suplemento suministra nutrientes y a su vez estimula el consumo de baja calidad, es frecuente en la suplementación proteico o con nitrógeno no proteico (Figurina et al. 1997, Pordomingo 2001).

#### **2.2.3.2 Sustitución**

Es cuando se dispone de abundante pastura de buena calidad, el suplemento no agrega nutrientes, el animal deja de comer pastura en una cantidad equivalente al suplemento recibido, la ganancia no se afectara y solo impacta en la capacidad de carga de la pastura (Elizalde 2003, Ustarroz y De León 2006).

Cuando ocurre sustitución se podrán mantener las ganancias de peso que se hubiesen logrado con forraje ofrecido a voluntad, que no es el caso del invierno donde existe altísima calidad pero baja disponibilidad (Dixon y Stockdale 1999, Elizalde 2003). Los valores de sustitución en pasturas de alta calidad varían entre 0,5 a 1 kg de forraje sustituido por kg de suplemento consumido (Tyler y Wilkinson, citados por Elizalde, 2003)

El suplemento ofrecido es de mayor palatabilidad y calidad que la pastura por lo que se generan excedentes de forraje. Se da la sustitución con depresión cuando el suplemento es de mayor valor nutritivo que el forraje consumido y provoca depresión en

el consumo y digestión del mismo. Ciertas modificaciones del ambiente ruminal pueden ser la causa de la depresión (Pigurina et al., 1997).

Resultados obtenidos de ensayos realizados en la estación experimental la Estanzuela, y en la EEMAC de Risso et al., Franco, citados por Orcasberro (1991) con novillos en praderas suplementados con heno o con concentrados, que muestran que con novillos pastoreando con altas cargas y asignaciones de forraje muy bajas (1.1 – 1.5 kg de ms por 100 kg de pv) no habría ocurrido sustitución de forraje por suplemento cuando se suministraron 4 kg de heno a 2 kg de concentrado. La diferencia en ganancia de peso de animales suplementados con respecto a los testigos puede ser explicado por el aporte de nutrientes del suplemento.

### **2.2.3.3 Adición y sustitución**

Es la combinación de los dos efectos, hay una mejora en la provisión de nutrientes, disminución no proporcional en el consumo de la pastura, ocasiona aumento en ganancia de peso y posibilidad de aumentar la carga, es el más frecuente de los efectos en diversidad de condiciones en las que hay alguna restricción por parte de las pasturas que es compensada por el suplemento (Ustarroz y De León, 2006).

La cantidad de pastura que el animal deja de consumir por unidad de suplemento ingerido se denomina tasa de sustitución (ts), por ejemplo una ts de 0.7 significa que por cada kg de materia seca (ms) de suplemento ingerido se reduce el consumo de pastura en 0.7 kg ms (Soto y Ortiz, 2006).

Bargó et al., citados por Soto y Ortiz (2006), sostienen que la ts generalmente se ubica entre 0.2 y 1.1 dependiendo de la calidad y cantidad de la pastura y del suplemento ingerido. Los forrajes conservados (henos, ensilajes) tienden a presentar mayor ts que los concentrados. Con disponibilidades muy bajas (500 kg ms/ha) la suplementación con concentrados energéticos ocasionaría una ts de aproximadamente 0.30 a 0.55 dependiendo de la calidad de la pastura (50 y 70% de digestibilidad respectivamente).

Desde el punto de vista biológico la sustitución de forraje por suplemento puede ser beneficiosa al permitir estirar la pastura existente, considerar la ts es importante para determinar la cantidad de suplemento a suministrar a los animales pastoreando (Soto y Ortiz, 2006).

Según Pigurina et al. (1997), existen aspectos a tener en cuenta al formular una estrategia de suplementación, dentro de los factores del animal se debe tener en cuenta el tipo de animal, el estado corporal, nivel de reservas y los requerimientos nutricionales para el objetivo definido, ya sea mantenimiento o aumento de la producción a través del uso de tablas de requerimientos nutritivos (energía, proteínas y minerales para cada tipo

de animal y nivel de producción). La decisión de suplementar energía o proteína dependerá entre otros factores, de la respuesta del animal a ese suplemento la cual se mide a través del aumento de peso vivo; movilización de reservas en vacas lecheras o aumento de la carga animal.

Cuadro 4. Respuesta esperada en peso vivo y consumo de energía de vacunos y ovinos suplementados con energía, proteína o nitrógeno no proteico (nnp) y pastoreando forrajes de diferentes niveles de disponibilidad, contenido de fibra y proteína.

CARACTERISTICAS DE LAS PASTURAS								
Niveles (Bajo o Alto)								
Disponib.	Bajo				Alto			
Cont. Fibra	Bajo		Alto		Bajo		Alto	
Cont. Prot.	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto
SUPLEMENTO Respuesta nula(0), Pequeña(+), Media (++) , Alta(+++)								
Energía	+	+	++	++	0	0	+	+
Proteína	+	0	+	+	+++	0	++	+
NNP(urea)	+	0	0	0	++	0	+	0

Fuente: Siebert y Hunter (1982).

#### **2.2.4 Efecto de la suplementación sobre consumo y digestibilidad del forraje**

En primer lugar se alimenta a los microorganismos del rumen, estos degradan los nutrientes de los alimentos (proteínas fibras o azúcares, etc.) para cubrir sus necesidades con relación a su crecimiento y reproducción, dejando productos de esa degradación que luego serán utilizadas por el animal para cubrir sus propias necesidades. Así en el rumen se liberan productos tales como: anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), agv, metano (CH<sub>4</sub>) y amonio que serán utilizados por el animal para cubrir sus propias necesidades de energía y proteína y otros serán producto de desecho (Church y Owens, citados por Cozzolino, 2000).

Los distintos carbohidratos requieren una flora bacteriana específica para su degradación en el rumen, siendo del tipo celulolítica para la fermentación de la pared celular y amilolítica para el contenido celular. A su vez estos microorganismos requieren diferentes ambientes ruminales y dan lugar a distintas cantidades y proporciones de ácidos grasos volátiles (agv) (Ustarroz y de León, 2006). Church y Owens, citados por Cozzolino (2000), mencionan que en el rumen existen bacterias anaeróbicas que fermentan los carbohidratos de la pared celular (fibra) obteniendo como producto final los ácidos grasos volátiles, los cuales son utilizados por el animal como fuente de energía. Otro grupo de microorganismos son los protozoarios, su

presencia está determinada por la concentración de almidón en la dieta, si este aumenta, la cantidad de protozoarios en el rumen aumenta, son bacteriófagos, y actúan como reguladores de la población bacteriana del rumen. El último grupo descubierto son los hongos llamados ficomicetos, principales colonizadores de las partículas fibrosas del alimento que llega al rumen. Solubilizan principalmente la fracción lignina-hemicelulosa lo que determina una importante función en la digestión de alimentos fibrosos.

#### **2.2.4.1 Efecto sobre flora microbiana**

Al suministrar granos se afectan los microorganismos anteriormente mencionados debido a descensos del pH ruminal, que causa una disminución de las bacterias celulolíticas, se incrementan las amilolíticas y la proporción de ácido propiónico en la concentración de agv. La digestión de carbohidratos en intestinos tiene entre 11 y 30 % mayor eficiencia que digeridos en el rumen debido a un ahorro en las pérdidas por calor en el rumen por la fermentación. No obstante, debe tenerse en cuenta las necesidades de energía fermentecible a nivel ruminal para la utilización del nitrógeno dietario a través de su transformación en proteína microbiana, que será el principal aporte (70 a 80 %) para cubrir los requerimientos proteicos del animal. Es necesario un adecuado balance de energía y proteína que requiere el rumen, a partir de la composición de la pastura y las características del grano a utilizar (Dixon y Stockdale 1999, Ustarroz y De León 2000).

#### **2.2.4.2 Efecto sobre el consumo voluntario**

Según Elizalde (2003), el consumo se limita por dos motivos: por sensación de llenado del rumen (fibra) o por saciedad (concentración de nutrientes en sangre).

En pasto seco con alta cantidad de fibra de mala calidad, el consumo se limita por llenado físico del rumen. En estos casos generalmente el animal gasta más energía en digerirlo que la que obtiene de su digestión. Es aquí donde se requiere suplemento proteico de forma que el alimento alcance un mínimo de 7% de proteína bruta en la dieta de forma que se acelere el proceso digestivo y por lo tanto aumente el consumo ya que en este caso habrá un proceso depresivo en la digestión de la fibra, incluso con niveles de suplementación del 1% PV porque las bacterias que digieren la fibra prefieren al almidón, lo cual es más perjudicial sobre la digestión de la fibra que sobre la reducción en el consumo de forraje (Cibils y Fernández 2002, Jones et al., Cochran, citados por Elizalde 2003).

Con pasto verde de invierno de mayor calidad, el consumo se limita por saciedad. El pasto tiene mucha agua y alto contenido de proteína (más de 18%), falta energía y fibra para lograr una correcta digestión. La fibra baja la tasa de digestión del alimento, lo cual permite aprovechar los nutrientes del forraje. La mayor energía permite

asimilar los componentes nitrogenados para su posterior formación de proteínas por lo que el efecto de la suplementación en estos casos será de una reducción en el consumo y no un efecto de disminución de digestibilidad de la fibra (Cibils y Fernández 2002, Bowman y Sanson, citados por Elizalde 2003).

En el caso del afrechillo de arroz entero (sin desgrasar) debido a su alto contenido en lípidos no debería sobrepasar un tercio de la dieta total, ya que un exceso de lípidos deprime la digestibilidad del forraje por toxicidad para la flora ruminal y por ende disminuye el consumo (Soto y Ortiz, 2006).

Dentro de la regulación metabólica en rumiantes es poco probable que la regulación glucostática sea aplicable a los rumiantes, es más probable un mecanismo quimiostático en el que participan los ácidos grasos volátiles producidos en la fermentación ruminal. La introducción de acetato y propionato en el rumen reduce la ingestión de raciones ricas en concentrados, existiendo receptores de la regulación de la ingestión para los agv en la cara interna del retículo rumen, en cambio al emplear raciones formadas fundamentalmente por alimentos groseros la introducción de agv tiene efectos menos claros sobre la ingestión, en este caso la regulación parece ejercerse a nivel del tracto digestivo, teniendo gran influencia la característica de los alimentos (Mc Donald et al., 2006).

Generalmente, se considera que la ingestión está limitada por la capacidad del rumen y que los receptores de la repleción y tensión de las paredes del rumen señalan el grado de llenado al cerebro. La idea de que los alimentos groseros o de volumen llenan el rumen en mayor grado que lo hacen los alimentos concentrados ha recibido algún apoyo. Se sabe desde hace tiempo que en los rumiantes, existe una relación positiva entre la digestibilidad de los alimentos y su consumo (Mc Donald et al., 2006).

El efecto de la adición de suplementos de concentrados a los alimentos groseros sobre la ingestión, depende de la digestibilidad del alimento grosero, dicho de otra manera, los concentrados añadidos a los alimentos groseros de baja digestibilidad (ej: 0,4) tienden a ser consumidos con el alimento grosero pero si se añaden a alimentos groseros de alta digestibilidad, tienden a sustituir al alimento grosero. El componente químico de los alimentos que determina su ritmo de digestión es la fibra detergente neutro (fdn), que es una medida del contenido en paredes celulares, por tanto existe una relación negativa entre el contenido en fdn de los alimentos y el ritmo a que son digeridos (Mc Donald et al., 2006).

Las deficiencias nutritivas que reducen la actividad de los microorganismos del rumen pueden reducir el consumo de los alimentos, la más corriente es la deficiencia en proteína o nitrógeno, que puede corregirse mediante la suplementación con proteína degradable en el rumen o con algún producto nitrogenado como la urea, sin embargo los suplementos de proteína no degradable pueden también incrementar la ingestión de

forraje de bajo contenido proteico, ya sea porque el nitrógeno de la proteína digerida después de dejar el rumen se recicla parcialmente al rumen o debido al efecto de la proteína sobre el metabolismo tisular del animal (Mc Donald et al., 2006).

### **2.2.5 Balance energía – proteína**

La energía de los alimentos es aportada principalmente por los carbohidratos que se degradan en forma diferente según su naturaleza física y química, alimentos de similar contenido de energía y proteína, pueden ser aprovechados en cantidad y forma diferentes, e influir en forma negativa, positiva o neutra en la ración y afectar el consumo o la degradación de estos a nivel ruminal (Cozzolino, 2000).

Según AFRC (1993) la energía metabolizable ingerida se define por ARC como la energía bruta del alimento menos la de las heces, orina, gases y combustibles (principalmente metano), expresado en megajoules por kilogramo de materia seca de alimento, que representa la parte de la energía del alimento que puede ser utilizada por el animal y se define como:  $em = eb - eh - eo - eg - es$ .

El valor energético de la alimentación es la parte de la energía digerida que es utilizada por el animal para el mantenimiento corporal y la producción, después de haber perdido como heces (eh), orina (eo), metano (eg) y el calor. El contenido neto de energía de un producto de origen animal es numéricamente el mismo que su contenido de energía bruta (eb), también conocido como valor energético (ve), expresado en mj / kg. La energía neta utilizada por un animal para su mantenimiento es igual a la producción de calor de los animales mantenidos en mantenimiento en un ambiente termo-neutro (AFRC, 1993).

La energía digestible se define como  $eb - eh$ , y como  $eh$  es el más grande de los tres componentes que se sustraen, existe normalmente una buena correlación entre el ed y em en los valores de los alimentos, con correlaciones de em/ed que van desde 0,81 a 0,86. Un valor medio de la (eb) de las dietas de rumiantes es de 18.8mj/kg ms y ha sido utilizado para tabular los requerimientos de em (AFRC, 1993).

En el sistema de AFRC (1993), la energía metabolizable fermentecible (fme), de un alimento es necesaria para poder utilizar la proteína metabolizable (pm). La unidad (fme) se definió por AFRC (1993) como la em contenida en el alimento (em), como mj / kg ms, menos la (em) presente en las grasas (emfat), y menos la em contribuida de la fermentación de los ácidos (emferm).

Las dietas grasas son altamente digestibles en el tracto digestivo de rumiantes, pero no pueden suministrar energía de las moléculas de atp a los microorganismos del rumen. La em media de grasas y aceites es del orden de 35 mj / kg ms, por lo que la

corrección por el contenido de aceite y grasa reduce la proporción de fme en un 4% lo que equivale a 1,4 mj / kg ms (AFRC, 1993).

La fermentación de las proteínas libera amoníaco, que debe sincronizarse con la liberación de energía, de lo contrario no se utiliza el potencial del rumen para producir proteína microbiana y degradar la fibra de los forrajes (Cozzolino, 2000).

Según AFRC (1993) la proteína metabolizable se define como el total de proteína verdadera digestible (aminoácidos) a disposición del animal luego del metabolismo de la digestión y absorción de la alimentación animal en el tracto digestivo. La proteína metabolizable (pm), muestra dos componentes; la proteína microbiana verdadera digerible (dmtp) que es producida por las actividades de los microbios del rumen, que sintetizan proteínas de energía fermentable (fme), proveniente de los alimentos y los aminoácidos o nitrógeno no proteico de la ruptura de las proteínas del alimento en el rumen. Alrededor de 0,25 proteína cruda microbiana (mcp) está presente como ácidos nucleicos, y no puede ser utilizado por los rumiantes para la síntesis de tejido corporal, leche, etc. La proteína microbiana verdadera, por lo tanto, es de 0,75 de la mcp y la mtp es 0,85 digerible en el intestino, de manera que:

$$\text{dmtp (g/d)} = 0,75 * 0,85 * \text{mcp} = 0,6375\text{mcp (g/d)}.$$

La proteína cruda (pc), se separa en dos fracciones por su velocidad de degradación, la proteína rápidamente degradable (qdp) que es definida por la constante, a (n soluble en agua), y la proteína lentamente degradable (sdp), que está determinada por el tiempo que el alimento está expuesto a la digestión bacteriana del rumen, que es en función del nivel de alimentación (l) y tasa de pasaje (AFRC, 1993).

El término erdp proteína efectivamente degradable en rumen, se ha definido como una medida del total de N ofrecido que en realidad es capturado y utilizado por los microorganismos del rumen para el crecimiento y la síntesis propia (AFRC, 1993).

El suministro de energía es el primer factor limitante en la síntesis de proteína microbiana. En consecuencia, el rendimiento (y) de proteína cruda microbiana rumen (mcp), se expresa como gmcp por mj de fme en la dieta, y el nivel de alimentación (l) determina el valor de y para cualquier situación (AFRC, 1993).

Excesos de amoníaco, generan pérdidas de este nutriente que es eliminado como urea por la orina, y un déficit de proteína degradable se asocia a una disminución de la actividad fermentativa y del consumo (Cozzolino, 2000).

Los requerimientos del animal varían con la edad, el peso y su estado. Los nutrientes que absorbe (energía, proteína, minerales, etc.) del alimento, deben lograr el mantenimiento. Lo que resta de este proceso lo destina primero a crecer, si es joven, y a engordar almacenándolo como reserva de grasa para cuando le haga falta

energía. También para el buen funcionamiento del tracto gastrointestinal de un rumiante el alimento debe tener un mínimo y un máximo de fibra. Esta fibra proporciona la energía, pero se necesita proteína para poder usar esa energía (Cibils y Fernández, 2002).

Cuadro 5. Contenidos máximos y mínimos recomendados de fibra y proteína como porcentaje del alimento.

COMPONENTE	MÍNIMO	MÁXIMO
<b>Fibra</b>	17%	40 %
<b>Proteína Bruta</b>	7 %	12 % - Adultos 18 % - Terneros (*)

(\*) Los terneros tienen mayores requerimientos de proteína debido a mayor formación de músculo.

Fuente: Cibils y Fernández (2002).

La síntesis de proteína microbiana está limitada por el consumo de materia seca, bajos consumos de materia seca son condicionantes no sólo del aporte de energía sino también de proteínas para el animal. Las altas concentraciones de amoníaco ruminal son consecuencia de un exceso de proteínas del forraje más que de una reducida eficiencia de síntesis de proteína microbiana. Por otra parte, las pérdidas de nitrógeno, pueden considerarse una ineficiencia en el uso del nitrógeno que es factible de mejorarse con el uso de suplementos energéticos. Altos niveles de carbohidratos solubles de los forrajes o elevados consumos de materia seca, reducen la necesidad de uso de suplementos para balancear la composición de la dieta (Elizalde, 2003).

### **2.2.6 Factores que afectan el consumo de suplemento**

La mayoría de los granos de cereales disponibles en el mercado se usan en suplementación. Aunque todos los granos son oferentes de energía en la forma de almidón, existen diferencias en la composición y la tasa de liberación del mismo en el tracto digestivo del animal. En referencia a esto los granos de cereales de invierno tienen más rápida exposición solubilidad y fermentación ruminal que los de verano (ejemplo: maíz y sorgo) que son de fermentación más lenta y una parte escapa a la fermentación ruminal y es digerida a nivel del intestino delgado. Además se debe tener en cuenta otras consideraciones en el empleo de granos para rumiantes como por ejemplo los siguientes puntos:

- ☞ pueden producir trastornos digestivos (acidosis), cuando se da la ingestión de altos niveles de concentrados en dietas mal balanceadas (deficientes en fibra

efectiva) o en animales no acostumbrados, granos de rápida degradabilidad ruminal presentan mayor riesgo (ejemplo: trigo y cebada).

☞ son alimentos caros lo que determina que sean utilizados en momentos estratégicos y cuando el costo lo permita.

☞ En cuanto a la calidad recordar que son alimentos pobres en minerales tales como calcio y fósforo.

☞ Se recomiendan en general dar aplastados o molidos, pero no muy finos y dependiendo del costo de la molienda ya que este proceso incrementa la digestibilidad total de los distintos granos como así también la digestibilidad parcial en cada sitio de digestión.

☞ Alta concentración de materia seca y energía.

☞ El estado de conservación del grano (humedad, ataque de insectos, hongos) afectan la calidad nutricional del alimento, debido tanto a la alteración de las características químicas como a la producción de sustancias extrañas toxinas (Pordomingo, 2001).

Además en el caso del afrechillo de arroz entero su alto contenido en lípidos insaturados lo hace propenso al enranciamiento oxidativo, lo cual le puede conferir un olor y sabor desagradable y puede afectar su valor nutricional (Cozzolino 2000, Soto y Ortiz 2006, Ustarroz y De León 2006).

En cuanto a la frecuencia de suplementación McCollum, Kunkle et al., citados por Soto y Ortiz (2006), mencionan que mientras más frecuente y fraccionado se suministra el concentrado más estable es el ambiente ruminal, menos se afecta el aprovechamiento del forraje y menor es el riesgo de trastornos digestivos. Según Latimori y Kloster (1997), la relación entre el nivel de suplementación y la frecuencia en el suministro de concentrado es la siguiente:

hasta 1% PV 1 vez/día

1 a 1.5% PV 2 veces/día

1.5 a 2% PV 3 veces/día

mayor 2% PV 4 veces/día.

## **2.3 CRECIMIENTO Y DESARROLLO ANIMAL**

El proceso de crecimiento y desarrollo incluye una multiplicación de las células (hiperplasia), en la cual ocurre división celular, que puede tener lugar sin aumento de protoplasma y su resultado es un mayor número de células más pequeñas y también se da la hipertrofia que es la diferenciación y aumento del tamaño ya que puede darse que se sintetice protoplasma sin división celular todo lo cual lleva a la formación de órganos y tejidos. Es decir, que los cambios que sufre el organismo son de tipo cualitativo y cuantitativo (Bocco et al., 2005).

Al estudiar los animales productores de carne, el interés primordial se centra en el crecimiento de los tejidos más importantes de la canal los cuales son el tejido muscular, adiposo y óseo, y en la proporción que hay de estos tejidos en la misma (Berg y Butterfield, 1978).

El animal adulto no es una mera extensión del recién nacido, por consiguiente el crecimiento no es un simple incremento en tamaño. No todas las porciones del cuerpo se desarrollan equitativamente, ni el tiempo de duración del crecimiento es el mismo para todas sus partes. Este crecimiento diferencial del cuerpo es motivado por el desarrollo, el cual ocurre desde el estado embrionario hasta la madurez (Merkel y Boggs, 1990). Purchas et al. (1989), indican que tanto crecimiento que es el incremento en sustancia viva, como el desarrollo que es un proceso coordinado por el cual la crianza de un animal lo lleva a la etapa adulta son parte de una síntesis dirigida de músculo, hueso y grasa lo cual constituye la producción de carne.

Según Fowler, citado por Berg y Butterfield (1978), el crecimiento tiene dos aspectos. El primero es medido como el aumento de masa (peso) por unidad de tiempo. El segundo se refiere a los cambios en forma y composición que resultan de un crecimiento diferencial de las partes componentes del cuerpo. Para Di Marco (2004), se consideran más acertadas las postulaciones de Hammond quien entiende por crecimiento el aumento de peso experimentado por los animales desde el nacimiento hasta la edad adulta, y por desarrollo, las modificaciones de las proporciones, conformación, composición química corporal y funciones fisiológicas a medida que avanza la edad. Estos procesos pueden darse o no en simultáneo.

Al nacer un animal tiene relativamente más desarrollada la cabeza ya que el neonato depende de sus órganos de sentido (olfato, oído, vista) y debe poder mamar y tragar, al ir creciendo la región de la cadera recibe desarrollo preferencial. Las zonas con mayor crecimiento postnatal relativo son la paletilla y la cadera, los gradientes difieren según especie sexo y estado de crecimiento (Purchas et al., 1989).

Bocco et al. (2005), hacen referencia a que existen tres ondas de crecimiento, la primera llamada axial o primaria, tiene prioridad sobre las demás, se encarga del aumento del tamaño de la cara y explica el crecimiento paulatino de la cabeza hacia atrás (cuello, tórax, lomo y cadera). La segunda onda es la apendicular, comienza en la parte media de los miembros, hacia abajo da lugar al tamaño definitivo del pie y hacia arriba a las diversas regiones de los miembros (altura), esto explica que el pie, los miembros y la altura de anca alcancen su tamaño adulto prematuramente, luego se dirige hacia el lomo la cual es una de las partes más tardías en alcanzar el tamaño definitivo. La tercer onda comienza a desenvolverse cuando el efecto de las anteriores comienza a decrecer, es la encargada del desarrollo longitudinal de las costillas y se la denomina descendente, contribuye al crecimiento en ancho de los huesos largos, una insuficiencia alimenticia retarda la evolución de las ondas, siendo las regiones de desarrollo más tardío las más

afectadas, por lo que las partes posteriores del animal serán las que sufran mayor deterioro, las cuales corresponden a los cortes de mayor valor carnicero.

Por lo expuesto anteriormente resulta de suma importancia el conocimiento en la priorización de la utilización de nutrientes que realiza el animal, la más alta es para el tejido nervioso, la cabeza y la deposición de grasa periférica, intermedia para el tejido esquelético, el cuello y paletas y deposición de grasa intermuscular, intermedia a baja para el músculo, los miembros traseros y la grasa subcutánea, y la más baja prioridad para el tejido graso, costillas lomos y deposición de grasa intramuscular (Huerta et al., 1991).

El tejido muscular es el más importante en la producción animal a causa de que es el componente final deseado en el consumo de carne, las grasas también son importantes ya que se requiere el mínimo de algunas grasas para asegurar una aceptable calidad del consumo, por ende adquiere gran importancia la etapa de la recría la cual se define desde el destete hasta el momento de entore en las hembras o el ingreso a la invernada en los machos, ya que es la etapa en que el animal es más eficiente en la conversión de alimento en músculo, pero en cambio en la mayoría de los predios ganaderos de nuestro país, la recría de machos y hembras es postergada en los programas de alimentación, debido a que muchas veces, las necesidades económicas financieras hacen que las categorías en terminación tengan prioridades sobre estas (Merkel y Boggs 1990, Brito et al. 2005).

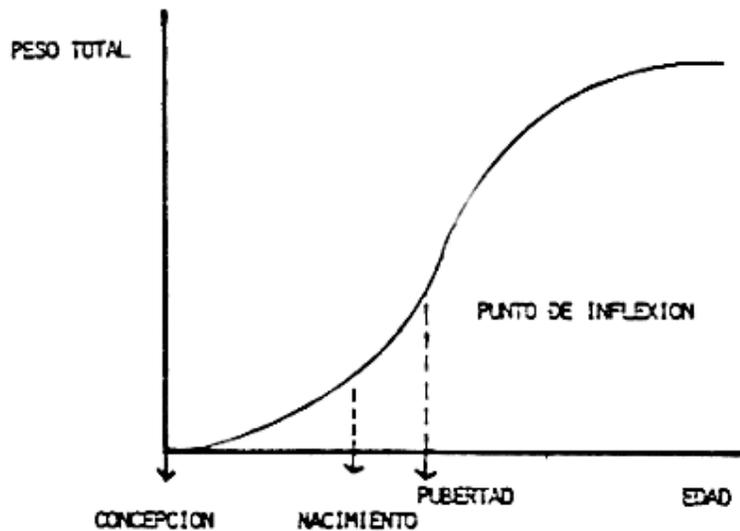
### **2.3.1 Distribución del crecimiento y desarrollo**

Un ternero desde su nacimiento, siempre y cuando se le proporcione una nutrición adecuada, irá creciendo a lo largo de una curva sigmoidea con una aceleración en la pubertad y disminuyendo la marcha al aproximarse la madurez (Di Marco, 1993). Para Merkel y Boggs (1990), la curva de un crecimiento normal es una gráfica en forma sigmoidea en la cual se identifican unidades de crecimiento que puede ser en gramos kilogramos o libra y la unidad de tiempo que puede ser en días, semanas, meses o años, dependiendo de la especie.

Según Merkel y Boggs (1990) el crecimiento que ocurre previo al nacimiento es relativamente muy poco con respecto al peso adulto, inmediatamente luego del nacimiento el aumento en unidad de crecimiento es muy lento inicialmente, seguido por un aumento bastante rápido por unidad de crecimiento en relación al tiempo, es la etapa en que el animal hace la mayor eficiencia en ganancias. Di Marco (1993), distingue en esta fase una etapa de auto aceleración del crecimiento. La segunda parte de la curva determina la fase de auto inhibición donde el potencial de crecimiento disminuye. Las ganancias de peso por unidad de tiempo son cada vez más pequeñas, hasta que finalmente el animal alcanza la madurez. La curva es de inclinación decreciente. El punto de inflexión, que en los animales superiores coincide con la pubertad es el punto

donde la velocidad de ganancia es mayor, inmediatamente antes de comenzar a descender, como lo indica la curva de ganancia diaria. Coincide con una época de cambios hormonales que pueden ejercer una acción decisiva sobre el proceso del crecimiento. Este punto, es importante para establecer la equivalencia de edades entre especies y entre razas de una misma especie, lo que permite hacer comparaciones de crecimiento entre ellas (Merkel y Boggs 1990, Di Marco 1993).

Ilustración 2. Curva de crecimiento animal total



Fuente: Di Marco (1993).

Clásicamente se acepta la curva sigmoidea de crecimiento, no obstante Whittimore, citado por Berg y Butterfield (1978), sostiene que hay una tendencia lineal entre el peso de nacimiento y de matanza, y que cuando se produce un alejamiento de esa linealidad se estaría reflejando la existencia de limitantes de tipo ambiental o nutricional.

### 2.3.1.1 Crecimiento y desarrollo de los principales tejidos

Los tres tejidos más importantes de la carcasa surgidos de la diferenciación celular son hueso, músculo y grasa. El proceso de crecimiento tiene similitudes para los tres tejidos, a pesar de la gran diferencia en su apariencia externa, su estructura y su función. La función del músculo y el hueso es marcadamente diferente a la de la grasa. El músculo y el hueso tienen una función mecánica y de trabajo que cumplen estrechamente juntos como soporte y propulsión del cuerpo. La función de la grasa es principalmente de reserva de energía (Purchas et al., 1989).

Un ternero al nacer tiene en su canal cerca de dos partes de músculo por parte de huesos. En el periodo pos natal los músculos crecen relativamente más rápido que los

huesos por lo que el cociente músculo: hueso aumenta. Los músculos crecen en relación con el peso del cuerpo. Durante este crecimiento siempre existe alguna acumulación de grasa, que va siendo cada vez mayor según se aproxima la madurez, en ovinos aumenta alrededor de un 3 % al nacimiento hasta encima de un 40% en la madurez (Purchas et al. 1989, Di Marco 1993). La grasa es el tejido más variable del cuerpo y la manipulación, mediante medios genéticos o nutricionales, de la composición de la canal, depende en gran parte del control que se tenga sobre la proporción de grasa, la cual aumenta con el peso del cuerpo (Berg y Butterfield, 1978).

Son los tejidos y partes del cuerpo más indispensables para la vida los que se desarrollan primero. Así por ejemplo, los tejidos genitales no presentan un mayor desarrollo hasta llegar a la pubertad. El crecimiento óseo en longitud es previo al crecimiento en espesor. El tejido graso se deposita en los distintos lugares siguiendo un orden de prioridades:

- Grasa mesentérica
- Grasa peri renal
- Grasa intermuscular
- Grasa subcutánea
- Grasa intramuscular

Los órganos también presentan diferentes velocidades de crecimiento. El cerebro, ojos, riñones, corazón, son órganos de maduración temprana por ser de mayor importancia fisiológica para el animal, se desarrollan más tarde el rumen y la redécilla en el bovino por tener menor importancia hasta un tiempo después del nacimiento (Di Marco, 1993).

Cuadro 6. Proporciones típicas de hueso, músculo y grasa en reses de bovinos de carne a diferentes edades.

	% Hueso	% Músculo	% Grasa
3 meses	26	67	7
8 meses	18	66	16
33 meses	13	49	38
39 meses	10	47	43

Fuente: Di Marco (1993).

Estas cifras muestran que a medida que el animal envejece, disminuye la proporción de hueso y de músculo y hay un incremento espectacular en la proporción de grasa. Sin embargo, en cifras absolutas, el animal maduro sigue teniendo más músculo que grasa (Di Marco, 1993).

Cuando se consideran las diferentes partes o tejidos de un organismo, no crecen todas con la misma intensidad y ritmo, lo que origina un crecimiento diferencial, por lo que un concepto muy ligado al crecimiento es el crecimiento relativo o alométrico, o sea el que se produce en distintas partes de un organismo animal como un todo. Ejemplo: los huesos del cráneo crecen con la misma tasa específica de crecimiento que el cerebro; los músculos que forman el muslo de un animal no pueden crecer en discordancia con los huesos que forman su base ósea (Purchas et al. 1989, Bocco et al. 2005).

El tejido nervioso presenta un tipo de crecimiento diferencial muy particular, ya que en la primera etapa de crecimiento tiene un pico muy elevado y a posteriori es nulo. El tejido genital en la primera etapa (juvenil), no muestra ningún crecimiento, pero cuando se acerca la pubertad se produce un pico muy acelerado cuando el balance hormonal presenta un cambio muy característico. El tejido linfático presenta también un pico muy acelerado de crecimiento y luego un proceso regresivo, debido a que en la etapa fetal el timo es una glándula sumamente importante, no así en la etapa postnatal, donde se torna una glándula prácticamente atrófica (Bocco et al., 2005).

Cabe acotar que en cuanto a la ganancia de peso la proteína crece a rendimientos decrecientes hasta llegar a un plateau y la grasa crece exponencialmente. Por ejemplo en novillos Hereford alimentados con una mezcla de forraje y granos, a los de 250 kg de peso el animal retiene 115 g/d de proteína y 500 g de grasa cuando gana 1 kg/d. En cambio con una ganancia de 400 g/d el animal acumula por día 60 g de proteína y 120 g de grasa. Es decir que al disminuir la tasa de ganancia de peso, la retención de grasa es más afectada que la de proteína y en consecuencia el porcentaje proteico aumenta (Byers, citado por Di Marco, 2004).

Al aumentar el tamaño estructural, aumenta la retención de proteínas y disminuye la de grasa, y al aumentar el peso vivo la ganancia de peso se realiza a expensas de una mayor acumulación de grasa, al punto que novillos de razas Británicas tradicionales después de los 550 kg, prácticamente no retienen tejido proteico cuando ganan peso (Byers, citado por Di Marco, 2004).

### **2.3.1.2 Requerimientos para animales en crecimiento**

Las necesidades de mantenimiento son aquellas que permiten que un animal no gane ni pierda peso, es artificial dividir el destino de los nutrientes para mantenimiento y para producción como si no tuvieran ninguna relación entre ellos pero esto resulta útil y práctico para contemplar diferentes niveles de producción. Para estimar los requerimientos nutritivos de mantenimiento se utiliza el peso metabólico que se calcula elevando el peso vivo a la potencia 0,75, además del peso corporal o metabólico hay otros factores que pueden influir sobre las necesidades de mantenimiento tales como el estado corporal, el estado fisiológico, calidad de la dieta, clima y nivel de actividad (Rovira, 1996).

Cuadro 7. Requerimientos de em/día, en mcal. de terneros en crecimiento.

Peso Vivo(Kg)	Ganancia de Peso (Kg/día).					
	0	0,250	0,500	0,750	1,0	1,25
<b>100</b>	4,2	5,6	6,8	7,8	9,0	10,0
<b>150</b>	5,6	7,6	9,0	10,5	12,0	13,4
<b>200</b>	7,0	9,3	11,5	13,2	15,1	16,8
<b>250</b>	8,2	11,2	13,4	15,1	17,5	19,7

Fuente: Rovira et al. (1987).

Terneros de alrededor de 150 kg de pv, con ganancias promedio de 0,500 kg/día exigen un contenido de por lo menos 12% de proteína cruda en la materia seca consumida. A partir de los 200 kg el porcentaje puede descender levemente a 11%. Para terneras en crecimiento ganando entre 0,100 y 0,500 kg/día se requiere 10-14 g de Ca y 8-11g P y ganando entre 0,500 y 1,0 kg/día requiere de 15-24 g Ca y 12-16 g de P (Rovira, 1996).

Teniendo en cuenta que el agua es un nutriente fundamental se presenta en el cuadro No. 8 los requerimientos de consumo de agua para terneros a distintos niveles de temperatura ambiente.

Cuadro 8. Consumo diario de litros de agua según temperatura ambiente.

	Temperatura Ambiente (°C)				
	10	14	21	27	32
180-250Kg	22	25	30	34	48

Fuente: NRC (1996).

En el caso de categorías de terneros cuyo peso rondan los 150 kg de peso corporal tienen requerimientos que andan en valores de 2.4 kg de materia seca; y de 485 g. de proteína total, y de esta última se requiere una proteína digestible de 410 g y nutrientes digestibles totales de 2.4 kg, con un requerimiento de calcio de 16g y de fosforo de 11g, esto va a estar sujeto al peso y tamaño de los animales (Rovira, 1996).

### **2.3.2 Crecimiento compensatorio**

Con respecto al nivel de restricción, la bibliografía indica que cuando la misma es muy severa y comienza a una edad temprana, puede afectar permanentemente el potencial de crecimiento del animal, la restricción puede darse por disminución del

consumo o de algún principio nutritivo en particular principalmente energía o proteína (Di Marco 1993, Bocco et al. 2005).

El ternero destetado es una categoría que ha sufrido un gran estrés al separarlo de su madre, implica un cambio en la alimentación al no contar con la leche materna y cambio de comportamiento al faltarle protección y el efecto materno, a lo que se le suma los efectos de la yerra y los rigores del invierno con frío y escasez de cantidad y calidad de pasturas, lo que hace que los terneros pierdan 10 a 15 % de su peso, o a lo sumo mantengan peso pero desmejorando su estado corporal, una vez entrada la primavera, con mayor oferta de calidad y cantidad de forraje y gracias al crecimiento compensatorio (cuando las restricciones no han sido muy severas), los terneros recuperan rápidamente peso y estado corporal. Este manejo retrasa el crecimiento potencial, afectando la recría y posterior edad de faena en los machos y de entore en las hembras (Brito et al., 2005).

Según Bocco et al. (2005) el crecimiento o aumento compensatorio se entiende por la tendencia general de la curva de crecimiento a recuperar sus características normales después de un período alimenticio adverso, lo cual se estaría logrando con un mayor consumo de alimento y un aumento de la eficiencia parcial en el período de recuperación. El animal logra su crecimiento compensatorio por tres mecanismos:

- Prolongación del período de crecimiento. Debido a que la restricción provoca un cambio en la relación entre la edad cronológica y fisiológica del animal. La osificación de los huesos largos es lo que establece la paralización del crecimiento y la subnutrición retrasa esa osificación.
- Incremento en el ritmo de ganancia de peso. Los animales que han sufrido restricción, al consumir lo mismo que los testigos en la realimentación, destinan un menor porcentaje a mantenimiento por pesar menos. En definitiva estarán destinando un mayor porcentaje de energía a producción (aumento de peso).
- Aumento del apetito. Se ha demostrado que los animales restringidos tienen mayor consumo en relación a su peso metabólico. Ese mayor apetito se debe a, un tubo digestivo más grande en relación a su peso corporal y los depósitos grasos en el tubo digestivo son mayores en el animal no restringido. Algunos autores sostienen que estos depósitos grasos producen una limitante física del contenido digestivo o producen metabolitos en sangre.

Una restricción de proteínas en animales jóvenes puede llevar a la degradación de tejidos activos, lo que causaría un daño irreparable. La reserva proteica en músculo es poca; en consecuencia el tejido puede agotarse, ya que las reservas de grasa, el tejido que primero se elimina, son relativamente bajas a esta edad. En los animales adultos, en cambio, se puede restringir la proteína dentro de ciertos límites, ya que las reservas de tejido conectivo en esta categoría de animales son mayores (Bocco et al., 2005).

Estos mismos autores mencionan que el nivel de realimentación es sumamente importante, siendo necesarios una alta disponibilidad de forraje de alta calidad a fin de maximizar la respuesta compensatoria. La digestibilidad de la materia seca no deberá ser inferior a 70-75 %. En términos energéticos, esto equivaldría a 2,8 mcal em/kg materia seca. En el supuesto caso de que el nivel energético o la digestibilidad bajen de los límites recomendados, se hace necesario suplementar con grano o aplicar un manejo tal, que permita mantener el valor nutritivo del forraje dentro de los límites mencionados.

Oleggini y Ravagnolo (1995) en Uruguay observaron que la ganancia de peso predestete afecto significativamente el peso al año y a los 540 días de edad en rodeos Aberdeen Angus y Hereford, esto lo explican por el concepto de que el crecimiento compensatorio no es suficiente para compensar las diferencias de peso inicial (al destete) siendo por lo tanto los animales con menos ganancia predestete más livianos al año y a los 540 días, a pesar de sus mayores ganancias durante el destete y el año.

### **2.3.3 Factores que afectan el crecimiento y desarrollo**

La tasa de retención de proteínas y grasas, así como su distribución en el organismo, depende de ciertas variables inherentes al animal como el peso, la tasa de ganancia de peso, la edad, el sexo, y el tamaño del animal o biotipo y, al mismo tiempo, está afectada por factores externos como la alimentación, el clima, el manejo y el estado sanitario (Di Marco, 1993).

Aunque el peso de todos los tejidos se incrementa con el peso de la carcasa, la grasa incrementa a una tasa constante, en cambio el músculo y hueso en animales de algunas razas o sexo diferentes se adelanta en madurar. Por lo tanto la forma de producir carcazas de una composición específica es faenar a un peso vivo o peso de carcasa (nivel de madurez) particular para cada especie raza o sexo a la cual el mismo produce el más apropiado nivel de grasa y músculo para el mercado objetivo (Purchas et al., 1989).

Cuadro 9. Factores que afectan el crecimiento en la vida pre y postnatal en mamíferos.

Prenatal	Postnatal	
	Predestete	Posdestete
Genotipo del feto	Genotipo	Genotipo
Sexo del feto	Sexo	Sexo
Antro materno	Peso al nacer	Peso al destete
Tamaño de la madre	Aptitud materna	Equilibrio hormonal
Edad y desarrollo de la madre	Edad y desarrollo de la madre	Alimentación disponible
Número de fetos	Estado nutritivo de la madre	Manejo
Nutrición de la madre	Producción de leche materna	Clima
Temperatura ambiente	Alimentación al pie de la madre	Adaptabilidad
	Edad y desarrollo al destete	Sanidad
	Estado sanitario madre y cría	

Fuente: Bocco et al. (2005).

### 2.3.3.1 Tamaño animal o biotipo

Existen diferencias genéticas en la composición de la canal, algunas razas empiezan a engrasar a bajos pesos y otras a pesos más altos. Generalmente el ganado vacuno precoz tiene un tamaño más pequeño y entra a fase de engrasamiento a más bajo peso. La superioridad en musculatura en biotipos grandes ya se presenta en el periodo pos natal y se continuara por el resto de la vida, salvo en épocas que experimenten perdidas de peso (Berg y Butterfield, 1978). Según Merkel y Boggs (1990), Bocco et al. (2005) en la especie vacuna hay tipos de animales grandes y tipos chicos, el tipo chico llega al tamaño maduro más precozmente que el tipo grande.

A cualquier momento dado de edad cronológica el tipo de animal grande está en un estado fisiológico menos maduro, tiene menos grasa ya que el engrasamiento no se realiza hasta que la mayor parte de los tejidos óseo y muscular se hallan desarrollado, tienen menos marmoreado, tiene menos músculo incluso en el área de las costillas, por lo que llega a producto final siendo más viejo que el animal de tamaño chico. De cualquier modo el tipo de animal grande tiene rendimiento superior comparado con el tipo chico. Mientras que en las razas precoces se ceba cuando sus tejidos óseo y muscular se encuentran todavía en desarrollo, aunque con menor rapidez. La demanda

energética del animal está relacionada a su metabolismo basal, a la energía que gasta el animal en su actividad, y a la que almacena en el cuerpo o secreta en forma de producto, esta se relaciona con su tamaño a través de los componentes de metabolismo basal y actividad. Debe recordarse que los requerimientos energéticos para mantenimiento no constituyen la totalidad de la demanda energética y que los requerimientos para producción no tienen por qué variar en forma proporcional a la misma función del peso (Aguirrezabala, 1989).

Según Thonney et al., citados por Di Marco (1993). Los animales de mayor tamaño ganan más peso cuando no existen restricciones, ya que consumen más por unidad de peso, tienen un mayor costo de mantenimiento y son capaces de retener más energía como proteínas que como grasa, por lo que tienen más musculatura y son más magros. También cita a Berg et al., Ziny, Bailey et al., para ejemplificar la magnitud de las diferencias en ganancia de peso debido al tamaño animal, basta citar que en animales de razas o biotipos chicos la tasa promedio máxima esta en aproximadamente 1,2kg /día, aumentando en animales de mayor tamaño a más de 1,5kg /día. El sexo es otra variable del animal que afecta el potencial de ganancia de peso, de la misma forma que lo hace el tamaño del animal, ya que sexo y tamaño están relacionados.

Los biotipos de tipo carnívoros son, los biotipos británicos que presentan buena precocidad sexual y alta fertilidad. Buena calidad carnívoros y buena adaptación a zonas templadas. Con velocidad de crecimiento y rendimiento intermedio a bueno; los biotipos de razas continentales tienen menor precocidad sexual y tardan más para llegar a la madurez. Son de gran desarrollo corporal. Con buena calidad carnívoros y adaptación a climas templados y templados fríos. Su velocidad de crecimiento y el rendimiento es mayor que los biotipos británicos (Pourrain, 2002).

Según Pourrain (2002) los índicos o cebuinos tienen buena adaptación a zonas de climas calurosos, húmedos y con alta incidencia de enfermedades y parásitos (externos e internos) y capacidad para la conversión de pastos fibrosos. Son de baja precocidad sexual y fertilidad y tardan más en alcanzar la madurez. La calidad carnívoros es regular y el rendimiento es bueno y son particularmente longevos.

En las razas sintéticas o compuestas sus características van a depender de las razas que se utilicen en su formación. Estos biotipos permiten una manera más sencilla que la implementación de un sistema de cruzamientos sistemático, con vigor híbrido y complementación en caracteres de importancia productiva y económica. En general, los biotipos sintéticos se estabilizan en una proporción de 3 / 8 del biotipo índico y 5/8 del biotipo británico o continental. El primero proporciona adaptación al medio hostil, y el segundo, precocidad sexual, fertilidad y calidad carnívoros. El criollo dado que su evolución fue en estado salvaje, la selección natural determinó que estos biotipos, en general, tengan una gran adaptación al medio y rusticidad, pero son de baja

productividad. Con el tiempo, en muchos casos han sido absorbidos por las razas que se introdujeron. En cuanto a los animales cruzas valen las mismas consideraciones que para los biotipos sintéticos. Cabría agregar que cuantas más razas intervienen en un esquema de cruzamiento sistemático, mayor es el vigor híbrido que se manifestará. Se requiere para esto mayor disponibilidad de infraestructura para su implementación en el establecimiento (Pourrain, 2002).

A través de la selección genética y con el uso de las diferencias entre razas y entre animales dentro de una misma raza es posible lograr un cambio en el tamaño y composición de las carcasas dentro de cualquier raza. Las razas vacunas de gran tamaño maduro son, Chianina, Charolais, Simmental producen carcasas más magras a cualquier peso dado comparadas con las más tradicionales británicas, Angus y Hereford. Comparaciones hechas para *Bos taurus* que involucran a las razas británicas y europeas de carne y leche puras y cruzas ponen a jersey como raza de alto engrasamiento (tamaño maduro pequeño) y a las razas continentales (Chianina, Charolais, Simmental, Maine-anjou, Limousin) en el bajo engrasamiento final. Mientras que resultados obtenidos a partir de pruebas hechas con *Bos indicus* como Zebu o Brahman (adaptados a ambientes tropicales) los pone en la escala de bajo engrasamiento final (Purchas et al., 1989).

Cuando en un novillo de raza carnífera el porcentaje total de grasa sobre el peso vivo alcanza el 16-20%, un 20% de la grasa está en forma subcutánea y un 3 a 6 % en forma intramuscular (veteado). El animal presenta, en estas condiciones, un aspecto de contornos redondeados y las masas musculares no son claramente distinguibles. En ganado lechero, en cambio, este grado de terminación se logra con 30 % de grasa subcutánea. Como la grasa intramuscular depende del contenido total de grasa, la cual como ya se señaló se acumula al final de la etapa de crecimiento, las razas grandes pueden tener un bajo índice de marmoleado cuando se faenan anticipadamente, o cuando la alimentación es insuficiente para promover altas tasas de ganancia de peso. Los biotipos de maduración temprana logran el marmoleado con mayor facilidad, pero tienen el inconveniente que cuando se alimentan con dietas altamente energéticas acumulan un exceso de grasa subcutánea conjuntamente con grasa interna y visceral (Bocco et al., 2005).

### **2.3.3.2 Sexo**

Las hembras alcanzan la madurez a pesos más bajos que los machos castrados y los toros y alcanzan antes la etapa de engrasamiento, a su vez parece ser que las hembras se engrasan con una mayor rapidez que los machos castrados y estos a su vez mayor que los toros, estos últimos niveles iguales de grasa, serán superiores a los machos castrados en el cociente músculo : hueso debido a que serán más pesados, aparentemente por una manifestación de que los toros mantienen un ímpetu de crecimiento muscular más prolongado, mientras que los machos castrados lo reducen y se engrasan (Berg y Butterfield, 1978).

A igual edad cronológica los machos son más magros que las hembras y con menos grado de marmoreado, en referencia a esto para ovejas y vaquillonas la madurez más precoz determina un engorde y más alto grado de calidad que novillos y capones estos a su vez son más engrasados que los machos enteros de sus respectivas especies, las diferencias son más grandes bajo una plano de alimentación satisfactorio (Merkel y Boggs, 1990). Comparativamente los machos enteros crecen más rápido que las hembras debido precisamente a la mayor potencia de los andrógenos que tienen un efecto miotrófico favoreciendo el desarrollo de ciertas masas musculares, con respecto a los estrógenos sobre la estimulación del crecimiento, consumen más alimento debido a una mayor tasa metabólica, pesan al nacer entre el 5 % - 7 % más, y tienen un 4 % - 5 % de su peso de adulto (las hembras tienen, entre un 7 % -10 % del peso adulto lo que indica que nace más madura) el largo de la gestación es de 3-4 días más en el macho, son más eficientes en la conversión de alimento que las hembras. Al ser más inmaduro al nacer, el macho puede ser más susceptible a deficiencia nutricional que la hembra. A igual edad, el novillo tiene mayor altura que un toro de la misma raza, porque se ha eliminado el efecto antagónico de los andrógenos con respecto a la hormona de crecimiento (Di Marco, 1993).

### **2.3.3.3 Edad**

No todos los animales dentro de una especie o raza, crecen, desarrollan, engordan o maduran a la misma edad cronológica. La ciencia animal utiliza el término de edad fisiológica cuando se refiere a diferencias en estados de madurez dentro de animales de la misma especie y edad cronológica. La edad fisiológica es discutida y comparada en base de varios estados identificables de crecimiento y desarrollo tales como principio de la pubertad, logro de máximo tamaño corporal y peso, indicadores de madurez del esqueleto o composición corporal. Cuando el animal es aproximadamente maduro los huesos grandes se calcifican u osifican, importante cantidad de cartílago está asociado con la vértebra del espinazo de animales jóvenes por lo que la madurez de las carcasa puede evaluarse por el grado de calcificación u osificación de esa área cartilaginosa, también puede evaluarse a través del color y forma de las costillas, en el estado de madurez fisiológica es cuando el hueso y el músculo dejan de crecer, la grasa continua aumentando y puede continuar su aumento por un considerable periodo de tiempo dependiendo del nivel de energía alcanzado por el animal (Merkel y Boggs, 1990).

En animales muy jóvenes o livianos, como por ejemplo después del destete, la única forma que acumulen la grasa necesaria para lograr un buen estado corporal es ganando peso a una tasa alta, a mediano nivel energético tienen ganancias de peso moderadas, con mayor acumulación de tejido magro que de grasa, por lo tanto, es difícil que logren la composición corporal adecuada para su comercialización (Di Marco, 1993).

La capacidad de almacenar grasa como triglicéridos, en general aumenta desde el destete hasta los 350 kg, y después desciende, mostrando en los animales jóvenes mayor capacidad en el tejido adiposo intermuscular que en el subcutáneo, el cual aumenta con el incremento de peso (Pothoven et al., citados por Di Marco, 1993). Al madurar el animal la relación músculo: hueso aumenta lo cual es deseable, al mismo tiempo también aumenta la relación grasa: músculo lo cual puede afectar la calidad (Purchas et al., 1989).

#### **2.3.3.4 Nutrición**

El nivel de nutrientes digestibles (plano de nutrición) puede afectar la composición de la canal. El efecto de mayor importancia es en la proporción de grasa. Un plano nutricional bajo antes de que se inicie la fase de engrasamiento tiene un efecto escaso o nulo sobre la composición final de la canal, siempre que el animal sea acabado en un plano adecuado. Si el periodo compensador es lo suficientemente largo, se puede lograr un estado normal de la canal, aunque la proporción de grasa será generalmente menor que la de aquellos que han tenido un crecimiento ininterrumpido (Bocco et al., 2005).

La cantidad de grasa depositada dependerá del excedente de energía disponible una vez cubiertas las necesidades de mantenimiento y de crecimientos de huesos y músculos. En condiciones de subalimentación (equilibrio energético negativo) se produce el proceso inverso, y las reservas de grasa musculatura y en cierta medida las reservas de huesos se ven reducidas a fin de satisfacer las funciones vitales del animal, en cambio un plano alto de nutrición, como ocurre con una alimentación ad libitum de alta calidad, produciría un sobrante de energía que se traduciría en una deposición de grasa por haber quedado satisfechos todos los demás requisitos (Berg y Butterfield 1978, Hammond, citado por Bocco et al. 2005).

Los depósitos adiposos, si se encuentran relativamente llenos, serán los preferentemente vaciados y los nutrientes fluirán desde este depósito al de órganos vitales y mantenimiento. Al perder peso el animal, la disminución de grasa va acompañada de una disminución de la musculatura y la demanda sobre los tejidos musculares aumenta al irse vaciando los depósitos de grasa, y cuando estos llegan a estar completamente vacíos, la supervivencia del animal depende de la utilización de las reservas musculares para mantener las funciones vitales del organismo. Es menor la disminución en huesos aunque una pequeña disminución es inevitable (Berg y Butterfield, 1978).

Koong et al. (1985), Webster (1989), Ferrell, citado por Di Marco (1993), quienes indican que el costo de mantenimiento representa la mayor parte de la demanda de energía y de la producción de calor en un sistema de producción. Dicho costo depende en gran parte de la composición corporal debido a que está relacionado, en

primer lugar, con la proporción de tejido magro del animal y, en segundo lugar, con el peso relativo de tejidos como el hepático e intestinal que son de alta intensidad metabólica. Estos últimos son de gran importancia fisiológica por su relación con los requerimientos de nutrientes, con el gasto de energía y con la eficiencia del crecimiento. Los alimentos híper proteicos pueden tener un efecto negativo en la ganancia de peso y en la retención de grasa. En primer lugar, pueden aumentar el peso del tejido visceral y hepático, como ocurre en cerdos, en consecuencia, incrementar el costo energético de mantenimiento. En segundo lugar aumenta el nivel de amoníaco ruminal que puede afectar negativamente la liberación de insulina y el metabolismo de la glucosa. En tercer lugar, disminuye la energía metabolizable del alimento debido a que aumenta la pérdida energética por excreción de urea.

La alimentación también afecta la capacidad de acumulación de grasa. Se ha encontrado un aumento de la lipogenesis en animales alimentados con cereales y en animales realimentados después de una restricción (Weekes, 1983). Un día sin alimento deprime la lipogenesis en un 50 % y la realimentación permite su recuperación después del cuarto día (Pothoven et al., citados por Di Marco, 1993).

Las diferencias entre razas y sexos son pequeñas e incluso pueden desaparecer bajo condiciones de escasez de alimento (Purchas et al., 1989).

### **2.3.3.5 Otros factores**

El clima, historia previa y condiciones sanitarias son otros factores que influyen sobre el crecimiento. Por lo tanto, para mejorar la producción, es necesario primero solucionar las limitaciones nutricionales, ambientales, sanitarias y de manejo del sistema de producción, antes de evaluar si conviene o no introducir animales de alto potencial de crecimiento. Animales provenientes de una subalimentación presentan ganancias compensatorias (Peters, Drouillard et al., citados por Di Marco, 1993).

En Uruguay Oleggini y Ravagnolo (1995) en su trabajo de tesis evaluaron los factores ambientales que actúan sobre el crecimiento postdestete de bovinos para carne, el estudio estuvo basado en datos de rodeos Aberdeen Angus y Hereford, sobre pasturas naturales, con estación de parición primaveral, concluyeron que el efecto más importante fue el de grupo contemporáneo para los dos rodeos, esto lo justifican por el efecto año, o momento de parición más temprano o más tardío que puede afectar la disponibilidad de nutrientes o las condiciones ambientales más o menos favorables, el efecto de la edad de la madre vario pero en ningún caso fue importante. Consideran que al momento de realizar selección genética para características del crecimiento, es necesario tener en cuenta los efectos ambientales ya que estos pueden enmascarar la expresión genotípica de las mismas.

Algo importante a tener en cuenta en el crecimiento es el control hormonal del crecimiento. Las hormonas anabólicas (que favorecen el crecimiento) son: somatotrofina, insulina, andrógenos, estrógenos y glucocorticoides: la somatotrofina es la llamada hormona del crecimiento y regula el crecimiento del hueso y del músculo, puede incrementar la producción de carne y leche; la insulina actúa como anabólica regulando la unión de otras hormonas con sus receptores; los andrógenos actúan en el crecimiento de huesos y músculos, la testosterona es el andrógeno primario cuya secreción aumenta antes de la pubertad explicando el rápido crecimiento en esta etapa; los estrógenos secretados por los ovarios contribuyen al desarrollo del tracto reproductivo. Los glucocorticoides pueden causar remoción de nutrientes de las reservas causando pérdidas de peso lo cual no ocurre en animales sanos (Bocco et al., 2005).

#### **2.3.4 Eficiencia de conversión**

La eficiencia de conversión se refiere a la cantidad de materia seca de alimento requerida por unidad de peso ganado. Es la más importante desde un punto de vista productivo. Depende fundamentalmente del costo de mantenimiento, del nivel de consumo y del tipo de tejido retenido. A mayor consumo mayor eficiencia de conversión porque se diluye el costo de mantenimiento. Lo cual no significa que los animales sean energéticamente más eficientes. La conversión depende de todas las variables que afectan al mantenimiento y al consumo de alimento (Di Marco, 2004).

Las vísceras y órganos que representan una pequeña fracción del peso vivo (aproximadamente el 8 al 10% del peso de un animal) y de escaso valor comercial, sintetizan el 50% de las proteínas del animal y demandan un 40 % de los requerimientos energéticos (atp). Constituyen, en consecuencia, un sitio metabólico de extrema importancia relacionado con la eficiencia de uso del alimento (Di Marco, 1993).

En reglas generales y por el tipo de tejidos que están depositando los animales, hueso, músculo (creciendo) o grasa (engordando o almacenando), se puede decir que a menor peso vivo, menor gasto de mantenimiento, los animales jóvenes usan más eficientemente los nutrientes que los adultos, los machos son más eficientes que las hembras, los machos enteros aumentan más que los castrados, independientemente de la edad, a mejor estado mayor es la ineficiencia en convertir pasto en peso vivo porque está depositando grasa. Por lo que la suplementación de animales en la etapa de terminación, frecuentemente realizada para acelerar el engorde se efectúa en un periodo de menor eficiencia de conversión y a su vez tiene un mayor costo mantenimiento por mayor masa corporal (Di Marco, 2004).

Cuadro 10. Eficiencia de novillos de distintos grupos genéticos.

Grupo genético	Eficiencia en Mcal EM/kg		
	A 217 d	240-470 kg	5 % grasa *
<b>Hereford o Angus</b>	21.1	23.0	20.8
<b>Cruzas británicas</b>	21.7	22.1	20.7
<b>Limousine</b>	20.9	21.2	23.3
<b>Charolais</b>	20.6	19.5	21.6
<b>Simmental</b>	21.4	20.6	22.1
* Grasa en músculo <i>longissimus dorsi</i>			

Fuente: Di Marco (2004).

La eficiencia es similar entre biotipos. En cambio las comparaciones a peso y edad constante favorecieron a los animales de mayor potencial de crecimiento (Di Marco, 2004).

Sobre dietas de buena calidad y sin restricciones al consumo, los terneros duplican en eficiencia de conversión a los novillos. Por otro lado, los animales jóvenes son más exigentes en la calidad de la dieta. Dietas aptas para aumentos de peso superiores a 1 kg diario en novillos grandes, pueden ser deficientes en proteína y minerales en la alimentación de terneros o vaquillonas ya que estos requieren mayor cantidad de proteína (Pordomingo, 2001).

Según este mismo autor, la respuesta en mejora de eficiencia de animales jóvenes se manifiesta en niveles de suplementación que superan al 0.75 % del pv, resultando el óptimo en niveles que se ubican entre 1 y 1,5 % del pv. Este nivel de suplemento reemplaza hasta el 50% de la dieta (base seca), debiendo el remanente ser aportado por el pasto. La suplementación de animales en esta etapa no debería interrumpirse hasta la venta de los animales terminados.

En el caso de interrumpir la suplementación de terneros o novillitos, que han sido alimentados con un nivel de suplemento superior al 1% del peso vivo, se debe planificar la continuidad en un forraje de alta calidad para no diluir la eficiencia ganada con un período de ritmo magro de engorde (Pordomingo, 2001).

## 2.4 FACTORES DEL ANIMAL QUE AFECTAN EL CONSUMO

Aguirrezabala (1989) menciona a Baumgardt et al., quienes sostienen que al consumo afectado solamente por los factores relativos al animal, se le llama consumo potencial, determinaron que con digestibilidad de hasta un 67%, se compensaba la energía consumida con un mayor consumo de MS, o sea actuarían mecanismos de regulación físicos, por encima de este umbral actuarían mecanismos fisiológicos de control de consumo.

La capacidad de consumo estaría determinada por la capacidad del tubo digestivo, la digestibilidad de la dieta, su contenido energético, la tasa de pasaje, etc., y estos interactúan con el estado fisiológico del animal (Bywater et al., citados por Aguirrezabala, 1989).

A medida que los rumiantes de una especie determinada crecen la ingestión del alimento sigue aproximadamente la proporcionalidad con el peso metabólico. Si los animales están excesivamente engrasados, la ingestión tiende a estabilizarse o dicho de otro modo no aumenta a medida que continua el aumento de peso corporal lo que puede deberse a los depósitos de grasa abdominales, reduciendo la capacidad del rumen, aunque también puede tratarse de un efecto metabólico (limitación hipostática de la ingestión), lo contrario ocurre en animales muy delgados, la ingestión por unidad de peso metabólico tiende a ser alta, este efecto se aprecia en animales que presentan crecimiento compensatorio tras un periodo de restricción de alimentos (Mc Donald et al., 2006).

La sapidez en condiciones de producción sin restricción de cantidad y calidad de alimento puede ser parte de la regulación del consumo. Existen además factores de largo plazo y corto plazo encargados de llevar adelante este control, los primeros son los que determinan el comienzo y el final de cada toma, dependiendo de la situación fisiológica (lactación, celo), del ambiente (temperatura y humedad), fotoperíodo y/o estación, nivel de producción demanda total de energía y funcionan modificando la actividad de los centros encefálicos del hambre y de la saciedad mediante receptores nerviosos y neuronas aferentes que retransmiten impulsos desde el conducto digestivo, hígado y otros órganos hacia esos centros o mediante factores humorales o transportados por la sangre. Los consumos no son limitados por el contenido de energía del alimento si no que los componentes que contienen energía del alimento o algún/os metabolito/s podría/n constituir una señal o señales de saciedad, aunque no la energía. Mientras que a corto plazo es posible que la distensión del retículo y del saco craneal del rumen limite el consumo, además por la osmolaridad,  $\text{h}^+$  y ácidos grasos volátiles en la digesta del retículo rumen, por el contenido en ácido propiónico en las venas ruminales o del hígado o por hormonas tales como insulina, glucagon, gastrina o colecistoquinina (Church, 1993).

Los campos naturales raramente tienen digestibilidades superiores a 60 %. No se esperan diferencias muy grandes entre digestibilidad de lo ofrecido y lo consumido con los porcentajes de utilización promedio del Uruguay (Crempien, 1983). Por lo que el consumo estaría limitado fundamentalmente por el llenado del retículo rumen y el consumo potencial estaría explicado por el peso vivo (Aguirrezabala, 1989).

Allen, citado por Aguirrezabala (1989) para corderos pos destete resume información de consumo voluntario que indica que el consumo por unidad de peso aumenta hasta que los animales alcanzan un 30 – 40 % de su peso maduro, para mantenerse más adelante.

## **2.5 FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN EL CONSUMO**

La ingestión de alimento por los rumiantes no solo es afectada por la composición química y digestibilidad, sino también por la estructura física y distribución de los mismos, los animales en pastoreo deben consumir la cantidad suficiente de forraje para cubrir sus necesidades sin un gasto energético excesivo. La ingestión viene determinada por tres factores tamaño de bocado, número de bocado, y duración del pastoreo. En líneas generales el pasto denso y relativamente corto (12- 15 cm), permite el máximo tamaño de bocado, las plantas altas y finas como la mayoría de las gramíneas tropicales reducen el tamaño de bocado porque los animales no pueden llenar la boca de hierba en cada bocado. La baja densidad vegetal (1500 kg/ms para ganado ovino) también limita la ingestión, que puede verse agravada si los animales pastan en forma selectiva (Mc Donald et al., 2006).

La temperatura ambiente influye sobre la ingestión de alimentos de los rumiantes, si la temperatura es inferior a la zona termo neutra la ingestión aumenta, en tanto que si la temperatura es superior el consumo se reduce, los animales bien alimentados tienen una amplia zona de neutralidad térmica que se extiende hasta alcanzar temperaturas muy bajas, no obstante, el límite superior (temperaturas calurosas), pueden ejercer una fuerte influencia sobre la ingestión especialmente en animales altamente productivos que tienen grandes necesidades nutritivas. El ganado vacuno, no parece afectar el consumo por la duración de los días. El estado sanitario de los animales afecta la ingestión de alimentos (Mc Donald et al., 2006).

## **2.6 USO DEL ULTRASONIDO EN LA PRODUCCIÓN ANIMAL**

Se han desarrollado diferentes métodos para la estimación de la composición de cuerpo y de la canal. Existen métodos directos (análisis químico de la canal in vitro), indirectos (tomografía computarizada, resonancia magnética) y doblemente indirectos (ultrasonografía y absorción infrarroja, Brito et al., 2001).

La ultrasonografía se ha utilizado en la industria cárnica desde 1950 ha sido ampliamente utilizada en el área de la selección genética, obteniendo información relevante para el desarrollo de los índices para las diferencias esperada en la progenie (dep), en el área del ojo de bife, grasa subcutánea y grado de marmóreo, a su vez presenta un gran potencial para clasificar ganado en grupos de composición similar, siguiendo la evolución de aquellas características durante el periodo de alimentación y para estimar el valor de las distintas canales (Brito et al., 2001).

En Uruguay comienza a difundirse a partir de la última década gracias al perfeccionamiento y menor costo relativo de los equipos, primero fue usado en el área de la reproducción, luego fue tomando importancia su uso para la estimación de la composición y calidad de la carne de vacunos y ovinos (Garibotto y Bianchi, 2001).

### **2.6.1 La técnica de la ultrasonografía**

Es una herramienta que sirve de eco diferencial en los distintos tejidos, de ondas de alta frecuencia emitidas por el equipo a través de una sonda para conformar una imagen en el monitor o pantalla, el eco es el reflejo en los tejidos de las ondas emitidas en función de la diferente impedancia acústica de los elementos que atraviesa, que son recibidas por el equipo, interpretadas y traducidas a imagen (Garibotto y Bianchi, 2001).

La energía proveniente de las ondas es proyectada en diferentes formas. Existen tres modos de proyección: a) modo de amplitud (a-modo) donde la imagen proyectada es de una dimensión; b) modo de brillo (b – modo) de dos dimensiones y c) modo de movimiento, también de una dimensión. La a modo ha sido utilizada inicialmente en la determinación de grasa subcutánea y profundidad del músculo en animales vivos. El b-modo es actualmente el más aceptado para el uso en el ganado, optimiza la resolución en profundidad. La ultrasonografía en tiempo real es una versión del B-modo, donde se crea una imagen viva e instantánea (Brito et al. 2001, Bellenda 2002).

A mayor fracción de ondas que se reflejan contra un tejido, mayor será la intensidad de los ecos recibidos pero menor el número de ondas que siguen avanzando y enviando información. Los diferentes órganos y tejidos poseen distinta capacidad reflectiva y se diferencian en hiper, hipo ó anaecogénicos según la cantidad de ondas que reflejan, esto se traduce en la pantalla en distintas tonalidades, desde blanco las regiones hiperecogénicas hasta negro las anaecogénicas, las ondas de sonido son inaudibles para el oído humano, generalmente entre 3.5 y 7.5 mhz. Las ondas son emitidas por el transductor que tiene gran cantidad de cristales piezo- eléctricos muy pequeños (generalmente de titanio de bario) que vibran a su frecuencia natural al paso de la corriente eléctrica emitiendo las ondas de ultrasonido. Existen tres grandes grupos de transductores: lineales, sectoriales y convexas estas dos últimas generan imagen de forma piramidal (tronco – cónica), las lineales de forma rectangular y son las de uso más

difundido a nivel productivo, para calidad de carne se utiliza sondas de hasta 18 cm de largo. Es necesario que exista siempre un buen contacto acústico entre la sonda y la superficie de apoyo, especialmente cuando se trata de ecografías realizadas en el exterior del animal; para ello se usan distintas sustancias, la más usada en animales es el aceite vegetal (Garibotto y Bianchi, 2001).

### **2.6.2 Objetivos de su utilización**

La ultrasonografía puede ser utilizada para: a ) estimar características de la canal en animales para faena; b) determinar puntos de faena ideales; c) identificar sistemas de manejo y alimentación apropiados para las características de cada animal o grupo de animales d) seleccionar animales genéticamente superiores (Brito et al. 2001, Bellenda 2002). Las mediciones se realizan en el espacio intercostal entre la 12<sup>a</sup>. y la 18<sup>a</sup>. costilla, las principales estructuras que se observan son *longissimus dorsi* y la grasa subcutánea, sobre el músculo se mide el área y la profundidad, este último en el mismo lugar en el que se mide la profundidad de la grasa subcutánea (Garibotto y Bianchi, 2001).

En el área de mejoramiento genético, características como el área del ojo de bife, cobertura de grasa subcutánea y porcentaje de grasa intramuscular han demostrado ser eficientes al incorporarse en esquemas de selección dada su mediana a alta heredabilidad. La ultrasonografía se ha transformado en una poderosa herramienta permitiendo la obtención de registros a nivel de cabañas para ser utilizados en programas de mejora genética para la estimación de valores de cría (epds). Estas características carniceras deberán combinarse con las reproductivas y de crecimiento de acorde a su importancia económica (Brito et al., 2002).

Según San Julián et al. (1999) desde el punto de vista de su aplicación, la ultrasonografía presenta ventajas comparativas frente a otras técnicas (por ejemplo: cirugía, rayos x, tomografía computada, etc.), brindando la posibilidad de medir un alto número de animales en condiciones de campo, con dos objetivos principales: el de la mejora genética midiendo la totalidad de machos y hembras de una cabaña y su uso en sistemas de engorde, para predecir y planificar los mismos en función de la calidad del producto requerido. Se debe destacar, cuando se habla de características carniceras, que animales de alto valor (por ejemplo: carneros, toros, etc.) pueden ser evaluados en forma eficiente, sin necesidad de sacrificios o lesiones.

También según estos autores, la relación grasa/músculo en los ovinos, se ubicaría en valores claramente superiores a la exigencia de los consumidores en los mercados de mayor valor. El inadecuado balance grasa/músculo también ha sido cuantificado en países como Inglaterra y Escocia (importadores de carne ovina uruguay). Las consecuencias de esta realidad no solamente van en detrimento del precio del producto, sino que el exceso de producción de grasa es claramente una fuente

de ineficiencia del sistema de producción, dado el alto costo que tiene la deposición de este tejido. En respuesta a esto, en la actualidad en los principales países exportadores de carne ovina, existen sistemas de clasificación y tipificación de reses que penalizan el precio de las mismas por el exceso de grasa.

Debe remarcarse entonces la importancia de introducir herramientas como la ultrasonografía que permitan diferenciar la proporción de tejidos de mayor valor como lo es la carne magra.

### **2.6.3 Algunos resultados importantes**

Cuadro 11. Heredabilidades y correlaciones para características de la canal.

<b>Características de la canal</b>	<b>PC</b>	<b>AOB</b>	<b>GS</b>	<b>M</b>	<b>%PM</b>
<b>Peso canal (PC)</b>	0.33	0.49	0.23	-0.04	-0.21
<b>Área ojo de bife (AOB)</b>	0.40	0.28	-0.12	-0.03	0.52
<b>Grasa subcutánea (GS)</b>	0.25	-0.10	0.27	0.15	-0.85
<b>Grado de marmóreo (M)</b>	0.10	-0.09	-0.05	0.39	0.01
<b>% producto minorista (%PM)</b>	-0.27	0.53	-0.80	-0.16	0.25

Fuente: Brito et al. (2001).

La investigación muestra que la precisión de la ultrasonografía es alta para la predicción de grasa subcutánea, baja a alta para el área del ojo del bife y es baja a moderada para grado de marmóreo (Brito et al., 2001). Estos datos pueden reflejarse en el cuadro No. 12 donde se presentan las correlaciones de las medidas tomadas por ultrasonografía y las medidas tomadas en la canal pos faena.

Cuadro 12. Correlaciones entre mediciones de la ultrasonografía y las mediciones en la canal pos faena.

<b>Característica de la canal</b>	<b>Rango de coef. de correlación</b>
<b>Grasa subcutánea</b>	0.74 – 0.94
<b>Área ojo de bife</b>	0.20 – 0.95
<b>Marmóreo</b>	0.22 – 0.75

Fuente: Brito et al. (2001).

Los principales factores que afectan la exactitud y repetibilidad de las mediciones están relacionadas a: a) variación en los animales, b) cambios al nivel de los tejidos (músculo y grasa) después de la faena, y en las diferencias de configuración entre el animal en pie y la canal colgada. c) la correcta ubicación del transductor e interpretación de las imágenes, d) conocimiento en el manejo del equipo y en la toma de las mediciones y diferencias en lugar de medición por ultrasonido y en la canal (12ª. - 13ª. vs. 10ª-11ª costilla). e) nivel de entrenamiento y experiencia del técnico y f) exactitud de los equipos y software (Brito et al., 2001).

Para ovinos se creó el lambplan en Australia, para describir el mérito genético de estos, comenzó a funcionar en el año 1989 solo para razas carniceras, que incluía en forma rutinaria mediciones ecografías de cobertura de grasa en el punto, como variable de interés, luego se fueron incorporando otras mediciones como la profundidad y área del músculo *longissimus dorsi*. Lambplan genera un índice que combina los valores estimados para las diferentes características (con diferente peso relativo según el objetivo de selección elegido) en un único valor generando un orden jerárquico de los animales. A mayor valor del índice se espera que el animal sea superior genéticamente, este trabajo se tradujo en un incremento promedio en el peso de canal de 250 g por año, que además se acompañó por una disminución de la profundidad de grasa subcutánea de 1,1mm en todo el periodo de 10 años, a pesar de la correlación genética negativa entre ambas características (Garibotto y Bianchi, 2001).

Harada et al., Hassen et al., citados por Brito et al. (2001) revelan una alta correlación entre las mediciones tomadas a los doce meses de edad con las realizadas a los 16 y 22 meses de edad; el último autor considera que las mediciones a los 365 días de edad pueden ser utilizadas para el manejo propuesto en animales de engorde. Existen diferencias en crecimiento para los distintos grupos raciales, las razas británicas son más precoces que las continentales y cebuinas. Para condiciones de USA, el egs explica el 70 % de la variación en rendimiento de las canales. Algunos errores presentados al relacionar la medida viva y en la canal, pueden estar relacionados con la postura del animal, con la elección del sitio a medir, con la equivocada interpretación de las capas de tejido conectivo que normalmente se forma entre el tejido graso para dar soporte y rigidez, este error se incrementa con la gordura del animal y con la remoción mecánica del cuero parches de grasa quedan en el (Brito et al., 2001).

#### **2.6.4 Algunas medidas importantes realizadas por ultrasonografía en la producción de carne vacuna y ovina**

##### **2.6.4.1 Área del ojo de bife**

Es el área correspondiente al músculo *longissimus dorsi* a nivel del espacio intercostal entre la 10ª. – 11ª. a 12ª. – 13ª. costilla, dependiendo del tipo de corte y de la evolución realizada por los tipificadores en cada planta frigorífica. Dicha variable es un

componente de la ecuación de rendimiento utilizada por el USDA en la clasificación y tipificación de canales, las correlaciones entre la medición con ultrasonido y el área medida en la canal del músculo *longissimus dorsi* son raramente inferiores a 0.5.

En la predicción de cortes carniceros y recortes de grasa en ganado vacuno, Willams et al., Hassen et al., citados por Brito et al. (2001) encontraron que la medición por ultrasonido del área del ojo de bife estuvo positivamente correlacionado con el peso de los cortes de los minoristas. El área del ojo de bife podría explicar la variación existente en rendimiento carnicero entre distintos grupos raciales e incluso entre canales con poca variabilidad en espesor de grasa subcutánea.

#### **2.6.4.2 Espesor de grasa subcutánea**

Es la profundidad del tejido graso sobre el área del ojo de bife (*longissimus dorsi*) a la 10<sup>a</sup>. o 11<sup>a</sup>. costilla. La misma consiste en una simple medición registrada a una distancia equivalente a los  $\frac{3}{4}$  de longitud de este músculo desde la espina dorsal, que se corresponde con el punto de evaluación de esta variable en la canal. Para condiciones de USA, el egs explica el 70 % de la variación en rendimiento de las canales (Brito et al., 2001).

Hamlin et al., citados por Hassen et al. (1999), Brito et al. (2001), en sistemas de alimentación a corral concuerdan que el egs a nivel de la 12<sup>a</sup>. costilla es el indicador más exacto en la predicción de la canal, del porcentaje de productos minoristas (cortes) y del porcentaje de desgrasado.

En Uruguay se citan a De Matos y De los Campos (2001), donde esta variable presentó muy poco aporte en la predicción de cortes especiales para Inglaterra, siendo el pv la principal variable. Esto puede ser explicado por el tipo racial utilizado (Hereford), el cual fue más homogéneo con respecto a los trabajos americanos y por el sistema de alimentación principalmente en base a pasturas (Brito et al., 2001).

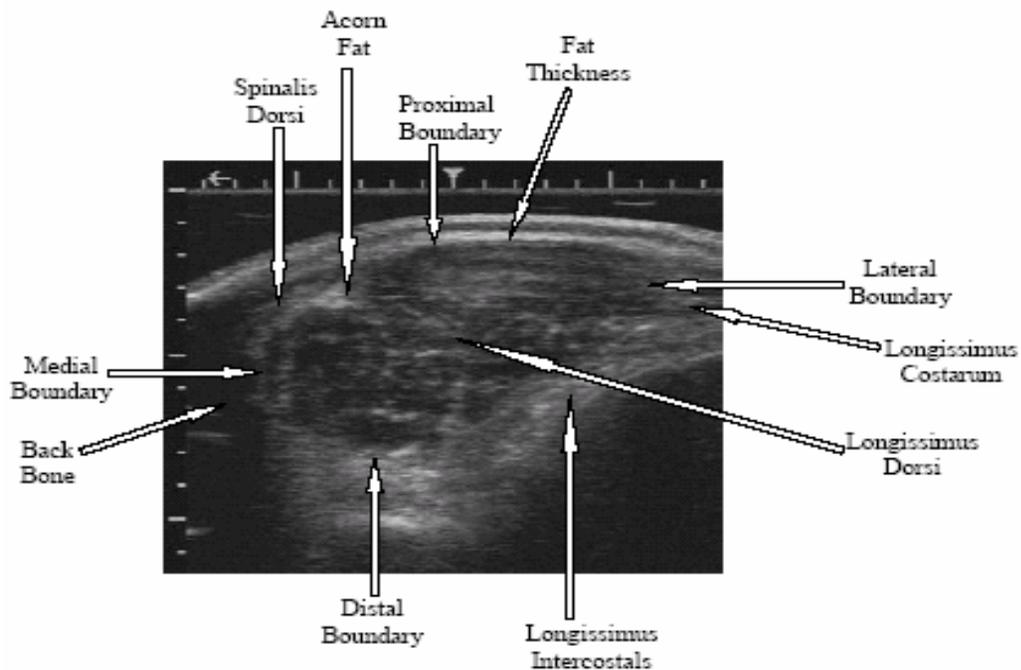
#### **2.6.4.3 Grasa intramuscular**

Para la grasa intramuscular (marmoreo), las imágenes son tomadas longitudinalmente a través de la 11<sup>a</sup>. -13<sup>a</sup>. costilla del animal, la distribución de esta grasa es más concentrada alrededor de las áreas de mayor actividad vascular en el músculo *longissimus dorsi* (bife angosto, Brito et al., 2001).

#### 2.6.4.4 Grasa subcutánea a nivel del cuadril (P8)

Se mide en la intersección de los músculos *gluteus medius* (cuadril) y *bíceps femoris*, en la región de la cadera, paralela a la columna vertebral. Es una medida alternativa de la grasa externa, la cual ayuda a predecir puntos finales de composición corporal (Brito et al., 2001).

Ilustración 3. Imagen de ultrasonografía, y detalle de los músculos visibles en ella.



Fuente: Butler y Davies (1989).

### 2.7 ALGUNOS ANTECEDENTES DE SUPLEMENTACIÓN DE TERNEROS EN URUGUAY

Quintans et al. (1994a), llevaron a cabo un trabajo en la unidad experimental Palo a Pique (Treinta y Tres) de una estrategia de suplementación de terneras en sus dos primeros inviernos, con 80 animales pastoreando 47 has, si bien la disponibilidad fue relativamente alta 2900 a 1400 kg/ ms, la proporción de la fracción verde fue muy baja, de muy baja calidad siendo la digestibilidad de la fracción seca de 24% y de la fracción verde de 50-55% pero su disponibilidad es muy limitante, las vaquillonas que fueron suplementadas los dos inviernos manifestaron el mejor comportamiento global finalizando con 285kg, obteniendo en el segundo invierno ganancias de 0,161kg/día, las que fueron suplementadas solo el segundo invierno lograron una recuperación

importante y llegaron al final del ensayo con 262kg, con ganancias de 0,178kg/día, y las que solo se suplementaron durante el primer invierno presentaron una caída de peso importante en el segundo invierno pesando 240 kg, perdiendo 0,253 kg/día, el grupo testigo alcanzo un peso de 220 Kg. con pérdidas de 0,205 kg/día, si bien las ganancias de los animales suplementados no fueron muy altas las diferencias fueron importantes con respecto a los no suplementados y que perdieron más de 0,200 kg/día.

También Quintans y Vaz Martins (1994b), en un ensayo realizado en palo a pique, durante el invierno, utilizaron 44 terneras de destete raza Hereford que pastoreaban 17 has de campo natural. El experimento consistió en 4 tratamientos, 1) suplementación energética (sorgo molido), 2) suplementación proteica (expeler de girasol) 3) suplementación energética/proteica (afrechillo de arroz crudo) 4) sin suplementación, solo campo natural (testigos). Se tomó como base el 0.7% de peso vivo con afrechillo de arroz, para mantener la energía igual y variar la proteína. El experimento se prolongó desde el 21 de julio hasta el 21 octubre. El campo natural presentaba mucho forraje seco y muy bajo forraje verde, y forraje no consumido de baja calidad (la digestibilidad de lo verde fue de 60% y la del forraje seco se situaba entre 26 y 30%) característico de esta zona. El peso promedio de las terneras fue de 167 kg. Los resultados de las ganancias demuestran que no hubo diferencia entre animales que consumieron afrechillo de arroz y aquellos que consumieron expeler de girasol. Las terneras que consumieron 600 y 800 g por día de expeler de girasol y afrechillo de arroz respectivamente, no solo evitaron perdidas de peso durante el invierno si no que salieron de este con 19 kg más que las testigo, lo cual permite un crecimiento compensatorio eficiente bajo régimen de pastoreo.

Otro trabajo de Quintans et al. (1994a) también realizado en Palo a Pique con 60 terneras de destete de la raza Hereford, en 47 has, a las cuales se les realizo tres tratamientos, suplementadas con 0,35% de peso vivo (baja), a 1,5% de peso vivo (alta) y un grupo testigo sin suplementar, al destete dichas terneras pesaban 137 kg, el periodo experimental fue de 91 días durante el invierno, pastoreaban campo natural, la disponibilidad de ms era de un promedio de 2000 kg ms/ha pero del cual solo un 25 a 35% era de forraje verde, el suplemento ofrecido era afrechillo de arroz desgrasado. El nivel bajo, logro un mantenimiento de peso, mientras que el nivel alto provoco un aumento de 230 gr/día., los animales del grupo testigo perdieron 82 gs/día.

Otros datos obtenidos, en el caso de suplementación de terneras en su primer y segundo invierno, Brito et al. (2005), midieron el efecto en el crecimiento de tejidos y en el comportamiento reproductivo. Utilizaron un total de 48 terneras de destete, con un peso inicial de 163 kg., el primer año se suplemento la mitad, con una mezcla de afrechillo de trigo + expeller de girasol (18% de pc), al 1 % del peso vivo y el resto fue testigo a campo natural periodo de 14 de junio al 29 septiembre (107 días). En el año 1 la disponibilidad fue de 1850 kg. ms/ha al inicio y un contenido de proteína de 6,35; 6,22; y 8,18 en junio, agosto y octubre, la carga utilizada fue de 0,65 al inicio y

finalizando con 0,66 y 0,71 ug/ha terneras testigos y suplementadas respectivamente. Las terneras suplementadas durante el invierno tuvieron ganancias de 134g/animal/día mientras que las testigos ganaron 6g/animal/día siendo un buen año de disponibilidad de pasturas, Además de las diferencias en el peso vivo también hubo diferencias en aob, encontrándose que los animales en pleno crecimiento son más eficientes en la conversión de alimento en músculo. Esto se ha visto favorecido por la alimentación diferencial considerándose el uso de un alimento con buena disponibilidad de proteína. Se registró una correlación importante entre el peso vivo y la altura de anca (0.82) así como entre peso vivo y aob (0.84) no así entre el pv y condición corporal, se obtuvo importante correlación aob y altura de anca (0.75). No pudiendo establecer relaciones entre cobertura de grasa y otras variables. Las conclusiones para el periodo de suplementación fueron que las ganancias de peso de los animales suplementados fueron moderadas, mientras que los testigos mantuvieron el peso. Las ganancias de peso moderadas registradas en los animales suplementados, permitieron determinar diferencias significativas de pv, aob, y cc entre ambos tratamientos. En el periodo pos tratamiento, los animales testigos presentaron ganancias similares a las de aquellos que habían sido suplementados durante el invierno, manteniéndose la diferencia de peso entre ambos lotes. Esto permitiría un mejor posicionamiento de los animales suplementados para enfrentar el segundo periodo invernal (pre entore). La diferencia de aob entre ambos lotes detectada en el periodo de suplementación, se mantuvo en este periodo. No se pudieron establecer relaciones entre cobertura de grasa y otras variables.

Jiménez de Aréchaga (2004), en areniscas suplementando terneras con afrechillo de arroz y trigo, llevó adelante un experimento desde el 6 de julio al 28 de septiembre, y utilizó 40 terneras de destete de 7 meses de edad, con un peso promedio de 145 kg. Se ensayaron cuatro tratamientos de suplementación mezcla de afrechillo de trigo y de arroz 1) 0.75 kg./ani/día (bajo) 2) 1.5 kg. /ani/día (medio) 3) 2.25kg/ ani/día (medio a alto) 4) 3.0 kg./ani/día(alto) 5) testigo. En todos los niveles de suplementación con afrechillo de trigo y arroz se obtuvieron ganancias mayores a 0,100 Kg. /día. El nivel alto de suplementación fue el que obtuvo ganancias mayores, cercanas a los 0.200 kg/día, el medio fue de 0.121kg/día, el medio a alto 0.164 kg/día, el bajo de 0.111 kg/día, y el testigo perdió 0.050kg/día

La misma autora del artículo anterior midió en un segundo experimento, el efecto de diferentes niveles de una mezcla de afrechillo de arroz entero y trigo como suplemento para disminuir pérdidas de peso invernal de terneras, el periodo consistió entre el 14 de junio y el 19 de septiembre, se utilizaron 32 terneras de destete Hereford y Cebú con un peso promedio de 132 kg, que pastoreaban el mismo potrero de campo natural de areniscas a una carga de 1 ternero/ha, los tratamientos son 1) 1 kg por animal / día (bajo) 2) 1.5kg /animal /día (medio) 3) 2kg /ani/día(alto) 4) testigo campo natural. Las ganancias fueron para el nivel bajo 0.08 kg/animal/día; para el medio 0.13; para el alto 0.13 mientras que el testigo perdió 0,15 kg/día respectivamente. La calidad del forraje disponible determinó que el grupo testigo perdiera peso, a diferencia de los

grupos suplementados que lograron evitar la pérdidas de peso, no encontrándose diferencias significativas ( $p>0,01$ ) entre sí. Al final del periodo de suplementación el grupo testigo (124kg) fue más liviano ( $p<0.01$ ), que los grupos suplementados, resultando los de medio (141kg) y alto (140 kg) con pesos similares entre sí ( $p> 0.05$ ) pero superiores al bajo (137kg). Las conclusiones halladas en las condiciones del experimento, fue que no se encontraron ventajas del uso de niveles de la mezcla de afrechillo de arroz con afrechillo de trigo superiores a 1 kg/día para evitar pérdidas de peso invernales en terneras de destete.

Otro trabajo llevado a cabo en la estación experimental en Salto, en la región de basalto sobre la Unidad de Suelos Itapebí Tres-Árboles el período experimental tuvo una duración de 105 días, de los cuales 73 días se corresponden con la estación invernal. La disponibilidad inicial de forraje del campo natural fue de 2800 kg ms/ha con una alta acumulación de restos secos, acorde con las características de dichos tapices en la estación invernal. El suplemento utilizado fue un núcleo proteico comercial (nunprot), cuya composición química es la siguiente, proteína cruda 38% (origen: 70% vegetal; 30% nnp), fósforo 1.5%, calcio 1.5%, energía metabolizable 2.0 mcal/kg ms, materia seca 92%.

Los tratamientos realizados fueron animales suplementados *ad libitum* con núcleo proteico y testigo sin suplementar, ambos pastoreando sobre campo natural de 24 has, dividida en cuatro parcelas iguales. La carga utilizada fue de 10 terneras de 150 kg de peso vivo en 6 ha., lo que resulta en 1.6 ani/ha. Dicha carga equivale a 1 ug/ha utilizando 40 terneras de la raza Hereford. Las ganancias de peso vivo promedio totales del período entre los tratamientos suplementados y testigos, tuvieron diferencias significativas ( $P<0,05$ ) las cuales fueron 0,193 kg/día para los suplementados y -0,032Kg /día para los testigos. A pesar que al principio del ensayo las terneras suplementadas no experimentaron ganancias de peso, igualmente se pudo observar el beneficio de dicha suplementación, ya que sus pares no suplementadas sufrieron la mayor pérdida de peso vivo por día registrada durante todo el experimento. Es importante destacar que las terneras suplementadas manifestaron durante los 105 días del experimento leves a moderadas ganancias diarias de peso, mientras que en ambos grupos testigos la pérdida de peso vivo ocurrió durante la mayor parte del tiempo (Ochoa y Vidal, 2004).

Brito y Jiménez de Aréchaga (2004a), al medir la suplementación otoño – invernal sobre el crecimiento de tejidos de vaquillonas de sobreaño sometidas a una dieta energético/proteica, usaron 54 vaquillonas Hereford sobreaño, cuyo peso tuvo un promedio de 258 kg. Los tratamientos ensayados fueron dos; afrechillo de arroz (70%) + expeller de girasol (30%) logrando un 18% pc al 0,75 % del peso vivo ajustable post pesada y testigo a campo natural de basalto. La suplementación se extendió desde el 2 de junio al 17 de septiembre (107 días), el pastoreo del campo natural fue continuo, las dotaciones utilizadas fueron de 0,82; 0,88; 0,94; 1,00 ug, el efecto de la suplementación

se manifestó a partir del 14 julio, momento en el cual las vaquillonas comienzan a tener ganancias de hasta 1 kg. diario en algún periodo. De cualquier manera, el grupo testigo tuvo un muy buen comportamiento, realizando una ganancia promedio durante el ensayo de 305 g/día frente a 400g/día de los animales suplementados, es de destacar que la disponibilidad de forraje para ese año fue muy buena, siendo al inicio del ensayo de 3600 kg/ms para el testigo, y 2820 kg/ms para el suplementado y al final del mismo 1410 kg/ms para el testigo y 2430 kg/ms para el suplementado. En el cuadro No. 13 se presenta un resumen de los resultados sobre los animales ensayados, para este experimento.

Cuadro 13. Resultados de las mediciones sobre los animales.

	<b>Inicio (2/6)</b>		<b>Fin(17/9)</b>		<b>Post-ensayo(13/10)</b>	
	Testigo	Supl.	Testigo	Supl.	Testigo	Supl.
<b>Peso vivo kg.</b>	258a	258a	291a	301a	300b	322a
<b>Condición corporal</b>	5a	5a	4.6a	4.6a	4.9a	4.9a
<b>Altura de anca (cm)</b>	120.3a	120.5a	118.2a	119.5a		
<b>AOB (cm<sup>2</sup>)</b>	24.6a	24.9a	31.2b	35.5a	34.1b	37.2a
<b>Animales &gt;280 y kg y 5CC</b>					15%	33%

Fuente: Brito y Pittaluga (2004b).

Marquisa y Urrutia (2001), en su trabajo de tesis, suplementando terneras sobre campo natural en invierno (Glencoe) observando el efecto del ambiente en la performance animal (temperatura y lluvia). Llevaron adelante un ensayo desde principios de junio hasta septiembre utilizando terneras de 137,5 kg. raza Hereford en grupos de 16 terneras (64 en total) cuya suplementación consistió de 0; 1; 1,5; 2%; de peso vivo de un suplemento forrajero comercial de Caorsi, encontraron al comienzo del ensayo que la materia seca era 578 kg ms/ha; aumentando hacia el final del mismo a 758 kg ms/ha.

Cuadro 14. Evolución del peso y ganancias diaria.

<b>Tratamientos</b>	<b>22/6</b>	<b>1/9</b>	<b>15/9</b>	<b>28/9</b>
<b>2%</b>	139	189	203	219
<b>1,5%</b>	140	187	201	218
<b>1%</b>	134	182	196	211
<b>0%</b>	138	170	181	193

Fuente: Marquisia y Urrutia (2002).

Cuadro 15. Ganancias promedios entre fechas de pesada según tratamiento.

	<b>22/6</b>	<b>1/9</b>	<b>15/9</b>	<b>28/9</b>
<b>2%</b>	0,518	0,969	0,846	0,812
<b>1,5%</b>	0,458	0,863	0,863	0,820
<b>1%</b>	0,741	0,716	0,800	0,777
<b>0%</b>	0,627	0,686	0,498	0,572

Fuente: Marquisia y Urrutia (2002).

Al final del ensayo, el testigo fue el de menor nivel de ganancia diaria por animal con 0,498 kg/día y 0,572 kg/día para las dos últimas mediciones, para los tratamientos con suplemento no hubo diferencia. El haberse manejado con baja dotación (0,56 ug), también colabora con la explicación de la excelente performance que se observó tanto en los animales suplementados como en los sin suplementar. Al haberse manejado con esta carga animal existió una baja presión de pastoreo con una disponibilidad de 688kg / ms, se asume una presión de pastoreo de 3,21 kg ms/ kg pv.

Un trabajo realizado por Rovira (2003) se llevó a cabo en palo a pique con dos niveles de suplementación con afrechillo de arroz al 0.8% y 1.2%, se utilizó terneros de destete Bradford, Hereford y cruzas. Se suplemento desde 26/6 al 29/9/2002, base forrajera campo natural Unidad Alferez carga 0.85 ug/ha, con pastoreo continuo. La disponibilidad del inicio del ensayo fue bajo (850 kg/ms/ha) y no se reservó en otoño, además hubo bajo material verde por primeras heladas lo que afecta el valor nutritivo de la misma, la disponibilidad final estuvo alrededor de los 650 kg ms/ha.

Cuadro 16. Respuesta productiva a la suplementación

Nivel de suplementación	0.8%pv	1.2%pv
PV ini. Kg.	205 <sup>a</sup>	198 <sup>a</sup>
PV final Kg.	226 <sup>a</sup>	210 <sup>b</sup>
Suplem. diaria Kg./ani.	1.8	2.4
Ganancia diaria Kg. ani/día	0.235a	0.135b
Kg. agregados /ani.	21	12
Eficiencia Kg. supl/Kg. pv ganado	7	16

abc letras diferentes en una misma fila dif sig P< 0.05 Tukey

Fuente: Rovira (2003).

Cuadro 17. Registro de área de ojo de bife y espesor de grasa al año de edad según suplementación invernal.

	Nivel bajo	Nivel alto
Aob cm <sup>2</sup>	35.6 a	33.6a
Grasa mm	2.6a	2.7a

P<0.05 (Tukey).

Fuente: Rovira (2003).

Los terneros que recibieron menor suplementación tenían mayor aob aunque no hubo diferencia significativa. Los animales con alta suplementación presentaron mayores números de animales con apenas 1 mm de grasa, en cambio los de baja suplementación aparecieron terneros con un máximo de 4 mm. Se concluye que la suplementación invernal de terneros evita pérdida de peso en terneros en régimen de invernada, la respuesta más eficiente fue 0.8%, en el 1.2 % no hubo rechazo pero la respuesta no fue la esperada probablemente por trastornos digestivos, durante la primavera se mantuvieron las diferencias de peso vivo generados durante la suplementación, no hubo diferencias en desarrollo muscular y espesor de grasa entre terneros al año de edad en función de la suplementación invernal, el afrechillo de arroz es una alternativa válida para mejorar el crecimiento inicial pero debe ajustarse el nivel de suministro en función de la base forrajera.

Debido a que los datos recabados han aportado gran cantidad de información sobre trabajos realizados sobre basamento cristalino se presenta a continuación una descripción generalizada sobre las características vegetales de los mismos, teniendo en cuenta la gran influencia que tienen estas sobre la producción animal, y también como forma de situar dichos trabajos y poder comparar con el presente, que fue realizado sobre basalto, de forma de reflejar las distintas características de ambas zonas. El área

que abarca el basamento cristalino al centro del país ocupa 2,5 millones de hectáreas, en general el potencial productivo de los suelos aumenta desde este a oeste y de norte a sur. Los suelos profundos pueden presentar alto potencial productivo, por otra parte ocurren suelos de menor productividad y con problemas de pedregosidad y/o superficialidad entre otros. Las gramíneas invernales son escasas poco competitivas y más apetecidas, reduciendo sensiblemente su frecuencia en la primavera- verano, frente a aquellas de ciclo estival, que son netamente dominantes, en algunas situaciones y manejos cobran relevancia algunos componentes cespitosos del tapiz (pastos duros, menos apetecidos y difíciles de manejar (Rosengurt, citado por Risso et al., 2001), por otra parte puede ser importante la presencia de malezas enanas no gramíneas cuyo incremento de frecuencia generalmente responde a pérdida de la condición de la vegetación. En términos generales la calidad de ese forraje es media a baja; DMO: 51,2%, PC: 8,6%, P: 0,13% (Risso et al., 2001).

También se presenta a continuación una somera descripción del campo natural característico de las areniscas, teniendo en cuenta los trabajos citados que fueron realizados sobre esta región, las comunidades de campo natural de la región tienen un ciclo netamente estival y una producción de forraje de 5 toneladas de ms con el 80% correspondiente al periodo primavera verano, que explican la vocación criadora de la región citado por Bemhaja y Berretta. Las comunidades herbáceas asociadas a estos suelos están formadas por gramíneas, graminoides, leguminosas e hierbas predominantemente estivales, que coexisten y están adaptadas a las actividades de pastoreo directo durante todo el año. La producción mensual por debajo de los 400 kg de ms/ha, se presenta durante seis meses en el año de abril a septiembre (Berretta y Bemhaja, 1998c).

Para tener un panorama más amplio sobre la estrategia de alimentación, se presentan resultados sobre sistemas más intensivos como pueden ser la suplementación sobre pasturas mejoradas.

Vaz Martins (1996), presenta resultados de ganancias de peso de novillo de sobreaño, sobre dos pasturas cultivadas de distinta calidad, y sobre distintas frecuencias de cambio de franja, los mismos mostraron que las ganancias de peso fueron superiores a todos los niveles de asignación en las pasturas de mayor calidad y se observó una relación directa entre ganancia en peso vivo, y frecuencia en el cambio de franja. La cantidad de forraje disponible determina que este sea consumido en un periodo breve de tiempo apenas el animal ingresa a una nueva franja, a medida que aumenta la frecuencia hacia la franja diaria, los animales tienen acceso a una cantidad constante de forraje que determina un mejor comportamiento. Por otra parte, las diferencias en calidad de la pastura determinan la diferencia en las dos curvas de ganancia diaria.

Cuadro 18. Ganancias diarias (Kg/día) según frecuencia de cambio de franjas (días) y tipo de pastura.

<b>Pastura</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>14</b>
<b>Buena calid.</b>	0,394	0,258	0,104	0,093
<b>Mala calid.</b>	0,191	0,015	-0,005	-0,024

Fuente: Domestre y Rodríguez (1995).

En condiciones de pasturas cultivadas mezclas de gramíneas y leguminosas, cuando la oferta de forraje se restringe en forma importante 1,5% pv, y se aumenta gradualmente la suplementación con grano se produce en principio un efecto aditivo hasta niveles medios y posteriormente a niveles más altos aparecen nuevamente el efecto sustitutivo. Conocida la función de respuesta a la suplementación la calidad de la pastura aparecía como las variables más importantes que afectaban la respuesta de los animales en planteos de suplementación. Por este motivo se realizó un trabajo para cuantificar la repuesta en ganancia en peso vivo de novillos a tres niveles de suplementación con cebada partida en dos pasturas mezclas de calidad contrastante (Vaz Martins, 1996).

Cuadro 19. Ganancia diaria a dos niveles de suplementación en dos pasturas de distinta calidad (kg/día), presión de pastoreo 1,5% pv.

<b>Pastura</b>	<b>Nivel de suplementación con grano % del PV</b>		
	0	0,5	1
<b>Buena calidad</b>	0,258	0,633	0,593
<b>Mala calidad</b>	0,015	0,269	0,556

Fuente: Vaz Martins (1995)

Brito et al. (2005), presentan un resumen de propuestas para obtener de 150 a 200 gramos de ganancia de peso por día durante el periodo invernal en categorías de recria.

Cuadro 20. Propuestas sobre el engorde de ganado durante el periodo invernal.

<b>Propuesta</b>	<b>Disponible (Kg. MS)</b>	<b>Carga</b>
<b>A) Recría campo natural diferido</b>	1300	0,8 UG/ha
<b>B) Mejoramiento de campo</b>	2000	1,25 UG/ha
<b>Suplementación del campo natural.</b>		
<b>C1) Subproductos AA o AT 1% PV</b>	500-800	
<b>C2) Pastoreo por hora</b>	500-800	6 UG/ha/hora*

\*Carga instantánea.

Fuente: Brito et al. (2005).

## 2.8 HIPÓTESIS

Sobre la base de lo anteriormente descrito, es que se elaboró una hipótesis de trabajo que se formula de la siguiente manera:

Los terneros que pastorean campo natural de mediana calidad y de disponibilidad no limitante ven restringido su crecimiento (altura de anca) y deposición de tejidos (área de ojo de bife, espesor de grasa subcutánea y altura de anca), y en muchos casos ocurre pérdida de los mismos.

La adición a dicha dieta de un suplemento energético; energético-proteico y/o proteico permitiría obtener ganancias de peso vivo, mayor crecimiento y deposición de los tejidos debido al mayor consumo de proteína y energía.

### **3 MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LOCALIZACIÓN**

La estación experimental unidad Glencoe se encuentra ubicada en la región basáltica correspondiente a la Unidad Queguay Chico, entre una compleja distribución de suelos, donde ocupan las siguientes proporciones: pardo rojizo (33%), superficial negro (37%) y profundos (30%). El índice CONEAT promedio es de 85.

Son suelos de uso pastoril con vegetación de pradera invernal de tapiz bajo y ralo, a veces algo abierto (en suelos asociados) con *Baccharis coridifolia* (mío-mío) característico.

La rocosidad y/o pedregosidad oscilan de 5 a 10 % de la superficie. Suelos dominantes que ocupan de 50 a 75 % de la superficie son: Litosoles Eutricos Melánicos de colores negros o pardo oscuros y a veces pardos rojizos y rojos (ródicos) y Brunosoles Eutricos Típicos de profundidad moderada (praderas negras mínimas y regosoles) y superficiales (regosoles). Las características de los suelos son, color pardo muy oscuro o negro, textura franco arcillo limosa, con gravillas de basalto en todo el perfil, de alta fertilidad natural y moderadamente bien drenadas. También existen Vertisoles Haplicos de profundidad moderada (grumosoles). Son suelos de color negro y textura arcillo limosa a arcillosa en todo el perfil con gravillas de basalto, de alta fertilidad natural y moderadamente bien drenados con una profundidad de 30cm. Los suelos asociados que ocupan 25 a 50 % de la superficie son Litosoles Subeutricos Melánicos de textura franca muy superficiales, ródicos (Litosoles Rojos) y tienen una profundidad de 30cm., aunque normalmente son muy superficiales (menos de 10cm.) son de textura franco limosa a franco arcillosa, con gravillas de basalto en todo el perfil y bien drenados. Los Litosoles se ubican fundamentalmente en las lomadas y colinas de mayor pendiente y en los interfluvios y escarpas asociadas. Los Brunosoles y Vertisoles se encuentran en las laderas, donde las pendientes son más suaves.

#### **3.2 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO**

El periodo de experimentación abarco 96 días, desde el 15 de junio del 2005 hasta el 20 de septiembre del 2005, consistiendo en la suplementación de 80 terneros de recría nacidos en la primavera del 2004, cuya media de peso era de 148 kg con un mínimo de 115 kg y un máximo de 177 kg, 50% razas Bradford y 50% Hereford. Fueron realizados 5 tratamientos con 2 bloques por lo que cada tratamiento tuvo 16 animales (8 por parcela). El área abarcada fue de 55 has, dividida en 10 parcelas de 5,5 has (ver anexo No. 2).

### 3.2.1 Clima

Se presentan en el cuadro No. 21 las precipitaciones, y en el cuadro No. 22 las temperaturas máximas y mínimas promedios para una serie de nueve años en unidad experimental Glencoe.

Cuadro 21. Precipitaciones promedio (mm) (97-05), para la unidad experimental Glencoe.

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
<b>Total</b>	916	1882	1018	1316	1578	2977	1034	893	1444
<b>%</b>	76	157	85	110	132	248	86	74	

Fuente: Bemhaja y Pittaluga (2005).

Cuadro 22. Temperaturas mínimas y máximas (°C) (97-05), para unidad experimental Glencoe.

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
<b>Mín.</b>	2,53	3,39	2,90	3,34	3,98	2,68	0,66	2,10	3,76
<b>Máx.</b>	31,4	30,3	31,9	32,1	32,2	31,6	31,8	32,6	31,7

Fuente: Bemhaja y Pittaluga (2005).

### 3.2.2 Alimentación

#### 3.2.2.1 Pastura base

La base forrajera fue campo natural, en el cual se realizaba pastoreo continuo con una carga de 8 animales por parcelas de 5.5 has que equivale en promedio a 0,66 ug, la cual fue al inicio 0,57 y al final 0,76, siendo para el lote testigo 0,66 y para el suplementado 0,78 ug con una disponibilidad promedio de 1509 kg./ms/ha, con un manejo de diferimiento otoñal de forraje.

#### 3.2.2.2 Suplementación

La frecuencia de suplementación fue de una vez al día, en comederos grupales a primeras horas de la mañana, manteniendo en cada parcela agua ad libitum en bebederos. Al inicio del experimento los animales pasaron por un periodo previo de acostumbramiento al suplemento de 14 días.

Según Pordomingo (2001), el éxito de la suplementación depende del acostumbramiento progresivo del rumen a las mismas. Es conveniente empezar con cantidades bajas por animal y aumentar hasta alcanzar el nivel planeado. Es importante no cambiar de pasto a los animales o molestarlos frecuentemente durante ese período y hacer lotes parejos, tratando de no interferir la rutina del animal. Según Latimori y Kloster (1997), el período de acostumbramiento se inicia con 0.5kg de grano por animal y por día y se incrementa en 0.5kg cada 4 a 6 días para llegar al nivel de suplementación deseado en 3 a 4 semanas.

Los tratamientos consistieron en una suplementación:

- Energético – proteica: afrechillo de arroz (1 % pv/ día)  
afrechillo de arroz (1.5 % pv / día)
- Isoproteica al afrechillo de arroz al 1 % pv: expeller de girasol (0.5% pv/ día).
- Isoenergética al afrechillo de arroz al 1 % pv: maíz molido (1 % pv/ día).
- Testigo: a campo natural.

### **3.2.3 Determinaciones en las pasturas**

Las determinaciones que se realizaron en las pasturas fueron: disponibilidad del forraje ofrecido al comienzo del experimento y cada 28 días, con la utilización como unidad muestral de un cuadro de 20 cm de lado, el cual era lanzado al azar cada 20 pasos, realizando en cada lanzamiento la medición de altura en forma repetida (5 veces) con regla graduada de la pastura con el criterio de tomar la medida del vegetal más alto que toque la regla, promediando luego las lecturas, procediendo posteriormente al corte de dicha muestra con tijera de aro, para ser llevada a estufa. Este procedimiento fue realizado 6 veces por parcela por muestreo. Con respecto a este método Moliterno (1997) reporta que se clasifica en un método destructivo en el cual la masa vegetal de la pastura, es estimada exclusivamente por un corte de un numero variable de muestras, por lo cual brinda una información precisa en forma directa, existen además métodos no destructivos que miden la disponibilidad en forma indirecta, es más rápido se utilizan menos recursos pero tienen una menor precisión.

También se determinó la altura del forraje cada 14 días, esta se realizó con regla graduada tomando como criterio el vegetal más alto que toque la regla, caminando en zig – zag, tratando de muestrear zonas representativas de la parcela cada 20 pasos. Se realizaron 20 mediciones por parcela.

#### **3.2.3.1 Determinación de materia seca, y valor nutritivo**

Para la determinación de la materia seca y el valor nutritivo, de las 6 muestras

realizadas por parcela, luego de pesar cada una en verde, se juntaron en un pool de forraje. El mismo fue mezclado de manera tal que, cada submuestra utilizada contenga fracciones de cada una de las 6 muestras.

Del pool resultante, se sacaron 2 submuestras, las que se pesaron individualmente para posteriormente ser secadas a estufa, a 60 °C (aprox. 48 horas), hasta peso constante para estimar porcentaje de materia seca.

Se utilizaron las dos submuestras del pool (donde el tamaño mínimo para cada una fue el forraje contenido entre las dos manos), cada una de las cuales se separaron en forraje verde y seco. Dentro del forraje verde se separó en tallo, hoja e inflorescencia. Estas fracciones se pesaron en verde, para luego ser secadas a 60 °C hasta peso constante y se determinó su peso seco.

De la materia seca que se secó a 60 °C, se utilizaron las mismas muestras, las cuales fueron molidas, para después ser enviadas a INIA la Estanzuela donde se les determinó el valor nutritivo (pc, fda y c).

Para la determinación de la proteína cruda, se obtiene el nitrógeno total de un alimento multiplicado por el factor 6,25 lo que equivale al promedio de nitrógeno en las proteínas (16%). El valor de pc incluye la proteína verdadera y compuestos nitrogenados no proteicos obtenidos por el método Kjendahl. La fda es la fracción de la pared celular incluye celulosa lignina y sílice y es la fracción insoluble en detergente ácido. La ceniza es equivalente al contenido de minerales, se obtiene por incineración de la muestra a 550 °C, en una mufla u horno durante tres horas.

### **3.2.4 Determinación en animales**

#### **3.2.4.1 Peso vivo**

Se les determinó el peso vacío al momento del inicio del ensayo y al final del mismo, para lo cual se tuvo en cuenta tener los animales 12 horas de encierro sin acceso a comida, según Di Marco(2004) el peso de balanza tomado tiene el contenido del tracto gastrointestinal, entonces para estimar el peso vacío, que es el peso de los tejidos hay que descontar el llenado para ello se hace el desbaste que es la pérdida de peso del animal durante un periodo de ayuno. Así mismo se determinó el peso lleno al inicio y final del ensayo y cada 14 días dentro de la duración del mismo.

#### **3.2.4.2 Altura de anca**

Se determinó cada 28 días a partir del inicio, para realizar esta medición fue necesario colocar a los animales en una correcta posición dentro del tubo, para poder colocar la regla de forma que quedara pareja desde el anca hasta la pezuña, para tal fin se utilizó una regla especialmente adecuada.

#### **3.2.4.3 Área de ojo de bife**

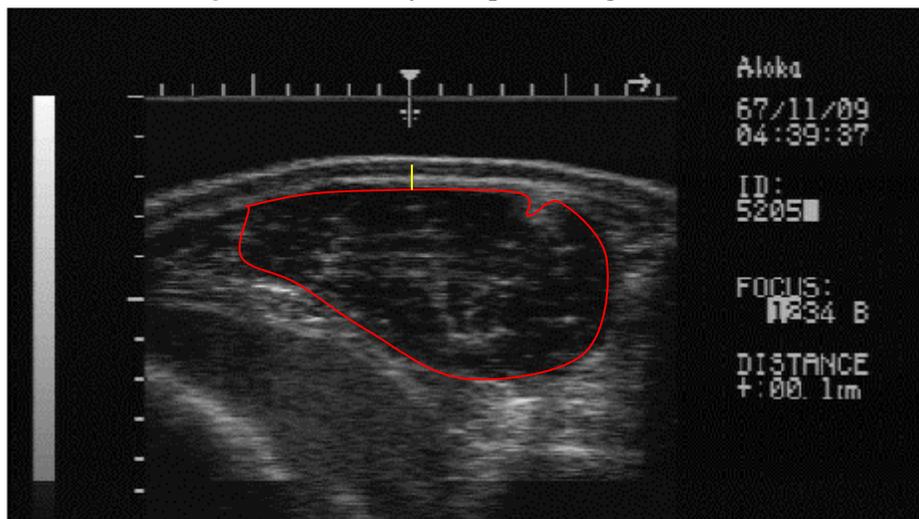
Para las mediciones de las variables de crecimiento aob y egs se utilizó la técnica de la ultrasonografía. Es una herramienta basada en el eco diferencial en los distintos tejidos, de ondas de alta frecuencia emitidas por el equipo a través de una sonda para conformar una imagen en el monitor o pantalla, el eco es el reflejo en los tejidos de las ondas emitidas en función de la diferente impedancia acústica de los elementos que atraviesa, que son recibidas por el equipo, interpretadas y traducidas a imagen.

Se determinó el área de ojo de bife cada 28 días (a la altura de la 12<sup>a</sup>.-13<sup>a</sup>. costilla), esas imágenes fueron interpretadas luego, obteniendo el área en cm<sup>2</sup>.

#### **3.2.4.4 Espesor de grasa subcutánea**

El espesor de grasa subcutánea se determinó cada 28 días, tomándose la medida a la altura del área de ojo de bife, se interpreta luego, como la profundidad de grasa (mm) a dicha altura.

Ilustración 4. Imagen de ultrasonografía resaltando el área de ojo de bife (músculo *longissimus dorsi*) y el espesor de grasa subcutánea



Referencias: rojo= área de ojo de bife; amarillo= espesor de grasa subcutánea.  
Fuente: Butler y Davies (1989).

### **3.2.5 Manejo sanitario**

En cuanto a las condiciones sanitarias se realizó una dosificación inicial con ivermectina y también para clostridiosis, cada 28 días se tomó muestras coprológicas a 4 animales por parcela teniendo en cuenta que fueran siempre los mismos para hacer seguimiento del nivel de hpg.

### **3.2.6 Calculo de requerimientos y aportes nutricionales**

Se realizaron los cálculos para requerimientos por parte de esta categoría animal para la performance obtenida, de energía metabolizable y proteína metabolizable y el aporte de las mismas por parte de la dieta y de los microorganismos (ver cuadro No. 45), para ello se utilizó la planilla de predicción de la performance de vacunos en pastoreo, elaborada por Beretta y Simeone, dicha planilla está basada en las ecuaciones de AFRC (1993), siendo utilizadas para la predicción del consumo de forraje en pastoreo y ajustes de requerimientos energéticos por actividad de cosecha las presentadas por las normas australianas de alimentación de rumiantes (CSIRO, 1994). Se hallaron los requerimientos de energía metabolizable y proteína metabolizable y los aportes de estos, así como también se obtiene un balance de la dieta (ver anexo No. 8).

### **3.2.7 Diseño experimental y análisis estadístico**

El diseño experimental consistió en un análisis de varianza de dos vías con repetición, donde las variables analizadas fueron tipo de suplementación (tratamiento) y bloque. Los tipos de alimentos fueron; dentro de la suplementación, afrechillo de arroz, expeller de girasol, maíz y testigo, sobre campo natural. Dentro de los bloques se consideró suelos superficiales y suelos profundos. Como resultado se obtuvieron cinco tratamientos; el testigo sobre campo natural, afrechillo de arroz al 1,5% de pv, afrechillo de arroz al 1% pv, expeller de girasol al 0,5% de pv y maíz al 1% de pv.

El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \alpha + \beta(X_{ij} - \bar{X}) + \epsilon_{ij}$$

$$i=1, 2, 3, 4, 5 \quad J=1,2$$

$Y_{ij}$ : VA observable (en unidades de producto) debido al  $i$  ésimo tratamiento y  $j$  ésimo bloque

$\mu$ : parámetro, media poblacional

$\tau_i$ : parámetro, efecto del  $i$  ésimo tratamiento

$\alpha_j$ : efecto del  $j$  ésimo bloque

$\epsilon_{ijk}$ : VA no observable debida al error experimental

$\beta$ : coeficiente de la covarianza

$(X_{ij} - \bar{X})$ : diferencia entre el valor  $ij$  y la media general

Biológicamente:

$Y_{ij}$ : rendimiento en producto animal según estrategia de alimentación.

$\mu$ : rendimiento promedio de la población

$\tau_i$ : efecto de la estrategia de alimentación

$\epsilon_{ij}$ : error experimental

$\beta$ : coeficiente de la covarianza

$(X_{ij} - \bar{X})$ : diferencia entre el valor  $ij$  y la media general

Planteo de hipótesis:

(1)

$$H_0: \beta / \mu, \tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4, \tau_5 = 0$$

$$H_a: \beta / \mu, \tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4, \tau_5 \neq 0$$

(2)

$$H_0: \tau_1 a_j = \tau_2 a_j = \tau_3 a_j = \tau_4 a_j = \tau_5 a_j$$

$$H_a: \exists \text{ al menos una diferencia}$$

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 CLIMA

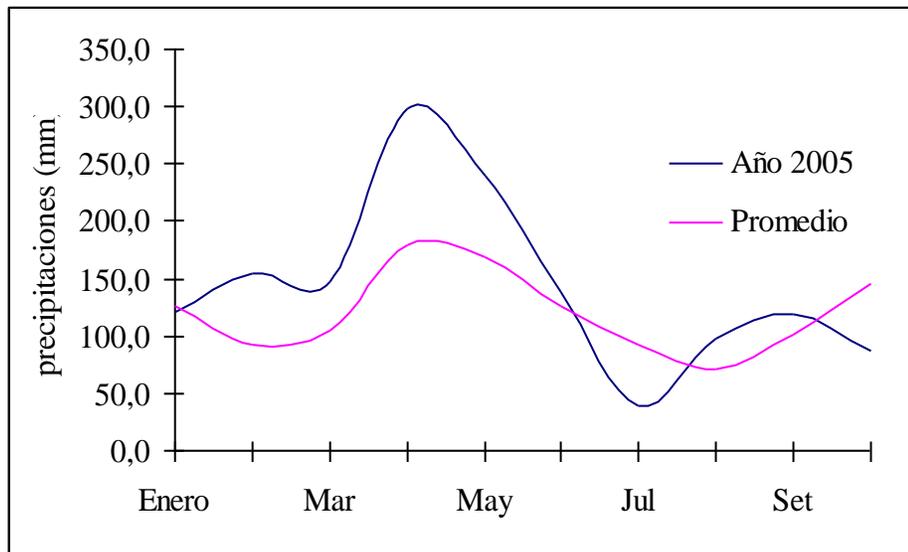
En el cuadro No. 23 se presenta el registro de precipitaciones ocurridas durante el año 2005.

Cuadro 23. Precipitaciones (mm) promedio mensuales registradas para el año 2005 en unidad experimental Glencoe.

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.
121,4	155,4	147,0	298,0	240,4	138,8	39,0	97,4	119	87,6
<b>Total:1443,6</b>									

Fuente: Bemhaja y Pittaluga (2005).

Ilustración 5. Comparación de la evolución de las precipitaciones (mm) durante el año 2005 y el registro promedio de diez años



Las precipitaciones registradas en el año 2005 tienden a ser mayores que las del promedio de 10 años, especialmente para el verano y el otoño, aunque puntualmente durante el periodo experimental fue más baja que el promedio durante el mes de julio para luego seguir la tendencia a ser más elevadas hasta septiembre. Un condicionante muy importante en el crecimiento de las pasturas en estos suelos son las precipitaciones, la primavera y el verano son las estaciones de mayor crecimiento del pasto y por lo tanto la cantidad de forraje que se produzca en ellas condicionará el comportamiento animal

en otoño e invierno (Berretta, 2003). De acuerdo a estos resultados las precipitaciones ocurridas especialmente en verano y otoño, pudieron haber contribuido favorablemente a la buena acumulación de forraje encontrada al inicio del invierno.

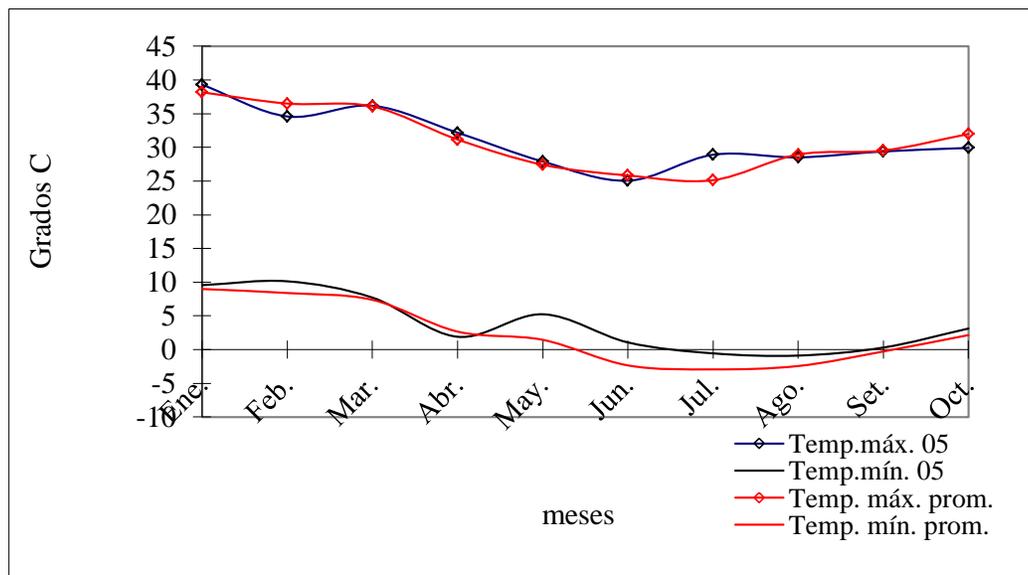
En el cuadro No. 24 se presentan las temperaturas máximas y mínimas registradas en la estación agro meteorológica de INIA Glencoe para el año 2005.

Cuadro 24. Temperaturas máximas y mínimas (° C) para el año 2005 en unidad experimental Glencoe.

°C	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Dic.
<b>Temp máx.</b>	39,3	34,5	36,1	32,1	27,9	25,0	28,9	28,5	29,4	29,9	37,6
<b>Temp mín.</b>	9,6	10,1	7,7	1,9	5,2	1,1	-0,5	-0,9	0,3	3,1	

Fuente: Bemhaja y Pittaluga (2005).

Ilustración 6. Comparación de temperaturas máximas y mínimas promedio para diez años, y temperaturas máximas y mínimas para el año 2005.



En el presente gráfico puede compararse las temperaturas máximas y mínimas del año 2005 con respecto al promedio de las temperaturas máximas y mínimas para 10 años que se han registrado en la unidad Glencoe, como puede observarse existe una tendencia a que las temperaturas registradas durante el año 2005 sean más elevadas que

el promedio de los 10 años, especialmente las temperaturas mínimas, siendo durante el periodo experimental (junio a septiembre) donde dicha tendencia se ve más acentuada en especial para las temperaturas mínimas registradas, en cuanto a las máximas estas fueron mayores al promedio especialmente durante el mes de julio, para luego presentar similar tendencia al promedio de los años, todo lo cual pudo haber tenido alguna incidencia fundamentalmente en el crecimiento de las pasturas.

## 4.2 PASTURAS

### 4.2.1 Evolución de la disponibilidad

Se presenta en el siguiente cuadro la disponibilidad de ms/ha registrada durante el periodo experimental.

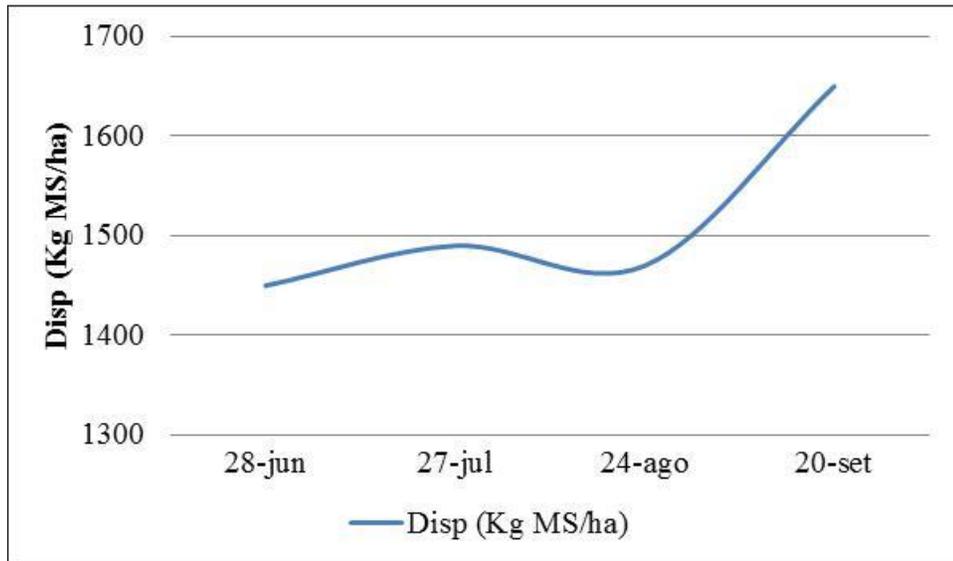
Cuadro 25. Disponibilidad de las pasturas en kg de ms/ha, mensual por tratamiento y por bloque.

	AA	A	E	M	T	P	B1	B2	*P	Prom.
<b>J</b>	1134	1016	833	2013	2187	ns	923,3	1951	ns	1437
<b>J</b>	1322	1314	1441	1664	1728	ns	1196	1791	ns	1494
<b>A</b>	1375	1612	1296	1407	1637	ns	1369	1562	ns	1466
<b>S</b>	1078	1737	2114	1726	1549	ns	1401	1881	ns	1641

Referencias: ns = no significativo. B1= suelos superficiales; B2= suelos profundos. AA=afrechillo de arroz 1.5%; A= afrechillo de arroz al 1%; E= expeller de girasol; M=maíz; T= testigo a campo natural. P= significancia entre tratamientos; \*P= significancia entre bloques. Prom.= promedios totales.

No hubieron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre tratamientos para la disponibilidad de forraje, por lo cual este factor no tuvo incidencia significativa en el resultados de las determinaciones tomadas en los animales.

Ilustración 7. Evolución de la disponibilidad promedio de todos los tratamientos de la ms (kg ms/ha) para todo el periodo experimental.



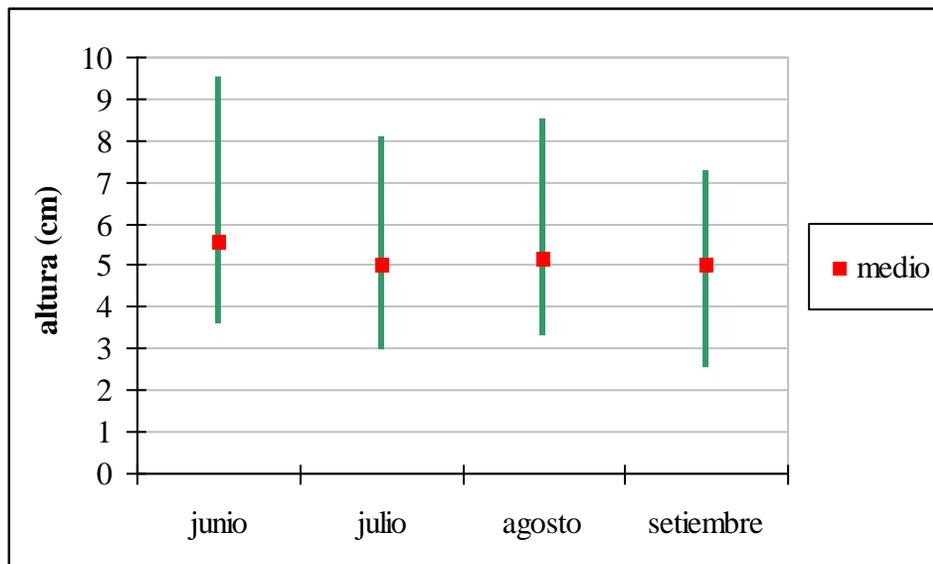
La disponibilidad de ms/ha se mantuvo constante durante los meses junio, julio y agosto mostrando un aumento para el mes de septiembre, acompañando a las precipitaciones y temperaturas lo cual pudo ocasionar una acumulación debida a una mayor tasa de crecimiento de las pasturas favorecidas además por el aumento de temperatura máxima registrada en julio y agosto, ya que según afirma Berretta (2003), luego de un experimento realizado sobre las pasturas naturales del basalto en el cual se evaluaron diferentes frecuencias de corte, que si existe déficit de agua que enlentece el crecimiento al comienzo de la estación, éste puede ser acelerado luego que se restablezcan las condiciones de humedad, antes del fin de la misma. Como puede observarse el forraje acumulado al inicio del experimento es similar al que hacen referencia Montossi et al. (2003) quienes se refieren a las conclusiones llegadas luego de 3 años de investigación en basalto, que muestran que con el diferimiento otoñal del campo natural y el ajuste de la carga a 1 ug/ha, se logra una recria muy adecuada para terneros y sobreños, con ganancias de 0.2 kg/día en el período invernal. Dado que el crecimiento invernal de las pasturas de campo natural se considera nulo, para disponer de forraje en este período, es imprescindible cerrar el potrero a principios de otoño (5-10 de marzo) para acumular pasto y tenerlo disponible en invierno, concluyen claramente que para suelos de basalto, con la acumulación de 1300 kg ms/ha al inicio del invierno, el uso de cargas de 1.25 a 0.8 ug/ha (1.8 a 2.7 terneros/ha o 1.2 a 1.8 novillos de sobreño/ha) y cierto grado de control del pastoreo, se obtienen ganancias de 0.2 kg./día en años normales. Cuando el forraje disponible fue inferior a los 1000 kg ms/ha o a cargas mayores, los animales comenzaron a tener problemas para obtener todo el forraje necesario. Por lo que puede inferirse que con las disponibilidades de ms estimadas

durante este experimento fue que no existieron pérdidas de peso ni siquiera en los tratamientos testigos, como así mismo se obtuvieron en ellos ganancias de peso adecuadas.

Mc Collum et al., citados por Ochoa y Vidal (2004), en su trabajo de tesis basado en la suplementación proteica, citan trabajos de quienes estudiaron la existencia de un estímulo al mayor consumo del forraje de baja calidad a través de la suplementación proteica, en el presente trabajo no existe tal tendencia en la disponibilidad de forraje para los distintos tratamientos de suplementación salvo para el caso del maíz cuya disponibilidad mostró un leve descenso en el correr del tiempo, pero no así para los suplementos con mayor contenido de proteína como el afrechillo de arroz y el expeller de girasol.

#### 4.2.2 Evolución de la altura

Ilustración 8. Altura promedio (cm) de la pastura y sus valores mínimos y máximos



La altura sigue la misma evolución de la disponibilidad, la correlación entre la altura y la disponibilidad fue de 0.66, puede observarse asimismo que existe un mayor desvío hacia valores más altos que a los menores, esto puede deberse a que a pesar de que no hubieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para la variable altura de forraje, si pudo observarse a campo en el tratamiento testigo sobre suelos profundos un enmaciegamiento del mismo lo que provocó para este tratamiento un resultado levemente superior en la medición altura de los mismos.

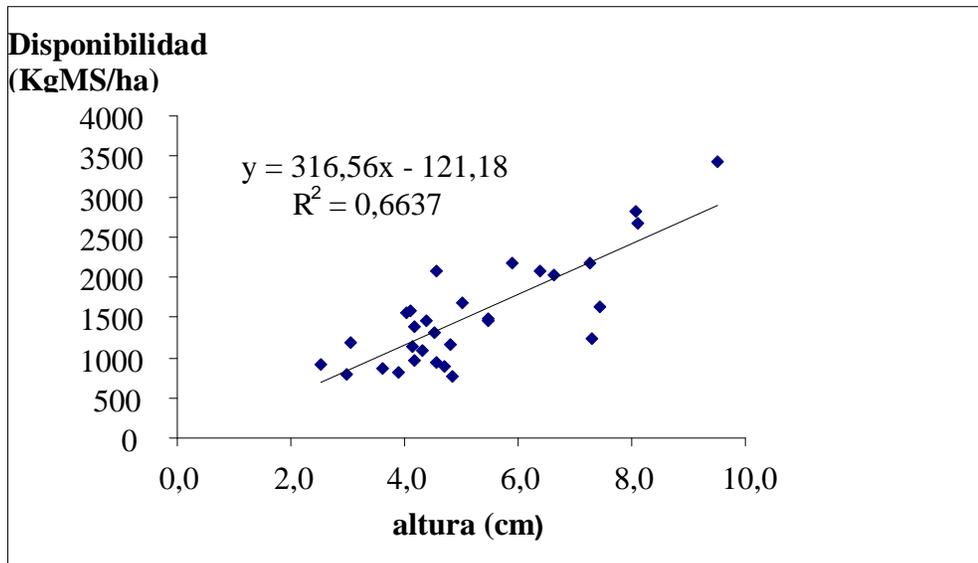
Cuadro 26. Evolución de la altura (cm.) del forraje mensual por tratamiento y por bloque.

	AA	A	E	M	T	P	B1	B2	*P	Prom.
<b>Jun.</b>	4,1	4,2	4,7	7,6	7	ns	4,8a	6,2 <sup>a</sup>	ns	5,6
<b>Jul.</b>	4,1	4,8	4,3	6,2	5,5	ns	4,6a	5,3 <sup>a</sup>	ns	5,7
<b>Ago.</b>	5,7	7,2	5,2	5,9	7,3	ns	5,6a	6,8 <sup>a</sup>	ns	6,3
<b>Sep.</b>	6	3,6	5,2	5,2	4,9	ns	3,9b	6,0a	*	5,9

Referencias: a, b: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre si; ns = no significativo, \* =  $P < 0.05$ . AA=afrechillo de arroz 1,5%; A= afrechillo de arroz 1%; E= expeller de girasol; M= maíz T= testigo campo natural P= significancia entre tratamientos; \*P= significancia entre bloques.

El efecto bloque tuvo significancia ( $p < 0,05$ ) para la variable altura de forraje hacia el final del periodo experimental, mostrando las pasturas sobre suelos profundos una mayor altura, esto pudo verse favorecido por las temperaturas en ascenso características de esta época, acompañado por el mayor crecimiento que muestran las pasturas sobre suelos profundos.

Ilustración 9. Correlación entre las mediciones de altura y estimación de disponibilidad del forraje.



### 4.2.3 Calidad de las pasturas

Cuadro 27. Valor nutritivo (%) de las pasturas promedio y según tratamiento y bloques.

	AA	A	E	M	T	P	B1	B2	*P	Prom.
<b>DMS</b>	52,0	53,1	51,1	50,8	51,4	ns	52,2	51,2	ns	51,7
<b>PC</b>	8,70	8,96	8,40	8,00	8,50	ns	8,80	8,10	ns	8,53
<b>FDA</b>	47,2	45,8	48,4	48,8	48,0	ns	47,0	48,3	ns	47,6

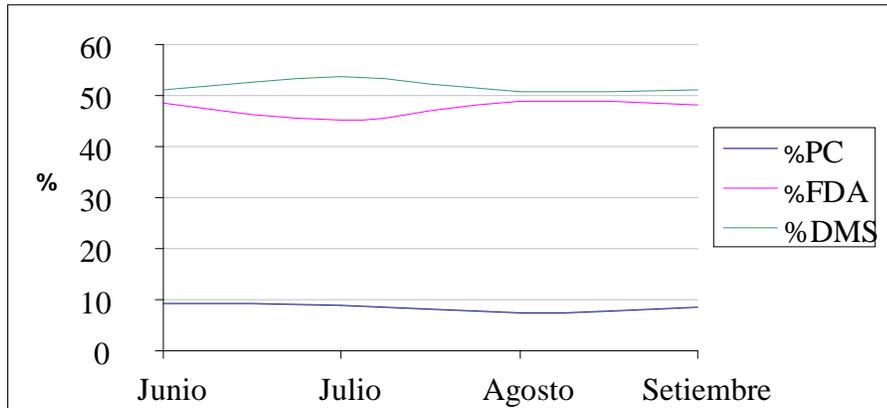
Referencias: ns = no significativo. B1= suelos superficiales; B2= suelos profundos. AA= afrechillo de arroz 1.5%; A= afrechillo de arroz al 1%; E= expeller de girasol; M= maíz; T= testigo campo natural; DMS= % digestibilidad de la materia seca; PC= % proteína cruda; FDA= % fibra detergente ácido; P= significancia entre tratamientos; \*P= significancia entre bloques.

Los componentes de calidad de las pasturas no tuvieron efectos significativos entre los distintos tratamientos ni tampoco para el efecto bloque, Arrieta et al. (2008) encontraron valores más bajos para la proteína cruda de 5,95% durante el otoño-invierno de 2004 y valores más elevados de fda (54,13%) Marquisia y Urrutia (2002), encontraron un elevado porcentaje de pc para la pastura de 10,2%.

Como se observa en la ilustración No. 10 la digestibilidad alcanza un máximo en julio, al igual que la fda alcanza un mínimo en este periodo, esto se debe a la alta calidad que presentan las pasturas invernales durante el otoño y el inicio del invierno para luego ir descendiendo la misma con el transcurrir de los días hasta la encañazon, con la consecuente disminución del contenido de pc.

La digestibilidad de una pastura no es un valor para nada estable. A medida que las plantas van madurando, la proporción de tallos aumenta y al tener éstos menor digestibilidad que las hojas, la digestibilidad total de la planta disminuye. La menor digestibilidad de los tallos está explicada porque contienen proporciones mayores de los componentes estructurales de la planta, tales como celulosa y hemicelulosa que poseen baja digestibilidad, y lignina que es indigestible (Rovira, 1996).

Ilustración 10. Evolución del valor nutritivo de las pasturas en porcentaje, durante todo el periodo experimental



Referencias: PC= proteína cruda; FDA= fibra detergente acida; DMS= digestibilidad de la materia seca.

Cuadro 28. Evolución del porcentaje de material verde promedio y mensual, según tratamiento y bloque.

	AA	A	E	M	T	P	B1	B2	*P	Prom.
<b>Jun.</b>	58,8	57,0	51,9	40,3	41,1	ns	52,8	46,9	ns	49,8
<b>Jul.</b>	49,4	54,5	47,0	47,8	35,8	ns	49,1	44,7	ns	46,9
<b>Ago.</b>	50,9	44,3	34,9	45,2	32,1	ns	42,9	40,1	ns	41,5
<b>Sep.</b>	57,3a	56,2a	24,4c	43,3b	53,1a	*	44,0	49,8	ns	46,9

Referencias: a, b: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre si; ns = no significativo, \* =  $P < 0.05$ . AA= afrechillo de arroz 1,5%; A= afrechillo de arroz 1%; E= expeller de girasol; M= maíz T= testigo campo natural; P= significancia entre tratamientos; \*P= significancia entre bloques.

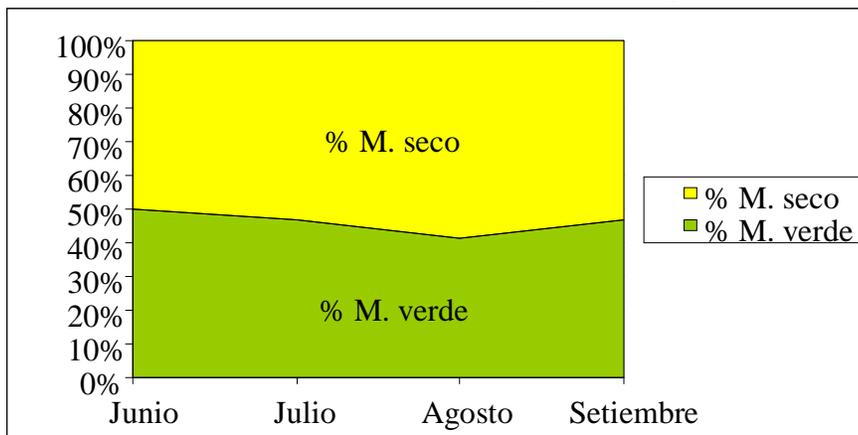
Cuadro 29. Evolución del porcentaje de los restos secos promedio y mensual según tratamiento y bloque.

	AA	A	E	M	T	P	B1	B2	P	Prom.
<b>Jun.</b>	41,1	42,9	48,0	59,6	58,8	ns	47,1	53,0	ns	50,1
<b>Jul.</b>	50,5	45,4	52,9	52,1	64,1	ns	50,8	55,2	ns	53,0
<b>Ago.</b>	49,0	55,6	65,0	54,7	67,8	ns	57,0	59,8	ns	58,4
<b>Set.</b>	42,6b	43,7b	75,5a	56,6b	46,8b	*	55,9	50,1	ns	53,0

Referencias: a, b: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí; ns = no significativo, \* =  $P < 0.05$ . AA= afrechillo de arroz 1,5%; A= afrechillo de arroz 1%; E= expeller de girasol; M= maíz T= testigo campo natural; P= significancia entre tratamientos; \*P= significancia entre bloques.

El porcentaje de materia verde de la pastura disminuye a medida que avanza la madurez de las mismas, aunque se presentó una marcada baja en el mes de agosto lo cual puede deberse como se mencionó anteriormente a una acumulación debido a una mayor tasa de crecimiento favorecida por las temperaturas más elevadas que el promedio para el mes de julio, al haber mayor disponibilidad de materia seca la selectividad por parte de los animales es mayor lo que pudo haber llevado a un aumento en proporción de los restos secos, y también debido a las bajas temperaturas características del mes de agosto. El material verde ofrecido no tuvo diferencias significativas entre los tratamientos con excepción del mes de setiembre donde ambos tratamientos de suplementación con afrechillo de arroz y el testigo tuvieron una mayor proporción de material verde ( $p < 0.05$ ), el tratamiento con expeller de girasol fue el que tuvo los menores valores y el de maíz tuvo un comportamiento intermedio entre ambos, estas variaciones en proporción de forraje verde y forraje seco acompaña la evolución de la calidad de las pasturas como puede observarse en la ilustración No. 11.

Ilustración 11. Proporción de material verde y seco para el promedio de todos los tratamientos durante el periodo experimental.



### 4.3 SUPLEMENTO

Cuadro 30. Composición química de los distintos suplementos utilizados

	AA	E	M
MS	89,2	90,8	87,8
DMO	73,4	65,6	82,2
FDA	13,7	25,7	6,5
PC	15,2	36,3	9,2

Referencias: AA= afrechillo de arroz; E= expeller de girasol; M= maíz.; MS= materia seca; DMO= digestibilidad de la materia orgánica; FDA= fibra detergente acida; PC= proteína cruda.

Fuente: Mieres (2004a).

El contenido de proteína del maíz rara vez supera el entorno del 10%, posee alta palatabilidad dado por un contenido ee (grasa) en el grano y por este motivo se lo utiliza como una de las fuentes principales de energía en la formulación de raciones.

El afrechillo de arroz es un suplemento energético- proteico, posee una elevada concentración de energía, y adecuados niveles de proteína. La relación calcio : fósforo puede ser inadecuada si se utiliza como único suplemento o si no se le agrega sales minerales, contiene alta concentración de ácidos grasos no saturados que puede provocar enranciamiento oxidativo de los lípidos, lo cual afecta el valor nutritivo y la palatabilidad, contiene una concentración de proteína del orden del 10 -15 %, la cual es mayor a las del grano original, al incorporarse muchas veces restos de cáscaras y otros restos del barrido los parámetros de fdn y fda son más altos en relación al material original, el expeller de girasol es un suplemento proteico, posee alto contenido de fibra

de baja digestibilidad debido a su gran lignificación lo que hace que varíe su aporte de proteína y energía cuando es utilizado con otros alimentos pudiendo provocar la dilución de los aportes de energía o proteína de la ración completa (Cozzolino, 2000).

#### 4.3.1 Pastura suplemento

Cuadro 31. Aporte de pc (porcentaje) de la pastura más el suplemento, promedio y mensual según tratamiento y bloque.

	A	AA	E	M	T	P	B1	B2	*P	Prom.
<b>Jun.</b>	25,2b	24,3b	45,7a	17,0c	9,2d	**	24,6	23,9	ns	24,3
<b>Jul.</b>	25,1b	24,2b	44,6a	17,2c	8,2d	**	24,2	23,6	ns	23,9
<b>Ago.</b>	22,4b	22,9b	43,2a	16,0c	7,7d	**	23,0	22,3	ns	22,6
<b>Set.</b>	23,6b	23,8b	45,1a	17,4c	8,7d	**	24,0	23,5	ns	23,7

Referencias: a, b, c, d: con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre si; ns: no significativo; \*\* P<0,01; AA= afrechillo de arroz 1,5%; A= afrechillo de arroz 1%; E= expeller de girasol; M= maíz; T= testigo campo natural; B1= suelos superficiales; B2= suelos profundos; P= significancia entre tratamientos; \*P= significancia entre bloques.

El aporte de pc en conjunto de la pastura más el suplemento fue significativamente diferente (P<0,01) para todos los tratamientos durante todo el periodo experimental, sin embargo no se presentaron diferencias significativas entre bloque (P>0,05). El aporte a cada tratamiento acompaña la característica del suplemento utilizado, destacándose el bajo aporte de pc a los testigos sobre campo natural en relación a los suplementados.

Cuadro 32. Consumo estimado de pc (kg/animal/día) mensual y promedio según tratamiento y bloque.

	A	AA	E	M	T	P	B1	B2	*P	Prom.
<b>J</b>	0,47b	0,49b	0,57 <sup>a</sup>	0,32c	0,35c	**	0,44	0,44	ns	0,44
<b>J</b>	0,52b	0,53b	0,60 <sup>a</sup>	0,36c	0,33c	**	0,48	0,46	ns	0,47
<b>A</b>	0,50b	0,57b	0,58 <sup>a</sup>	0,38c	0,32d	**	0,48	0,46	ns	0,48
<b>S</b>	0,59b	0,65b	0,68 <sup>a</sup>	0,43c	0,38d	**	0,55	0,55	ns	0,55

Referencias: a, b, c, d: con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre si; ns: no significativo; \*\* P<0,01; AA= afrechillo de arroz 1,5%; A= afrechillo de arroz 1%; E= expeller de girasol; M= maíz; T= testigo campo natural; B1= suelos superficiales; B2= suelos profundos; P= significancia entre tratamientos; \*P= significancia entre bloques.

El consumo de proteína cruda estimado no tuvo diferencias significativas entre los bloques ( $P>0,05$ ), pero si entre tratamientos. A pesar de las diferencias de aporte de pc para los distintos tratamientos, puede observarse que en general el lote testigo y el suplementado con maíz tuvieron similar consumo de pc, siendo en los meses de agosto y setiembre más bajo para el testigo, debido a la menor calidad de las pasturas naturales en esta época, en especial para el mes de agosto cuando aún no es tan elevada la presencia de gramíneas estivales, viéndose un aumento del consumo para todos los tratamientos para el mes de setiembre, los suplementados con afrechillo de arroz tuvieron alguna similitud a los suplementados con expeller de girasol, en especial en los meses de agosto y setiembre para los suplementados con afrechillo de arroz al nivel de 1,5% con respecto a los suplementados con expeller de girasol.

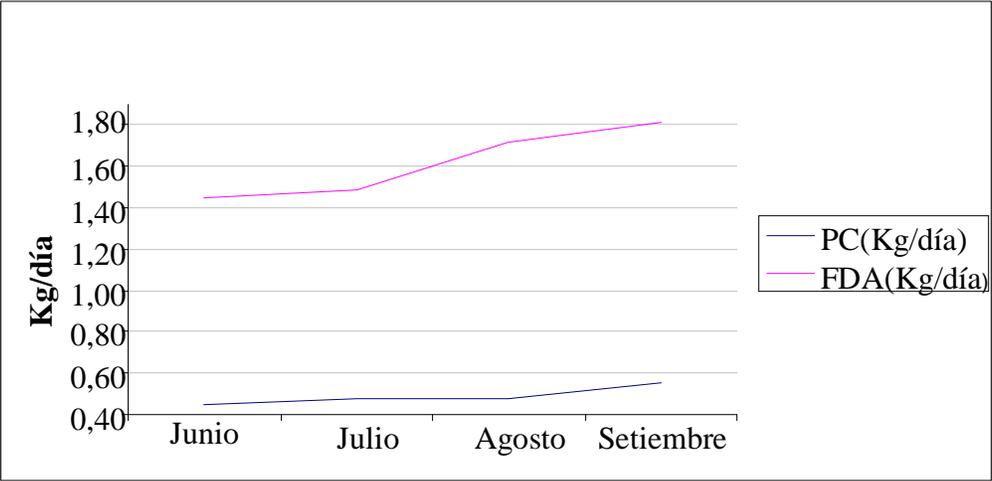
Cuadro 33. Consumo estimado de fda (kg/animal) mensual y promedio según tratamiento y bloque.

	A	AA	E	M	T	P	B1	B2	*P	Prom.
<b>Jun.</b>	1,26c	1,05d	1,68b	1,28c	1,95a	**	1,43	1,46	ns	1,45
<b>Jul.</b>	1,32b	1,10c	1,81a	1,33b	1,84a	**	1,46	1,50	ns	1,49
<b>Ago.</b>	1,66b	1,27d	2,11a	1,49c	2,02a	**	1,68	1,73	ns	1,71
<b>Set.</b>	1,86b	1,44c	2,11a	1,57c	2,06a	**	1,79	1,83	ns	1,81

Referencias: a, b, c, d: con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí; ns: no significativo; \*\*  $P<0,01$ ; AA= afrechillo de arroz 1,5%; A= afrechillo de arroz 1%; E= expeller de girasol; M= maíz; T= testigo campo natural; B1= suelos superficiales; B2= suelos profundos; P= significancia entre tratamientos; \*P= significancia entre bloques

El consumo estimado de fda tuvo diferencias significativas entre tratamientos ( $P<0,01$ ), la tendencia de consumo de fda de los testigos a cn acompañan la evolución de calidad de las pasturas, el lote suplementado con expeller de girasol, presentó los mayores valores de consumo de fda, debido al alto contenido de fibra de este suplemento. No hubo diferencias significativas entre los bloques ( $P>0,05$ ).

Ilustración 12. Evolución promedio del consumo de pc y fda (kg/día) durante el periodo experimental.



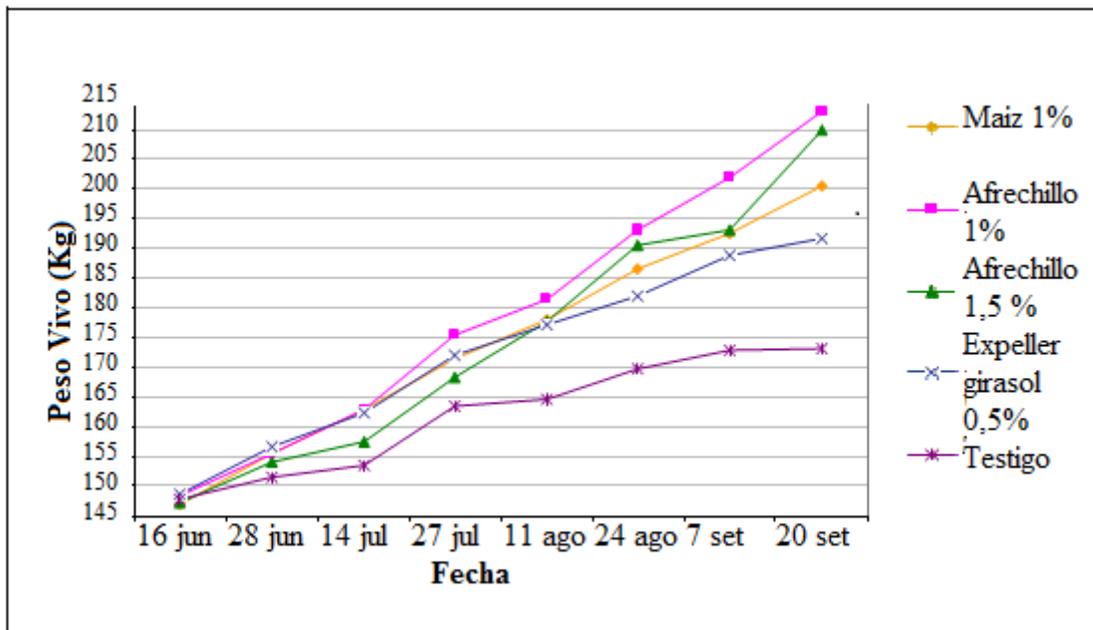
Referencias: PC= proteína cruda; FDA= fibra detergente acida.

## 4.4 ANIMAL

### 4.4.1 Evolución de peso vivo y ganancias

#### 4.4.1.1 Peso vivo lleno

Ilustración 13. Evolución del peso vivo (kg/ animal) para los diferentes tratamientos durante el periodo experimental.



La evolución del peso vivo de los terneros muestra que durante el periodo experimental, el comportamiento entre los distintos tratamientos de suplementación no tuvo mayores diferencias a excepción del afrechillo al 1% pv que fue significativamente diferente al expeller de girasol al 0.5% pv ( $p < 0.05$ ), esta diferencia se hace notoria a partir de la pesada realizada el 24 de agosto, observándose sí, diferencias entre los tratamientos suplementados con respecto al testigo ( $p < 0.01$ ), ya a partir del 14 de julio. Dentro de los tratamientos suplementados, el afrechillo de arroz fue el que tubo los mayores pesos finales, viéndose durante todo el periodo experimental una mejor respuesta al nivel 1% pv por lo que no existe un efecto al aumentar la suplementación con afrechillo de arroz por encima de este nivel; mientras que el expeler de girasol al 0.5% pv y maíz al 1% pv tuvieron registros intermedios de peso entre los testigos y los suplementados con afrechillo de arroz, siendo al final del periodo de suplementación significativamente superior ( $p < 0,01$ ) la performance de los animales con suplemento maíz con respecto al expeler de girasol.

Este mismo comportamiento fue el que obtuvieron Marquisa y Urrutia (2001) en su trabajo de tesis etapa de campo en el año 2000 donde suplementaron terneras de destete precoz de 137,5 kg (0,56ug /ha) en el cual hubo un periodo prolongado donde no se notaron diferencias significativas (desde la fecha 22/6 al 28/9) entre tratamientos, posteriormente se observa diferencia entre los lotes que recibían suplementación y los que no.

Cuadro 34. Peso vivo (kg/animal) registrado para cada tratamiento y bloque en las diferentes fechas de medición.

	<b>16 jun.</b>	<b>28 jun.</b>	<b>14 jul.</b>	<b>27 jul.</b>	<b>11 ago.</b>	<b>24 ago.</b>	<b>7 set.</b>	<b>20 set.</b>	<b>*P</b>
<b>A</b>	147,7 a H	154,9 a G	162,3 ab F	174,8 a E	180,9 a D	192,5 a C	201,4 a B	212,4 a A	**
<b>AA</b>	147,8 a H	154,6 a G	158,1 b F	168,9 bc E	178,3 a D	187,4 ab C	200,3 a B	210,5 a A	**
<b>E</b>	147,7 a H	155,7 a G	161,5 ab F	171,2 ab E	176,7 a D	182,2 bc C	188,1 b B	191,0 c A	**
<b>M</b>	147,8 a H	156,4 a G	163,7 a F	172,4 ab E	178,8 a D	187,5 ab C	193,3 b B	201,4 b A	**
<b>T</b>	147,8 a E	151,4 a D	153,5 c D	163,5 cC	164,6 b C	169,7 d B	172,7 c A	173,2 d A	**
<b>P</b>	Ns	ns	**	**	**	**	**	**	
<b>B1</b>	147,8	153,4	159,6	170,4	176,5	183,5	190,9	196,1	
<b>B2</b>	147,8	155,7	160,1	169,8	175,2	184,1	191,4	199,2	
<b>**P</b>	Ns	ns	Ns	Ns	ns	ns	ns	ns	

Distinta letra minúscula difieren  $p < 0,05$  en la misma columna

Distinta letra mayúscula difieren  $p < 0,05$  en la misma fila

Referencias: a, b, c, d: con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí; ns= no significativo; \*\*  $P < 0,01$ ; AA= afrechillo de arroz 1,5%; A= afrechillo de arroz 1%; E= expeller de girasol; M= maíz; T= testigo campo natural; B1= suelos superficiales; B2= suelos profundos; P= significancia entre tratamientos; \*P= significancia entre las diferentes fechas de medición; \*\*P= significancia entre bloques.

Como puede observarse en el cuadro No.34, teniendo en cuenta las distintas fechas de pesada se observaron variaciones de peso significativos entre las mismas, para cada tratamiento suplementado, lo que denota un incremento de peso significativo para los mismos, en tanto que el testigo no varió significativamente entre la segunda y tercera

fecha de pesada (28 de junio y 14 de julio), tampoco vario de la cuarta a la quinta (27 de julio y 11 de agosto) y entre las dos últimas pesadas (7 de septiembre y 20 de septiembre), el comportamiento del testigo acompaña en cierta forma la evolución de la disponibilidad de materia seca, es importante señalar que a diferencia de lo comúnmente registrado en esta zona, durante el invierno donde los animales suelen perder peso pastoreando campo natural para luego recuperarlos durante la primavera, no ocurrió esto durante este año en particular esto puede explicarse por la aceptable disponibilidad de materia seca, especialmente para el testigo, debido entre otras causas, al manejo de diferimiento de forraje de otoño hacia el invierno, para este ensayo.

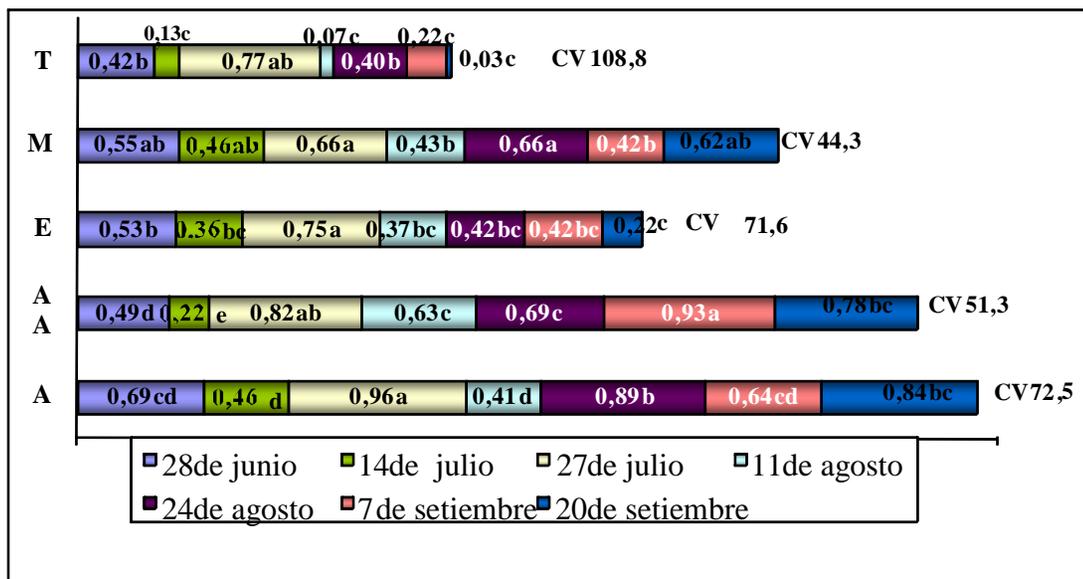
#### 4.4.1.2 Ganancias de peso vivo

Cuadro 35. Ganancia diaria de pv lleno para cada tratamiento, y según bloque para todo el periodo experimental.

	<b>28 jun.</b>	<b>14 jul.</b>	<b>27 jul.</b>	<b>11 ago.</b>	<b>24 ago.</b>	<b>7 set.</b>	<b>20 set.</b>
<b>A</b>	0,686a	0,462a	0,961a	0,408b	0,889a	0,638b	0,843 <sup>a</sup>
<b>AA</b>	0,492ab	0,22b	0,824ab	0,629a	0,694ab	0,926a	0,781ab
<b>E</b>	0,533ab	0,359ab	0,747b	0,366b	0,418c	0,424c	0,223c
<b>M</b>	0,551 ab	0,460 ab	0,663 B	0,431 ab	0,661 ab	0,417c	0,622b
<b>T</b>	0,417 b	0,132 b	0,766 Ab	0,072 c	0,396 c	0,21 c	0,031c
<b>P</b>	*	**	**	**	**	**	**
<b>B1</b>	0,586a	0,383a	0,835a	0,404a	0,537b	0,529a	0,403b
<b>B2</b>	0,486a	0,271a	0,750a	0,359a	0,686a	0,519a	0,597 <sup>a</sup>
<b>**P</b>	ns	ns	Ns	ns	*	ns	**

Referencias: a, b, c, d: con letras diferentes entre filas son significativamente diferentes entre sí; ns: no significativo; \*\* P<0,01; AA= afrechillo de arroz 1,5%; A= afrechillo de arroz 1%; E= expeller de girasol; M= maíz; T= testigo campo natural; B1= suelos superficiales; B=. suelos profundos; P= significancia entre tratamientos; \*\*P= significancia entre bloques.

Ilustración 14. Evolución de la ganancia diaria y su coeficiente de variación durante el periodo experimental.



Distintas letras minúsculas difieren  $p < 0,05$  en la misma barra

Referencias: a, b, c, d= con letras diferentes en la misma barra son significativamente diferentes entre sí; ns= no significativo; \*\*  $P < 0,01$ ; AA= afrechillo de arroz 1,5%; A= afrechillo de arroz 1%; E= expeller de girasol; M= maíz; T= testigo campo natural; CV= coeficiente de variación.

Las ganancias de peso presentaron diferencias significativas entre tratamientos en todas las fechas de pesada, y en el promedio fueron significativamente diferentes para cada tratamiento; las ganancias del testigo fueron significativamente menor al resto de los tratamientos a partir del 11 de agosto, siguiendo la misma tendencia el tratamiento suplementado con expeller de girasol, lo que puede deberse al alto contenido proteico del suplemento, que puede estar ocasionando un desbalance en la dieta, provocando una pérdida de eficiencia en las ganancias de peso de estos animales. Como se mencionó anteriormente las diferencias en ganancia de peso no se debe a pérdidas de los testigos sino a un significativo incremento del resto de los animales suplementados ( $p < 0,01$ ), ya que las ganancias obtenidas se encuentran entre la mínima registrada para el testigo 0,03kg (desde el 7 de setiembre al 20 de setiembre) y la máxima fue 0,96kg para el afrechillo de arroz al 1% pv (desde el 14 de julio al 27 de julio).

Puede observarse en la ilustración No. 14, que el testigo fue el que presentó las menores ganancias de peso y el tratamiento con afrechillo de arroz al 1% presentó las mayores ganancias, a lo largo del periodo experimental el tratamiento con maíz fue el que presentó menos diferencias significativas y menor coeficiente de variación, siendo el tratamiento más parejo en cuanto a las ganancias de pv. Al tomar el principio del experimento se observa que el afrechillo de arroz 1 % pv y el maíz comenzaron

presentando los mayores valores de ganancias 0.686 y 0.551 kg/día respectivamente, pero a partir de la tercera fecha de control se despegan los tratamientos afrechillo de arroz al 1% y 1.5% con ganancias de 0.962 y 0.825 kg/día cada uno, y mantienen su mejor performance hasta el final del ensayo, y tanto el expeler como el maíz se comportan de forma intermedia, siendo los testigos los de más bajos desempeño. Los bloques mostraron diferencias significativas para los periodos del 12 agosto al 24 de agosto ( $p < 0,05$ ) y del 8 de septiembre al 20 de septiembre ( $p < 0,01$ ), donde se observa un mejor desempeño para los animales pastoreando forraje sobre suelos profundos.

Al consultar trabajos similares, como la recría de reemplazos en basalto (Berreta et al., 1995), suplementando con concentrados y/o subproductos a niveles de 1% del peso vivo de afrechillo de trigo, afrechillo de arroz o su mezcla en partes iguales, obtuvieron ganancias de peso de 0.150-0.200 kg/día en terneros de destete. La disponibilidad y calidad de la pastura es determinante de la respuesta a la suplementación y en muchos casos, esta ha sido muy baja debido a una muy escasa oferta de forraje, donde el suplemento actúa como alimento sustitutivo de la pastura.

Una serie de experimentos realizados durante 4 años en INIA Tacuarembó e INIA Treinta y Tres, permitió definir claramente una estrategia de suplementación con afrechillo de arroz o afrechillo de trigo (Quintans et al. 1994a, Pigurina 1995). El consumo de afrechillo de arroz o afrechillo de trigo entre 0.8 y 1 % de peso vivo de terneros o sobreño. (1 a 1.5 kg /día para terneros de 150 kg), permite obtener ganancias de 0.2 kg /día durante 90 días de invierno, con pasturas de baja disponibilidad (500 a 800 kg ms. /ha) en suelos de basalto, areniscas, cristalinos o lomadas del este.

Para el trabajo de estrategia de suplementación durante los dos primeros inviernos en vaquillonas de Quintans et al. (1994a), llevado a cabo en la unidad experimental Palo a Pique (Treinta y Tres), encontraron que las vaquillonas que fueron suplementadas los dos inviernos manifestaron el mejor comportamiento global finalizando con 285kg, obteniendo en el segundo invierno ganancias de 0,161kg/día, las que fueron suplementadas solo el segundo invierno lograron una recuperación importante y llegaron al final del ensayo con 262kg, con ganancias de 0,178kg/día, y las que solo se suplementaron durante el primer invierno presentaron una caída de peso importante en el segundo invierno pesando 240 kg, perdiendo 0,253 kg/día, el grupo testigo alcanzo un peso de 220 kg. con pérdidas de 0,205 kg/día, las ganancias de los animales suplementados no fueron muy altas, pero los que no recibieron suplemento perdieron más de 0,200 kg/día. También para Quintans y Vaz Martins (1994b), en un ensayo realizado en palo a pique, durante el invierno, los resultados de las ganancias demuestran que no hubo diferencia entre animales que consumieron afrechillo de arroz y aquellos que consumieron expeler de girasol. Las terneras que consumieron 600 y 800 g por día de expeler de girasol y afrechillo de arroz respectivamente, no solo evitaron perdidas de peso durante el invierno si no que salieron de este con 19 kg más que las

testigo, lo cual permite un crecimiento compensatorio eficiente bajo régimen de pastoreo.

Otro trabajo de Quintans et al. (1994a), también realizado en Palo a Pique con dos niveles de suplementación, donde el nivel bajo de suplementación con afrechillo de arroz, logro un mantenimiento de peso, mientras que el nivel alto provoco un aumento de 230 gr/día., los animales del grupo testigo perdieron 82 gs/día.

Si bien la cantidad de terneros por hectárea usada en la mayoría de estos ensayos fue mayor a nuestro caso, también está incidiendo en la diferencia de resultados la calidad y la cantidad de las pasturas para las diferentes situaciones (cristalino vs. basalto) ya descripta anteriormente.

Pigurina et al. (1997), afirman que cuando la pastura disponible es más abundante o de mejor calidad, el objetivo se logra con las menores cantidades de suplemento. La repuesta dependerá del tipo de suelo, del año y de las características del potrero, de tal forma que en suelos de basalto, con pasturas finas de buena calidad, resulta más fácil que en suelos de areniscas o cristalinos, en todos los casos la principal limitante para el ternero es la cantidad de forraje disponible. Teniendo en cuenta el año en particular de nuestro ensayo la disponibilidad de forraje aunque no fue excelente, tampoco presentó deficiencias, los valores de las mismas estuvieron alrededor de los 1300 kg/ms, con una proporción de forraje verde de aproximadamente 45% y una digestibilidad entre 54 y 57%, lo cual indica una mayor calidad y cantidad de pasturas en relación a los ensayos anteriormente citados.

Otros datos obtenidos, en el caso de suplementación de terneras en su primer y segundo invierno, Del Campo et al. (2005), midieron el efecto en el crecimiento de tejidos y en el comportamiento reproductivo. Las terneras suplementadas durante el invierno tuvieron ganancias de 134g/animal/día mientras que las testigos ganaron 6g/animal/día siendo un buen año de disponibilidad de pasturas,

Jiménez de Aréchaga (2004), en areniscas suplementando terneras con afrechillo de arroz y trigo, en distintos niveles encontró que en todos los niveles de suplementación con afrechillo de trigo y arroz se obtuvieron ganancias mayores a 0,100 kg. /día. El nivel alto de suplementación fue el que obtuvo ganancias mayores, cercanas a los 0.200 kg/día, el medio fue de 0.121kg/día, el medio a alto 0.164 kg/día, el bajo de 0.111 kg/día, y el testigo perdió 0.050kg/día.

La misma autora del artículo anterior midió en un segundo experimento, el efecto de diferentes niveles de una mezcla de afrechillo de arroz entero y trigo como suplemento para disminuir pérdidas de peso invernal de terneras. Las ganancias fueron para el nivel bajo 0.08 kg/animal/día; para el medio 0.13; para el alto 0.13 mientras que el testigo perdió 0,15 kg/día respectivamente. La calidad del forraje disponible

determino que el grupo testigo perdiera peso, a diferencia de los grupos suplementados que lograron evitar la perdidas de peso, no encontrándose diferencias significativas ( $p>0,01$ ) entre sí. Al final del periodo de suplementación el grupo testigo (124kg) fue más liviano ( $p<0.01$ ), que los grupos suplementados, resultando los de medio (141kg) y alto (140 kg) con pesos similares entre sí ( $p> 0.05$ ) pero superiores al bajo (137kg). Las conclusiones halladas en las condiciones del experimento, fue que no se encontraron ventajas del uso de niveles de la mezcla de afrechillo de arroz con afrechillo de trigo superiores a 1 kg/día para evitar pérdidas de peso invernales en terneras de destete.

En el trabajo llevado a cabo en la estación experimental en Salto por Ochoa y Vidal (2004), en la región de basalto sobre la Unidad de Suelos Itapebí Tres-Árboles, con un suplemento de un núcleo proteico comercial (nunprot), las ganancias de peso vivo promedio totales del período entre los tratamientos suplementado y testigos, tuvieron diferencias significativas ( $p<0,05$ ) las cuales fueron 0,193 kg/día para los suplementados y -0,032kg /día para los testigos. A pesar que al principio del ensayo las terneras suplementadas no experimentaron ganancias de peso, igualmente se pudo observar el beneficio de dicha suplementación, ya que sus pares no suplementadas sufrieron la mayor pérdida de peso vivo por día registrada durante todo el experimento. Es de destacar que las terneras suplementadas manifestaron durante los 105 días del experimento leves a moderadas ganancias diarias de peso, mientras que en ambos grupos testigos la pérdida de peso vivo ocurrió durante la mayor parte del tiempo.

Brito y Pittaluga (2004b), al medir la suplementación otoño –invernal sobre el crecimiento de tejidos de vaquillonas de sobreaño sometidas a una dieta energético/proteica, encontraron que el efecto de la suplementación se manifestó a partir del 14 julio, momento en el cual las vaquillonas comienzan a tener ganancias de hasta 1 kg diario en algún periodo. De cualquier manera, el grupo testigo tuvo un muy buen comportamiento, realizando una ganancia promedio durante el ensayo de 305 g/día frente a 400g/día de los animales suplementados, la ganancia de los testigos fue muy similar a la ganancia promedio obtenida por los terneros de nuestro ensayo de 0,291 kg/día es de destacar por esto que la disponibilidad de forraje para ese año fue muy buena, siendo al inicio del ensayo de 3600 kg/ms para el testigo, y 2820 kg/ms para el suplementado y al final del mismo 1410 kg/ms para el testigo y 2430 kg/ms para el suplementado.

Marquisa y Urrutia (2001), en su trabajo de tesis, suplementando terneras sobre campo natural en invierno (Glencoe) observando el efecto del ambiente en la performance animal (temperatura y lluvia), encontraron ganancias de entre 0,498 (mínima para el testigo a campo natural) y 0,969 kg/día para la suplementación a 2% del pv como máxima.

Al final del ensayo, el testigo fue el de menor nivel de ganancia diaria por animal con 0,498 kg/día y 0,572 kg/día para las dos últimas mediciones, para los

tratamientos con suplemento no hubo diferencia. El haberse manejado con baja dotación (0,56 ug), también colabora con la explicación de la excelente performance que se observó tanto en los animales suplementados como en los sin suplementar. Al haberse manejado con esta carga animal existió una baja presión de pastoreo con una disponibilidad de 688kg/ms, se asume una presión de pastoreo de 3,21 kg ms/kg pv. Situándonos en nuestro trabajo, se calculó una presión de pastoreo de 5,75 kgms/kg pv, con una carga promedio de 0,66, la cual fue al inicio 0,57 y al final 0,76, siendo para el lote testigo 0,66 y para el suplementado 0,78 ug con una disponibilidad promedio de 1335 kg/ms/ha, esto explica la similitud en los niveles de ganancias de ambos experimentos.

A su vez comparándolo con los anteriores trabajos citados, si bien la disponibilidad de materia seca fue en algunos casos mayores, puede haber existido una influencia por las mayores cargas utilizadas en las menores ganancias obtenidas. Cabe acotar que las categorías utilizadas en algunos ensayos mencionados son menos eficientes que la utilizada en el presente trabajo, así como también no debe obviarse los distintos tipos de suplementos y sus proporciones utilizados para cada caso lo cual influyen de forma variada en la performance animal.

#### 4.4.1.3 Peso vivo vacío

Cuadro 36. Peso vivo vacío inicial y final (kg/ animal) para el periodo experimental, según tratamiento y bloque.

	A	AA	E	M	T	P	B1	B2	*P
<b>29 jun.</b>	148,7a	148,9a	148,6a	148,8a	149,0a	ns	148,8a	148,8a	Ns
<b>20 set.</b>	201,5b	207,7a	178,4d	191,9c	170,0e	**	191,5a	188,3b	*

Referencias: a, b, c, d, e: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí; \* = P<0.05; ns = no significativo, \*\* = P <0.01

B= suelos profundos. ; B2= suelos superficiales A= afrechillo de arroz 1,5%; A= afrechillo de arroz 1%; E= expeller de girasol; M= maíz; T= testigo campo natural; P= significancia entre tratamientos; \*P= significancia entre bloques.

Cuadro 37. Contenido del tracto gastrointestinal inicial y final, según tratamiento y bloque.

	A	AA	E	M	T	P	B1	B2	*P
<b>29 jun.</b>	5,5	5,8	5,4	5,9	5,9	ns	5,7	5,7	Ns
<b>20 set.</b>	9,8	6,6	8,5	7,7	6,7	ns	8,1	7,7	Ns

Referencias: ns = no significativo, B1= suelos superficiales; B2= suelos profundos. AA= afrechillo de arroz 1,5%; A= afrechillo de arroz 1%; E= expeller de girasol; M= maíz; T= testigo campo natural. P= significancia entre tratamientos; \*P= significancia entre bloques.

Para el final del periodo de ensayo se observaron diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) en el peso vivo vacío para los distintos tratamientos, siendo todos diferentes entre sí, manteniendo la tendencia a ser mayores los suplementados con afrechillo de arroz, siguiéndole en orden, maíz, expeller de girasol y por último el testigo a cn. También se observó al final del experimento diferencias entre los bloques ( $p < 0,05$ ) a favor de los suelos profundos. Observando que no existen diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en el contenido del tracto gastrointestinal, se puede verificar los resultados obtenidos en los animales con peso lleno donde se observó efecto de la suplementación sobre el mismo.

#### **4.4.2 Evolución de área de ojo de bife**

Teniendo en cuenta todo el periodo del experimento se expresa una superioridad significativa ( $p < 0,01$ ) de los tratamientos afrechillo de arroz 1.5% y afrechillo de arroz 1% sobre los demás tratamientos, con un comportamiento intermedio del maíz 1% con respecto a los de mayor valor, y los que presentan valores inferiores como el expeller de girasol 0.5% y el testigo.

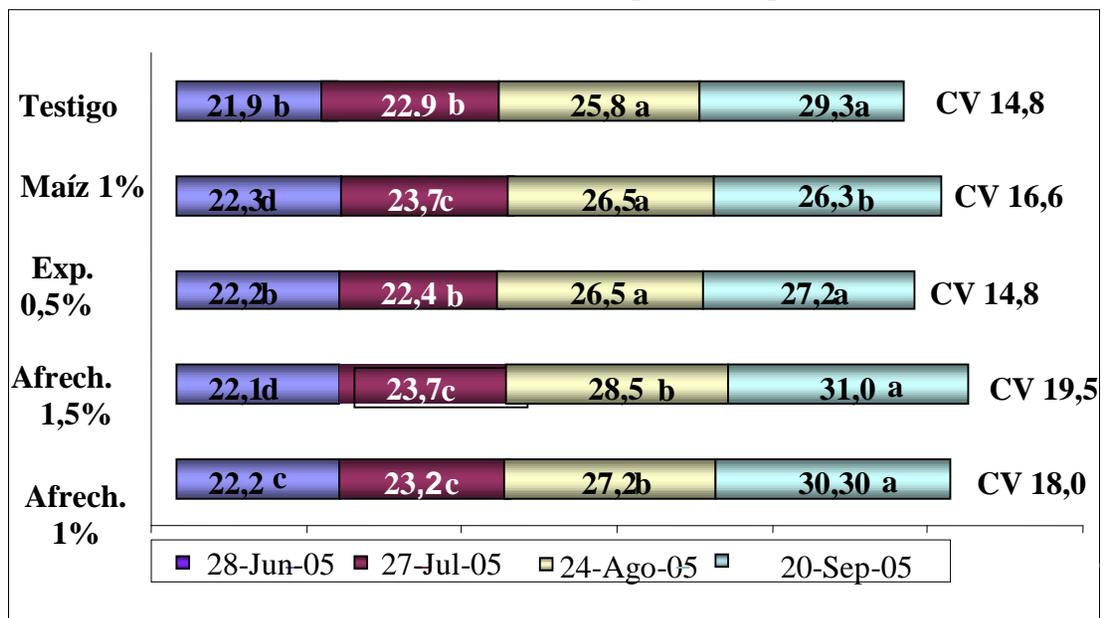
En términos generales puede observarse que el área de ojo de bife (aob) acompaña la evolución del peso vivo, las diferencias significativas pudieron ser observadas recién a partir de la tercer medición (24 de agosto), o sea a los 69 días de iniciado el tratamiento de suplementación, en este punto la diferencia estuvo marcada por el tratamiento con afrechillo de arroz 1,5%, que fue significativamente igual al de afrechillo de arroz 1%, pero superior a los demás ( $p < 0,01$ ), al finalizar el periodo experimental (20 de septiembre) los tratamientos testigo y suplementado con expeller de girasol fueron estadísticamente similares entre si y significativamente inferiores a los demás tratamientos ( $p < 0,01$ ).

Cuadro 38. Área de ojo de bife (cm<sup>2</sup>) según tratamiento y bloque para las distintas fechas de medición.

	28 jun.	27 jul.	24 ago.	20 set.
<b>A</b>	22,2a	23,2a	27,2ab	30,3 <sup>a</sup>
<b>AA</b>	22,1a	23,7a	28,5a	31,0a
<b>E</b>	22,2a	22,4a	26,5b	27,2b
<b>M</b>	22,3a	23,7a	26,5b	29,3 <sup>a</sup>
<b>T</b>	21,9a	22,9a	25,8b	26,3b
<b>*P</b>	Ns	ns	**	**
<b>B1</b>	22,2	23,6	27,3	28,7
<b>B2</b>	22,1	22,8	26,5	28,9
<b>P</b>	Ns	ns	ns	Ns

Referencias: a, b: distinta letra en igual columna difieren  $P < 0,01$ ; ns: no significativo; \*\*: ( $P < 0,01$ ); \*P= significancia entre tratamientos; P= significancia entre bloques; B= suelos superficiales; B2= suelos profundos. AA= afrechillo de arroz 1,5%; A= afrechillo de arroz 1%; E= expeller de girasol; M= maíz; T= testigo campo natural.

Ilustración 15. Evolución del área de ojo de bife y su coeficiente de variación para los distintos tratamientos durante el periodo experimental.



Referencias: distinta letra en igual barra difieren  $p < 0,01$ ; CV= coeficiente de variación

En el gráfico puede observarse las variaciones según las distintas fechas de medición para cada tratamiento, coincidentemente con lo analizado anteriormente los que presentaron menor variación en el tiempo fueron los tratamientos testigos y suplementado con expeller de girasol debido al escaso incremento que tuvieron en el aob observándose en el resto de los tratamientos una mayor incidencia del alimento utilizado, especialmente para los suplementados con afrechillo de arroz en ambos niveles

En el trabajo de Del Campo et al. (2005), encontraron resultados similares, suplementando terneras durante dos inviernos seguidos, donde las terneras suplementadas al igual que las testigo iniciaron con 22.2 de aob, llegando al final del ensayo con 25.43 para las suplementadas y 22.86 para el testigo, y en un control posterior (25/2) se observaron valores de 33.04 y 32.5 respectivamente.

Brito y Pittaluga (2004b) midieron la suplementación otoño –invernal sobre el crecimiento de tejidos de vaquillonas de sobreño sometidas a una dieta energético/proteica (70% afrechillo de arroz y un 30% expeller girasol) y testigos a campo natural. Los datos que obtuvieron a la fecha 2/6 de área ojo bife para el testigo fue de 24,6 y para los suplementado fue de 24,9; al 17/9 el testigo presentó 31.2 y el suplementado 35.5, y una medición fuera del periodo de ensayo (13/10) mostró para el testigo 34.1 y para el suplementado 37.2 cm<sup>2</sup>, existiendo diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

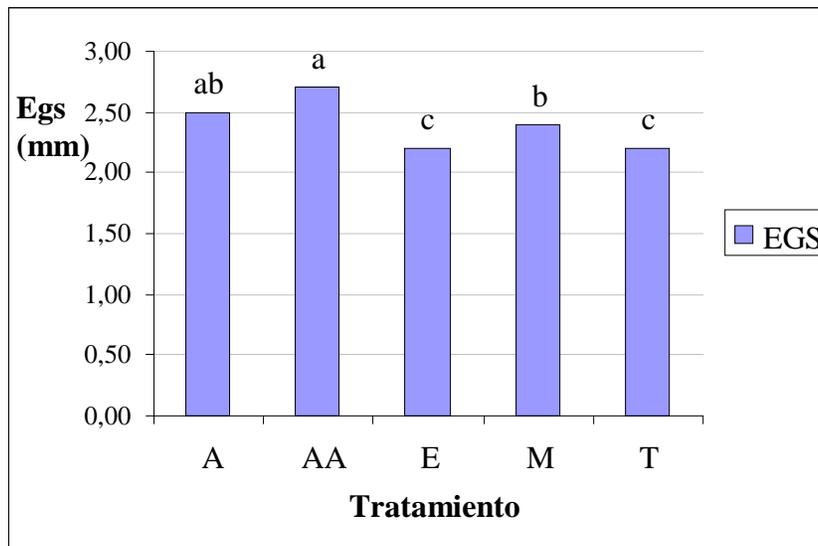
Rovira (2003), llevó a cabo sobre suelos cristalinos, con dos niveles de suplementación con afrechillo de arroz al 0.8% y 1.2% peso vivo, utilizando terneros de destete, suplemento desde la fecha 26/6 al 29/9/2002, con una base forrajera de campo natural en Unidad Alférez a una carga de 0.85 ug/ha, con un pastoreo continuo, registrándose para 0.8 % de suplementación un área ojo de bife de 35.6 y para 1.2 % 33.6 cm., estos valores fueron tomados al año de edad de los animales (13/11).

Arrieta et al. (2008) en su trabajo de tesis, evaluaron distintos manejos de suplementación otoño-invernal en novillos de entre 18 y 20 meses, con un promedio de peso de 240 kg, la suplementación se realizó a razón de 0,5% pv para el caso del expeller de girasol y 1% pv en el caso del afrechillo de arroz. La estrategia fue, suplementar con expeller de girasol durante otoño invierno, suplementar solo durante el invierno, lo mismo para el caso de afrechillo de arroz y un testigo sin suplementar, las medidas de área de ojo de bife obtenidas indican que los animales suplementados con afrechillo de arroz fueron los que obtuvieron los mayores valores (40,4 afr-afr y 38,1 test-afr), en segundo lugar están los suplementados con expeller de girasol durante otoño-invierno con 36,7cm y 35,0 los que fueron suplementados durante solo el invierno, y por último los testigos con 32,3 cm.

Similares resultado presentó nuestro experimento con una superioridad de todos los animales suplementados sobre el testigo, como se mencionó anteriormente en especial para el caso de los animales suplementados con afrechillo de arroz.

#### 4.4.3 Espesor de grasa subcutánea

Ilustración 16. Diferencias de espesor de grasa promedio entre los distintos tratamientos.



Referencias: a, b, c= distinta letras difieren entre barras ( $p < 0,01$ ); AA= afrechillo de arroz 1,5%; A= afrechillo de arroz 1%; E= expeller de girasol; M= maíz; T= testigo campo natural. EGS= espesor de grasa subcutánea, a,b,c= distintas letras difieren entre barras

En cuanto al espesor de grasa subcutánea, el tratamiento con afrechillo de arroz al 1,5% presentó los mayores valores promedios ( $p < 0,01$ ), no teniendo diferencia significativa con el tratamiento de afrechillo de arroz al 1%, mientras este último a su vez es significativamente mayor ( $p < 0,01$ ) a los testigos y a los suplementados con expeller quienes presentan los menores registros de egs, el maíz en cambio tiene un comportamiento intermedio. Tomando los resultados por cada periodo se observa que al inicio del experimento no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos ( $p > 0,05$ ), a partir del 27 de julio comienzan a notarse diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre el afrechillo de arroz 1,5% que presentó los mayores valores, con respecto al testigo quien presentó los menores registros, posteriormente fue acentuándose esta diferencia a favor de los lotes suplementados con afrechillo de arroz con una diferencia significativa ( $p < 0,01$ ) del tratamiento al 1,5% con respecto a los demás tratamientos. No hubo diferencias significativas entre los bloques ( $p > 0,05$ ).

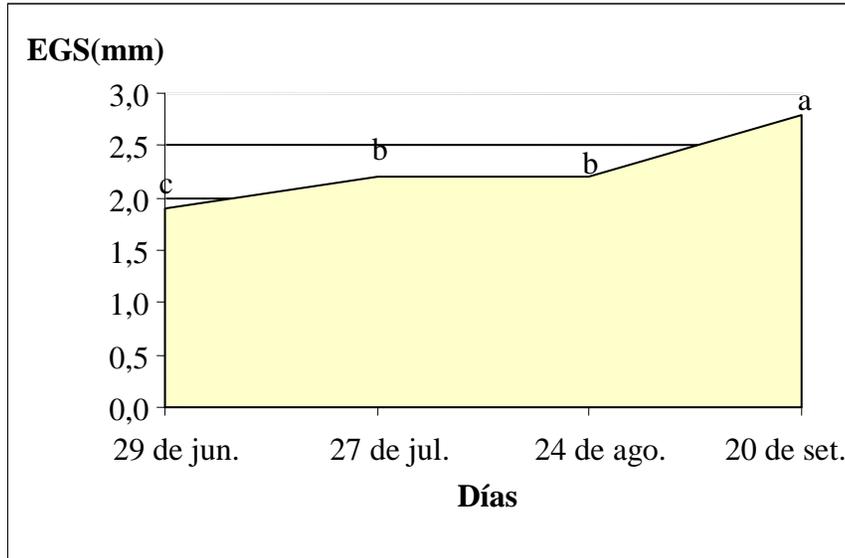
Cuadro 39. Espesor de grasa subcutánea (mm) según tratamiento y bloque, para las distintas fechas de medición y su coeficiente de variación.

	<b>29 jun.</b>	<b>27 jul.</b>	<b>24 ago.</b>	<b>20 set.</b>	<b>CV</b>
<b>A</b>	1,87 <sup>a</sup>	2,22ab	2,37ab	3,0ab	31,7
<b>AA</b>	1,83 <sup>a</sup>	2,4a	2,52a	3,3a	44,4
<b>E</b>	1,95 <sup>a</sup>	2,22ab	2,08ab	2,36b	19,9
<b>M</b>	1,79 <sup>a</sup>	2,23ab	2,23ab	2,79b	30,5
<b>T</b>	1,91 <sup>a</sup>	1,97b	1,98b	2,47b	22,6
<b>*P</b>	Ns	*	**	**	
<b>B1</b>	1,93	2,2	2,26	2,74	
<b>B2</b>	1,81	2,25	3,31	2,87	
<b>P</b>	Ns	ns	ns	ns	

Referencias: a, b: distinta letra en igual columna difieren significativamente; ns= no significativo; \*\*difieren: P<0,01; \* difieren P<0,05; \*P= significancia entre tratamientos; P= significancia entre bloques; B1= suelos superficiales; B2= suelos profundos. AA= afrechillo de arroz 1,5%; A= afrechillo de arroz 1%; E= expeller de girasol; M= maíz; T= testigo campo natural.

Si tenemos en cuenta que la deposición de tejido graso es una señal de ineficiencia del crecimiento del animal, más aun si son animales jóvenes, acá podemos observar claramente que a pesar de no ser significativamente diferentes los tratamientos con afrechillo de arroz, el de 1,5% pv tiene una mayor deposición de grasa que el tratamiento al 1%, siendo sin embargo este último el que logra las mayores ganancias de pv, quedando demostrado que no justifica la utilización de más de 1% de pv de afrechillo de arroz en una estrategia de suplementación en condiciones extrapolables a las de este ensayo.

Ilustración 17. Evolución del espesor de grasa subcutánea (egs, mm) promedio del ensayo según distintas fechas de medición.



Referencias: distintas letras difieren  $p > 0,01$ . EGS= espesor de grasa subcutanea.

Observándose la evolución del lote tomando en cuenta las distintas fechas de medición, entre la segunda (26/7) y tercera (24/8) fecha no hubo diferencia significativa entre estas, observándose al final del periodo de suplementación un incremento significativo en el egs ( $P < 0,01$ ).

Datos obtenidos en suplementación de terneras en el primer y segundo invierno midiendo efecto en el crecimiento de tejidos y en el comportamiento reproductivo, Del Campo et al. (2004), encontraron que los animales registraron valores iniciales a la fecha 14/6 de 2.19mm para el testigo y el suplementado; y a la fecha 29/9 para el suplementado 1.97 mm y el testigo 1.95mm; en una medición post experimental (25/2) el lote suplementado presentó 2.38mm y testigo 2.35mm de egs, no presentando diferencia significativa.

Rovira (2003) suplementando terneros a 0.8 y 1.2% peso vivo con afrechillo de arroz sobre campo natural durante el invierno, el espesor de grasa medido a la fecha 13/11 (a un año de edad de los terneros) obtuvo valores para el suplementado a 0.8% 2.6mm y para el de 1.2% un valor de 2.7mm no presentando diferencias significativas.

En estos ensayos anteriores al igual que en el presente, se utilizaron categorías jóvenes, lo cual explica las escasas diferencias entre tratamientos en cuanto al espesor de grasa subcutánea, teniendo en cuenta que este tejido es el último en prioridad de

deposición en animales en crecimiento, y a su vez en situaciones de estrés es el primero en ser removido.

En los resultados del trabajo de tesis de Arrieta et al. (2008), se observó que la única diferencia significativa observada fue para el tratamiento suplementado con afrechillo de arroz para otoño-invierno, arrojando este un valor de 4,0mm, los restantes tratamientos oscilaron entre 3,1 y 3,3 mm.

#### 4.4.4 Atura de anca

Al tomar puntualmente las distintas fechas de mediciones del parámetro altura de anca, se obtienen datos que difieren significativamente como lo demuestra el cuadro No. 40 para todas las fechas de medición para los tratamientos suplementados. Esto se debe a un efecto de la suplementación en el crecimiento de los animales, ya que los testigos no mostraron diferencias significativas desde el 24 de agosto al 20 de septiembre.

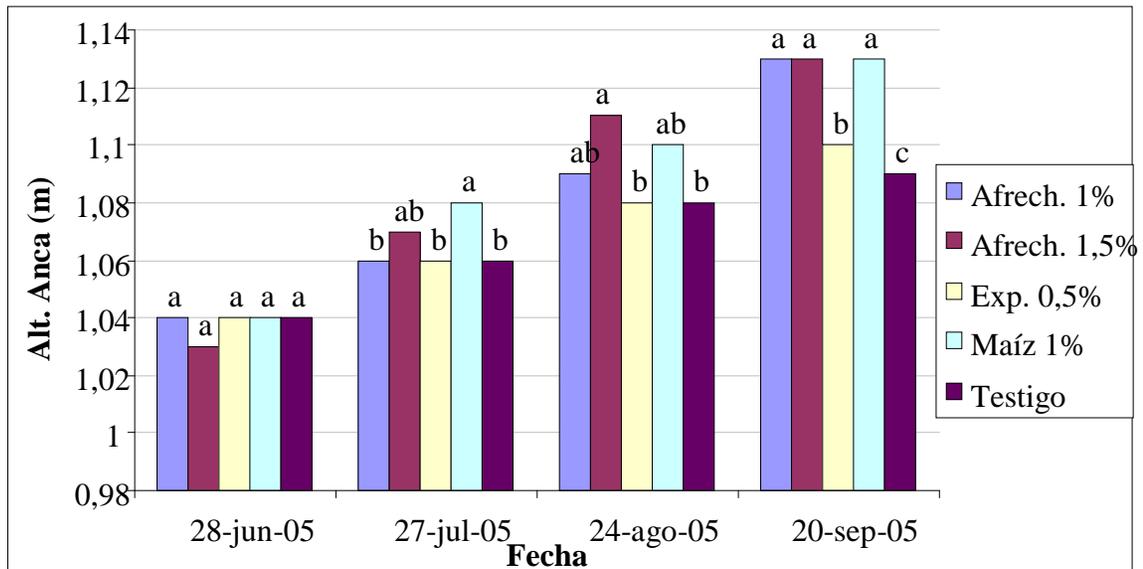
Cuadro 40. Valores de altura de anca (m) para cada tratamiento y bloque según fecha de medición.

	28-jun-05	27-jul-05	24-ago-05	20-sep-05
<b>A</b>	1,04 a	1,06 b	1,09 b	1,13 a
<b>AA</b>	1,03 a	1,07 ab	1,11 a	1,13 a
<b>E</b>	1,04 a	1,06 b	1,08 c	1,10 b
<b>M</b>	1,04 a	1,08 a	1,10 ab	1,13 a
<b>T</b>	1,04 a	1,06 b	1,08 c	1,09 c
<b>*P</b>	Ns	**	**	**
<b>B1</b>	1,04	1,06	1,09	1,11
<b>B2</b>	1,04	1,06	1,09	1,11
<b>P</b>	Ns	Ns	ns	Ns

Referencias: a, b, c: distinta letra en igual columna difieren significativamente; ns: no significativo; \*\*difieren: P<0,01; \*P= significancia entre tratamientos; P= significancia entre bloques; B= suelos superficiales; B2= suelos profundos. AA= afrechillo de arroz 1,5%; A= afrechillo de arroz 1%; E= expeller de girasol; M= maíz; T= testigo campo natural.

Al observar la gráfica siguiente la variable altura de anca acompaña la tendencia del registro de las otras variables medidas como área ojo de bife y peso vivo.

Ilustración 18. Evolución de la altura de anca (aa, m) de los diferentes tratamientos para las distintas fechas de medición.



Referencias: distintas letras minúsculas para igual fecha los tratamientos difieren  $p > 0,01$ .

Al comienzo del ensayo no se registraron diferencias entre los tratamientos, a medida que el mismo fue avanzando, los animales suplementados con maíz y afrechillo de arroz fueron despegando, notándose en ellos hacia el final del experimento una diferencia significativa ( $p < 0,01$ ) con respecto al testigo y a los suplementados con expeler de girasol, también entre estos dos últimos hubo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), lo que verifica lo mencionado anteriormente de que existió un efecto de la suplementación sobre el crecimiento de los terneros, estos resultados difieren de otros trabajos similares donde no se hallaron diferencias significativas para esta variable según tratamiento suplementado o testigo.

Del Campo et al. (2004) en su trabajo de suplementación de terneras, al inicio del ensayo en la fecha 14/6 midieron a los animales suplementados y testigos cuya altura de anca fue de 106cm, a la fecha 29/9 la altura fue de 110.6cm para los suplementados y 110.9 cm para los testigos; a la fecha 25/2 las mediciones arrojaron valores de 118.3cm y 119cm respectivamente, no habiendo diferencia significativa para todo el periodo.

Otro caso con suplementación energético/proteica en invierno citado anteriormente Brito y Pittaluga (2004b), registraron alturas de anca en vaquillonas, a la fecha 2/6 para el testigo fue de 120.3cm y para el suplementado 120.5 cm.; a la fecha 17/9 el valor fue 118.2cm y 119.5cm respectivamente, no habiendo diferencias significativas.

Soares de Lima et al. (2005), midieron el efecto de la suplementación invernal sobre el crecimiento de tejidos y el comportamiento reproductivo de vaquillonas sobreño, los lotes comienzan a evidenciar diferencias a partir de fines de julio con ganancias del lote suplementado y paralelamente, comienzan a notarse pérdidas de peso en los animales manejados sobre campo natural exclusivamente. En el período posterior a la suplementación, los animales testigo manifiestan un crecimiento compensatorio, lo cual determina que a comienzos de diciembre ya no existan diferencias significativas entre lotes. La suplementación determinó diferencias significativas en peso vivo, condición corporal, área de ojo de bife, cobertura grasa y sobre el índice peso/altura al final del período, no evidenciándose efectos sobre la altura del anca. En estos casos se vio que en situaciones de restricción alimenticia a los niveles que se manejaron en este ensayo, los animales no dejan de crecer en cuanto a tamaño (altura de anca) aunque no puedan ganar estado corporal, como lo evidencia las diferencias encontradas en el índice peso/altura.

El contraste encontrado entre los ensayos anteriores y el presente sobre la variación en la altura del anca puede deberse a la categoría y sexo del lote experimental, los animales jóvenes son más eficientes en la deposición de tejidos que los más adultos y a su vez los machos más que las hembras, la suplementación así como el buen año climático, pudieron favorecer aún más la expresión de su mejor potencial. Además si comparamos los valores de este experimento con los anteriormente citados la mayor diferencia se observa en los valores hallados para los animales suplementados y no tanto para los testigos a campo natural.

Cuadro 41. Evolución del índice peso vivo/altura de anca para las distintas fechas de medición y los diferentes tratamientos.

	<b>28 junio</b>	<b>27 julio</b>	<b>24 agosto</b>	<b>20 setiembre</b>
<b>A</b>	148,25 a D	163,76 a C	175,86 a B	187,85 a A
<b>AA</b>	148,24 a D	157,77 bc C	168,8 b B	185,49 a A
<b>E</b>	148,24 a D	160,01 ab C	166,51 b B	172,01 c A
<b>M</b>	148,25 a D	158,08 bc C	168,42 b B	176,91 b A
<b>T</b>	148,27 a C	158,03 bc B	160,37c AB	162,37d A

Referencias: AA= afrechillo de arroz 1,5%; A= afrechillo de arroz 1%; M= maíz 1%; E= expeller de girasol 0.5%; T= testigo campo natural.

Distinta letra minúscula en igual columna difieren  $p > 0,01$ .

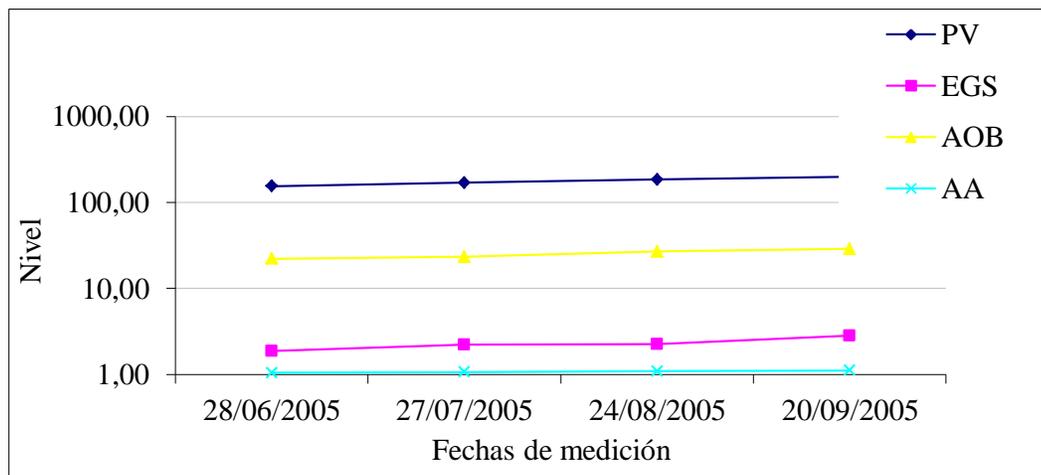
Distinta letra mayúscula en igual fila difieren  $p > 0,01$ .

Con respecto al índice peso vivo/altura de anca se observa a partir del 27 de julio una superioridad significativa hacia el tratamiento suplementado con afrechillo de arroz, siendo los superiores al final del ensayo, a partir de la misma fecha los testigo

fueron quienes presentaron los valores más bajos, siendo significativamente inferiores al finalizar el mismo, asimismo se observa que todos los tratamientos suplementados fueron aumentando significativamente este índice, no así el testigo quien no presentó aumentos significativos entre la segunda y tercer medición (27 de julio al 24 de agosto) y entre la tercera y cuarta medición (24 de agosto al 20 de setiembre), demostrando el efecto de la suplementación sobre el crecimiento.

#### 4.4.5 Coefficiente de correlación entre las variables determinadas en los animales

Ilustración 19. Evolución en conjunto de las variables determinadas en los animales.



A modo ilustrativo se agrupa en la gráfica anterior las variables, y se observa como es el desempeño en conjunto de las mismas, observándose la tendencia mencionada en párrafos anteriores.

Cuadro 42. Correlaciones entre las variables medidas en los animales.

	<b>AOB</b>	<b>AA</b>	<b>PV</b>	<b>EGS</b>
<b>AOB</b>	1	0,41	0,67	0,49
<b>AA</b>	0,41	1	0,68	0,34*
<b>PV</b>	0,67	0,68	1	0,48
<b>EGS</b>	0,49	0,34*	0,48	1

Referencias: significancia  $p < 0,01$ ; \* $p < 0,05$ ; AOB= area de ojo de bife; AA= altura de anca; PV= peso vivo; EGS= espesor de grasa subcutánea.

Confirmando la relación entre las variables medidas se obtuvo para todas ellas una correlación significativa, las más altas se dieron entre peso vivo área de ojo de bife, y peso vivo altura de anca, mientras que la más baja se dio entre el espesor de grasa subcutánea y altura del anca, estas correlaciones encontradas son más bajas que las registradas en el trabajo de Del Campo et al. (2004), donde los autores registraron una correlación importante entre el peso vivo y la altura de anca (0.82) así como entre peso vivo y área ojo de bife (0.84), también se obtuvo importante correlación entre área ojo de bife y altura de anca (0.75). No pudieron establecer relaciones entre cobertura de grasa y otras variables.

Otros datos se obtienen del trabajo de Brito et al. (2005), donde la asociación encontrada por los autores entre peso vivo y altura de anca fue de 0,61 y entre peso vivo y área ojo de bife de 0,71, las cuales fueron similares a las halladas en este experimento, estos autores señalan que el peso vivo presenta variaciones dadas por el aumento o disminución de reservas, así como por efectos de llenado del tracto gastrointestinal que no las manifiestan las medidas del crecimiento (área de ojo de bife y altura de anca).

En base de los conceptos de Brito et al. (2005), las diferencias encontradas en las correlaciones de estas variables en los distintos ensayos puede deberse en parte a la sensibilidad del peso vivo a los factores que lo determinan.

#### **4.4.6 Resultados del balance energético-proteico**

A continuación y como forma de sustentar lo afirmado en las discusiones anteriores se presenta un resumen de los resultados de los cálculos de los requerimientos de los animales utilizados de acuerdo a la performance obtenida, de los aportes de em y pm y del balance de ambos componentes.

Cuadro 43. Requerimientos y aportes de energía metabolizable y proteína metabolizable para las ganancias obtenidas en cada tratamiento.

	Req. EM (Mcal/ani/día)	Req. PM (gs/día)	Aporte EM (Mcal/día)	Aporte PM (gs/día)	Balance	
					EM	PM
<b>T</b>	9,8	169,9	10,0	140,2	-1,0	-29,7
<b>AA</b>	12,2	258,4	15,2	337,9	3,0	79,5
<b>A</b>	12,9	270,1	14,0	288,5	1,2	18,4
<b>E</b>	11,7	232,4	11,9	325,2	0,2	92,8
<b>M</b>	12,1	243,8	13,0	230,2	0,8	-13,7

Referencias: AA= afrechillo de arroz 1,5%; A= afrechillo de arroz 1%; M= maíz 1%; E= expeller de girasol 0.5%;T= testigo campo natural. P= proteína metabolizable, EM= energía metabolizable.

También se halló la relación existente entre las variables medidas y los aportes de los principales nutrientes en base a lo calculado anteriormente en cuanto a aportes y requerimientos de los animales en pastoreo, los valores de correlación obtenidos demuestran que la energía metabolizable fue lo que más influyó en las ganancias, tanto la em de la dieta con una correlación de 0,89 0,88 y 0,72 para ganancia total de pv, ganancia de aob y ganancia de egs respectivamente, como el aporte de em en conjunto (de dieta más microorganismos), la cual tuvo una correlación de 0,86 0,83 y 0,73 con las respectivas variables. En tanto que para la proteína cruda aportada por la dieta no se halló correlación con las ganancias y en el caso del aporte de proteína metabolizable total, si bien se halló correlación estas no fueron tan elevadas, presentando valores de 0,55 y 0,41 para ganancia total de peso vivo y ganancia de aob ( $p < 0,01$ ) y 0,33 para ganancia de egs ( $p < 0,05$ ), todo lo cual indica que el componente energético fue el que más influyó en las ganancias y en las variables de crecimiento del presente ensayo.

#### **4.4.7 Medidas realizadas post ensayo**

En el cuadro No. 44 se presentan los resultados encontrados tres meses después del periodo de suplementación.

Cuadro 44. Medidas de parámetros de crecimiento de tejidos (aob, egs) realizadas posteriormente al periodo de suplementación (28/12/2005).

<b>Medidas al 28 de diciembre</b>		
	<b>EGS</b>	<b>AOB</b>
<b>A</b>	2,8 a	32,7 a
<b>AA</b>	2,6 a	32,5 ab
<b>E</b>	2,2 a	28,1 c
<b>M</b>	2,6 a	30,7 b
<b>T</b>	2,4 a	28,2 c

Referencias: a, b, c: distinta letra en igual columna difieren significativamente; ( $p < 0,01$ ); AA= afrechillo de arroz 1,5%; A= afrechillo de arroz 1%; E= expeller de girasol; M= maíz; T= testigo campo natural; EGS= espesor de grasa subcutánea; AOB= area de ojo de bife.

Como puede observarse el egs medido a los tres meses de finalizada la suplementación no presentó diferencias significativas según el tratamiento al cual habían sido sometidos, por lo cual se infiere que hubo un efecto de la suplementación sobre esta variable, pero que una vez finalizada la misma y continuar todos bajo pastoreo de campo natural los animales que estaban suplementados perdieron espesor de grasa subcutánea tendiendo a igualarse a los testigos, esto es lo esperable sabiendo que al haber restricción alimenticia el primer tejido que se remueve es el tejido graso. Mientras que para el aob el efecto continuo existiendo, continuando los animales que habían sido suplementados con afrechillo de arroz con los mayores valores para esta variable, seguidos por el tratamiento con maíz y por último y sin significancia entre ellos el lote con tratamiento con expeller y los testigos. Esto demuestra la importancia que puede tener la suplementación invernal en el crecimiento posterior de los animales y en la obtención de reses con mejor calidad carnicera al final de la invernada (mayor relación músculo: grasa). Es importante destacar que para el aob se continuó observando crecimiento de esta variable luego de la suplementación, mientras que para el egs, la misma disminuyó en algunos casos.

#### 4.4.8 Conversión física y costo de suplementación

Cuadro 45. Eficiencias de conversión para los diferentes suplementos utilizados, según tratamiento.

	<b>Kg PV gan. (*)</b>	<b>Kg adic (**)</b>	<b>Kg adic /ani (***)</b>	<b>Kg ración/ kg adic. (****)</b>	<b>Kg ración/ Kg gan. (*****)</b>
<b>AA</b>	1002,5	596,5	37,3	6,1	3,6
<b>A</b>	1034,0	628,0	39,3	4,0	2,4
<b>E</b>	691,5	285,5	17,8	4,3	1,8
<b>M</b>	857,0	451,0	28,2	5,4	2,8
<b>T</b>	406,0	0	0	0	0

Referencias: AA= afrechillo de arroz 1,5%; A= afrechillo de arroz 1%; M= maíz 1%; E= expeller de girasol 0.5%; T= testigo campo natural.

(\*) kg totales de pv ganados

(\*\*)kg totales de pv ganados por encima de los testigos

(\*\*\*)kg ganado por animal por encima de los testigos

(\*\*\*\*)kg de ración consumida por kg de pv ganado por encima de los testigos

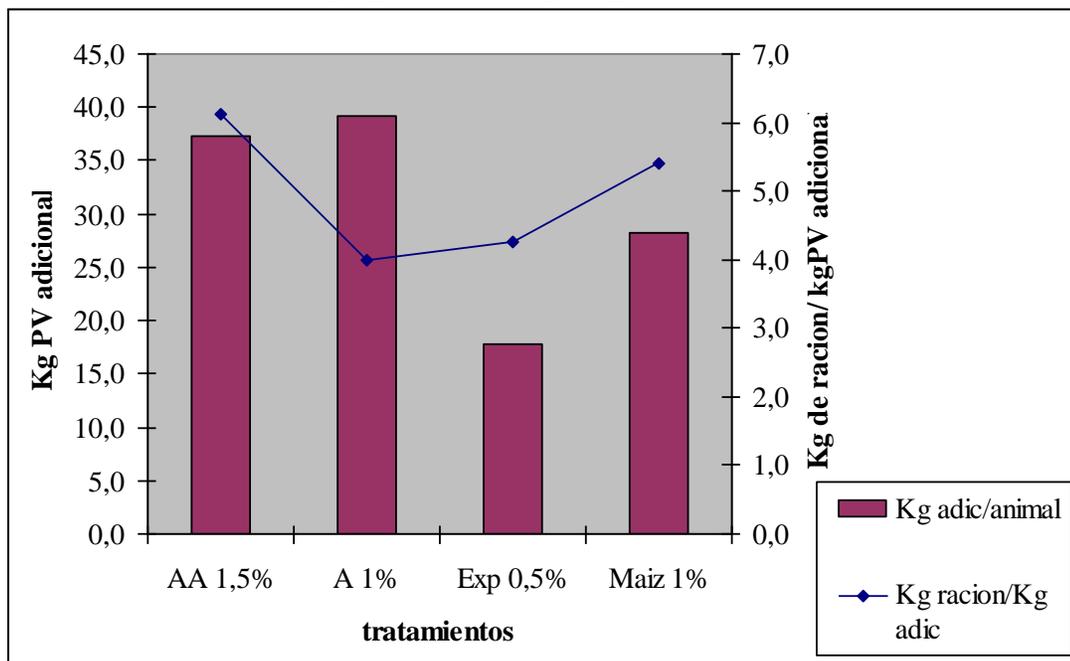
(\*\*\*\*\* )kg de ración consumida por kg de pv total ganado.

Sí se observan las eficiencias de conversión de suplemento en kg de peso vivo para los distintos tratamientos, sobresale la baja eficiencia que tuvo el suplemento de afrechillo de arroz al 1,5% con respecto al 1%, según Acosta (2006) el afrechillo de arroz es un suplemento con un interesante balance proteína/energía, así como un destacable nivel de fósforo y también una relación fósforo/calcio favorable. Usado dentro de los límites recomendados tiene una concentración energética muy similar a la del grano de maíz o la cebada. Su principal limitación deriva de su elevado contenido de lípidos altamente insaturados que reducen la digestibilidad de la fibra a nivel ruminal. La fibra entra al rumen y se mezcla con el afrechillo, y es menos atacada por los microorganismos del rumen, el afrechillo de arroz entero (sin desgrasar) debido a su alto contenido en lípidos no debería sobrepasar un tercio de la dieta total, ya que un exceso de lípidos deprime la digestibilidad del forraje por toxicidad para la flora ruminal (Jenkins, citado por Sotto, 2007). Debe darse en niveles de hasta un 20% de la dieta o hasta un 1% del peso vivo, para no afectar demasiado la digestibilidad de la fibra. Por ejemplo, para terneros de 150 kilos el consumo no debería ser superior de 1.5kg/día.

Cabe señalar el caso del expeller de girasol 0,5% que a pesar de presentar la menor ganancia de peso adicional, la eficiencia en si del suplemento fue buena, similar a

la del afrechillo de arroz al 1% pv, el NRC (1996) estima una degradación ruminal de la pb del expeller de girasol en 80%, al tener este producto un elevado contenido proteico y teniendo en cuenta que son animales jóvenes en crecimiento la eficiencia de este suplemento fue buena, la baja performance mostrada por los animales pudo deberse a una dieta desbalanceada, debido a un déficit energético en la dieta, el suplemento maíz tubo una actividad intermedia entre los dos tratamientos de afrechillo de arroz en cuanto a la cantidad de ración necesaria para aumentar un kg de pv, el maíz molido lleva a una mayor tasa de pasaje del alimento y menor tiempo de retención del grano entero en el rumen reduciendo la oportunidad de fermentación por parte de la microflora ruminal en comparación con el grano entero. Ochoa y Vidal (2004), mencionan que el procesado del grano aumenta su digestibilidad y su aprovechamiento. Elizalde et al., citados por Ochoa y Vidal (2004), acusan la menor eficiencia de este suplemento con respecto al afrechillo de arroz al 1%, se debe a su bajo contenido proteico.

Ilustración 20. Eficiencia de conversión para cada tratamiento según kg de pv adicional y kg de ración/ kg. de pv adicional.



Resultados similares encontraron los tesisistas Campos y Terra (2002), cuando realizaron su trabajo de tesis comparando una formulación comercial y afrechillo de arroz como suplementos de terneras de destete pastoreando campo natural durante el invierno a razón de 1% de peso vivo a una carga de 0.83ug/ha en la estación experimental del este, sobre cristalino, la eficiencia de conversión de kg suplemento afrechillo de arroz/ kg carne fue de 3.76.1 lo cual refleja la similitud de 4.1 afrechillo de arroz 1 % de este experimento. También el trabajo llevado a cabo por Rovira (2003)

con dos niveles de suplementación con afrechillo de arroz al 0.8% y 1.2% de pv en terneros, obtuvo una eficiencia de conversión de 7kg suplemento/kg pv y de 16 kg suplemento/kg pv respectivamente.

Cabe acotar que la baja eficiencia presentada en este último ensayo con respecto al nuestro puede deberse a las diferentes características que presentan las pasturas de ambas zonas (cristalino vs. basalto).

En el cuadro No. 46, donde se recopila una serie de experimentos se aportan datos de eficiencia de conversión utilizados como referencia con datos de ensayos de suplementación invernal.

Cuadro 46. Recopilación de una serie de experimentos con aporte de datos sobre resultados de suplementación invernal.

Suplem. adicional	Dieta base	Dota ción	Tratamiento	Ganancia (kg/ani/día)	Eficiencia (kg supl/ kg pv)
AA (*)	CN Disp=1400 kgMS/ha	0.85 UG/ha	Testigo 0,35% pv 0,7% pv 1,0% pv	-0,103 0,680 0,193 0,219	2,45 2,73 3,01
AA(**)	CN Disp prom= 2000kg ms/ha	0,64 UG/ha	Testigo 0,35%pv 1,5%pv	-0,820 0,370 0,230	3,65 4,25
EG AA S+AA(3.1) (***)	CN Disp prom=2027 kg/ha	1,04 UG/ha	Testigo 0.82 kg S+AA 1,0 kg AA 1,3kg/EG	-0,038 0,960 0,205 0,282	4,81 2,97 3,15
AA(****)	CN Disp prom=2340 Kg/ha	1,2 UG/ha	Testigo 1,0kg/animal 1,5kg/animal 2,0kg/animal	-0,150 0,800 0,130 0,130	3,29 3,74 3,75

Referencias: (\*) Quintans et al. (1993); (\*\*) Quintans et al. (1994a); (\*\*\*) Gómez et al. (1995); (\*\*\*\*) Gutiérrez y Morixe (1995).

Fuente: Campos y Terra (2002).

En referencia a nuestro ensayo se puede ver que a excepción del lote suplementado con afrechillo de arroz al 1,5% pv, el resto de las eficiencias de conversión fueron buenas comparadas con resultados obtenidos en ensayos similares aportados en la bibliografía citada.

#### 4.4.8.1 Producción de carne/ ha y costos de la suplementación

Cuadro 47. Producción de carne por hectárea (kg/ha) para los distintos tratamientos.

	<b>Kg carne/ha</b>
<b>AA</b>	91.1
<b>A</b>	94.0
<b>E</b>	62.9
<b>M</b>	77.9
<b>T</b>	36.9

Referencias: AA= afrechillo de arroz 1,5%;  
 A= afrechillo de arroz 1%; M= maíz 1%;  
 E= expeller de girasol 0.5%; T= testigo campo natural.

La diferencia en producción de carne entre los animales suplementados y los testigos es notoria, los tratamientos suplementados con afrechillo de arroz obtuvieron las mayores producciones mientras que el expeller de girasol fue el menos productor de carne de los suplementos utilizados bajo las condiciones que se llevó adelante este experimento.

Cuadro 48. Conversiones físicas y costos de la suplementación para los distintos tratamientos.

	<b>AA</b>	<b>A</b>	<b>E</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
<b>Kg. pv ganados</b>	62,7	64,6	43,2	53,6	25,4
<b>Kg. ración /animal</b>	228,4	156,4	76,1	152,3	0,0
<b>Kg. ración /kg. gan. total</b>	3,6	2,4	1,8	2,8	0,0
<b>Costo U\$\$/kg. producidos</b>	0,44	0,29	0,30	0,33	0
<b>U\$\$/kg. terneros</b>	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
<b>MB/kg. producido</b>	0,52	0,67	0,66	0,63	0,96
<b>MB/animal</b>	32,7	43,3	28,5	33,9	24,4

Referencias: AA= afrechillo de arroz 1,5%; A= afrechillo de arroz 1%; M= maíz 1%; E= expeller de girasol 0.5%; T= testigo campo natural.

Para reflejar el resultado económico que se puede obtener con una estrategia de suplementación como la ensayada, se realizó un análisis a grandes rasgos, de los costos de la ración y los ingresos por kilo de pv ganados en el sistema a fin de obtener un margen bruto por animal, como puede observarse los márgenes resultaron siempre mayores para los lotes suplementados frente a los testigos, a su vez dentro de los suplementados se obtuvo un mejor resultado con el suplemento afrechillo de arroz asignado al 1% pv, siendo el que dejó menor margen el suplementado con expeller de girasol, se puede concluir que el resultado económico que se puede obtener dependerá principalmente de la eficiencia de conversión del producto utilizado, asociado al balance nutricional de la dieta total que permita al animal una adecuada performance, sin perder de vista la coyuntura de precios de cada momento en particular, ya sea para el producto animal como para los productos y subproductos utilizados para las raciones.

## 5 CONCLUSIONES

La estrategia de alimentación (campo natural, campo natural más suplementación), el tipo de suplemento utilizado (afrechillo de arroz, expeller de girasol, maíz) durante la recría en los terneros de destete, causaron diferencias en el crecimiento y desarrollo de los animales.

Se encontró que la disponibilidad de forraje presentó similares valores para todos los tratamientos, así como tampoco presentaron diferencias significativas las disponibilidades de ambos tipos de suelos (superficiales vs. profundo), sin embargo se observó que para los suelos profundos las disponibilidades siempre fueron levemente superiores, mostrando ser muy estables durante todo el periodo de experimentación. La altura del forraje presentó una correlación de 0,66 con la disponibilidad del mismo, no presentando diferencias significativas para los distintos tratamientos ni para ambos tipos de suelo, con la excepción del mes de septiembre donde se observó que la altura para los suelos profundos fue significativamente superior, debido esto a una mayor tasa de crecimiento de las pasturas sobre este tipo de suelos para esta época del año.

Tampoco se encontraron diferencias significativas para la calidad de las pasturas, lo que lleva a sostener que para las diferencias observadas en los registros de los animales para las distintas variables medidas estos factores no tuvieron incidencia y las mismas se debieron a los efectos de los diferentes tratamientos de suplementación..

Se observaron diferencias significativas para el consumo estimado de pc para los lotes con distinto tipo de suplementación, el mismo fue más elevado para el grupo de animales a los cuales se les suministro expeller de girasol (suplementación proteica), siguiéndole en orden los lotes suplementados con afrechillo de arroz (suplementación energético-proteica), mientras que los animales suplementados con maíz (suplementación energética) y los animales testigos a campo natural presentaron similares valores de consumo de pc, siendo más bajos que los del resto.

Todo esto lleva a sostener que las dietas con suplementación energético proteica tuvieron un mejor balance nutricional, lo que llevó a las mejores performance animal, mientras que el lote que se alimentó con suplementación proteica a pesar de su mayor consumo de proteína logro ganancias muy similares a las del grupo testigo, lo que está indicando para esta estrategia de alimentación un desbalance energético/proteico en el rumen, en el caso de la suplementación energética (maíz), a pesar de haber tenido superior performance que el expeller, no logro alcanzar los registros del lote suplementado con afrechillo debido a una situación inversa al expeller a causa de un desbalance en la dieta por deficiencia de proteína.

Se observó un efecto en el uso de la suplementación sobre las ganancias peso vivo lleno, peso vivo vacío, área de ojo de bife, espesor de grasa subcutánea medidos

sobre la 12<sup>a</sup>. – 13<sup>a</sup>. costilla, y sobre la altura del anca, presentando los mayores registros los animales que consumieron afrechillo de arroz, sin mostrar marcadas diferencias significativas al aumentar la asignación del 1 al 1,5 % pv.

Para el peso vivo lleno se observó diferencias significativas a favor de los grupos suplementados frente al testigo, viéndose entre los primeros la superioridad para los animales tratados con afrechillo de arroz, siendo los pesos mayores para los suplementados con la asignación al 1%, pero no hubo diferencias significativas con el tratamiento de asignación al 1,5% pv, por lo cual no justifica aumentar la asignación más allá del 1% del pv para este suplemento, le sigue en orden el lote suplementado con maíz, que fue significativamente superior al expeller de girasol, pero inferior al afrechillo, por lo que se concluye que bajo las condiciones del campo natural del basalto debe ser empleado con una fuente proteica que ayude a mejorar la eficiencia de su utilización, el expeller fue el que presentó los menores pesos de los suplementos utilizados.

Para eliminar el efecto del contenido del tracto gastrointestinal se hallaron los pesos vivos vacíos, hay que tener en cuenta en este punto que los mismos fueron tomados solamente al inicio y al final del ensayo por lo que se puede incurrir en una mayor fuente de error, los resultados de esta medición dieron que todos los tratamientos fueron significativamente diferentes entre sí, presentándose en el siguiente rango en orden ascendente: testigo a campo natural, expeller de girasol, maíz, afrechillo de arroz al 1%, afrechillo de arroz al 1,5%.

Las ganancias diarias logradas corroboran lo mencionado anteriormente para los resultados obtenidos, ubicándose, el afrechillo de arroz al 1% en primer lugar, siguiéndole en orden, el afrechillo de arroz al 1,5% pero sin diferencias significativas, intermedio el maíz, y por último el expeller de girasol y el testigo.

En el caso puntual de este experimento cabe acotar que se observaron diferencias significativas para la altura del anca entre los distintos tratamientos, es importante resaltar que este efecto no se había observado anteriormente en otros ensayos similares, por lo que en este caso sí existió un efecto de la suplementación sobre esta variable de crecimiento, observándose que los animales suplementados fueron más altos que los testigo y a su vez dentro de los suplementados el expeller de girasol fue significativamente inferior a los demás tratamientos, se puede concluir que este efecto es debido a las buenas condiciones climáticas particulares para este año, con aceptable disponibilidad de forraje y sumado el efecto de la suplementación favoreció la expresión del potencial productivo de los animales.

Analizando en forma global los resultados cabe destacar que los tratamientos que lograron los mayores crecimientos de sus tejido graso y muscular se debe al efecto de la suplementación ya que en todos los casos el testigo presentó un menor crecimiento

que el resto de los tratamientos, el tratamiento con expeller de girasol a pesar de haber logrado mayores niveles de ganancia que el testigo, no logró las performances logradas con el resto de los suplementos debido a un desbalance nutricional ocasionado por el exceso de proteína aportado por este suplemento a pesar de haber sido suministrado en un bajo nivel de % pv, en tanto el suplemento con maíz molido mejoró los registros del expeller de girasol, pero presentó un comportamiento intermedio al no alcanzar las performances logradas con el afrechillo de arroz en sus dos niveles, en el caso del maíz la ineficiencia puede estar explicada por el déficit de proteína de la dieta, ya que el maíz posee altos niveles de carbohidratos pero muy bajos de proteína cruda y esta a su vez no pudo ser cubierta por el aporte de la pastura, los dos tratamientos con afrechillo de arroz fueron los que lograron los mejores resultados en cuanto a ganancias de tejidos, no existiendo diferencias significativas entre el aporte de 1 y 1,5% pv, debido seguramente a que con el 1% ya se logran cubrir los requerimientos nutricionales para una adecuada performance. Quizás hay un efecto negativo al ir aumentando los niveles de suplementación con este alimento provocando un desbalance en la dieta y además se sabe que un excesivo consumo de afrechillo de arroz puede afectar negativamente la digestibilidad de la fibra.

De los resultados de conversión física se puede concluir que la eficiencia de conversión de los suplementos utilizados fue buena entre 5,4. 1 a 4. 1, a excepción del afrechillo de arroz al 1,5% cuya eficiencia fue de 6,1. 1, la producción de carne por hectárea fue notoriamente superior para los animales suplementados con respecto al testigo siguiendo la misma tendencia señalada anteriormente. El margen bruto por animal fue siempre superior para los suplementados, lo que demuestra que bajo las condiciones del campo natural del basalto es comercialmente viable la suplementación invernal para esta categoría animal.

Al tener como referencia los datos recabados de trabajos nacionales y al contrastarlos con los nuestros es muy auspicioso la línea de investigación que plantean estos ensayos, ya que a pesar que algunos datos difieren en manejo y zona, todos exponen ganancias de peso aceptables y más aún en el caso nuestro, que presentó una notoria diferencia con la mayoría de los experimentos consultados.

Existe coincidencia con otros ensayos en el hecho de que la suplementación en basalto, tiene un efecto mayor durante los meses de julio-agosto. Si bien existe una variación entre años, la suplementación en otoño e invierno temprano, así como en fechas posteriores a septiembre no determina un comportamiento productivo sustancialmente superior al observado en animales pastoreando campo natural.

## **6 RESUMEN**

El presente estudio tuvo como objetivo medir el efecto de la suplementación energética y/o proteica sobre el crecimiento y desarrollo de terneros de destete convencional pastoreando campo natural sobre basalto. El ensayo se llevó a cabo en la unidad experimental “Glencoe”, perteneciente a la estación experimental INIA Tacuarembó. El periodo experimental comprendió la época de invierno del año 2005 desde el dieciséis de junio hasta el veinte de setiembre de dicho año. Se utilizaron 80 terneros de las razas Hereford y Bradford con un promedio de peso al inicio del ensayo de 148 kg, con una carga promedio de 0.66, siendo al inicio de 0.57ug y al final de 0.76 ug. Durante el periodo experimental se llevó adelante la estrategia de suplementación diaria con 4 tratamientos correspondientes a la suplementación con afrechillo de arroz al 1 y 1,5% de peso vivo; expeller de girasol 0,5%; maíz al 1% y un tratamiento testigo a campo natural. El diseño experimental fue del tipo dbca (diseño de bloques completamente al azar) consistiendo en un análisis de varianza, donde las variables analizadas fueron tipo de suplemento (tratamientos) y efecto del bloque (suelos superficiales vs. suelos profundos). Las variables medidas fueron para pasturas la disponibilidad (kgms/ha) y la altura(cm) de forraje, composición botánica, valor nutritivo proteína cruda(pc) y fibra detergente acida (fda); en el suplemento se extrajeron los datos de tablas del valor nutritivo proteína cruda (pc) y fibra detergente acida(fda); en el caso de los animales se determinó el peso vivo lleno(pv) y vacío(pvv), ganancia media diaria (gmd), altura de anca(aa), medidas realizadas con la técnica de la ultrasonografía área de ojo de bife(aob) y espesor de grasa subcutánea(egs) entre la 12<sup>a</sup>-13<sup>a</sup>. costilla. La estrategia de suplementación presentó efectos en las variables medidas, presentando diferencias significativas en el pv ( $p<0.01$ ), ganancia media diaria gmd ( $p<0.01$ ), pvv ( $p<0.01$ ), aob ( $p<0.01$ ), egs ( $p<0.01$ ).

Palabras clave: Suplementación; Valor nutricional; Performance animal.

## 7 SUMMARY

The present study had as aim measure the effect of the energetic and / or multifaceted suplementación on the growth and development of calves of conventional weaning looking after natural field on basalt. The test I carry out in the Experimental Unit "Glencoe", belonging to the Experimental Station INIA Tacuarembó. The experimental period understood the winter epoch of the year 2005 from June, sixteen up to twenty of September of the above mentioned year. There were in use 80 calves of the races Hereford and Bradford with an average of weight to the beginning of the test of 148 kg, with an average load of 0.66, being to the beginning of 0.57UG and at the end of 0.76 UG. During the experimental period I take forward the strategy of suplementación daily with 4 treatments corresponding to the suplementación with afrechillo of rice to 1 and 1,5 % of alive weight; expeller of sunflower 0,5 %; maize to 1 % and a treatment witness to natural field. The experimental design was of the type DBCA (design of blocks completely at random) consisting of an analysis of variance, where the analyzed variables were type of supplement (treatments) and effect of the block (superficial soils vs. deep soils). The measured variables were for pastures the availability (KgMS/ha) and the height (cm) of forage, botanical composition, nutritional value raw (PC) protein and detergent acid fiber (FDA); in the supplement there extracted to themselves the information of tables of the nutritional value raw (PC) protein and detergent acid fiber (FDA); in case of the animals I determine the alive full weight (PV) and emptiness (PVV), average daily profit (GMD), height of haunch (AA), measures realized with the technology of the ultrasonography area of eye of beef-steak (AOB) and thickness of subcutaneous fat (EGS) between her 12-13er rib. The strategy of suplementación present effects in the measured variables, presenting significant differences in the PV ( $P < 0.01$ ), average daily profit GMD ( $P < 0.01$ ), PVV ( $P < 0.01$ ), AOB ( $P < 0.01$ ), EGS ( $P < 0.01$ ).

Key words: Supplementation; Nutritional value; Animal performance.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

1. ACOSTA, Y. 2006. Conjunto de sugerencias para enfrentar mejor la presente crisis. (en línea). La Estanzuela, INIA. s.p. Consultado 18 ago. 2006. Disponible en [http://www.inia.org.uy/publicaciones/documIntos/le/pol/2006/pol\\_82.pdf](http://www.inia.org.uy/publicaciones/documIntos/le/pol/2006/pol_82.pdf)
2. AFRC. 1993. Energy and protein requirements of ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. Wallingford, UK, CABI. 159 p.
3. AGUIRREZABALA, M. 1989. Modelo de simulación del consumo de ovinos y bovinos en condiciones de pastoreo, análisis de componentes y síntesis del modelo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 74 p.
4. ARRIETA, G.; LAGOMARSINO, X.; OLIVERA, J.; TRINDADE, G. 2008. Incidencia de diferentes dietas sobre el crecimiento animal, el rendimiento carnicero y la calidad de la carne. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 133 p.
5. AYALA, W.; BERMÚDEZ, R.; CARÁMBULA, M.; RISSO, D.; TERRA, J. 1999. Diagnóstico, propuesta y perspectivas de pasturas en la región este. In: Producción Animal Unidad Experimental Palo a Pique (1999, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 1-4 (Actividades de Difusión no. 195)
6. BAVERA, G. 2005. Escala de tamaño, estructura corporal o frame score. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 10 may. 2006. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/framescore/11ta\\_mano\\_o\\_frame.htm](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/framescore/11ta_mano_o_frame.htm)
7. BELLENDÁ, O. 2002. La ultrasonografía aplicada a la calidad y capacidad carnicera en el animal vivo. (en línea). Córdoba, Universidad Nacional de Río Cuarto. s.p. Consultado 2 abr. 2006. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/ecografia\\_ultrasonido/25-ultrasonografia\\_aplicada\\_a\\_la\\_produccion.htm#\\_top](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/ecografia_ultrasonido/25-ultrasonografia_aplicada_a_la_produccion.htm#_top)
8. BEMHAJA, M.; PITTALUGA, O. 2005. Día de campo; cría vacuna en suelos arenosos. Montevideo, INIA. 37 p. (Actividades de Difusión no. 403).

9. \_\_\_\_\_.; BERRETTA, E. 2006. Comunidades herbáceas de campo natural. In: Bemhaja, M.; Berretta, E. eds. 30 años de investigación en suelos de areniscas, INIA Tacuarembó. Montevideo, INIA. pp. 25-32 (Serie Técnica no. 159).
  
10. BERETTA, V.; SIMEONE, A.1997. Técnica manejo de la alimentación para el entore de vaquillonas a los 15 y 27 meses de edad. Cangüé. no.12:16-21.
  
11. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 1998. Manejo de la alimentación para el entore de vaquillonas a los 15 y 27 meses de edad. Cangüé. no.12: 25-26.
  
12. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2004. La suplementación como alternativa para el incremento de la productividad en sistemas invernadores. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (2004, Paysandú). Manejo nutricional del ganado de carne. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 11-17.
  
13. BERG, R.; BUTTERFIELD, R. 1978. New concepts of cattle growth. Sydney, Sydney University. 240 p.
  
14. BERRETA, E.; PITTALUGA, O.; RISSO, D.1994. Efecto de la administración de forraje sobre la velocidad de crecimiento de terneros y novillos Hereford en CN sobre basalto. In: Pastura y Producción Animal en Basalto (1994, Tacuarembó).Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 13-15 (Actividades de Difusión. no. 37).
  
15. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 1995. Recría y engorde en campo natural y mejoramientos en suelos sobre basalto. In: Recría y Engorde en Campo Natural y Mejoramientos en Suelos sobre Basalto (1995, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 14- 17 (Actividades de Difusión no. 71)
  
16. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; BRITO, G.; FIGURINA, G. 1996. Recría de reemplazos en basalto. In: Jornada Unidad Experimental “Glencoe” (1996, Tacuarembó). Producción ganadera del basalto. Montevideo, INIA. p. irr. (Actividades de Difusión no. 108).
  
17. \_\_\_\_\_. 1998a. Principales características climáticas y edáficas de la región de Basalto en Uruguay. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. s.p. (Serie Técnica no. 102).

18. \_\_\_\_\_. 1998b. Principales características de las vegetaciones de los campos de Basalto. *In*: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campo (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 11-22 (Serie Técnica no. 94).
19. \_\_\_\_\_.; BEMHAJA, M. 1998c. Producción estacional de comunidades naturales sobre suelos de basalto de la unidad Queguay Chico. *In*: Seminario de Actualización en Tecnología para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. s.p. (Serie Técnica no. 102).
20. \_\_\_\_\_. 2003. Aspectos del manejo de campo natural. *In*: Seminario de Campo Natural y la Empresa Ganadera (2003, Salto). Trabajos presentados. Montevideo, IPA. pp. 29-32.
21. BOCCO, O.; BAVERA, G.; BEGUET, H.; PETRYNA, A. 2005. Crecimiento, desarrollo y precocidad. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 10 may. 2006. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/externo/05-crecimiento\\_desarrollo\\_y\\_precocidad.htm](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/externo/05-crecimiento_desarrollo_y_precocidad.htm)
22. BOGGS, D.; MERKEL, R. 1990. Live animal carcass evaluation and selection manual. Dubuque, Iowa, Kendall/Hunt. 221 p.
23. BRITO, G.; PRINGLE, D.; DE LOS CAMPOS, G.; DE MATTOS, D.; FIGURINA, G.; CALISTRO, S. 2001. Utilización de ultrasonografía para la predicción de la composición y calidad de la canal. Montevideo, INIA. 91 p. (Actividades de Difusión no. 261)
24. \_\_\_\_\_.; DE MATTOS, D.; MONTOSI, F. 2002. Situación y perspectivas de la investigación en calidad de carnes en el Uruguay: el enfoque de INIA. *In*: Congreso Latinoamericano de Buiatría (10°), Jornadas Uruguayas de Buiatría (30°, 2002, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 182 – 187.
25. \_\_\_\_\_.; JIMÉNEZ DE ARÉCHAGA, C. 2004a. El crecimiento de los diferentes tejidos en el animal y su efecto en la composición de la canal. (en línea). Tacuarembó, INIA. s.p. Consultado 10 may. 2006. Disponible en <http://www.inia.org.uy/prado/2004/composicion%20de%20la%20canal.htm>

26. \_\_\_\_\_.; PITTALUGA, O. 2004b. Efecto de la suplementación energético/proteica en invierno sobre el crecimiento de vaquillonas Hereford. In: Producción Animal en Suelos de Basalto (2004, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 109-112 (Actividades de Difusión no. 377)
27. \_\_\_\_\_.; DEL CAMPO, M.; PITTALUGAS, O.; SOARES DE LIMA, J. 2005. Una mejor recria para una mayor eficiencia en la producción de carne. Revista INIA. no. 3:8-11.
28. CAMPOS, F.; TERRA, G. 2002. Comparación entre afrechillo de arroz y una formulación comercial como suplementos para terneras de destete pastoreando campo natural durante el invierno. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 124 p.
29. CHURCH, D.C. 1993. El rumiante; fisiología digestiva y nutrición. Zaragoza, Acribia. 641 p.
30. CIBILS, R.; FERNÁNDEZ, E.; ACOSTA, Y. 2002. Suplementación de la recria vacuna. (en línea). La Estanzuela, INIA. s.p. Consultado 23 jun. 2006. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/suplemIntacion/40-suplemIntacion\\_estrategica\\_de\\_la\\_recria\\_vacuna.htm](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplemIntacion/40-suplemIntacion_estrategica_de_la_recria_vacuna.htm)
31. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2003. Suplemento la recria? Sí, no, como y porque. (en línea). Montevideo, Instituto Plan Agropecuario. s.p. Consultado 6 ago. 2006. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/suplementacion/09-suplemento\\_recria.htm](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/09-suplemento_recria.htm)
32. CORSI, G .1978. Clima. Pasturas IV. Montevideo, CIAAB. v.2, pp.255-266.
33. COZZOLINO, D. 2000. Características de los suplementos utilizados en el Uruguay para su empleo en alimentación animal. Montevideo, INIA. 16 p. (Serie Técnica no. 110).
34. CREMPIEN, C. 1983. Antecedentes técnicos y metodología básica para utilizar en presupuestación en establecimientos ganaderos. Montevideo, Hemisferio Sur. 72 p.
35. DE MATOS, D.; DE LOS CAMPOS, G.; CALISTRO, S. 2001. Aplicación de la ultrasonografía para estimar el mérito genético del ganado de carne; experiencia en Uruguay. In: Workshop para Técnicos que Utilizan la

Ultrasonografía para Determinar la Composición Corporal de los Animales (2001, Porto Alegre. BR). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. s.p.

36. DE VILLALOBOS, T. 2002. Eficiencia de cosecha del forraje y producciones potenciales de carne. (en línea). In: Encuentro Productores de Terneros de la Cuenca del Salado (4º., 2002, Rauch). Actas. Rauch, Sociedad Rural de Rauch. s.p. Consultado 6 nov. 2006. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/73-forraje\\_eficiencia.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/73-forraje_eficiencia.pdf)
37. DEL CAMPO, M.; SOARES DE LIMA, J.; BRITO, G. 2000. Suplementación de terneras en el primer y segundo invierno. Efecto en el crecimiento de tejidos y en el comportamiento reproductivo. In: Cría Vacuna en Suelos Arenosos (2000, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 95-98 (Actividades de Difusión no. 403).
38. DI MARCO, O. 1993. Crecimiento y respuesta animal. Buenos Aires, AAPA. 130 p.
39. \_\_\_\_\_. 2004. Fisiología del crecimiento de vacunos. (en línea). Mar del Plata, Universidad Nacional del Mar del Plata. s.p. Consultado 3 set. 2006. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/externo/16-fisiologia\\_del\\_crecimiInto.htm](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/externo/16-fisiologia_del_crecimiInto.htm)
40. DIXON, R.; STOCKDALE, C. 1999. Associative effects between forages and grains; consequences for feed utilization. Australian Journal of Agricultural Research. 50:757-773.
41. DURÁN, A. 1999. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Hemisferio Sur. v. 2, 400 p.
42. ELIZALDE, J. 2003. Suplementación en condiciones de pastoreo. (en línea). Balcarce, Facultad de Ciencias Agrarias. s.p. Consultado 9 jun. 2006. Disponible en [http://produccionbovina.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/13-suplementacion\\_en\\_condiciones\\_de\\_pastoreo.htm](http://produccionbovina.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/13-suplementacion_en_condiciones_de_pastoreo.htm)
43. FORBES, J. M. 1995. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Wallingford, UK, CABI. 532 p.

44. GARIBOTTO, G.; BIANCHI, G. 2001. El ultrasonido como herramienta en la industria animal. *Cangüé*. no. 23: 12-14.
45. GUTIÉRREZ, F.; MORIXE, J. P. 1995. Efecto de diferentes niveles de suplementación con subproductos agroindustriales en el crecimiento post-destete de terneras cruza cebú-Hereford sobre pasturas de baja calidad en areniscas de Tacuarembó. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 98 p.
46. HASSEN, A.; WILSON, D.; ROUSE, G. 1999. Effects of different age end points on the accuracy of predicting the percentage of retail product, retail product weight, and hot carcass weight. *Journal of Animal Science*. 77(2): 283-290.
47. HUERTA-LEIDENZ, N.; CROSS, H.; LUNT, D.; PELTON, L.; SAVELL, J.; SMITH, S. 1991. Growth, carcass traits and fatty acid profiles of adipose tissues from steers fed whole cottonseed. *Journal of Animal Science*. 69: 3665-3672.
48. INVERNIZZI, J.; SILVEIRA, M. 1992. Valor nutritivo de diferentes especies nativas en suelos de basalto en condiciones de pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 98 p.
49. JIMÉNEZ DE ARÉCHAGA, C. 2004. Manejo de la recría. Manejo de la alimentación invernal. In: Aspectos Relacionados con la Cría Vacuna en "La Magnolia" (2004, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 23- 37 (Actividades de Difusión no. 358).
50. KOONG, L.; FERRELL, C.; NIENABER, J. 1985. Assessment of interrelationships among levels of intake and production, organ size and fasting heat production in growing animals. *The Journal of Nutrition*. 115(10):1383-1390.
51. LATIMORI, N.; KLOSTER, A. 1997. Suplementación sobre pasturas de calidad. (en línea). Córdoba, INTA. pp. 93-114. Consultado 10 jun. 2006.  
Disponible en  
[http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_Ing\\_orde\\_pastoril\\_o\\_a\\_campo/37-suplemIntacion\\_sobre\\_pasturas\\_de\\_calidad.htm#\\_top#\\_top](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_Ing_orde_pastoril_o_a_campo/37-suplemIntacion_sobre_pasturas_de_calidad.htm#_top#_top)
52. MC DONALD, P.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J. F. D.; MORGAN, C. A. 2006. *Nutrición animal*. 6ª. ed. Zaragoza, Acribia. 587 p.

53. MARQUISA, C.; URRUTIA, J. 2001. Efecto de la suplementación invernal y el uso de capas protectoras en la ganancia de peso de terneras pastoreando campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 72 p.
54. MIERES, J.; VAZ MARTINS, D. 1996. Tipo de suplemento y su efecto sobre el forraje, suplementación energética en condiciones de pastura Limitante. In: Jornada Técnica sobre Suplementación Estratégica para Engorde de Ganado (1996, La Estanzuela, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 23-25 (Actividades de Difusión no. 96).
55. \_\_\_\_\_. 2004a. Muestreo de alimentos. In: Mieres, J. M. ed. Guía para alimentación de rumiantes. Montevideo, INIA. pp. 79-80 (Serie Técnica no. 142).
56. \_\_\_\_\_.; METHOL, M. 2004b. Tabla de contenido nutricional de pasturas y forrajes del Uruguay. In: Mieres, J. M. ed. Guía para alimentación de rumiantes. Montevideo, INIA. pp. 1-6 (Serie Técnica no. 142).
57. \_\_\_\_\_.; ASSANDRI, L.; CUNEO, M. 2004c. Tablas de valor nutritivo de alimentos. In: Mieres, J. M. ed. Guía para alimentación de rumiantes. Montevideo, INIA. pp. 13-66 (Serie Técnica no. 142).
58. MOLITERNO, E. 1997. Principios y usos de un método de doble muestreo. Estimación visual de la disponibilidad de forraje en pasturas. Cangüé. no. 9:32-36.
59. MONTOSSI, F.; DE MATTOS, D.; SAN JULIÁN, R.; BRITO, G.; FIGURINA, G. 2003. La carne ovina y bovina del Uruguay en Europa; la investigación como soporte de desarrollo de estrategias nacionales de promoción y marketing de nuestras carnes en el mundo. El País Agropecuario. no. 95: 25-28.
60. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1996. Nutrient requirements of beef cattle. 7<sup>th</sup>. rev. ed. Washington, D.C., National Academic Press. 95 p.
61. OCHOA, P.; VIDAL, M. 2004. Evaluación de la respuesta a la suplementación proteica de terneras de destete pastoreando campo natural diferido. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 95 p.

62. OLEGGINI, G.; RAVAGNOLO, O. 1995. Estudio de los factores ambientales que actúan sobre el crecimiento postdestete en bovinos de carne. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 72 p.
63. ORCASBERRO, R. 1991. Suplementación y performance de ovinos y vacunos alimentados con forraje. In: Carambula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, M. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 255-238 (Serie Técnica no. 13)
64. FIGURINA, G.; BRITO, G.; PITTALUGA, O.; SCAGLIA, G.; RISSO, D.; BERRETA, E. 1997. Suplementación de la recría en vacunos. In: Jornada sobre Suplementación Estratégica de la Cría y Recría Ovina y Vacuna (1997, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. p. irr. (Actividades de Difusión no. 129)
65. \_\_\_\_\_; SOARES DE LIMA, J.M.; BERRETTA, E. 1998. Tecnología para la Cría Vacuna en el Basalto. Alternativas para aumentar el peso de terneros al destete. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. s.p. (Serie Técnica no. 102).
66. PITTALUGA, O.; SOARES DE LIMA, J. 1999. Evolución reciente de las categorías que integran el rodeo Bradford de la Magnolia. In: Alimentación Invernal (1999, Tacuarembó) Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 11 -15 (Actividades de Difusión no. 198).
67. PORDOMINGO, A. 2001 Las reservas forrajeras en la producción animal; el balance de las dietas. (en línea). Balcarce, INTA. Consultado 6 nov. 2006. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_reservas/reservas\\_en\\_general/18-las\\_reservas\\_forrajeras.htm](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_en_general/18-las_reservas_forrajeras.htm)
68. POURRAIN, A. 2002. Los bióticos en el ganado vacuno. (en línea). Revista de la Sociedad Rural de Jesús María. 131:12-16. Consultado 24 set. 2006. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/razas\\_bovinas/53-biotipos.htm](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/razas_bovinas/53-biotipos.htm)
69. PURCHAS, R.; BUTLER-HOGG, B.; DAVIES, A. 1989. Introduction. In: Purchas, R.; Butler-Hogg, B.; Davies, A. eds. Meat production and processing. Lincoln, New Zealand Society of Animal Production. pp. 1-13 (Occasional Publication no. 11).

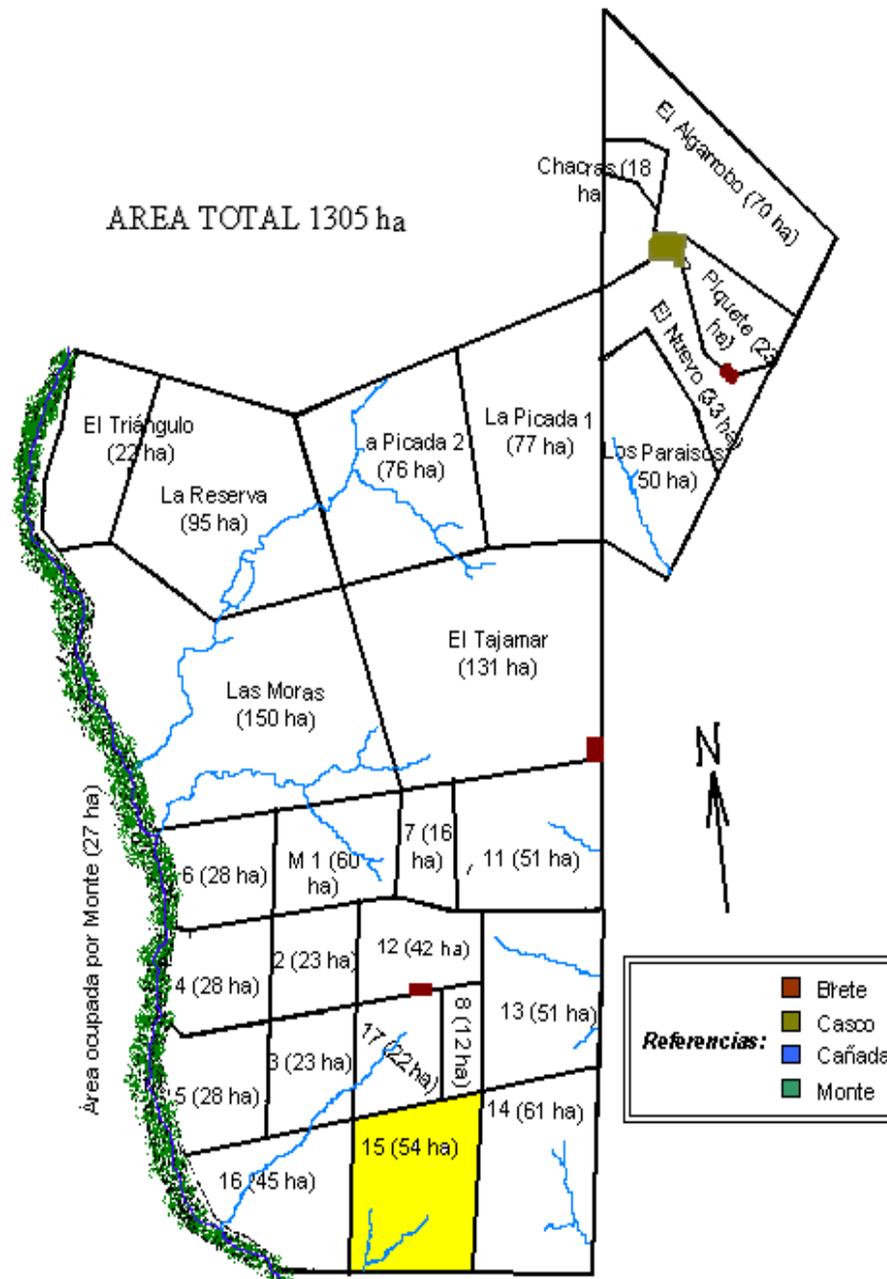
70. QUINTANS, G.; VAS MARTINS, D.; CARRIQUIRY, E. 1993. Efecto de la suplementación invernal sobre el comportamiento de terneras. In: Campo Natural. Estrategia Invernal, Manejo y Suplementación (1993, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 35-53 (Actividades de Difusión no. 49)
71. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; CARRIQUIRY, E. 1994a. Alternativas de suplementación en vaquillonas. In: Jornada de Bovinos para Carne (1994, Treinta y Tres). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 2-7 (Actividades de Difusión no. 34).
72. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 1994b. Efecto de diferentes fuentes de suplemento sobre el comportamiento de terneras. In: Jornada de Bovinos para Carne (1994, Treinta y Tres). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 8-12 (Actividades de Difusión no. 34).
73. \_\_\_\_\_. 2003. Estrategia de alimentación para mejorar el crecimiento inicial de terneros en sistemas invernadores de lomadas del este. Suplementación invernal de terneros con afrechillo de arroz sobre campo natural en sistemas invernadores. In: Seminario de Actualización Técnica; Producción de Carne Vacuna y Ovina de Calidad (2003, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 61-68 (Actividades de Difusión no. 317).
74. RISSO, D.; BERRETA, E.; BEMHAJA, M.; FERREIRA, G.; PITTALUGA, O. 2001. Caracterización de los sistemas de producción ganadera de basalto, sierras del este, cristalino del centro y este, areniscas y brunsoles del noreste. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J. eds. Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos del Uruguay. Montevideo, INIA. pp. 149-150 (Boletín de Divulgación no. 76).
75. ROVIRA, J. 1987. Reproducción y manejo de los rodeos de cría. Montevideo, Hemisferio Sur. 293 p.
76. \_\_\_\_\_. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 3-58.
77. \_\_\_\_\_. 2003. Fuentes de suplementación a novillos sobre campo natural de baja calidad durante el otoño. In: Producción Animal. Unidad Experimental Palo a Pique (2003, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 71-77 (Actividades de Difusión no. 332)

78. SAN JULIÁN, R.; DE MATOS, D.; MONTOSI, F. 1999. Carne ovina de calidad; tecnologías para un sector más competitivo. *El País Agropecuario*. 5 (51): 23- 26.
79. SCAGLIA, G. 2004. Alimentación preferencial del ternero. Montevideo, INIA. 16 p. (Boletín de Divulgación no. 83).
80. SIEBERT, B.; HANTER, R. 1982. Supplementary feeding of grazing animals. In: Hacker, J. B. ed. Nutritional limits to animal production from pasture. Farnham Royal, UK, Commonwealth Agricultural Bureaux. pp. 409-426.
81. SIMEONE, A.; BERETTA, V. 1996a. El confinamiento en los sistemas de producción agrícola ganaderos. *Cangüé*. no. 8: 23-27.
82. \_\_\_\_\_. 1996b. Destete temporario y destete precoz; dos alternativas viables para una cría más eficiente. In: Curso de Reciclaje para Egresados (4º., 1996, Montevideo). Resúmenes. Montevideo, Universidad de la República. Facultad de Veterinaria. pp. 19- 22.
83. \_\_\_\_\_.; BERETTA, V. 2002. Destete precoz en ganado de carne. Montevideo, Hemisferio Sur. 74 p.
84. SOTO, C.; ORTÍZ, V. 2006. Cálculo y manejo en pastoreo controlado. III) Pastoreo por horas. Determinación de la disponibilidad y crecimiento de la pastura. (en línea). *Revista Veterinaria*. 41(161-162): 25-30. Consultado 8 nov. 2006. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/53-art\\_pastoreo3\\_completo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/53-art_pastoreo3_completo.pdf)
85. STRAUMANN, J.; VÁZQUEZ, A.; AYALA, W.; QUINTANS, G. 2003. Efecto del manejo nutricional post-destete sobre el inicio de la pubertad en terneras cruza bajo pastoreo; análisis preliminar. In: Jornada Anual de Producción Animal (2003, Treinta y Tres). Resultados experimentales. Montevideo, INIA. pp. 19-27 (Actividades de Difusión no. 332).
86. USTARROZ, E.; DE LEÓN, M. 2006. Utilización de pasturas y suplementación con granos en invernada. (en línea). Manfredi, INTA. 31 p. Consultado 10 ago. 2006. Disponible en [http://www.inta.gov.ar/manfredi/info/documIntos/docprodani/deleon/Info\\_r\\_tec\\_7.pdf](http://www.inta.gov.ar/manfredi/info/documIntos/docprodani/deleon/Info_r_tec_7.pdf)

87. VAZ MARTINS, D. 1994. Suplementación de terneras y vaquillonas con afrechillo de arroz desgrasado. In: Jornada de Bovinos para Carne (1994, Treinta y Tres). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 13-21 (Actividades de Difusión no. 34).
88. \_\_\_\_\_. 1996. Suplementación energética en condiciones de pastura limitante. In: Jornada Técnica sobre Suplementación Estratégica para Engorde de Ganado (1996, La Estanzuela, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 15-21 (Actividades de Difusión no. 96).
89. \_\_\_\_\_. 1997. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. 54 p. (Serie Técnica no. 83)
90. WEBSTER, A. 1989. Bioenergetics, bioengineering and growth. *Animal Production*. 48:249-269.

## 9 ANEXOS

Anexo 1. Localización del área experimental.



Fuente: Arrieta et al. (2008)

Anexo 2. Croquis del área experimental (potrero no. 15).

Bloque II Testigo	Bloque II Afrechillo 1%	Bloque I Afrechillo 1%	Bloque I Afrechillo 1,5%	Bloque I Testigo
Bloque II Maiz	Bloque II Expeller	Bloque I Maiz	Bloque I Expeller	Bloque II Afrechillo 1,5%

Anexo 3. Contenido de proteína cruda (%) mensual de las pasturas por tratamiento y por bloque.

	AA	A	E	M	T	P	B1	B2	*P
<b>Junio</b>	9,17	10,05	9,45	7,87	9,24	ns	9,54	8,78	ns
<b>Julio</b>	9,13	10,01	8,40	8,10	8,29	ns	9,09	8,47	ns
<b>Agosto</b>	7,83	7,33	6,97	7,80	7,75	ns	7,93	7,14	ns
<b>Setiembre</b>	8,71	8,48	8,84	8,31	8,78	ns	8,87	8,38	ns

Referencias: ns = no significativo. B1= suelos superficiales; B2= suelos profundos. AA= afrechillo de arroz 1.5%; A= afrechillo de arroz al 1%; E= expeller de girasol; M= maíz; T= testigo campo natural; P= significancia entre tratamientos; \*P= significancia entre bloques

Anexo 4. Contenido de fibra detergente acido (%) mensual de las pasturas por tratamiento y por bloque.

	AA	A	E	M	T	P	B1	B2	*P
<b>Junio</b>	48,0	45,1	47,2	50,1	51,7	ns	48,1	48,9	ns
<b>Julio</b>	45,2	41,0	48,2	47,6	45,2	ns	44,1	46,1	ns
<b>Agosto</b>	47,5	48,2	51,3	49,0	47,6	ns	48,0	49,4	ns
<b>Setiembre</b>	48,2	49,1	48,6	47,9	47,6	ns	47,9	48,7	ns

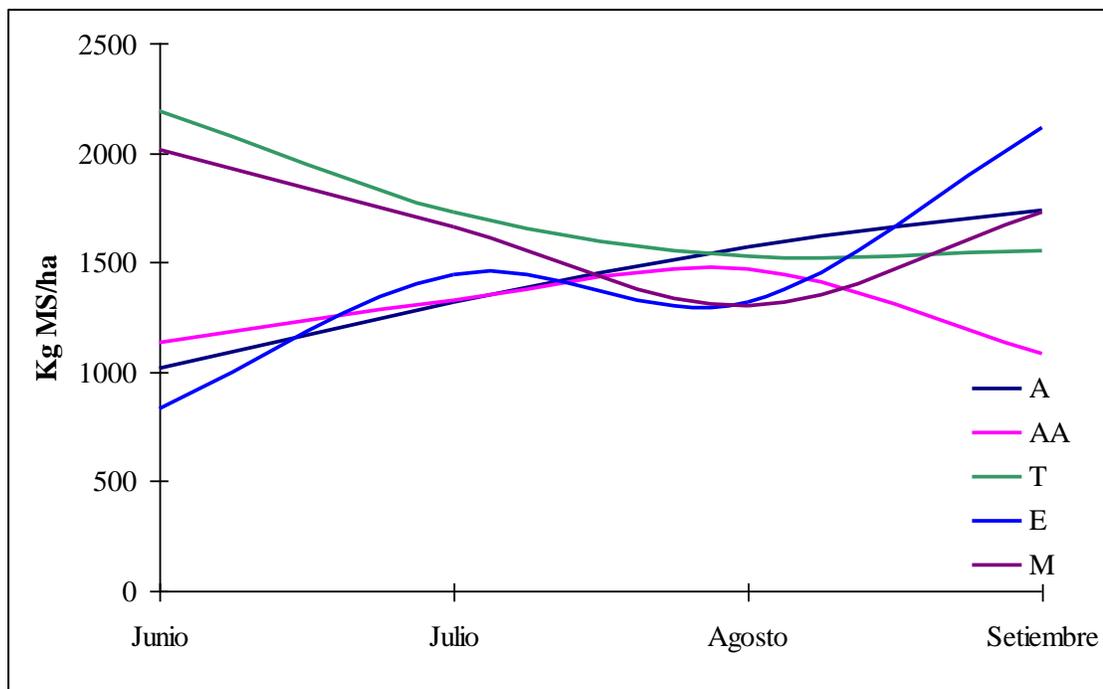
Referencias: ns = no significativo. B1= suelos superficiales; B2= suelos profundos. AA= afrechillo de arroz 1.5%; A= afrechillo de arroz al 1%; E= expeller de girasol; M= maíz; T= testigo campo natural; P= significancia entre tratamientos; \*P= significancia entre bloques

Anexo 5. Digestibilidad de la materia seca (%) mensual de la pastura, por tratamiento y por bloque.

	AA	A	E	M	T	P	B1	B2	*P
<b>Junio</b>	51,4	53,7	51,9	49,5	48,5	ns	51,3	50,7	ns
<b>Julio</b>	53,6	56,9	52,8	51,7	53,6	ns	54,5	52,9	ns
<b>Agosto</b>	51,8	51,3	48,9	50,7	51,8	ns	51,4	50,3	ns
<b>Setiembre</b>	51,3	50,6	51,0	51,5	51,7	ns	51,5	50,9	ns

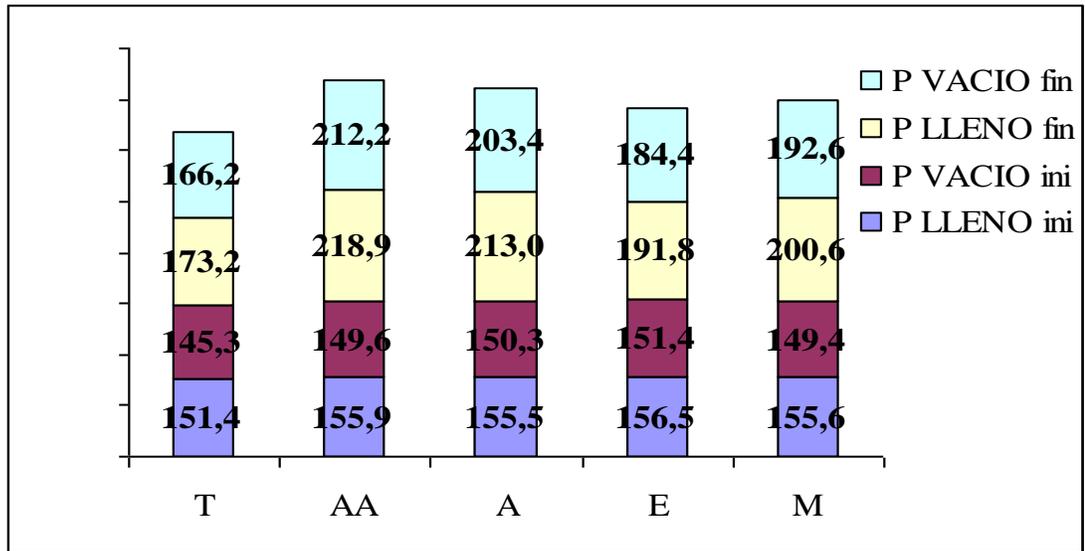
Referencias: ns = no significativo. B10 suelos superficiales; B2= suelos profundos. AA= afrechillo de arroz 1.5%; A= afrechillo de arroz al 1%; E= expeller de girasol; M= maíz; T= testigo campo natural; P= significancia entre tratamientos; \*P= significancia entre bloques

Anexo 6. Evolución de la disponibilidad de materia seca (kgms/ha) según tratamiento, durante todo el periodo experimental.



Referencias: A= afrechillo de arroz al 1%, AA= afrechillo de arroz al 1,5%; E= expeller de girasol; M= maíz; T= testigo a campo natural.

Anexo 7. Peso vivo vacío y lleno (kg/animal) promedio inicial y final según tratamiento.



Referencias: A= afrechillo de arroz al 1%, AA= afrechillo de arroz al 1,5%; E= expeller de girasol; M= maíz; T= testigo a campo natural.



Anexo 9. Cuadro comparativo entre diferentes ensayos antecedentes y el presente experimento.

<b>Suplem. Adicional</b>	<b>Dieta base</b>	<b>Dotación</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Ganancia (kg/ani/día)</b>	<b>Eficiencia (kg supl/ kg PV)</b>
<b>AA (*)</b>	CN Disp =140 0 kgM S/ha	0,85 UG/ha	Testigo 0,35% pv 0,7% pv 1,0% pv	-0,103 0,680 0,193 0,219	2,45 2,73 3,01
<b>AA(**)</b>	CN Disp prom = 2000 kg ms/h a	0,64 UG/ha	Testigo 0,35%pv 1,5%pv	-0,820 0,370 0,230	3,65 4,25
<b>EG AA S+AA(3:1) (***)</b>	CN Disp prom =202 7 kg/ha	1,04 UG/ha	Testigo 0,82 g S+AA 1,0 kg AA 1,3kg/EG	-0,038 0,960 0,205 0,282	4,81 2,97 3,15
<b>AA(****)</b>	CN Disp prom =234 0 Kg/h a	1,2 UG/ha	Testigo 1,0kg/animal 1,5kg/animal 2,0kg/animal	-0,150 0,800 0,130 0,130	3,29 3,74 3,75
<b>AA A E M T (*****)</b>	CN Disp Prom =133 0	0,66 UG/ha	1,5%PV 1%PV 0,5%PV 1%PV Testigo	0,653 0,698 0,439 0,544 0,291	6,1 4,0 4,3 5,4

(\*)Quintans et al. (1993)  
(\*\*)Quintans et al. (1994a)  
(\*\*\*)Gómez et al. (1995)  
(\*\*\*\*)Gutiérrez y Morixe (1995)  
(\*\*\*\*\*)Presente experimento

Fuente: Campos y Terra (2002)