

**Universidad de la República**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**



**COMPARACION ENTRE AFRECHILLO DE ARROZ Y  
UNA FORMULACION COMERCIAL COMO  
SUPLEMENTOS PARA TERNERAS DE DESTETE  
PASTOREANDO CAMPO NATURAL  
DURANTE EL INVIERNO**

por

FACULTAD DE AGRONOMIA

**Federico CAMPOS CORREA**  
**Gustavo TERRA SOLODILIN**

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

**MONTEVIDEO**  
**URUGUAY**  
**2002**

**Tesis aprobada por:**

**Director:**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Agr. M.Sc., Guillermo Pigurina**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Agr. Paul Vergnes**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Agr. Lucía Surraco**

**Fecha:**

**Autores:**

\_\_\_\_\_  
**Federico Campos Correa**

\_\_\_\_\_  
**Gustavo Terra Solodilin**

**A NUESTRAS FAMILIAS**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), en particular a la Estación Experimental del Este (EEE) y Estación Experimental del Norte, por permitirnos llevar a cabo el presente trabajo experimental, aportando el material experimental y la infraestructura necesaria para la realización del mismo.

A la empresa Rinde por el aporte de la formulación comercial y de los comederos, insumos indispensables para poder llevar adelante el presente trabajo.

A nuestro director de tesis, Ing. Agr. MSc., Guillermo Pigurina por su guía y apoyo en la elaboración del presente, sin la cual no hubiese sido posible la realización del mismo.

A los Técnicos de INIA Tacuarembó, y en particular al Ing. Agr. Iber Santamarina por su invaluable dedicación y ayuda desinteresada.

A los Ings. Agrs. Paul Vergnes y Lucía Surraco, docentes de Facultad de Agronomía, por sus aportes en la corrección del presente trabajo.

Al los técnicos, y personal de campo y administrativo de INIA Treinta y Tres, en especial al departamento de pasturas y a la Ing. Agr., PhD. Graciela Quintans por su apoyo permanente durante el trabajo de campo y posterior a éste.

A los Ings. Agrs. Wilfredo Ibáñez y PhD., Daniel de Mattos, por su guía para la realización del análisis estadístico.

Al personal de biblioteca de INIA Tacuarembó y Facultad de Agronomía.

A los amigos Ings. Agrs. Cristián Pittaluga, Fernando Casterá y Manuel Barabot por su constante aliento y motivación brindado durante el desarrollo del presente.

A todas aquellas personas que de una manera u otra colaboraron para que el presente trabajo experimental fuera posible.



## TABLA DE CONTENIDO

<b>PAGINA DE AROBACION.....</b>	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>III</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS.....</b>	<b>IV</b>
<b>INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>1 – INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>2 – REVISION BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>3</b>
2.1- CARACTERIZACION DE LA BASE FORRAJERA.....	3
2.1.1- Características de la Región Este.....	3
2.1.2- Pasturas naturales.....	4
2.1.2.1- Producción anual.....	5
2.1.2.2- Producción estacional.....	5
2.1.2.3- Variabilidad productiva.....	6
2.1.2.4- Composición botánica.....	6
2.1.2.5- Valor nutritivo.....	7
2.1.2.6- Minerales.....	10
2.1.2.7- Relación altura-disponible.....	11
2.2- PERFORMANCE ANIMAL.....	13
2.2.1- Nutrición animal y requerimientos.....	14
2.2.1.1- Metabolismo energético del rumiante.....	14
2.2.1.2- Metabolismo proteico del rumiante.....	15
2.2.1.3- Requerimientos energéticos.....	16
2.2.1.4- Requerimientos proteicos.....	17
2.2.1.5- Requerimientos de minerales.....	18
2.2.2- Consumo voluntario vs performance animal.....	18
2.2.2.1- Teorías de regulación del consumo.....	18
2.2.2.2- Factores asociados al animal que afectan el consumo de forraje.....	19
2.2.2.3- Factores asociados a la pastura que afectan el consumo de forraje.....	20
2.2.3- Selectividad.....	25
2.2.4- Comportamiento animal en pastoreo.....	27
2.2.4.1- Actividad y períodos de pastoreo.....	27
2.3.2.2- Tiempo de pastoreo.....	28
2.2.4.3- Rumia.....	30

2.2.5- Crecimiento Compensatorio.....	30
2.3 – SUPLEMENTACION.....	32
2.3.1- Definición de suplementación.....	33
2.3.2- Objetivos de la suplementación.....	33
2.3.3- Interacción Animal-Pastura-Suplemento.....	35
2.3.4- Respuesta a la suplementación.....	37
2.3.4.1- Factores del animal que afectan la respuesta a la suplementación.....	39
2.3.4.2- Factores de la pastura que afectan la respuesta a la suplementación.....	39
2.3.4.3- Factores del suplemento que afectan la respuesta a la suplementación.....	42
2.3.4.4- Factores de manejo.....	49
2.3.5- Resultados Experimentales en Terneras.....	51
<b>3 – MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>55</b>
3.1- LOCALIZACION, SUELOS Y PERIODO EXPERIMENTAL.....	55
3.2- CARACTERISTICAS DE LA BASE FORRAJERA UTILIZADA.....	55
3.3- CARACTERISTICAS DE LOS ANIMALES.....	56
3.4.- DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO.....	56
3.4.1- Tratamientos y diseño experimental.....	56
3.4.2- Composición química de los suplementos.....	57
3.4.3- Infraestructura, acostumbramiento y rutina de suplementación.....	57
3.5- MEDICIONES Y REGISTROS.....	58
3.5.1- En la pastura.....	58
3.5.1.1- Disponibilidad.....	58
3.5.1.2- Altura del disponible.....	59
3.5.1.3- Valor nutritivo del forraje.....	59
3.5.1.4- Relación entre la fracciones verde-seco.....	59
3.5.2- En el suplemento.....	60
3.5.3- En los animales.....	60
3.5.3.1- Peso vivo.....	60
3.5.3.2- Consumo diario de suplemento.....	60
3.5.3.3- Comportamiento animal en pastoreo.....	60
3.5.3.4- Análisis coprológico.....	61
3.5.4- Registros meteorológicos.....	61
3.6- ANALISIS ESTADISTICO.....	62
3.6- ANALISIS ECONOMICO.....	63

<b>4 - RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>64</b>
4.1 – CLIMA.....	64
4.1.1- Precipitaciones y demanda atmosférica.....	64
4.1.2- Comportamiento térmico.....	64
4.2- ANALISIS DE LOS RESULTADOS EN LA BASE FORRAJERA.....	65
4.2.1- Disponibilidad.....	65
4.2.2- Altura.....	67
4.2.2.1- Relación entre disponible y altura de forraje.....	68
4.2.3- Valor nutritivo.....	70
4.2.3.1- Digestibilidad (DMO).....	70
4.2.3.2- Proteína cruda (PC).....	71
4.2.3.3- Fibra detergente ácida (FDA) y neutra (FDN).....	71
4.2.3.4- Evolución de las variables de calidad de forraje.....	72
4.2.4- Relación entre las fracciones verde y seco.....	72
4.3- ANALISIS DE LOS RESULTADOS EN LOS SUPLEMENTOS.....	74
4.4- ANALISIS DE LOS RESULTADOS EN PRODUCCION ANIMAL.....	75
4.4.1- Consumo de suplementos.....	75
4.4.2- Peso vivo.....	76
4.4.3- Ganancia diaria de peso.....	77
4.4.3.1- Análisis de la ganancia diaria de peso por períodos.....	78
4.4.3.2- Análisis de la ganancia diaria en el período experimental.....	80
4.4.4- Eficiencia de conversión.....	82
4.4.5- Comportamiento animal.....	83
4.4.5.1- Comparación de actividades entre tratamientos.....	83
4.4.5.2- Evolución de actividades por tratamiento.....	85
4.4.5.3- Análisis diario de las actividades de comportamiento animal.....	86
4.5- ESTIMACION DE REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES Y APORTES DE LOS SUPLEMENTOS.....	87
4.6 - ANALISIS ECONOMICO.....	90
4.6.1- Análisis de las alternativas de suplementación.....	91
4.6.1.1- Análisis de sensibilidad.....	92
4.6.2- Análisis económico de la suplementación en un esquema de cría vacuna.....	94

<b>5 – CONSIDERACIONES FINALES.....</b>	<b>97</b>
<b>6 – CONCLUSIONES.....</b>	<b>99</b>
<b>7 – RESUMEN.....</b>	<b>100</b>
<b>8 – SUMMARY.....</b>	<b>102</b>
<b>9 – BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>104</b>
<b>10 – ANEXO.....</b>	<b>112</b>

## **INDICE DE CUADROS Y FIGURAS**

<b>Cuadro 1-</b> Rendimientos anuales de pasturas naturales del Uruguay (tt Ms/ha/año).....	5
<b>Cuadro 2-</b> Distribución estacional del forraje de la Unidad Alférez.....	6
<b>Cuadro 3-</b> Contribución de las principales especies en una pastura de la Unidad Alférez.....	7
<b>Cuadro 4-</b> Valores estacionales de DMO, PC y FDA, según la frecuencia de corte (F. Corte) para la Unidad Alférez.....	7
<b>Cuadro 5-</b> Contenido de Macro y Microminerales en la materia seca de pasturas naturales del Uruguay.....	10
<b>Cuadro 6-</b> Requerimientos de energía metabolizable (Mcal/día) de terneras en crecimiento.....	16
<b>Cuadro 7-</b> Requerimientos de energía metabolizable (EM=Mcal/día) y de proteína metabolizable (PM=g./día), para hembras en crecimiento y alimentadas con dietas de 2,39 Mcal /kg MS de EM o qm=0,54.....	17
<b>Cuadro 8-</b> Requerimientos de proteína (g./día) de animales en crecimiento, según peso y ganancia diaria.....	17
<b>Cuadro 9-</b> Requerimientos de proteína metabolizable para animales en crecimiento y terminación según NRC.....	18
<b>Cuadro 10-</b> Respuesta a la suplementación de novillos en Nueva Zelanda.....	38
<b>Cuadro 11-</b> Ganancia de peso de novillos de sobre año a dos presiones de pastoreo y tres niveles de suplementación.....	40
<b>Cuadro 12-</b> Respuesta esperada a la suplementación en función de la disponibilidad y calidad de pasturas frente a diferentes fuentes de suplementos.....	42
<b>Cuadro 13-</b> Características nutricionales de diferentes tipos de granos utilizados en la suplementación energética.....	43
<b>Cuadro 14-</b> Características de subproductos energéticos agroindustriales.....	44
<b>Cuadro 15-</b> Composición química del Afrechillo de Arroz (% MS).....	45
<b>Cuadro 16-</b> Relación entre el nivel de suplemento y respuesta a la suplementación..	48

<b>Cuadro 17-</b> Resumen de resultados de suplementación invernal en terneras.....	<b>54</b>
<b>Cuadro 18-</b> Composición química del afrechillo de arroz y de la formulación comercial.....	<b>57</b>
<b>Cuadro 19-</b> Evolución del disponible de la pastura (kg MS/ha).....	<b>65</b>
<b>Cuadro 20-</b> Evolución de altura de forraje (cm).....	<b>67</b>
<b>Cuadro 21-</b> Valor nutritivo promedio del campo natural según tratamiento.....	<b>70</b>
<b>Cuadro 22-</b> Valor nutritivo del afrechillo de arroz y de la formulación comercial....	<b>74</b>
<b>Cuadro 23 -</b> Peso promedio por tratamientos (kg/animal).....	<b>77</b>
<b>Cuadro 24-</b> Eficiencia de conversión del suplemento.....	<b>82</b>
<b>Cuadro 25-</b> Comparación del tiempo destinado a cada actividad por tratamiento según fecha de determinación.....	<b>83</b>
<b>Cuadro 26-</b> Requerimientos de energía y proteína metabolizable (EM, PM) por tratamiento.....	<b>88</b>
<b>Cuadro 27-</b> Aportes de energía y proteína metabolizable por el suplemento.....	<b>88</b>
<b>Cuadro 28-</b> Consumo estimado de forraje por tratamiento.....	<b>89</b>
<b>Cuadro 29-</b> Diferencia entre requerimientos de proteína metabolizable (PM) y los aportes de los suplementos en este nutriente (g./an/día).....	<b>90</b>
<b>Cuadro 30-</b> Performance animal y consumo de suplemento por tratamiento.....	<b>90</b>
<b>Cuadro 31-</b> Beneficio neto marginal de la alternativa de suplementación.....	<b>91</b>
<b>Cuadro 32-</b> Comportamiento de algunas variables económicas en el T2 y T3.....	<b>92</b>
<b>Cuadro 33-</b> Beneficio neto marginal (US\$/an) de la suplementación con afrechillo de arroz sensibilizando el precio del suplemento y del kg de ternera.....	<b>92</b>
<b>Cuadro 34-</b> Beneficio neto marginal de la suplementación con la formulación comercial sensibilizando el precio del suplemento y del kg ternera.....	<b>93</b>
<b>Cuadro 35-</b> Composición del rodeo según edad al primer entore de las vaquillonas.	<b>94</b>

<b>Cuadro 36-</b> Producción de dos rodeos similares (dotación) según edad al primer entore.....	<b>95</b>
<b>Cuadro 37 -</b> Beneficio económico del adelanto en la edad al primer entore.....	<b>95</b>
<b>Cuadro 38-</b> Comportamiento de algunas variables económicas producto del adelanto en la edad al primer entore.....	<b>96</b>
<b>Figura 1-</b> Relación entre disponibilidad y altura de forraje en campo natural en invierno.....	<b>12</b>
<b>Figura 2-</b> Relación ente disponibilidad de forraje y consumo animal.....	<b>21</b>
<b>Figura 3-</b> Relación entre altura de la pastura y componentes del consumo.....	<b>23</b>
<b>Figura 4-</b> Valor nutritivo de la dieta cosechada por ovinos y vacunos sobre campo natural.....	<b>26</b>
<b>Figura 5-</b> Relaciones entre pastura y suplemento.....	<b>35</b>
<b>Figura 6 y 7-</b> Parte de los materiales utilizados para las determinaciones de pastura.....	<b>59</b>
<b>Figura 8 y 9-</b> Imágenes de dos lotes de animales consumiendo suplemento.....	<b>61</b>
<b>Figura 10-</b> Disponibilidad promedio de forraje (kg MS/ha).....	<b>66</b>
<b>Figura 11-</b> Altura promedio de forraje (cm).....	<b>67</b>
<b>Figura 12-</b> Relación entre disponibilidad y altura de regla del campo natural.....	<b>69</b>
<b>Figura 13-</b> Evolución del valor nutritivo del campo natural, estimado como promedio entre T1, T2 y T3 para cada una de las variables de calidad (DMO, PC, FDA FDN).....	<b>72</b>
<b>Figura 14-</b> Porcentaje de la fracción verde y seca para los tratamientos T1, T2 y T3 según fecha de muestreo.....	<b>73</b>
<b>Figura 15-</b> Evolución del peso vivo de los animales por tratamiento.....	<b>76</b>
<b>Figura 16-</b> Evolución de la ganancia diaria de peso por tratamiento.....	<b>78</b>

<b>Figura 17-</b> Ganancia diaria de peso por tratamiento durante el período 1.....	<b>78</b>
<b>Figura 18-</b> Ganancia diaria de peso por tratamiento durante período 2.....	<b>79</b>
<b>Figura 19-</b> Ganancia diaria de peso por tratamiento en el período experimental.....	<b>81</b>
<b>Figura 20-</b> Tiempo promedio dedicado a cada actividad por tratamiento.....	<b>84</b>
<b>Figura 21-</b> Evolución del tiempo destinado a cada actividad por tratamiento.....	<b>85</b>
<b>Figura 22-</b> Tiempo destinado a cada actividad según el momento del día.....	<b>86</b>



## **1 - INTRODUCCION**

La mayoría de la producción pecuaria del Uruguay se desarrolla sobre campo natural, el cual ocupa el 86.2 % del área dedicada al ganadería (DIEA, 1998). En la Región Este, la cual representa el 24,5 % del país totalizando una superficie de 4 millones de hectáreas, predominan sistemas extensivos de producción ganadera asociados fundamentalmente a la cría, los que presentan bajos niveles de productividad e inversión, basados en el uso de pasturas naturales como principal fuente de alimento.

Estas se caracterizan por presentar tapices netamente estivales, donde la escasa oferta invernal de forraje en cantidad y calidad, asociada al hecho de que la etapa de recría no es considerada prioritaria, son las principales limitantes que conducen a entorar faenar animales a edades muy avanzadas determinando que éste proceso se realice ineficientemente. Sin embargo es la etapa de crecimiento en la vida del animal, donde es más eficiente para convertir alimento en músculo; y como es sabido restricciones muy severas, especialmente de proteína, son muy frecuentes en nuestros sistemas de producción y afectan el tamaño adulto final del animal.

Todas las alternativas manejadas para mejorar el comportamiento animal durante la época invernal, transitan necesariamente por elevar el nivel nutritivo de los animales en dicho período. Por lo tanto el Programa Nacional de Bovinos para Carne del INIA viene realizando una serie de trabajos de investigación acerca de la suplementación invernal de la recría, en donde se han estudiado distintas alternativas de uso del CN, de suplementos (granos y subproductos) y de pasturas mejoradas, teniendo en cuenta objetivos definidos en cuanto a las ganancias de peso requeridas en terneras y vaquillonas para un correcto desarrollo del animal y aprovechar el crecimiento compensatorio en primavera.

La suplementación con subproductos agroindustriales en el período invernal, surge como una de las alternativas posibles para obtener ganancias de peso moderadas en ésta etapa. Su implementación casi inmediata, que permite aprovechar coyunturas de precio favorables; la gran flexibilidad de poder ajustar la composición química y contenido energético de acuerdo con la base forrajera, la categoría animal y el objetivo de producción; constituyen, entre otras, claras ventajas de ésta tecnología (Pigurina, 1991; Orscarberro, 1993).

El objetivo de producción a largo plazo, que escapa a los perseguidos en éste trabajo (evaluación del primer año de vida), es adelantar el crecimiento y desarrollo de los animales de forma de obtener pesos de entore a los dos años, lo que permite deshacerse de una categoría improductiva y aumentar la eficiencia global de todo el sistema.

Teniendo en cuenta los antecedentes mencionados y las ventajas que plantea esta alternativa, como forma de generar y avanzar en la información referida a la suplementación, se diseñó el presente experimento, con los objetivos e hipótesis que se describen a continuación.

**Objetivos:**

- Comparar la respuesta en ganancia diaria de peso de terneras de destete suplementadas con afrechillo de arroz y una formulación comercial, que pastorean campo natural durante el invierno.
- Evaluar económicamente la utilización de las dos fuentes de suplementos anteriormente mencionadas, y su posible variación frente a cambios en el precio del suplemento o del producto animal obtenido.

**Hipótesis:**

- Terneras suplementadas pastoreando campo natural registran aumentos de peso durante su primer invierno, mientras que las no suplementadas presentan pérdidas de peso.
- Frente a disponibilidad limitante de pastura, la suplementación con la formulación comercial registra mayores ganancias diarias de peso y/o es más eficiente en términos económicos que el afrechillo de arroz.

## **2 - REVISION BIBLIOGRAFICA**

### **2.1- CARACTERIZACION DE LA BASE FORRAJERA**

#### **2.1.1- CARACTERISTICAS DE LA REGION ESTE**

La Región Este representa el 24.5 % de la superficie total del país y comprende los departamentos de Maldonado, Rocha, Lavalleja, Treinta y Tres, y parte de Cerro Largo; totalizando una superficie de alrededor de 4 millones de hectáreas, lo cual significa que ocupa aproximadamente la cuarta parte del Uruguay. Donde las pasturas naturales representan aproximadamente el 90 % de los recursos forrajeros en la Región (Ayala *et al.*, 1999).

Presenta un abanico muy variado de suelos y pasturas naturales con diferencias importantes en sus caracteres intrínsecos y en su capacidad de uso. Sin embargo, tanto suelos como pasturas también muestran uniformidad en ciertos parámetros, que no solo son determinantes de su comportamiento, sino que lo que es más importante, imponen y definen posibilidades de mejora y los rubros mas convenientes para la región, sin perder de vista las ventajas competitivas que ofrecen para el desarrollo de las mismas.

Teniendo en cuenta la topografía, los suelos y las pasturas prevalentes, la Región Este puede ser dividida en tres grandes zonas ecológicas: Alta o de Sierras, Onduladas o de Colinas y Lomadas, y Baja o de Llanuras. La zona Ondulada o de Colinas y Lomadas ocupa 1 millón de hectáreas, de las cuales la mitad es de colinas con pendientes suaves (2 %) y moderadas (12 %), y las restantes 500 mil hectáreas son Lomadas con pendientes suaves (1-4 %). Ambas, Colinas y Lomadas, presentan porcentajes importantes de suelos relativamente más profundos que los de la zona Alta.

La mayoría de los suelos de la Región se caracterizan por ser moderada a fuertemente ácidos y fértilmente pobres con deficiencia crónica de fósforo, presentando la mitad de los mismos alta fijación de éste nutriente. También pueden presentar condiciones extremas de humedad, con excesos pronunciados por mal drenaje y carencias marcadas por sequías, al poseer baja capacidad de almacenaje de agua.

A los efectos de caracterizar los tipos de suelos de la zona de Lomadas, se describe a continuación las principales características de la unidad de suelos Alférez, la cual representa el 67 % del área de dicha zona y contiene los suelos más fértiles (Más, 1978).

Esta ocupa una superficie de 309.126 hectáreas, representando el 1.75% del territorio nacional; el relieve es de lomadas suaves y fuertes, comúnmente con

interfluvios aplanados. La vegetación es de pradera predominantemente estival de tapiz denso. Los suelos dominantes son Brunosoles subéutricos lúvicos y Argisoles subéutricos melánicos abrupticos, siendo los asociados Planosoles subéutricos y éutricos melánicos y Argisoles éutricos melánicos abrupticos. Las principales características inferidas y asociadas de estos tipos de suelos son: pendiente moderada, pedregosidad y rocosidad nulas, fertilidad natural media, permeabilidad lenta, drenaje moderado a imperfecto, con riesgo de erosión en uso agrícola.

## **2.1.2- PASTURAS NATURALES**

### **Generalidades**

El principal componente del campo natural son las gramíneas, las cuales alcanzan a un número cercano a 400 especies (Del Puerto, 1969). Completando éste grupo se encuentra una cantidad pequeña de leguminosas y un conjunto elevado de malezas. El componente gramínea está constituido por dos grupos fundamentales: especies invernales (tipo C3) y especies estivales (tipo C4), siendo éstas últimas las que predominan en el tapiz. Ello se debe a la particular ubicación del territorio nacional, entre 30° y 35° de latitud sur, con costa oceánica y baja altitud (Carámbula, 1997).

La abundancia de las especies tipo C4 en las pasturas del país sería provocada además por el hecho de que éstas plantas usan más eficientemente el nitrógeno y el agua que las especies C3 y en consecuencia poseen una mayor adaptación a suelos de baja fertilidad y baja capacidad de almacenaje de agua con un régimen pluviométrico muy variable. El hecho de que los suelos más fértiles y profundos son los que ofrecen una distribución más equilibrada, con una entrega invernal de forraje relativamente superior a la de los suelos pobres, confirma dicho razonamiento (Carámbula *et al.*, 1997). Este desbalance a favor de las especies C4 ha sido provocado, también en parte, por la severa persecución que por mal manejo han debido soportar las pocas especies invernales nativas productivas y de calidad, en el período más deficiente de forraje del año (Ayala *et al.*, 1999).

La población de leguminosas nativas es muy pobre, producto de la carencia de fósforo en los suelos y el efecto del sobrepastoreo anteriormente mencionado, por lo que la introducción de nitrógeno al ecosistema es prácticamente nulo.

Por consiguiente, las pasturas naturales del país presentan una marcada estacionalidad, donde la oferta de forraje en cantidad y calidad durante el invierno, constituye el principal limitante de la performance animal. Este aspecto adquiere características de gran destaque específicamente en la Región Este, donde los campos presentan un tapiz netamente estival (Ayala *et al.*, 1993).

### 2.1.2.1- Producción anual

La producción de forraje de las pasturas naturales varia con el tipo de suelo, en un rango comprendido entre 0.8 y 4.0 (tt MS/ha/año), para suelos superficiales sobre Basalto y profundos sobre Fray Bentos, respectivamente (Cuadro 1). Se debe destacar que áreas importantes del territorio nacional presentan rendimientos deficitarios para la producción animal (Carámbula, 1997).

**Cuadro 1. Rendimientos anuales de pasturas naturales del Uruguay (tt Ms/ha/año).**

Suelos	Rendimiento	Suelos	Rendimiento
Basalto muy superficial	0.8	Aluvión Moderno Gley	2.3
Este Zona Alta	1.4	Areniscas Tacuarembó	2.5
Cretáceo	1.5	Este Lomadas	3.6
Este Zona Baja	1.5	Yaguará	2.5
Cristalino superficial	1.8	Pampeano	3.5
Este Colinas	2.0	Fraile Muerto	3.6
Cristalino Profundo	2.1	Basalto Profundo	3.8
Aluvión Moderno Planosol	2.3	Fray Bentos	4.0

Fuente: Adaptado de Carámbula (1997) y de Ayala *et al.* (1999).

En general, los rendimientos anuales menores se registran en las pasturas naturales sobre suelos superficiales, suelos con mal drenaje (Región Este), y algunos suelos arenosos muy pobres, mientras que los mayores han sido registrados en pasturas naturales sobre Fray Bentos, Basalto profundo, Fraile Muerto y Pampeano.

En lo que respecta a la Región Este, la producción de pasturas naturales en la zona de Lomadas es de 3.6 (tt de MS/ha/año) y 1.4-1.5 (tt MS/ha/año), para las zonas de Sierras y Llanuras respectivamente; debiéndose destacar por lo tanto que áreas muy importantes de esta región presentan rendimientos bajos, cuando se los compara con la mayoría de los suelos del país, al punto que solo Basalto superficial y Cretáceo, muestran rendimientos inferiores (Ayala *et al.*, 1999).

### 2.1.2.2- Producción estacional

Las variaciones estacionales en la producción de forraje de una pastura, en una determinada región, dependen de la composición del tapiz asociado a tipos de suelos y a las condiciones fundamentalmente de humedad y temperatura (Ayala *et al.*, 1993).

Como se aprecia en el cuadro 2, las pasturas naturales de la Región Este se caracterizan por una limitada oferta de forraje con una marcada estacionalidad. Así, el aporte invernal no supera el 10 % del total anual, consecuencia de la escasa contribución de las pocas especies invernales presentes. Esto determina tasas de crecimiento ínfimas en invierno (menores a 5 kg MS/ha/día) con las consiguientes carencias forrajeras y por ende bajas performances productivas. El verano por el

contrario, es determinante de los rendimientos anuales (38-40% del total anual), siendo las especies estivales (C4) predominantes responsables del principal aporte (Ayala y Carámbula, 1995).

**Cuadro 2. Distribución estacional del forraje de la Unidad Alférez.**

<i>Otoño</i> (%)	<i>Invierno</i> (%)	<i>Primavera</i> (%)	<i>Verano</i> (%)	<i>Prod. Total</i> (kg MS/ha)
23.4	9.7	28.9	38	3626

Fuente: Ayala *et al.* (1999).

Promedio de 8 años (1992-1998)

Según Carámbula (1997), el inconveniente principal que deben enfrentar los animales en pastoreo es la falta de energía, ya que los bajos rendimientos de las pasturas, especialmente en invierno, restringen seriamente el consumo animal. El valor nutritivo de las pasturas naturales no resulta bajo en la mayoría de los casos, siendo más importante como factores limitantes la cantidad de forraje disponible y la distribución estacional del mismo.

#### **2.1.2.3- Variabilidad productiva**

De acuerdo con Ayala *et al.* (1993) la productividad de un campo no se puede juzgar solamente por su rendimiento total de forraje, sino que además es necesario considerar la distribución estacional y la variabilidad de la producción. El invierno es la estación que presenta un mayor déficit y un menor rango de variación entre años, afectado básicamente por la temperatura. Por el contrario, otoño, primavera y principalmente el verano están más influenciados por las lluvias, siendo ésta última la estación más variable de todas, aunque la más influyente en la producción de forraje (Ayala *et al.*, 1999).

Las curvas de producción de materia seca ofrecen registros máximos en primavera-verano (10-15 kg MS/ha/día), mientras que en invierno la deficiencia es muy marcada, con crecimientos mínimos o nulos en esta estación; déficit que aun en los mejores años resulta crítico para categorías sensibles o de altos requerimientos (Ayala *et al.*, 1999).

#### **2.1.2.4- Composición botánica**

La mayoría de las especies constituyentes de las pasturas naturales (80 a 85 %) son estivales perennes y a pesar de la gran biodiversidad que éstas presentan, el número de especies que contribuyen mayoritariamente al comportamiento de dichas pasturas, es bajo. Entre las principales especies se deben destacar la asociación pasto horqueta-pasto chato (*Paspalum notatum*-*Axonopus affinis*), la cual contribuye con un porcentaje importante a dicha producción (Ayala *et al.*, 1999).

En el cuadro 3 se observa el comportamiento anteriormente mencionado, donde el 77 % del total de la producción de forraje es logrado por la contribución de solamente 10 especies (Ayala *et al.*, 1993).

**Cuadro 3. Contribución de las principales especies en una pastura de la Unidad Alférez.**

<i>Especies</i>	<i>Contribución (%)</i>	<i>Especies</i>	<i>Contribución (%)</i>
Paspalum notatum	16.7	Stenotaphrum secundatum	6.6
Axonopus affinis	13.5	Panicum miliodes	4.3
Ciperáceas	8.8	Cynodon dactylon	3.9
Coellorahachis selloana	8.7	Setaria geniculata	3.7
Paspalum dilatatum	7.4	Axonopus argentinus	3.5

Fuente: Ayala *et al.* (1993).

#### **2.1.2.5- Valor nutritivo**

A pesar de que la adaptación natural de las especies C4 les permite aprovechar eficientemente el medio que se les ofrece, desafortunadamente no solo su producción invernal es baja, sino que además su valor nutritivo no alcanza a cubrir los requerimientos del ganado en dicha época crítica (Carámbula *et al.*, 1998).

Tanto la digestibilidad como la proteína y la fibra pueden ser buenos indicadores de la calidad del forraje y de la factible respuesta en producción animal obtenida a partir de éste (Carámbula, 1992).

Con el cometido de caracterizar el valor nutritivo de las pasturas en la Región Este, y más específicamente de la unidad Alférez, se presenta en el cuadro 4 un resumen de los resultados obtenidos por Carámbula *et al.* (1997) en los niveles de DMO, PC, y FDA por estación, y para diferentes frecuencias de corte. Cabe destacar que los resultados son promedios de cinco años de evaluación (1991-1996) sobre pasturas naturales.

**Cuadro 4. Valores estacionales de DMO, PC y FDA, según la frecuencia de corte (F. Corte) para la Unidad Alférez.**

	<i>Otoño</i>		<i>Invierno</i>		<i>Primavera</i>		<i>Verano</i>	
	30	90	30	90	30	90	30	90
<b>F. Corte</b>								
<b>DMO (%)</b>	49.8	46.8	46.9	45.1	52.9	46.2	49.8	45.4
<b>PC (%)</b>	10.9	7.7	10.5	9.8	9.7	7.4	8.7	6.8
<b>FDA (%)</b>	38.2	43.1	43.4	37.5	41.6	41.3	44.4	43.3

Fuente: Carámbula *et al.* (1997).

(Promedio 1991-1996)

El análisis de dichos resultados se realizara conforme se describan cada uno de los parámetros que afectan la calidad del campo natural (DMO, PC, FDA).

#### **2.1.2.5.1- Digestibilidad**

La digestibilidad es afectada por diversos factores inherentes a la pastura. Entre los más importantes es posible destacar el tipo y estado fisiológico (grado de madurez) de las especies consideradas (Ayala *et al.*, 1996).

Carámbula (1997), señala que la digestibilidad de las pasturas naturales se presenta como relativamente baja debido supuestamente en parte por la predominancia de las mencionadas especies estivales (tipo C4) que dominan el tapiz, las que por características innatas de este grupo, incluyendo aspectos morfológicos y fisiológicos, presentan niveles de digestibilidad menores a las invernales (tipo C3). Con respecto al estado fisiológico Pigurina (1991) indica que a medida que la planta madura aumenta el contenido de componentes estructurales de más difícil digestión en el retículo rumen (fibra) y por lo tanto inversamente relacionados con el contenido de energía. La menor tasa de pasaje de estos materiales va asociada a un menor consumo por parte del animal.

Los resultados obtenidos por Carámbula *et al.* (1997) (cuadro 4) confirman dicho razonamiento, donde se reduce la digestibilidad conforme avanza el ciclo desde primavera hacia el verano; o por acumulaciones de forraje mayores a 30 días. Los niveles promedio de digestibilidad registrados para invierno en dicho trabajo de 46.9 y 45.1 %, son similares a los reportados por Scaglia (1995) y (1998), 42 % y 50.5 % de DMO, y levemente superiores a los reportados por Carrera *et al.* (1996) de 40 % con un 60 % de restos secos para la Región Este en la U.E.P.P.

Niveles inferiores de DMO para la estación invernal fueron obtenidos por Quintans *et al.* (1993) de 35% y Gómez *et al.* (1995) de 34%. Cabe acotar que los bajos niveles registrados en este parámetro por estos autores, fueron atribuidos a la alta proporción de restos secos presentes en el disponible (70 a 75%) con valores de digestibilidad entorno a 28 %, y baja de la fracción verde (25 a 35%) con niveles aceptables de digestibilidad del orden de 60%.

#### **2.1.2.5.2- Proteína**

El contenido proteico del forraje varía entre otras cosas con el tipo de especies, la etapa de crecimiento, la parte de la planta, la fertilidad del suelo y las condiciones ambientales imperantes (Minson, 1990; citado por Ayala *et al.*, 1996). Carámbula (1997) señala que especies templadas (tipo C3) o especies leguminosas poseen un mayor contenido proteico respecto a especies tropicales (ciclo C4) o especies de gramíneas.

Respecto a la etapa de crecimiento y condiciones ambientales, se puede observar en el cuadro 4, que el porcentaje de proteína muestra decrementos desde la



primavera hacia el verano como consecuencia de la maduración de especies, siendo esta disminución tanto mayor a medida que se incrementa el período de acumulación de forraje (Carámbula *et al.*, 1997). En el mismo trabajo, el contenido de proteína cruda para la estación invernal se ubicó en torno a 10.5 y 9.8 % de PC. Valores similares son reportados por Scaglia (1995) y (1998), de 9.4 y 9.35 %; Ayala *et al.* (1996), de 10.8 % PC para fracción verde.

Similarmente a lo reportado con digestibilidad, niveles inferiores de proteína fueron encontrados por Quintans *et al.* (1993), 7.2 %; Gómez *et al.* (1995), 5.6 %. Los bajos tenores proteicos en el forraje disponible en estos ensayos fueron explicados por las mismas razones, alta proporción de restos secos y bajo porcentaje de verde, ya que para este último se obtuvo entre 8.5- 9.5 % de PC, mientras que para el seco fue de 6.0-4.4 % de PC.

### 2.1.2.5.3- Fibra

El valor nutritivo de una pastura se correlaciona negativamente con el contenido de fibra, ya que está integrada por aquellos componentes menos digestibles de la planta. La fibra puede usarse para calcular el contenido energético, la digestibilidad y el consumo potencial de los forrajes.

La fracción fibra insoluble en detergente neutro (FDN) o de paredes celulares, contiene el total de fibra de un forraje; e incluye celulosa, hemicelulosa, lignina y proteína dañada por el calor. Debido a estos componentes químicos y su asociación con el volumen de los alimentos, la FDN está asociada con el consumo y con el llenado ruminal. La fracción fibra detergente ácida (FDA), contiene celulosa, lignina, y proteína dañada por el calor; y está asociada con la indigestibilidad de los forrajes. Por lo tanto la FDA es un indicador de la disponibilidad de energía de la dieta, y es normalmente el parámetro utilizado para estimar la energía neta (EN) y los nutrientes digestibles totales (NDT) de un alimento (García, 1991b).

Figurina *et al.* (1998a), sostienen que la técnica utilizada para calcular DMO *in vitro* (Tilley y Terry, 1963) presenta limitantes en la estimación de la energía en pasturas de campo natural. Así mismo Montossi *et al.* (2000), expresan la existencia de una alta correlación entre FDA y Digestibilidad (DMS), afirmando que la estimación indirecta del nivel de energía de CN a partir de FDA tendría mayor grado de precisión, además de presentar mayor facilidad de análisis en laboratorio y repetibilidad. Estos últimos autores determinaron que estos dos parámetros se pueden asociar mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ DMS} = 88.9 - (\% \text{ FDA} \times 0.779)$$

En el resumen de resultados de valor nutritivo para la Región Este (cuadro 4), Carámbula *et al.* (1997) obtuvieron valores promedios de FDA en torno a 43.4 y 37.5 % para la estación invernal, y según se observa los máximos valores se dan

principalmente en primavera y verano, los cuales acompañan el final del ciclo productivo de las especies estivales. Similarmente Ayala *et al.* (1996) en un ensayo de valor nutritivo sobre pasturas naturales en la misma región reportan valores promedio de FDA para la fracción verde de 40.4%, registrándose los niveles mínimos en invierno (38.6%), y máximos en verano (42.8%).

Para la fracción FDN se encontraron escasos ensayos de evaluación en éste parámetro para la Región Este, donde Azanza y Franchi (1999), reportan para la estación invernal en campo natural durante el invierno valores comprendidos entre 74.28% y 72.30%.

#### 2.1.2.6- Minerales

Proteína y energía son los componentes nutricionales que explican el mayor porcentaje de la respuesta animal en las condiciones del país. Sin embargo, pueden existir déficit de otros elementos como minerales (calcio, fósforo y otros) que podrían afectar de una forma u otra la utilización de los dos principales componentes antes mencionados (Scaglia, 1995).

Los animales en pastoreo tienen un alto poder de selección, en particular los ovinos, por lo que, además de elegir las plantas, pueden consumir partes de ellas, en especial las hojas que tienen mayor concentración de nutrientes que los tallos (Heady y Child, 1994; Holechek *et al.*, 1989; citados por Berreta, 1996).

Carámbula (1997) expresa que el contenido de minerales de las pasturas naturales no refleja el contenido de minerales de la dieta del animal en pastoreo, ya que los animales pastorean en forma selectiva y la composición mineral del forraje varía con distintos factores (suelo, especie vegetal, parte de la planta, época del año; Mc Dowell *et al.*, 1984).

En el cuadro 5 se presenta el contenido promedio de minerales en pasturas naturales del Uruguay reportado por Ungerfeld (1998). Dicho trabajo es una recopilación y análisis del contenido de macro y microminerales de pasturas naturales, realizado a partir de 91 trabajos nacionales publicados.

**Cuadro 5. Contenido de Macro y Microminerales en la materia seca de pasturas naturales del Uruguay.**

<i>Macromineral</i>	<i>Media (%)</i>	<i>Micromineral</i>	<i>Media (ppm)</i>
Potasio	1.45	Hierro	746
Calcio	0.32	Manganeso	223
Magnesio	0.17	Zinc	24.2
Azufre	0.15	Cobre	6.8
Fósforo	0.14	Cobalto	0.23
Sodio	0.04	Selenio	0.06

Fuente: Adaptado de Ungerfeld (1998).

El **Fósforo** es el nutriente mineral con mayor déficit y su contenido en las pasturas naturales no alcanza a cubrir las necesidades del animal en pastoreo (Carbajal *et al.*, 1987; citados por Berretta, 1996)

Ungerfeld (1998) señala que los principales factores que determinan el contenido de fósforo en nuestras pasturas naturales son el material madre y la textura, donde suelos livianos sobre Areniscas y Cretácico presentan los menores contenidos, mientras que los suelos de Fray Bentos y Yaguarí registran los tapices más ricos en este mineral. Berretta (1996) en estudios de valor nutritivo de pasturas naturales sobre suelos de Basalto y Fray Bentos concluye que el contenido de fósforo en las especies evaluadas de campo natural, es en general bajo, por lo que sería necesario suplementar con éste elemento a lo largo de todo el año.

Los factores que más influyen sobre el contenido de **Calcio** en las pasturas naturales son: la disponibilidad de materia seca, correlacionada negativamente con el contenido de este mineral, y la estación del año, determinando niveles máximos para otoño- invierno, decreciendo hacia la primavera y verano (Ungerfeld, 1998). Berretta (1996) en el trabajo anteriormente mencionado, concluye que los niveles de Calcio presentes en las pasturas (0.5-0.7 %) serían suficientes para cubrir los requerimientos diarios de dicho nutriente para vacunos (0.3-0.6 %).

El contenido de **Magnesio** en la vegetación es determinado por el tipo de material madre, por lo que pasturas de la Región Este y de Areniscas presentan 0.16 % de Mg, Basalto y Basamento Cristalino 0.18 %; mientras que Fray Bentos registra 0.20 % de Mg. Otras variables como disponibilidad de MS, textura, variación estacional, y otros, presentan escasa relación con el contenido de Magnesio en la pastura (Ungerfeld, 1998).

El principal factor vinculado al contenido de **Hierro** en nuestras pasturas es la estación del año, seguido por textura y material madre. Referente al primero, el otoño e invierno son las estaciones de mayor status de este mineral, mientras que primavera y sobre todo verano presentan los menores contenidos de Fe. Con respecto a los suelos, aquellos de textura más pesada y sobre areniscas presentan los niveles mínimos (Ungerfeld, 1998).

**Calcio, Zinc, cobre y cobalto** pueden encontrarse en concentraciones marginales, bajo algunas circunstancias (Carambula, 1997)

#### **2.1.2.7- Relación altura-disponible**

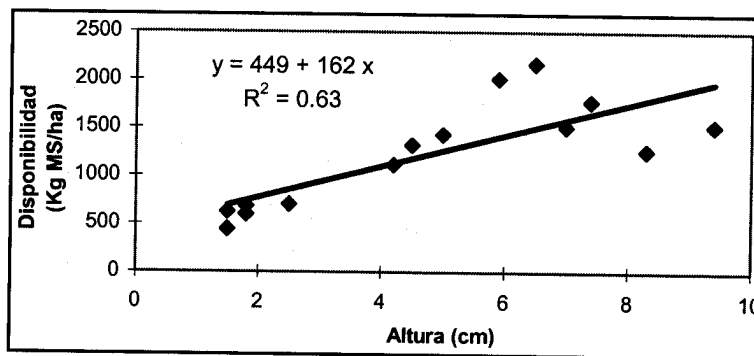
La estimación y monitoreo de la disponibilidad de forraje presente en los sistemas pastoriles, es de fundamental importancia para ser utilizado como un método objetivo para ajustar decisiones de manejo de pasturas y animales, buscando hacer coincidir las fluctuaciones estacionales de crecimiento de pasturas con los requerimientos de las diferentes categorías y especies que integran el sistema

productivo. Sin embargo la estimación de este parámetro requiere disponer de personal entrenado, de infraestructura y asumir ciertos costos.

En la actualidad existen métodos indirectos para determinar la disponibilidad de pasturas dentro de los cuales se pueden mencionar: rising plate meter (RPM), apreciación visual, y altura de regla. Sin embargo, la información disponible en el ámbito nacional es muy escasa, en relación a la estimación de disponibilidad de forraje sobre pasturas naturales en base al uso de RPM y altura de regla tanto para campo natural como para mejoramientos (Montossi *et al.*, 1998).

Estos mismos autores evaluaron la relación entre disponibilidad y altura de forraje medida por regla graduada y RPM para diferentes estaciones y comunidades de plantas en Basalto, concluyendo que la mayor precisión observada para las estimaciones de regla en comparación con el RPM, junto a otras consideraciones asociadas al costo, conveniencia y practicidad, le daría ventajas comparativas al uso de regla graduada. Los mejores ajustes entre estas variables (disponibilidad vs altura medida por regla) lo obtuvieron utilizando ecuaciones del tipo lineal, donde los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) obtenidos fueron medios a altos (0.63-0.88) dependiendo de la estación del año. Para campo natural durante la estación invernal ( $R^2=0.63$ ) se registró que por cada aumento en 1 cm de la altura de forraje se incrementó la disponibilidad 162 kg MS/ha (Figura 1).

**Figura 1- Relación entre disponibilidad y altura de forraje en campo natural en invierno.**



Fuente: Montossi *et al.* (1998).

En la zona de lomadas del Este, existen escasos trabajos en los cuales se registra la altura de la pastura y su relación con el disponible. Carrera *et al.* (1996) trabajando sobre campo nativo de la UEPP obtuvieron una correlación de 0.67 entre altura de forraje medida por regla graduada y disponibilidad de pastura, donde no se describe la ecuación que relaciona estas variables. Scaglia (1998) en un ensayo de suplementación invernal de vacas de cría gestantes pastoreando campo natural registra que para disponibilidades de 1730, 1650 y 1870 kg MS/ha, la altura de la pastura fue 2.4, 2.5 y 3.1 cm, respectivamente.

## 2.2- PERFORMANCE ANIMAL

La recría es la etapa de desarrollo del animal desde el destete hasta el momento del entore en las hembras, o su ingreso a las invernadas en los machos. Generalmente, en nuestras condiciones extensivas, ésta etapa no es considerada prioritaria por varios motivos, lo que conduce a entorar y faenar a edades muy avanzadas. Sin embargo, 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 ésta etapa (especialmente de proteína), y que son muy frecuentes en nuestras condiciones de producción, afectan el tamaño final adulto del animal.

Los principales momentos críticos de las categorías de recría, son sin duda el primer y segundo invierno (muda de dientes), donde las condiciones climáticas y la cantidad y/o calidad de las pasturas del campo natural no permiten aprovechar este período de crecimiento, de acuerdo a los objetivos bien definidos en cuanto a peso y edad de entore o faena (Pigurina *et al.*, 1997).

El ternero destetado es una categoría que ha sufrido un gran estrés al separarlo de su madre. El destete implica un cambio en la alimentación al no contar con la leche materna y cambios de comportamiento al faltarle la protección y el “efecto madre”. A estos problemas se agregan los efectos de la yerra y los rigores del invierno con frío y escasez de cantidad y calidad de pastura.

Todo esto hace que en condiciones normales de invierno, los terneros pierdan 10-15% de su peso, o a lo sumo mantengan peso pero desmejoren en estado corporal. También ocurre que una vez entrada la primavera, con mayor oferta de cantidad y calidad de pasturas 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 de los terneros afectando luego su recría y por lo tanto la posterior edad de faena en los machos, de entore en las hembras o las posibilidades de venta (Pigurina, 1993).

Según lo visto anteriormente, ocurren pérdidas de peso y estado corporal durante la estación invernal en terneras sobre campo natural, por lo que interesa discutir mas detalladamente características de la pastura (cantidad y calidad) y del propio animal que inciden sobre el consumo de forraje, el comportamiento animal en pastoreo y la nutrición energética, proteica y mineral que determinan la respuesta productiva en condiciones de pastoreo.

FACULTAD DE AGRONOMIA



SECRETARÍA DE INVESTIGACIONES  
CÁTEDRA DE NUTRICIÓN ANIMAL  
Córdoba, Argentina

## **2.2.1- NUTRICION ANIMAL Y REQUERIMIENTOS**

### **2.2.1.1- Metabolismo energético del rumiante.**

El rumiante ha desarrollado un sistema que le permite el aprovechamiento de fracciones del alimento que no son digeridas por los organismos superiores. Bajo condiciones de pastoreo, el alimento que ingresa al rumen está constituido en su mayor parte por carbohidratos estructurales, de los cuales la celulosa es el más abundante. El tipo de enlace químico presente en la celulosa impide su degradación por parte de las enzimas digestivas, el rumiante debe recurrir entonces a las enzimas producidas por los microorganismos del rumen. En esta relación simbiótica la micropoblación ruminal se beneficia a través de un suministro constante de alimentos en un ambiente controlado dentro de márgenes bastante estrechos. El beneficio del rumiante radica en el aprovechamiento de productos de desecho del metabolismo bacteriano, los ácidos grasos volátiles (AGV), así como de las propias bacterias, que contribuyen con su proteína somática a integrar la proteína metabolizable que ingresa al intestino. Por lo tanto al alimentar al rumiante estamos nutriendo dos sistemas estrechamente relacionados. Uno vive en el rumen y tiene requerimientos específicos de nutrientes; el otro se nutre a expensas de muchos de los productos finales del primero y de nutrientes que puedan escapar a la degradación ruminal (García, 1991a).

Los carbohidratos que ingresan al rumen son digeridos por los microorganismos. Los carbohidratos de pronta disponibilidad son atacados rápidamente y metabolizados casi por completo a dióxido de carbono, agua, calor y ácidos grasos volátiles (principalmente acético, propiónico y butírico). Los productos finales de la digestión de carbohidratos fibrosos (lenta disponibilidad) son los mismos que para los carbohidratos de pronta disponibilidad, salvo que presentan mayores niveles de ácido acético y menores de ácido propiónico (Church y Pond; 1977).

Pordomingo (1993) hace referencia a carbohidratos de pronta disponibilidad, por ejemplo el almidón, y señala que existen diferencias en la composición y tasa de liberación del mismo en distintos sectores del tracto gastrointestinal de rumiantes. El almidón fermentado en el rumen resulta en ácidos grasos volátiles mientras que su digestión en el intestino resulta en azúcares simples (glucosa, fructosa). Este almidón que escapa a la fermentación ruminal es denominado sobrepasante. Cubiertos los requerimientos del rumen, la suplementación postruminal incrementa la oferta de energía a nivel del tracto posterior y determina una mayor eficiencia en la digestión, absorción y metabolismo de la energía dietaria, ésta mayor eficiencia obedece a los productos finales de la digestión que se obtienen en un lado y en otro.

La población presente en el rumen está constituida en su mayor parte por bacterias y protozoarios, en proporción variable, dependiendo de la dieta. Dietas ricas en CHOs de fácil digestión aumentan la proporción de protozoarios, mientras que dietas ricas en CHOs estructurales aumentan la proporción de bacterias ya que

las enzimas de éstas son las responsables de la degradación de la celulosa. Se ha descrito también la presencia de hongos anaeróbicos ruminales que cumplen la función de preparar la fibra para la degradación ulterior por las bacterias celulolíticas, siendo particularmente importantes en dietas con forraje de difícil degradación (García, 1991a).

En los rumiantes, los microorganismos del rumen son capaces de alterar los ácidos grasos de la dieta. Cuando las grasas son ingeridas en las cantidades típicas de los ingredientes comunes a la dieta (2-6%), una proporción elevada de los ácidos grasos no saturados serán saturados en el rumen. Si se ingieren cantidades anormales de grasa, muchos de los ácidos grasos insaturados no se saturarán y pueden causar una fermentación anormal en el rumen (Church y Pond; 1977).

### **2.2.1.2- Metabolismo proteico del rumiante**

La proteína es un nutriente vital, requerido tanto para mantenimiento como para crecimiento, reproducción o lactación. Los rumiantes, a través de la síntesis de proteína microbiana en el rumen tienen la capacidad de utilizar diferentes fuentes de nitrógeno para satisfacer al menos en parte los requerimientos del animal huésped (Acosta, 1994).

La proteína consumida por el rumiante puede ser dividida en dos fracciones:

*Nitrógeno no proteico (NNP)*: los compuestos de NNP son rápidamente metabolizados por la microflora ruminal, que en un medio anaeróbico y fuertemente reductor convierte ese N en amonio, el cual puede ser utilizado para la síntesis de proteína microbiana; el exceso es transformado a urea en el hígado, la que puede retornar al rumen desde la sangre a través de la saliva, o ser eliminada por la orina.

*Nitrógeno como proteína verdadera*: compuesto por dos fracciones que suelen diferir en su capacidad de resistir a la degradación ruminal. La fracción de *proteína degradable en rumen (PDR)* es normalmente metabolizada a péptidos, aminoácidos y finalmente a amonio y esqueletos carbonados, que la flora ruminal utilizará posteriormente como sustrato para la síntesis de su propia materia orgánica, proteína microbiana. La otra fracción corresponde a la *proteína no degradable en el rumen (PNDR)* o *proteína sobrepasante (by-pass)*, de difícil degradación (poco soluble) y por lo tanto escapa a la degradación ruminal y puede ser degradada a nivel de intestino delgado (García, 1991a).

Tanto la proteína microbiana sintetizada en rumen, como la proteína sobrepasante, son las fuentes con que cuenta el rumiante para la digestión y absorción proteica a nivel del intestino delgado.

La mencionada capacidad de síntesis proteica por los microorganismos del rumen, cuando la disponibilidad de nitrógeno no es limitante depende básicamente de la disponibilidad de energía de la dieta (Acosta, 1994). Una dieta con forrajes

secos, picados, y con un contenido de proteína cruda menor al 8 o 9 %, tendría una liberación equilibrada de amonio y energía, determinando el uso de la mayoría de ese nitrógeno disponible. En cambio, si se suministran alimentos nitrogenados fácilmente fermentecibles con una dieta basal de forrajes toscos, se produce un desfase entre la rápida fermentación del suplemento proteico y la más lenta de la energía del forraje. Esto determina pérdidas de nitrógeno amoniacal. Para estos casos, se requiere una fuente de fácil liberación de energía, por ejemplo, granos (almidón), pues fermenta con la rapidez suficiente (Santini, 1992).

En animales en pastoreo, entre un 80 y 90 % de la proteína que llega al intestino delgado lo hace bajo la forma de proteína microbiana, y en el total de ésta, sería mucho mayor la participación de las bacterias que la de los protozoarios (Leng, 1982; Pordomingo, 1993). No obstante en situaciones de alta demanda nutricional, como son animales en rápido crecimiento o la vaca lechera de altos rendimientos, el flujo de proteína microbiana al intestino puede no ser suficiente para satisfacer los requerimientos del animal. En éstos casos, ese déficit debe ser cubierto con proteína de la dieta que sea capaz de escapar a la degradación ruminal, dado que la capacidad de sintetizar proteína microbiana a partir de nitrógeno no proteico ha sido saturada (Acosta, 1994).

### 2.2.1.3- Requerimientos energéticos

Con pasturas de excelente calidad, con concentraciones de hasta 2.6 Mcal EM/kg MS (en estado vegetativo, tiernas, con mucha hoja en relación a tallos) se puede completar una dieta adecuada para prácticamente todos los niveles de ganancia de peso. Suponiendo un consumo diario alto, acorde con la calidad de la pastura, del 3% del peso en MS, para una vaquillona de 200 kg se tendría: 200 kg a 3% = 6 kg MS/día., y a 2.6 Mcal EM/kg = 15.6 Mcal EM/día. Pero con pasturas no tan buenas, con concentraciones de 2.2 Mcal EM/kg MS, el animal ya no alcanzaría a comer un 3 % de su peso vivo, sino, digamos, un 2.5%. El resultado sería 200 kg a 2.5% = 5 kg MS/día., y a 2.2 Mcal EM/kg = 11.0 Mcal EM/día (Rovira, 1996).

En los cuadros 6 y 7 se presentan los requerimientos nutricionales de terneros/as para diferentes pesos y tasas de ganancia diaria, según NRC (1986) y AFRC (1993).

**Cuadro 6. Requerimientos de energía metabolizable (Mcal/día) de terneras en crecimiento.**

Ganancia peso (kg)	Peso vivo				
	100	150	200	250	300
0,00	4.2	5.6	7	8.2	9.4
0,250	5.6	7.6	9.3	11.2	12.9
0,500	6.8	9	11.5	13.4	17.3
0,750	7.8	10.5	13.2	15.1	20
1,00	9	12	15.1	17.5	22.9

Fuente: Adaptado de Geenty y Rattray (1987) y de NRC (1984), citado por Rovira (1986).



Pigurina (1993) señala que el ternero de destete es un animal muy joven, en pleno crecimiento, de bajo potencial de consumo y por lo tanto requiere buena cantidad y calidad de pasturas. Los requerimientos de un ternero de 150 kg de peso con ganancias de 0.35 a 0.5 kg/día, son aproximadamente de 9.0 Mcal de EM y 500 g./día de proteína para un consumo de 3 a 4 kg MS/día (NRC, 1984).

**Cuadro 7- Requerimientos de energía metabolizable (EM=Mcal/día) y de proteína metabolizable (PM=g./día), para hembras en crecimiento y alimentadas con dietas de 2,39 Mcal /kg MS de EM o qm=0,54.**

Peso en pie (kg).	100		200		300	
	EM	PM	EM	PM	EM	PM
0,500	6.69	220	10.04	261	13.38	299
0,750	8.37	286	12.43	322	16.01	355

Fuente: Adaptado de AFRC (1993).

#### 2.2.1.4- Requerimientos proteicos

Quando se habla de requerimientos de proteína se debe considerar los requerimientos del *ecosistema ruminal*, integrado por los microorganismos del rumen que necesitan un mínimo de proteína degradable (PDR) para su correcto funcionamiento, el cual es alrededor del 8% (expresado en base materia seca, MS), a lo largo de la vida del animal. Por otra parte el ecosistema animal requiere un contenido de proteína mayor, el cual se representa como proteína no degradable en el rumen (PNDR), de forma de cubrir sus requerimientos. Estos requerimientos son mayores en las primeras etapas del crecimiento del animal, disminuyendo paulatinamente hasta llegar a un peso aproximado de 340 kg (Scaglia, 1995).

Terneros de alrededor de 150 kg de peso vivo, con ganancias 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% (Rovira, 1996). En los cuadros 8 y 9 se presentan los requerimientos proteicos para animales de diferente peso vivo y ganancias diarias, según NRC (1984) y (1996).

**Cuadro 8- Requerimientos de proteína (g./día) de animales en crecimiento, según peso y ganancia diaria.**

Ganancia (kg/día)	Peso vivo (kg/animal)			
	150	200	250	300
0.20	343	399	450	499
0.40	428	482	532	580
0.60	503	545	601	646
0.80	575	621	664	704
1.00	642	682	720	755

Fuente: NRC (1984).

**Cuadro 9- Requerimientos de proteína metabolizable para animales en crecimiento y terminación según NRC.**

<i>Peso en pie (kg).</i>	<i>200</i>	<i>250</i>	<i>300</i>
Proteína metabolizable para mantenimiento (g/día).	202	239	274
Aumento diario de peso (kg).			
0.5	154	155	158
1.0	299	300	303
1.5	441	440	442

Fuente: Adaptado de NRC (1996).

**2.2.1.5- Requerimientos de minerales**

Los requerimientos de fósforo del ganado varían según el tipo de producción, el estado fisiológico y la edad, siendo mayores para animales en crecimiento (NRC, 1984). Los requerimientos de minerales (Ca y P) dependen del ritmo de ganancia de peso:

Requerimientos para terneras entre 100 y 200 kg de PV (NRC, 1984):

Ganancias de peso entre: 0.1 - 0.5 kg/día.....Ca(g.) 10 - 14 P(g.) 8 - 11  
 0.5 - 1.0 kg/día.....Ca(g.) 15 - 24 P(g.) 12 - 16

Otra forma de expresar los requerimientos de minerales es como porcentaje de la materia seca consumida. Para vacunos las necesidades de fósforo varían en torno a 0.18 y 0.35 %, mientras que para el calcio estas se ubican en 0.2 y 0.53 % (Grace, 1983; citado por Pigurina *et al.*, 1998b).

**2.2.2- CONSUMO VOLUNTARIO VS PERFORMANCE ANIMAL**

El consumo de alimento es uno de los determinantes más importantes de la producción, pudiendo a través del mismo estimar la performance animal.

Los animales consumen alimentos para cubrir los requerimientos de energía y poder mantener un equilibrio energético u homeostasis. La misma se refiere a la tendencia de un organismo a mantener una estabilidad fisiológica y beneficiosa en y entre sus regiones (Baumgardt, 1972).

**2.2.2.1- Teorías de regulación del consumo**

Tanto el centro del hambre como de saciedad (localizados en el hipotalamo) son activados y puestos en marcha por señales provenientes de diferentes orígenes: físico, de la distensión o repleción del tracto digestivo; químico, proveniente del

metabolismo nutricional del animal donde glucosa, lípidos, ácidos grasos volátiles son propuestas como señales quimiostáticas (Church y Pond, 1977).

La teoría de regulación de consumo propuesta por Montgomery y Baumgardt (1965) establece que, en dietas de bajo nivel nutritivo (forrajes) la distensión del rumen limita el consumo de alimentos antes de que los animales hubiesen alcanzado su máximo consumo de energía, mientras que en dietas ricas en concentrados u otros alimentos de elevado valor nutritivo factores quimiostáticos limitan el consumo de energía en un valor máximo constante.

Pero estas teorías del control metabólico y físico del consumo han sido criticadas por Hodgson (1985), (1990); Poppi *et al.* (1987), y otros porque las mismas no toman en cuenta la influencia potencial de las características de las pasturas y animales sobre selectividad y consumo animal. Esta particularidad de los sistemas pastoriles hace que el estudio del consumo animal no pueda realizarse solo desde el punto de vista nutricional, necesitándose una aproximación multifactorial dada la importante interdependencia de un gran número de variables envueltas en la interfase planta-animal (Montossi *et al.*, 1996).

Millot *et al.* (1987) establecen que en condiciones de pastoreo, el consumo de forraje por parte del animal es resultado de la interacción del clima, de factores de la pastura (disponibilidad, altura, composición botánica), de factores de los animales (raza, sexo, estado fisiológico y nutricional) y sanidad entre otros.

#### **2.2.2.2- Factores asociados al animal que afectan el consumo de forraje**

Según Rovira (1996) los principales factores del animal que influyen son: la edad, peso vivo, nivel de producción (ganancia de peso, producción de leche). Otros factores, además de los ya mencionados, son citados Montossi *et al.* (1996): utilización de suplementos y alimentación previa.

##### **2.2.2.2.1- Edad**

Durante el crecimiento del rumiante, desde su destete hasta alcanzar el tamaño adulto, la demanda de energía aumenta como consecuencia del incremento del peso vivo, del metabolismo basal y del contenido energético de la ganancia de peso. El incremento del consumo acompaña el incremento en la demanda de energía, estando más relacionado al estado de desarrollo del animal que a la edad o el peso considerados en forma aislada (Christian *et al.*, 1978; citado por Aguirrezabala, 1989).

##### **2.2.2.2.2- Tamaño**

Freer (1981) concluye que animales en pastoreo, tanto jóvenes como adultos, la principal limitación al consumo ocurre en el retículo rumen, y que entonces se debería esperar que el consumo se incremente con el tamaño de éste.

Comúnmente se utiliza el 3 % como valor de referencia para relacionar consumo con peso vivo (Abreu, 1975), pero también se puede expresar el consumo es en función del tamaño (PV 0.75), cuya conveniencia práctica está fundada en ser la misma base usada para expresar la mayoría de los requerimientos energéticos. Millot *et al.* (1987) señalan que con otros factores no limitantes (forraje), el consumo de forraje es la expresión del potencial genético animal en relación con la actividad metabólica. En general, el consumo por unidad de tamaño metabólico tiende a decrecer con la edad, observándose un mayor consumo de forraje y tiempo de rumia en animales jóvenes.

#### **2.2.2.2.3- Suplementación**

El consumo animal de forraje en condiciones de pastoreos es afectado por la inclusión de suplemento (concentrados, ensilaje, henos, y otros) a través de diferentes interacciones que se dan entre la pastura, el animal y el suplemento; las cuales son descritas en el sección 2.3.3.

#### **2.2.2.3- Factores asociados a la pastura que afectan el consumo de forraje**

La cantidad, valor nutritivo y distribución de la vegetación a la que el animal tiene acceso, inciden decisivamente en el comportamiento y consumo a pastoreo (Stobbs, 1974; Arnold, 1981; Hodgson, 1982; Legendre y Fortín, 1989; Fryxell, 1991; citados por Montossi *et al.*, 1996).

Poppi *et al.* (1987) sugieren que, en condiciones de pastoreo el consumo animal de forraje esta gobernado principalmente por dos grupos de factores: factores nutricionales y factores no nutricionales.

**Factores no nutricionales** relacionados a la habilidad y/o capacidad física de cosecha de los animales, tales como altura y estructura de la pastura, conducta en pastoreo (consumo por bocado, tasa de bocado y tiempo de pastoreo) y selección, actúan cuando la oferta de pastura es limitante respecto a la capacidad máxima de consumo (baja disponibilidad, baja densidad o altura del tapiz entre otros).

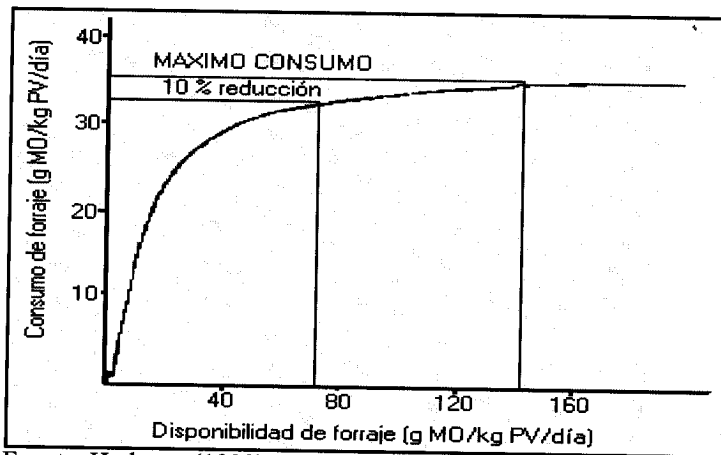
**Factores nutricionales** relacionados a las propiedades nutritivas de los alimentos, tales como la digestibilidad de las pasturas, el tiempo de permanencia de alimento en rumen y la concentración de productos finales de la digestión ruminal adquieren considerable importancia en determinar el consumo cuando la oferta de pastura se aproxima al máximo que el animal puede consumir.

Pero esta conceptualización de Poppi *et al.* (1987) de los factores que afectan el consumo en condiciones de pastoreo sirven para ejemplificar las relaciones existentes, sin embargo, ambos, factores nutricionales y no nutricionales están actuando conjuntamente en determinar el consumo a baja o alta disponibilidad de forraje (Montossi *et al.*, 1996).

### 2.2.2.3.1- Disponibilidad y altura de forraje

En la figura 2 se observa que la relación entre forraje disponible y consumo es curvilíneo, ocurriendo aumentos decrecientes en dicho parámetro frente a cada aumento en el forraje disponible hasta un máximo, que generalmente ocurre en disponibilidades tres o cuatro veces el volumen de forraje que el animal puede consumir, o sea a disponibilidad del 10 al 12 % PV (Hodgson, 1990; Rovira, 1996). A partir de este punto, reducciones del disponible hasta niveles dos veces menos al máximo consumo posible, producen pequeñas reducciones (10%) sobre el forraje consumido. Sin embargo, frente a disponibilidades aún menores a estas, se comienza a producir un brusco descenso en la cantidad alimento consumido, producto de la menor capacidad de cosecha de forraje en los animales sobre este tipo de pasturas. De este modo, existe un campo considerable para el manejo del pastoreo y lograr un compromiso entre la demanda de nutrientes en animales de alto potencial productivo y la utilización eficiente de pasturas (Hodgson, 1990).

**Figura 2- Relación ente disponibilidad de forraje y consumo animal**



Fuente: Hodgson (1990).

Risso y Zarza (1981) evaluaron la relación entre la cantidad de forraje remanente luego del pastoreo y ganancia de peso de novillos sobre praderas, donde obtuvieron una relación lineal entre productividad animal y cantidad de forraje remanente, desde disponibilidades de 600 kg MS/ha hasta 1800- 2000 kg MS/ha, punto a partir del cual no se detecta mayor influencia de la cantidad de forraje presente sobre el la performance animal. Estos resultados son consistentes con los registrados por Smith *et al.* (1982) citado por Carámbula (1997); donde determinan que en un rango de 500 a 2500 Kg MS/ha, cuanto mayor el la entrega de forraje mayor el la performance animal y cuanto mas alto es el porcentaje de material verde mejor será su comportamiento.

Este comportamiento se ajusta al encontrado por Minson, (1990) donde el consumo de terneros de 5 a 6 meses de edad, así como el de novillitos de sobre año, disminuyo aproximadamente un 18% cuando la disponibilidad diaria de forraje bajo de 90 a 30 g. de MO/kg de PV. Este descenso esta asociado a una disminución de la altura de forraje de 7.4 a 5.4 cm y a una menor digestibilidad. Por lo tanto el consumo de forraje o la performance animal se incrementan a medida que aumenta la disponibilidad o altura de la pastura asociado a la facilidad con que los animales pueden cosechar el forraje maximizando la tasa de consumo, siendo ésta relación afectada por el tipo de pastura donde los animales pastorean (Montossi *et al.*, 1996).

En la búsqueda de mayor productividad animal por unidad de superficie y mayor aprovechamiento del pasto producido, en la mayoría de las situaciones, el manejo animal se realiza en condiciones de escasez de forraje, por lo tanto la descripción, comprensión de los factores del tipo no nutricional que afectan el consumo adquieren primordial importancia.

Alden y Whittaker (1970) definieron que el consumo diario de forraje es el producto del tiempo destinado pastoreo y la tasa de consumo de forraje durante el pastoreo. La tasa de consumo es a su vez producto entre la tasa de bocados y la cantidad de forraje de cada bocado; esto se resume en la siguiente ecuación:

$$C = TP \times TP \times CB$$

Donde: TP = Tiempo de pastoreo (min./día).

TB = Tasa de bocado (bocados/min.).

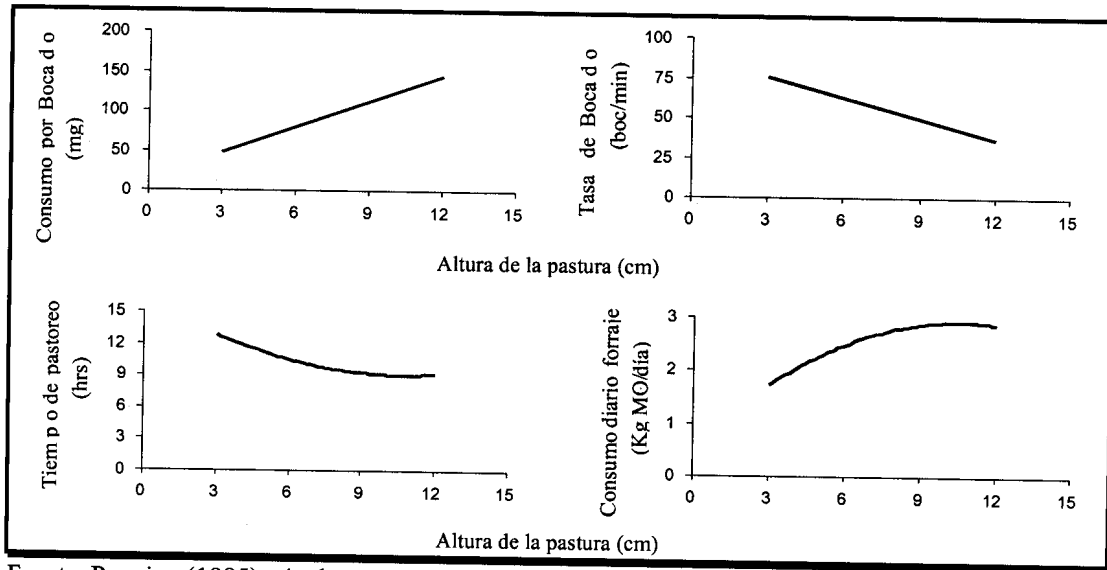
CB = Consumo por bocado (mg MO/kg PV).

C = Consumo diario de forraje (mg MO/kg PV).

Hodgson (1990) expresa que el peso de bocado es producto de la densidad del horizonte de pastoreo y del volumen del bocado, y a su vez éste es dependiente del área y profundidad de bocado.

Los animales intentan, a través del ajuste de los componentes del comportamiento lograr un adecuado nivel de consumo cuando enfrentan restricciones asociadas a la estructura y composición de la pastura. En pasturas templadas, los tres componentes de comportamiento animal son principalmente afectados por la altura de la pastura (figura 3). A valores de alturas de pasturas inferiores a 6-8 cm incrementos en el tiempo de pastoreo y en la tasa de bocado no son suficientes para compensar la caída en el peso de bocados, resultando en una disminución en el consumo diario de forraje. La reducción en el consumo es particularmente seria a alturas de pastura de 3-4 cm (Montossi *et al.*, 1996).

**Figura 3- Relación entre altura de la pastura y componentes del consumo**



Fuente: Penning (1985), citado por Hodgson (1985).

La cantidad de forraje prendida por bocado es el componente del comportamiento ingestivo más sensible a variaciones en las condiciones de la pastura y a su vez es el principal determinante del consumo diario de forraje. Al reducirse la disponibilidad y la altura del forraje disminuye este componente, mientras que el tiempo de pastoreo y la tasa de bocado se incrementan de manera variable como respuesta compensatoria ante los detrimentos en el tamaño de bocado. Aunque se incremente la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo, esto puede resultar insuficiente para mantener la tasa diaria de consumo de forraje y finalmente el animal deja de pastorear, resultando en reducciones sustanciales del consumo animal (Hodgson, 1985; 1990; Carámbula, 1997).

Hodgson (1976) citado por Vaz Martins y Bianchi (1982) establece que es posible que la relación entre disponibilidad y consumo esté en función de la intensidad con que los animales puedan pastorear al ras del suelo hasta una determinada cantidad o altura limitante por debajo de la cual la prension del pasto se hace progresivamente mas difícil.

En los vacunos el forraje removido por bocado aumenta en forma lineal hasta una altura de 30 cm (Allden y Whittaker, 1970). Hodgson (1990) si bien reporta una alturas similares para obtener el máximo consumo por bocado, establece como altura critica de la pastura 8-10 cm, donde por encima no existiría prácticamente incrementos en el consumo y performance animal producto de que avanza la madurez de la planta y declina la digestibilidad, perdiendo así algunas de las ventajas que perseguía conseguir. Pero con alturas inferiores a la mencionada (8-10 cm), la ingesta diaria de forraje se restringe (principalmente consumo por bocados) y los factores compensatorios (tiempo de pastoreo y tasa de bocado) tienen poco impacto en evitar la caída en éste.

Por lo tanto, y de acuerdo con Poppi *et al.* (1987) mientras a altas disponibilidades el consumo se ve limitado por factores nutricionales (digestibilidad tiempo de permanencia de la digesta en el rumen y la concentración de productos metabólicos), a bajas disponibilidades el consumo se ve limitado por la altura de la pastura, y la proporción de forraje verde.

### 2.2.2.3.2- Digestibilidad

A medida que las plantas avanzan en su estado de desarrollo se produce un descenso en la digestibilidad producto de la disminución de aquellos componentes de más rápida digestión como lo son los carbohidratos solubles y proteínas, e incrementos en el contenido de carbohidratos estructurales (lignina, celulosa y hemicelulosa) de más difícil degradación en el retículo-rumen (Carámbula, 1997).

Cuando no existen limitantes físicas, el consumo aumenta de forma lineal dependiendo de la digestibilidad del forraje en un rango de 45 a 75%. La performance animal será un efecto directo de la cantidad y calidad de forraje consumido, pero modificado por la habilidad del propio animal en digerir y transformar esa materia seca en nutrientes asimilables (Poppi *et al.*, 1987).

Rovira (1996) establece que la facilidad con que la materia orgánica del forraje puede ser evacuada del rumen es la característica más importante de la dieta que determina el consumo. La capacidad del rumen es limitada y la velocidad con que entra la materia orgánica en el rumen no puede exceder a la velocidad con que sale del mismo. La consecuencia es que los forrajes fibrosos, groseros y por lo tanto de baja digestibilidad, hacen disminuir el consumo al permanecer mucho tiempo dentro del rumen. Esta es la razón por la cual a mayor calidad de forraje, es decir a mayor digestibilidad, mayor consumo.

Hodgson (1986) citado por Carámbula (1997), trabajando con terneros observó que aumentos en la digestibilidad del 60 a 75%, si bien promovió un incremento en el consumo del 10%, la ingestión de materia orgánica digestible aumentó entre 25 y 40%. Por lo tanto y de acuerdo con Hodgson (1990), incrementos en la digestibilidad aportan dos ventajas importantes a los animales en pastoreo: un mayor consumo y una mayor concentración de nutrientes en la dieta.

El consumo aumenta linealmente con el incremento de la digestibilidad, hasta que ésta alcance valores cercanos al 80 %; pero es importante puntualizar que pueden existir grandes diferencias en el consumo de distintas plantas con la misma digestibilidad (Pearson e Ilson, 1994). Al respecto Hodgson (1990) establece que no siempre pasturas con una misma digestibilidad promueven una misma tasa de digestión y consumo. Este es precisamente el caso de diferentes especies, familias y partes de las plantas en que las especies templadas, leguminosas, y cualquier hoja muestran un mejor comportamiento que las especies tropicales, gramíneas y cualquier tallo, lo que se debería a que las células de las primeras presentan una mayor relación contenido celular /pared celular.



Van Soest *et al.* (1978) trabajando con 187 forrajes de diversas especies encontraron que la digestibilidad daba cuenta de solo el 37 % de la variación del consumo. Explican la falta de asociación entre digestibilidad y consumo sobre la base de que el consumo estaría limitado por el llenado, debido al contenido de pared celular, y la digestibilidad sería estrictamente una función de la disponibilidad de nutrientes.

En este sentido García (1991b) indica que la FDN (fracción pared celular) parece estar altamente correlacionada con el consumo de MS de los forrajes, y se puede utilizar para predecir el consumo potencial del animal. Según la teoría del llenado ruminal como regulador del consumo, los animales consumen hasta un 1.2 % de su peso corporal de FDN. Montossi *et al.* (2000) en estudios de selectividad animal y valor nutritivo en dietas de ovinos y vacunos, determinaron que el consumo de forraje se asocia con la FDN mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ CMS} = 120 / \% \text{ FDN}$$

% CMS = Consumo de MS como % del PV.

Conrad *et al.* (1964) citados por Gutierrez y Morixe (1995), concluyen que la capacidad ruminal, la velocidad de pasaje y la digestibilidad de la materia seca regulan en conjunto el consumo de raciones de baja digestibilidad, mientras que el tamaño metabólico, la producción y la digestibilidad se convierten en los factores de control sobre el consumo de alimentos con digestibilidades mayores.

Finalmente, se debe destacar que existen evidencias de que el consumo es fundamentalmente más sensible a la declinación en la disponibilidad que a la de calidad (Hodgson, 1990).

### 2.2.3- SELECTIVIDAD

Berreta y Do Nacimiento (1991) definen selección o selectividad como la remoción de algunos componentes de una pastura o muestra de forraje en vez de otros, es una función de preferencia modificada por la oportunidad de seleccionar.

El consumo y selectividad animal bajo pastoreo tiene una influencia fundamental en determinar la productividad animal (Poppi *et al.*, 1987) y la eficiencia global de los sistemas pastoriles (Hodgson, 1990). En situaciones de campo natural o de mejoramientos extensivos, donde la heterogeneidad de las comunidades vegetales es mayor en comparación con pasturas cultivadas (Hodgson, 1990), los procesos de selección son muy importantes teniendo consecuencias relevantes sobre la productividad animal y evolución del mejoramiento (Montossi *et al.*, 1996).

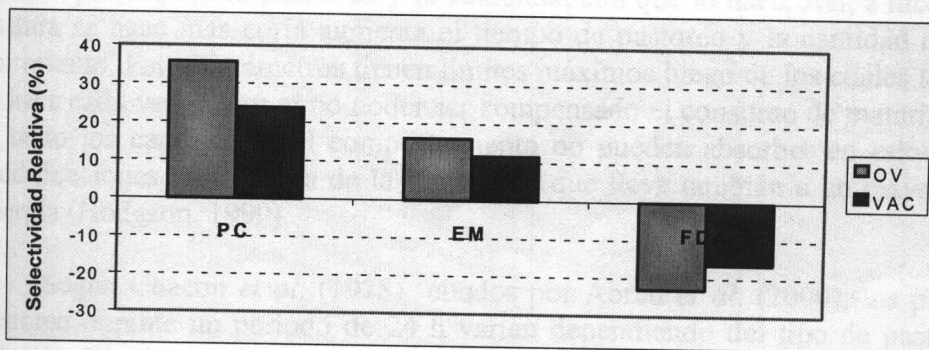
En general la composición de la dieta del animal a pastoreo puede no relacionarse a la producción de plantas o sus partes presentes en una pastura. Los rumiantes de acuerdo al forraje disponible seleccionan hojas sobre tallos y material verde respecto al seco así como una dieta con superior contenido de energía, proteína y fósforo, con menor presencia de fibra. Es decir que el pastoreo selectivo resulta casi siempre en una mejora del valor nutritivo de la dieta, aunque en situaciones de escasez de material de superior calidad (poca presencia de hojas) es posible cierta reducción en el tamaño de bocado y/o tasa de consumo (Milot *et al.*, 1987; Montossi *et al.*, 2000).

El principal factor del animal que incide sobre la capacidad de selección es la especie considerada, donde el tamaño mas grande de la mandíbula y el uso de la lengua en el ganado vacuno, hace que esta especie sea menos precisa en seleccionar diferentes partes de la planta durante el proceso de pastoreo, en comparación con los ovinos, particularmente cuando el material verde y muerto están íntimamente mezclados en la estructura de la pastura (Montossi *et al.*, 2000).

Para una misma especie animal considerada, el apetito provoca que los mismos acepten comidas menos palatables y que incrementen la tasa de consumo en comparación a animales bien alimentados (Newman *et al.*, 1994 citado por Montossi *et al.*, 2000).

Montossi *et al.* (2000) evaluando la selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos sobre diferentes comunidades de plantas en Basalto, durante las cuatro estaciones del año, encontraron que independientemente de las mismas, la dieta de los vacunos sobre campo natural contenía: i) una mayor proporción de hojas de gramíneas verdes, y menor proporción de material muerto, ii) mayor DMS, 12.4 y 10 % superior para el promedio del año e invierno, respectivamente, iii) mayor contenido de EM (Mcal/kg de MS) 12.0 y 10.2 % superior para promedio del año e invierno, respectivamente, iv) Mayor contenido PC, 16.8 y 29.5 % superior para el promedio del año e invierno respectivamente, en comparación al ofrecido (DMO = 51.9%; PC = 10.1%) (Figura 4).

Figura 4- Valor nutritivo de la dieta cosechada por ovinos y vacunos sobre campo natural.



Fuente Montossi et al. (2000).

Este efecto importante observado en selectividad animal así como todos aquellos factores ligados a las características de las pasturas y los animales que determinan el consumo estarían explicando porque normalmente se presentan incongruencias para predecir la productividad animal en base al valor nutritivo del forraje ofrecido. Sería necesario considerar a la hora de realizar presupuestaciones forrajeras, con el objetivo de estimar la capacidad de carga y los niveles productivos alcanzables sobre las diferentes comunidades vegetales que predominan en los sistemas productivos de la región de basalto, los efectos de la selectividad animal y las diferencias existentes entre especies animales así como el efecto de la estación del año, disponibilidad, altura y estructura de forraje.

En base a dichos resultados y de acuerdo con Montossi (1996), en nuestro país, relacionando el valor nutritivo de nuestras pasturas naturales y los niveles de producción obtenidos de las mismas, se aprecia claramente que el efecto de los procesos selectivos adquiere mucha importancia en estas condiciones.

#### **2.2.4- COMPORTAMIENTO ANIMAL EN PASTOREO**

El comportamiento animal guarda una estrecha relación con la disponibilidad de forraje. Por un lado relaciones cuantitativas, ya que afectan en forma directa el volumen de forraje consumido, y por otro relaciones cualitativas, teniendo en cuenta diferentes posibilidades que se ofrece para que los animales ejerzan selectividad para completar su dieta (Carámbula, 1997).

##### **2.2.4.1- Actividad y períodos de pastoreo**

El consumo diario de pastura se encuentra regulado por el tamaño bocado, tasa de bocado y tiempo de pastoreo. También es reconocida la existencia de otros factores que inciden directamente en el comportamiento ingestivo y la pérdida de energía (descanso, rumia, actividad, otros) (Jamieson, 1975; Le Du *et al.*, 1979; Arnold, 1981; Arosteguy, 1982; O'Sullivan, 1984; Forbes y Hodgson, 1985; Penning, 1985; Penning y Hooper, 1985, citados por Hodgson, 1985).

El animal puede adaptarse a cambios en la altura de la pastura, modificando el tiempo que emplea en pastorear y la velocidad con que lo hace. Así, a medida que la pastura se hace mas corta aumenta el tiempo de pastoreo y la cantidad de bocados por minuto. Estos parámetros tienen límites máximos luego de los cuales la ingestión se hace cada vez menor al no poder ser compensado el consumo de materia seca. Por lo tanto los cambios en el comportamiento no pueden absorber en estos casos las modificaciones en la altura de la pastura, lo que lleva también a un mayor gasto de energía (Hodgson, 1990).

Según Chacon *et al.* (1978) citados por Abreu *et al.* (2000), los patrones de pastoreo durante un período de 24 h varían dependiendo del tipo de pastura, de la estación del año y de la carga.

Arnold (1981) explica la existencia de 3 picos de pastoreo bien definidos: el amanecer (a la salida del sol), directamente regido por la luz, entonces el animal incrementa su intensidad de pastoreo hasta alrededor de 2 h después del amanecer y tiende a decaer de 3 a 4 h luego que comenzó el pastoreo. Hay otro pico no tan definido que se origina en algún momento del mediodía, pero no es tan constante como el anterior. Destaca como fundamental y el más importante el pico que se da al atardecer. Desde el atardecer, luego que se oculta el sol, el pastoreo continúa por un lapso de una hora más.

Así mismo, Rovira (1996) indica que los dos períodos de pastoreo más importantes son el amanecer y el atardecer, por ser los más largos y porque todos los animales lo cumplen. Entre estos dos períodos bien marcados, normalmente se producen dos períodos cortos de pastoreo, que dependen de factores tales como estación del año, estado de la pastura, estado del tiempo, ubicación de las aguadas, entre otros.

Gordon y Lascano (1993) sugieren cierto grado de control fotoperiódica de la actividad de pastoreo, ya que los mismos encontraron que entre el 70 y el 99 % de esta ocurre en las horas del día, y 25-48 % del mismo ocurre durante las 4 horas previas a la puesta del sol. Forbes (1986) sugiere que la actividad de alimentación se encuentra muy influenciada por el fotoperíodo, existiendo un lapso desde la medianoche (1:00 AM) hasta el amanecer (6:00 AM) donde el ganado presenta baja actividad de alimentación.

Similarmente Stobbs (1970), Striklin *et al.* (1976), citados por Krysl y Hess (1993) sugieren que el tiempo nocturno de pastoreo representa un pequeño porcentaje del tiempo total de pastoreo diario, y su contribución es mínima al consumo diario de forraje. No obstante, Hendriken *et al.* (1980), citado por Erlinger *et al.* (1990) determinaron que la contribución potencial de los pastoreos nocturnos puede llegar a ser de 20 a 30% del total de pastoreo diario. El clima y el largo del día pueden influenciarlo, representando hasta el 20% del total en días cortos, mientras que cuando los días se alargan puede llegar a ser tan sólo de un 2 a un 8%.

Por otra parte Hodgson (1990) señala que el tiempo de pastoreo no parece ser muy sensible a condiciones climáticas. Sin embargo la actividad puede ser suspendida por lluvias fuertes, en condiciones frías o ventosas.

### **2.3.2.2- Tiempo de pastoreo**

El tiempo de pastoreo está en función de la calidad del forraje, del balance térmico del animal y de la estabilidad en el corto plazo del forraje al que accede. Cuando las temperaturas durante el día se encuentran dentro de la zona de confort del animal, el 90% del pastoreo se realiza durante las horas de luz (Stuth, 1991; citado por Krysl y Hess, 1993).

Stobbs (1974), Hodgson (1982), Legendre y Fortín (1989), citados por Montossi *et al.*, (1996); y Arnold (1981) mencionan que ovinos y vacunos dividen el día en fases alternativas de pastoreo, rumia y descanso. Más allá de los factores intrínsecos del animal, uno de los principales determinantes del pastoreo es la longitud del día, pues comienzan el pastoreo alrededor del amanecer y nuevamente en la tarde avanzada, terminando a la puesta del sol.

Según Arnold (1981) el tiempo dedicado al pastoreo varía en un rango comprendido entre 4,5 a 14,5 h (promediando entre 5 y 9), dependiendo de los requerimientos del animal, la cantidad y distribución del forraje en el potrero y por la tasa de consumo. Gordon y Lascano (1993), Krysl y Hess (1993); señalan que, además de éstos, otros factores tales como temperatura, lluvia, suplementación, y otros hacen variar el tiempo total de pastoreo diario.

En la medida que el volumen de pasto comienza a disminuir, el consumo por día se reduce pero el tiempo de pastoreo tiende a aumentar como respuesta compensatoria. Jagusch *et al.* (1979) citado por Carámbula (1997), indican que la fatiga por pastoreo a medida que desciende la disponibilidad de pasturas por debajo de niveles en el cual el consumo es limitado y el esfuerzo grande, aumentan el tiempo diario dedicado al pastoreo.

Poppi *et al.* (1987) establecen que el tiempo diario de pastoreo raramente excede 12- 13 h; en el caso del que el pastoreo supere estos valores, se podrían ver afectados los procesos de rumia y otros componentes del comportamiento animal.

Forbes y Hodgson (1985) reportan un rango de 580 a 625 min/día; Zoby y Holmes (1983) reportaron para vacas maduras pastoreando raigrás 463 a 668 min/día; y Forbes y Colman (1987) observaron tiempos de pastoreo de 576 a 634 min/día para novillos de 250 kg (citados por Erlinger *et al.*, 1990).

Allden (1981) señala que el comportamiento ingestivo de animales en pastoreo se ve modificado por la suplementación manifestándose principalmente a través de una reducción en el tiempo de pastoreo, con pequeños efectos en la tasa y tamaño de bocado. Holder (1962) afirma que la práctica de la suplementación tiene un efecto depresivo en el tiempo de pastoreo, en particular si el suplemento consiste en una ración concentrada (citado por Arnold, 1981).

Krysl y Hess (1993) analizando determinaciones registradas en un gran número de ensayos reportan que el tiempo de pastoreo varió entre 359 y 771 min/día dependiendo de variables como tipo pastura, manejo del pastoreo, y régimen de suplementación. Con referencia a este último factor los autores concluyen que con niveles de suplementación desde 0.9 y 1.2 % PV se dan las siguientes respuestas: i) la suplementación proteica reduce el tiempo de pastoreo en 1.5 h/día, y que el tipo de suplemento proteico y la hora de suministro no afectaron ésta respuesta, sin embargo permite aumentar la eficiencia en la cosecha (g. forraje cons/kg PV/min de pastoreo).

ii) Diferentes tipos de suplementos basados en carbohidratos, y su hora de suministro, producen resultados variables, sin embargo, incrementando el nivel de suplementación decrece el tiempo de pastoreo diario, no afectando la eficiencia de cosecha.

Los resultados obtenidos en los trabajos de Adams (1985), señalan que luego de la suplementación proteica los animales dejaban de pastorear por 2 a 4 horas, pero el total de horas de pastoreo diario no era alterado (citado por Hess *et al.*, 1994). Contrariamente, experimentos llevados a cabo por Hess *et al.* (1994) con novillos y vaquillonas de razas carniceras, demostraron que la suplementación proteica reducía las horas de pastoreo.

#### **2.2.4.3- Rumia**

El comportamiento de la rumia en condiciones de pastoreo es muy difícil de generalizar porque depende del tenor de fibra de la ingesta. Si el material es muy fibroso esta va a ser muy importante (Arnold, 1981).

La rumia se realiza principalmente en horas de la noche y la mayor intensidad se alcanza enseguida del anochecer. El animal rumia alrededor de las tres cuartas partes del tiempo que dedica al pastoreo y cada período de rumia dura aproximadamente 30 minutos (Rovira, 1996).

Hodgson (1990) ha definido que a menudo existe un período de rumia después del pastoreo y que gran parte de la misma ocurre de noche. Según Arnold (1981) el tiempo empleado en rumiar oscila entre 1.5 y 10.5 h/día, variando con la cantidad y digestibilidad de la ingesta. Esta actividad depende también del tiempo de pastoreo, ya que al aumentar el mismo disminuye el tiempo de rumia, permaneciendo el tiempo ocioso constante (Hodgson, 1990).

Entre el 60 y 80% de la rumia se lleva a cabo cuando las vacas están echadas y el período más largo de la actividad echada es durante la noche (Arnold, 1981).

#### **2.2.5- CRECIMIENTO COMPENSATORIO**

Diversos autores han establecido la notable capacidad de recuperación manifestada por los tejidos y órganos de animales que salen de una restricción alimenticia. Un animal cuyo crecimiento ha sido retardado manifiesta, cuando es realimentado, un ritmo de crecimiento mayor al que sería normal en animales de la misma categoría. Dicho fenómeno es conocido con el nombre de crecimiento compensatorio (Verde, 1973).

Según Lange (1980), para poder expresar una medida del crecimiento compensatorio es necesario comparar el grupo restringido con otro que haya tenido

una alimentación “normal”, y se calcula como el cociente entre los kg recuperados y la diferencia en kg al finalizar la restricción.

En los sistemas pastoriles extensivos, el fenómeno del crecimiento compensatorio, siempre que sea utilizado en forma adecuada, puede constituirse en una herramienta capaz de disminuir los efectos de la penuria invernal. Es dentro de éste marco, que aparece la suplementación, como estrategia para maximizar la respuesta al crecimiento compensatorio.

Las principales conclusiones respecto al fenómeno de “crecimiento compensatorio” a las que arribó Verde (1973), luego de varios años de investigación en el tema, en Argentina (INTA, Balcarce) son:

a) Si bien se ha observado crecimiento compensatorio tanto en animales en mantenimiento como en animales con pérdidas de hasta 0.200 kg/día, a fin de evitar problemas en sistemas de producción extensivos se considera que, el nivel de restricción más recomendable oscila entre 0.100 y 0.200 kg de ganancia diaria.

b) Existe una correlación negativa entre la ganancia de peso durante la restricción y la ganancia durante la realimentación. Es así que animales que presentan altas ganancias durante el invierno, no manifiestan crecimiento compensatorio. Se ha comprobado que cuando la ganancia invernal supera los 0.400 kg diarios, no hay compensación.

c) El nivel de la realimentación es sumamente importante, siendo necesaria 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 M S. 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 recomendados.

d) Manteniendo las ganancias dentro de límites indicados y el nivel de la realimentación, es posible esperar ganancias entre un 15 y un 20% superiores a las de los animales que han ganado peso en forma continua. Asimismo la eficiencia total no es significativamente diferente.

e) Los efectos de una penuria nutricional son tanto más severos cuanto más joven es el animal; por ésta razón, se recomienda someter a restricción, cuando se utiliza éste procedimiento, a animales post destete (entre 8 y 10 meses de edad).

f) La respuesta compensatoria está directamente relacionada con la intensidad de la restricción, siendo, dentro de límites razonables, independiente de la duración. Sin embargo, considerando los posibles períodos de penuria, así como la disponibilidad de forraje, se recomienda una restricción invernal de 100 a 120 días de duración.

g) La respuesta compensatoria se prolonga por un término no mayor de 120 a 140 días; las ganancias posteriores son las normales en la categoría de animales de que se trate.

h) Los animales restringidos requieren entre un 10 y un 20% más de tiempo que los animales testigo para alcanzar el peso de faena. A pesar de esto, la capacidad para crecer y alcanzar el peso de faena deseado no fue afectada.

i) La restricción que debe imponerse es de tipo energético. Por lo tanto, solo se limitará la calidad del alimento desde este punto de vista, siendo normal el suministro de otros nutrientes (proteínas, minerales, vitaminas, etc.).

j) Se considera que un mayor consumo de alimento y un aumento de la eficiencia parcial en el período de recuperación serían los factores que estarían explicando en mayor grado el fenómeno del crecimiento compensatorio.

k) La composición de la res no fue afectada por la penuria alimenticia sufrida durante el período de restricción.

Estas conclusiones, son consistentes con una gran cantidad de trabajos similares realizados en otros países. Cabe acotar que frente a la similitud en las condiciones de explotación de la ganadería extensiva de nuestro país respecto a las existentes donde Verde ha llevado a cabo sus investigaciones, dicha información sería extrapolable al Uruguay.

## **2.3 - SUPLEMENTACION**

### **Generalidades**

El principal factor limitante de la producción de animales en pastoreo es el consumo restringido de nutrientes. Si bien en general pueden existir déficit de energía, proteína, minerales, entre otros, la situación más común en los sistemas pastoriles de zonas templadas, es que la energía sea la principal limitante de los procesos productivos (Allden, 1981).

Sin lugar a dudas, la alimentación es la limitante más importante de los animales bajo pastoreo y el invierno es la estación más crítica en lo que a disponibilidad y crecimiento de pasturas se refiere. Durante éste período se producen pérdidas de peso de los animales y hasta pérdidas por mortandad, lo que trae como consecuencia una marcada ineficiencia productiva en todo el sistema.

El crecimiento compensatorio en primavera, siempre y cuando se manifieste correctamente, permite recuperar gran parte del crecimiento y desarrollo “no ganados” en invierno. Sin embargo, cuando las restricciones de alimentación son



muy severas o muy prolongadas, el crecimiento compensatorio no se expresa al máximo y ocurren efectos permanentes, como por ejemplo reducción del 10% del peso adulto potencial (Pigurina, 1994). Dentro de éste marco, la suplementación aparece como una alternativa de manejo nutricional, que usada estratégicamente se puede considerar válida para el productor ganadero (Quintans *et al.*, 1993).

La suplementación en condiciones de pastoreo como herramienta estratégica tiene una serie de ventajas: es rápida y fácil de implementar, la ejecución de su rutina bien definida no necesita personal de alta idoneidad, no necesita inversiones costosas más allá del suplemento, fácil de presupuestar, puede o no usar recursos extraprediales (productos o subproductos de la industria), fácilmente desmontable, puede usarse en cualquier momento que se suponga rentable (Cibils *et al.*, 1997).

### **2.3.1- DEFINICION DE SUPLEMENTACION**

Se ha definido el término “suplementación” como el suministro de alimentos adicionales al forraje pastoreado, cuando éste es escaso o está inadecuadamente balanceado, con el objeto de aumentar el consumo de nutrientes y alcanzar determinados objetivos de producción. El concepto de suplemento surgido de esta definición se refiere a animales en condiciones de pastoreo (Pigurina, 1991).

Pearson e Ison (1994) definen la suplementación como la adición de componentes específicos a la dieta de los rumiantes para corregir deficiencias. Las deficiencias pueden ser altamente específicas como las de un aminoácido, un mineral, o una vitamina, o pueden ser más generales como las energéticas y las proteicas.

Algunos autores prefieren usar el término complementación, para aquellas situaciones, en que la dieta base es incapaz de soportar performances animales razonables.

El término suplementación es muy amplio y abarca distintas posibilidades, como ser: praderas convencionales, verdeos, siembras en cobertura, incorporación de granos o subproductos de la industria, utilización de rastrojos, entre otros (Quintans, 1993).

### **2.3.2- OBJETIVOS DE LA SUPLEMENTACION**

El suministro de alimentos voluminosos, concentrados energéticos o concentrados proteicos, a animales en pastoreo, puede tener como objetivo minimizar pérdidas de animales en períodos de crisis forrajera, maximizar la performance animal y/o, mejorar la eficiencia de utilización del forraje (Orcasberro, 1991).

El objetivo al suplementar para minimizar pérdidas se da cuando la supervivencia del animal en pastoreo se ve comprometida (Orcasberro, 1991). Como

la registrada en épocas de sequías, donde la disponibilidad de la dieta básica (forraje) puede estar situada por debajo de los niveles críticos de sobrevivencia. En éstos casos el beneficio debe ser cuantificado en función de las pérdidas que se evitan (Ganzábal, 1997).

El suministro de suplementos con el objetivo maximizar la performance animal y/o mejorar la eficiencia de utilización del forraje, difiere dependiendo del sistema de producción.

Orcasberro (1991) señala que en sistemas intensivos la suplementación invernal de novillos en engorde sobre pasturas de alta calidad (verdeos o praderas), tiene como objetivo primario mantener una alta tasa de ganancia y aprovechar mejor el forraje. Vizcarra (1989), citado por Pigurina (1993) indica que niveles de suplementación medios a altos permiten asegurar una determinada tasa de ganancia de peso en el período invernal, pero para conservar el efecto de esta estrategia de suplementación es imprescindible mantener un plano alto de alimentación posterior. De lo contrario no existirán grandes ventajas económicas respecto a animales con niveles de suplementación menores que aprovechen el “crecimiento compensatorio”.

Distinta es la situación en sistemas de producción extensivos, donde la suplementación para mejorar la performance animal sobre campo natural, puede tener como objetivo lograr leves ganancias de peso o disminuir pérdidas con respecto a los animales que no reciben suplemento lo que posteriormente habilitará llegar a determinadas metas u objetivos de peso en el tiempo necesario (Orcasberro, 1991). En este sentido Pigurina (1993) señala que un nivel bajo de suplementación invernal permitiría disminuir o atenuar las pérdidas de peso de manera de potenciar al máximo el crecimiento compensatorio y utilizar esta técnica de manejo en forma adecuada, como lo muestran los trabajos de Verde (1973). Esta forma de suplementación sería la más económica siempre y cuando se manifieste correctamente el efecto de “crecimiento compensatorio”.

Según Mieres (1997), la suplementación es una práctica que podemos considerar estructural o coyuntural, en función de sus objetivos. La misma puede implicar: a) mejoras en el status nutricional del animal y por lo tanto en su performance, b) mejoras en la eficiencia de uso de los alimentos, c) un uso mas racional de pastura con la consecuente mejora en la eficiencia de uso del forraje, d) el prevenir enfermedades nutricionales, e) un mejor uso de cosechas y residuos de cosecha.

Oficialdegui (1991) clasifica la suplementación en estructural o coyuntural, según sea aplicada en forma sistemática todos los años, o sea implementada solo en determinadas ocasiones, como ser condiciones climáticas muy adversas, o ante determinadas relaciones de precios. Según dicho autor, el objetivo primario que se busca al suplementar es optimizar la utilización del recurso básico por medio de un mejor balance nutritivo que le permita al animal un mejor comportamiento productivo.

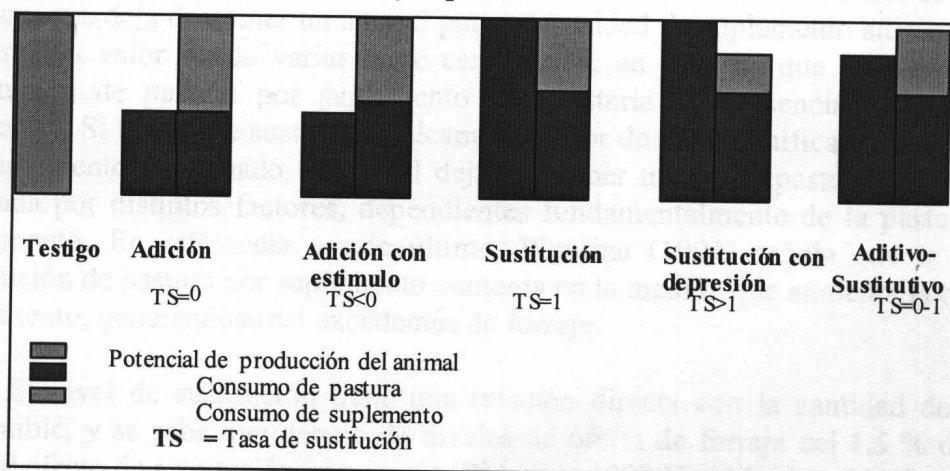
Quintans *et al.* (1993) establecen que suplementación invernal en la recría de terneras pastoreando forraje de baja calidad (campo natural), con la finalidad de alcanzar el peso de entore requerido a los dos años, persigue conjuntamente los dos objetivos anteriormente descriptos (mejorar la performance animal y la eficiencia de la utilización del forraje) a través de:

- Evitar grandes pérdidas de peso que luego tendrían un costo adicional de forraje destinado a recuperar esos kilogramos.
- Tener un crecimiento continuado y eficiente a lo largo de la primavera, entrando en el segundo invierno con un buen peso.
- Aumentar la carga en invierno de manera de hacer un uso más eficiente de las pasturas durante la primavera –verano, que generalmente se endurecen y pierden calidad por falta de ganado.

### 2.3.3- INTERACCION ANIMAL-PASTURA-SUPLEMENTO

La suplementación de animales a pastoreo puede modificar la ingestión total de nutrientes, la cantidad de nutrientes que el animal obtiene de la pastura, y también la capacidad de carga de la pastura (Lange, 1980). Lange (1980) y Pigurina (1991) señalan que las posibles relaciones que se pueden dar entre la pastura y el suplemento podrán ser de diferentes tipos: adición, adición con estímulo, sustitución, sustitución con depresión, adición y sustitución. En la figura 5 se visualizan dichas relaciones.

Figura 5- Relaciones entre pastura y suplemento.



Fuente: Adaptado de Viglizzo (1981).

**Adición:** ocurre cuando el aporte de nutrientes por parte de la pastura es insuficiente. La deficiencia hace que un pequeño aporte de nutrientes vía suplemento, se suma a los de la pastura. Habría respuestas crecientes al uso de suplementos hasta cierto límite dependiente de la cantidad y calidad del suplemento (Pigurina, 1991).

Es en estas situaciones donde se prefiere utilizar el término complementación en vez de suplementación. Se complementa a la dieta base que no es capaz de soportar performances animales adecuadas, los nutrientes que aporta el suplemento se suman a los de la dieta base. En nuestros sistemas de ganadería extensiva es el caso de suplementación energética durante el período invernal, época en la cual el aporte de energía metabolizable por parte del campo natural no llega a cubrir las necesidades de mantenimiento.

**Adición con estímulo:** ocurre cuando el suplemento suministra nutrientes y además estimula el consumo de forrajes de baja calidad (Pigurina, 1991). Cuando forrajes de estas características se suplementan con cantidades limitadas de concentrado, el aporte de nutrientes (principalmente nitrógeno) produce incrementos en la velocidad de digestión ruminal, en la tasa de pasaje y en la capacidad de consumo (Prescot, 1974; Orscasberro, 1991).

El caso más frecuente es la suplementación proteica o con nitrógeno no proteico en animales que consumen forrajes de baja calidad (Pigurina, 1991). Orscasberro (1991) cita un trabajo en el cual la suplementación con concentrado proteico (40 % PC) de vaquillonas alimentadas chala de maíz, permitió incrementos en el consumo total de MS y en el peso de los animales.

**Sustitución:** Ocurre cuando la pastura cubre los requerimientos del animal y se manifiesta claramente cuando el suplemento suministrado es de mayor palatabilidad y calidad que la dieta base (Pigurina, 1991).

La tasa de sustitución se define como la cantidad de la dieta base, es decir de pastura, que deja de comer un animal por cada unidad de suplemento adicionado que ingiere. Su valor puede variar entre cero y uno, en caso de que sea cero no hay sustitución de pastura por suplemento y se estaría en presencia de adición de nutrientes. Si la tasa de sustitución alcanza el valor de uno, significa que por cada kg de suplemento adicionado el animal deja de comer un kg de pastura. Esta tasa, es afectada por distintos factores, dependientes fundamentalmente de la pastura y del suplemento. En referencia a este último, Pigurina (1991) señala que la tasa de sustitución de pastura por suplemento aumenta en la medida que aumenta la oferta de suplemento, generándose así excedentes de forraje.

El nivel de sustitución tiene una relación directa con la cantidad de forraje disponible, y se sabe que debajo de niveles de oferta de forraje del 1.5 % del peso vivo el efecto de sustitución es mínimo (Pigurina, 1993; Vaz Martins, 1997).

**Sustitución con depresión:** se presenta cuando el suplemento de mayor valor nutritivo que el forraje consumido provoca depresión en el consumo y digestión del mismo (Pigurina, 1991). Dicho efecto generalmente se explica por modificaciones del ambiente ruminal (García, 1991).

Este sería el caso de suplementación con concentrados energéticos de rápida fermentación sobre pasturas de baja calidad. Delgado *et al.* (1978), citado por Orcasberro (1991), señala que animales pastoreando forraje de baja calidad redujeron el consumo de este y aumentaron la pérdida de peso, al ser suplementados con melaza.

**Adición-Sustitución:** son situaciones comunes en la práctica donde existe un efecto aditivo al comienzo de la suplementación, y que derivan en efectos sustitutivos de la pastura, al mejorar el comportamiento animal (Pigurina, 1991).

Concluyendo: el efecto más importante del suplemento debe ser “aditivo” a la pastura y no “sustitutivo”. Las restricciones (naturales o impuestas) de oferta de forraje generan este tipo de situaciones, con la consecuente mejora en la respuesta a la suplementación. En la medida que exista aditividad es posible obtener eficiencias de conversión del orden de 8:1 a 4.5:1 kg suplemento: kg peso extra, mientras que eficiencias mayores indican efectos sustitutivos (Pigurina, 1993).

#### **2.3.4- RESPUESTA A LA SUPLEMENTACION**

Es importante destacar que la respuesta al suplemento no debería cuantificarse solo en términos directos de la respuesta animal (aumento de peso vivo), sino que debería considerar una serie de cambios que seguramente ocurran en el sistema de producción y repercuten sobre toda la economía del predio como consecuencia de esta práctica (Vaz Martins, 1997).

A dichos cambios se los denomina efectos indirectos de la suplementación, dentro de los cuales se puede señalar la posibilidad de realizar un mejor manejo de las pasturas que están siendo pastoreadas por los animales suplementados; la posibilidad de disminuir la carga en otras categorías (por la mayor carga relativa que admite un potrero suplementado); disminución del número de animales improductivos en el rodeo (producto del adelanto en la edad al primer entore o por mejorar la condición en vacas adultas previo al período de apareamiento); valorización de kg flaco, terminación de animales, y otros (Lange, 1980; Allden, 1981; Oficialdegui, 1991; Orcasberro, 1993; Pigurina, 1991; Vaz Martins, 1997; Quintans *et al.*, 1994).

Sin embargo, muchos de estos aspectos anteriormente señalados son difícil de cuantificar en forma precisa, por lo cual la mayoría de la información se centra en el efecto directo el cual se cuantifica a través de la cantidad de suplemento que se necesita para producir un kilo de carne, es decir, es la relación insumo producto entre los kg de suplemento consumidos por kg de carne extra producidos por el lote suplementado respecto a un lote testigo que ha permanecido en iguales condiciones pero sin recibir suplemento. Dicho efecto directo es por lo tanto la eficiencia en el uso de grano o suplemento.

Scott y Bryant (1981) realizaron un resumen de 34 trabajos en el cual se evaluó la respuesta obtenida al suplementar novillos en pastoreo en Nueva Zelanda (Cuadro 10).

**Cuadro 10- Respuesta a la suplementación de novillos en Nueva Zelanda.**

<i>Respuesta: kg Grano/ kg Peso</i>	2-5	5-7	7-9	9-12	>12
<b>% Resultados</b>	29	15	32	18	6

Fuente: Scott y Bryant (1981).

Si bien la mayoría de los ensayos obtuvieron eficiencias de conversión de 7 y 9 kg de suplemento por kg de PV adicional debe notarse la gran variación en el rango de respuesta; variando en el rango desde 2 hasta valores mayores de 12. Cabe destacar que en esta serie de ensayos el nivel más alto de suplementación utilizado correspondió a 4.5 kg de concentrado/día (1.1% del PV), pero la mayoría de estos se ubicaron en niveles inferiores a 2.5 kg/día

En nuestro país, según trabajos realizados por Risso *et al.* (1989), Oficialdegui (1991), Dumestre *et al.* (1998), se puede afirmar que la respuesta directa a la suplementación invernal de novillos varía en un rango de 3 a 14 kg de grano/kg de PV adicional, en función de la disponibilidad y calidad de pasturas, tipo y cantidad de suplemento. Orcasberro (1993) señala que es poco probable que una suplementación que resulte en conversiones mayores de 7 a 1 sea rentable económicamente.

En la categoría terneros bajo condiciones de pastoreo sobre campo natural, y utilizando diferentes tipos y niveles de suplementos concentrados, ensayos realizados por Quintans *et al.* (1993), Quintans (1994), Gomez *et al.* (1995), Gutiérrez y Morixe (1995), arrojan respuestas o valores de eficiencia de conversión de 3 a 5 kg de suplemento por kg de peso vivo adicional producido. En este sentido Pigurina (1993), indica que para terneros en condiciones de pastoreo, eficiencias mayores de 10:1 reflejan efectos sustitutivos que en general no son favorables económicamente.

Cuando se suplementa con el objetivo de maximizar la performance animal, la respuesta a obtener depende de: a) la diferencia entre el potencial de producción del animal y el valor nutritivo (digestibilidad, consumo y eficiencia de utilización) del forraje base; b) de la cantidad disponible de forraje base (Orcasberro, 1991).

Dentro de los factores a considerar en una estrategia de suplementación, deben mencionarse los relativos al animal, a la pastura, al suplemento y a la interacción animal-pastura-suplemento (Pigurina, 1991; Cibils *et al.*, 1997). El grado de conocimiento que se obtenga respecto a estos factores y su interacción, condicionara el éxito de un programa de suplementación (Cibils *et al.*, 1997).

#### **2.3.4.1- Factores del animal que afectan la respuesta a la suplementación**

La suplementación debe tener en cuenta el tipo de animal, el estado corporal y nivel de reservas, y los requerimientos nutricionales para el objetivo previamente definido, ya sea mantenimiento o aumento de la producción (Pigurina, 1991).

Con respecto al tipo de animal, se ha señalado que a igualdad de otros factores (pastura y suplemento), la respuesta directa a la suplementación es mayor en animales jóvenes por lo que se necesitan menos cantidad de suplemento para lograr un kg de ganancia de peso adicional. Esto es debido a la mayor eficiencia de conversión que presentan los animales jóvenes (Boncarrére, 1972; Gómez, 1989).

Esta mayor eficiencia de conversión, unido a las condiciones de estrés del ternero citadas por Pigurina (1993) como lo son: separación de su madre, cambio de alimentación, yerra, rigores del invierno con frío y escasez de cantidad y calidad de pastura, harían esperar una alta respuesta a la suplementación en esta categoría.

#### **2.3.4.2- Factores de la pastura que afectan la respuesta a la suplementación**

Los factores dependientes de la pastura que afectan en mayor grado la respuesta a la suplementación son: calidad y disponibilidad (Allden, 1981; Siebert y Hunter, 1981; Orscasberro, 1991; Pigurina, 1991)

##### **2.3.4.2.1- Respuesta a la suplementación sobre pasturas de alta calidad**

En pasturas de alta calidad (aquellas que presentan alta digestibilidad, bajos contenido de fibra, y alto de proteína) la cantidad de forraje disponible es el principal factor que afecta la performance animal y su posible respuesta a la suplementación (Santini y Rearte, 1997).

Trabajos realizados por Gomez *et al.* (1981) citados por Santini y Rearte, (1997) en el INTA Argentina con novillos en engorde sobre pasturas de alta calidad, señalan que en la medida que aumenta la ganancia de peso, producto de la mayor oferta de forraje, la respuesta a la suplementación se va diluyendo hasta hacerse nula. Es decir que no hay respuesta adicional a la suplementación en animales que tienen una alta tasa de ganancia de peso individual.

Oficialdegui (1991) cita trabajos realizados en Nueva Zelanda con novillos de 350 kg pastoreando praderas de leguminosas a una carga de 2.5, 5.0, 9.6 an/ha, donde se obtuvo una eficiencia de conversión de 9.5, 8.4, 6.3 kg suplemento/kg PV extra, respectivamente. Es claro que en la medida que disminuye la disponibilidad de forraje por animal aumenta la respuesta a la suplementación.

Cuando hay abundante forraje disponible de alta calidad la respuesta a la suplementación es muy pobre en términos físicos (Lange, 1980; Gomez, 1989;

Orscasberro, 1993). Esta falta de respuesta se debe fundamentalmente a la sustitución que realiza el animal de forraje por suplemento.

En pasturas de buena calidad, con disponibilidades restringidas, la posibilidad de sustituir entre ella y el suplemento es limitada, y por lo tanto son esperables respuestas a los concentrados. Esta respuesta se debe a que la asignación de forraje por animal no llega a satisfacer su máximo consumo voluntario de materia seca, por lo tanto no hay sustitución o esta se da a muy bajos niveles (Risso *et al.*, 1989); lo que se ejemplifica en el cuadro 11.

**Cuadro 11- Ganancia de peso de novillos de sobre año a dos preciones de pastoreo y tres niveles de suplementación.**

Asignación Forraje (% PV)	1.5			3		
	0	2	4	0	2	4
Suplemento (kg/ nov./día)	0	2	4	0	2	4
Carga (animales/ha)	9.1	9	9	4.3	4.7	4.1
Ganancia diaria (kg/día)	0.173	0.813	0.841	0.904	1.045	0.958
Eficiencia (kg supl./kg gan.)	--	3.2	6	--	14.2	74

Fuente: Risso *et al.* (1989).

Allden (1981) menciona que cuando la disponibilidad de pastura es escasa, aunque ésta sea de alta digestibilidad, los animales no están capacitados para cosechar suficientes nutrientes por lo cual el autor sostiene que suplementar puede ser usado para aumentar la energía de la dieta.

Concluyendo y conforme con lo expresado por Vaz Martins (1994) en un resumen de trabajos realizados durante varios años con novillos pastoreando praderas y verdes, cuando la oferta de pastura se restringe a niveles severos (1.5% del PV) y se emplea granos a niveles moderados es de esperarse un efecto aditivo del suplemento y un aumento en la eficiencia de conversión. Mientras que a disponibilidades importantes de forraje (3% del PV) se produce un efecto de sustitución del suplemento y no se observa prácticamente diferencia entre niveles de suplementación.

#### **2.3.4.2.2- Respuesta a la suplementación sobre pasturas de baja calidad**

Cuando el forraje es de baja calidad, independientemente 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 justificable en términos económicos (Siebert y Hunter, 1981; Orscasberro, 1993).

Ovinos y vacunos que consumen forrajes de baja calidad, con alto contenido de fibras (FDN > 70%) y bajo de proteína (< 6%), minerales y vitaminas, y con baja digestibilidad (DMO < 50%), manifiestan máximos consumos voluntarios que no alcanzan a satisfacer las necesidades de mantenimiento (Orscasberro, 1991).



El bajo consumo cuando la disponibilidad de forraje no es limitante, se debe a una tasa de digestión lenta del alimento en el retículo rumen, a una baja velocidad de paso del material no digerido a través del tracto gastro-intestinal, y a una capacidad de ingestión limitada (Orscasberro, 1991).

En este marco, el suministro de suplementos (proteicos) que aporten cantidades adecuadas de proteína, minerales y energía rápidamente utilizable, permite corregir las deficiencias de nutrientes para los microorganismos del retículo rumen y directa o indirectamente para el animal que los consume. Esto se traduce en aumentos en la capacidad de digestión (a veces acompañada por incrementos de digestibilidad), de la velocidad de paso y de la capacidad de consumo del animal. Por el contrario, la suplementación con concentrados energéticos, que contienen niveles bajos de proteína cruda y elevados de carbohidratos rápidamente fermentescibles, produce efectos negativos sobre el forraje de baja calidad (Orscasberro, 1991).

Numerosos estudios han demostrado que la suplementación proteica y/o energéticos al ganado consumiendo pasturas de baja a mediana calidad, puede aumentar el consumo de MO del forraje y/o su digestibilidad, incrementando la ganancia de peso; sin embargo, los datos son limitados concernientes al efecto de los regímenes de suplementación en el comportamiento en pastoreo (Krysl y Hess, 1993)

Dumestre *et al.* (1998) trabajando con dos tipos de pasturas cultivadas (baja y alta calidad), con oferta restringida de forraje (1.5% de presión de pastoreo), y dos niveles suplementación con grano de cebada (0.5 y 1.0 % del PV), concluyen que la calidad de la pastura aparece como determinante de la respuesta a la suplementación. En pasturas de alta calidad no se observaron aumentos de peso al aumentar la cantidad de grano consumido debido al efecto de sustitución del forraje consumido por concentrado, lo que determinó que la de eficiencia de conversión se redujera a la mitad, desde 4.2 a 9.5, al pasar del nivel mas bajo al mas alto de suplementación. En pasturas de baja calidad y baja disponibilidad la eficiencia de conversión fue menor pero prácticamente la misma, 6.3 y 5.92, para los dos niveles de suplemento (0.5 y 1 % PV), aquí el concentrado permitió aumentar la ganancia de peso actuando en forma aditiva a la pastura en todos los niveles.

Concluyendo, se puede afirmar que la suplementación debe programarse de acuerdo a la calidad y cantidad de la pastura ofrecida para adecuar el tipo y cantidad de suplemento a las deficiencias de la misma. La información sobre pasturas en condiciones normales de oferta invernal de campo natural muestra que existen restricciones que limitan el consumo de suficientes cantidades de energía y proteína. Una correcta evaluación y conocimiento de la pastura permitirá elegir un suplemento adecuado en energía y proteína y que tenga efecto positivo sobre la utilización del forraje (Pigurina, 1993).

En el cuadro 12 se presenta la respuesta esperada en peso vivo y consumo de energía de vacunos y ovinos suplementados con energía, proteína o nitrógeno no

proteico, y pastoreando forrajes de diferentes niveles de disponibilidad, contenido de fibra y proteína.

**Cuadro 12- Respuesta esperada a la suplementación en función de disponibilidad y calidad de pasturas frente a diferentes fuentes de suplementos.**

Características de la pastura	Niveles (Bajo o Alto)							
	Bajo				Alto			
Disponibilidad	Bajo		Alto		Bajo		Alto	
Cont. De Fibra	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto
Cont. De Proteína	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto
Suplemento	Respuesta nula (0), pequeña (+), media (++) o alta (+++)							
Energía	+	+	++	++	0	0	+	+
Proteína	+	0	+	+	+++	0	++	+
NNP (urea)	+	0	0	0	++	0	+	0

Fuente: Adaptado de Siebert y Hunter (1981).

### **2.3.4.3- Factores del suplemento que afectan la respuesta a la suplementación**

Los principales factores del suplemento determinantes de la respuesta a la suplementación son: tipo y cantidad de suplemento, valor nutritivo, forma física, palatabilidad, problemas y limitantes de consumo, velocidad de degradación ruminal, entre otros (Figurina, 1991).

#### **2.3.4.3.1- Tipo de suplementos**

Obviamente que la respuesta a la suplementación varía según el tipo de suplemento y su valor nutritivo, no es de esperar la misma respuesta directa al suplementar con concentrados energéticos o proteicos, que al hacerlo con voluminosos como fardos o silos.

Existe una gran diversidad de suplementos energéticos, proteicos y energético-proteicos, incluyendo a las pasturas cultivadas de alta calidad (praderas y verdes) a ser usados con terneros (Figurina, 1993).

#### **➤ Concentrados energéticos**

Los alimentos energéticos se definen como aquellos con menos de 20% de Proteína Cruda (PC) y menos de 18% de Fibra Cruda (FC) o menos de 35% de Pared Celular (FDN) (NRC, 1984).

A los efectos de la suplementación de bovinos y ovinos, estos están representados por los granos de cereales y algunos de sus subproductos. La fracción energética está constituida en su mayor parte por el almidón presente en el endosperma del grano, aunque menor en aquellos cubiertos por un tegumento importante (avena, cebada). En general, tienen poca proteína (7-15%) en relación a otras fracciones del alimento y poseen pocos minerales con una relación calcio /

fósforo alta e inversa a la observada en los productos de origen vegetal. La forma de suministro de elección (por palatabilidad y digestibilidad) es el grano partido (García, 1991b).

Cozzolino (1994) y Gómez (1989), señalan que existen importantes diferencias en digestibilidad de los granos, esto está relacionado con la presencia o no de cáscara y con la dureza de ésta. Por ejemplo en maíz y avena se pueden encontrar digestibilidades del 90 y 75% respectivamente.

Casi todos los granos ofrecen energía bajo la forma de almidón pero existen diferencias en la composición y tasa de liberación del mismo en el tracto digestivo del animal. El almidón de cereales de invierno es de rápida fermentación y solubilidad en el rumen. En cambio el de cereales de verano es de fermentación ruminal mas lenta y una parte del mismo escapa a la fermentación ruminal y es digerida a nivel de intestino delgado (Pordomingo, 1993).

En los cuadros 13 y 14 se presentan las principales características nutritivas de diferentes tipos de granos y subproductos agroindustriales utilizados en la suplementación energética.

**Cuadro 13- Características nutricionales de diferentes tipos de granos utilizados en la suplementación energética.**

<i>Alimentos</i>	<i>ED (Mcal/Kg)</i>	<i>Solubilidad del almidón</i>	<i>PC (%)</i>	<i>Solubilidad de la proteína (%)</i>	<i>Observaciones</i>
Trigo	3.5	Alta	12.0	99.5	Almidón de muy rápida fermentación.
Cebada	3.2	Alta	10.0-13.0	73.0	Características del almidón similares a las de trigo.
Avena	3.0	Alta	11.0-13.0	80.0	Valor energético en función del porcentaje del tegumento.
Maíz	3.6	Baja	9.5	50.0	Relación amilosa /amilopectina baja.
Sorgo	3.5	Baja	7.5-8.7	50.0	Formación de complejos proteína-taninos.

Fuente: Adaptado de García (1991b)

ED: energía digestible; PC: proteína cruda.

Otro grupo importante de suplementos energéticos está constituido por los subproductos de la molienda de granos de cereales, como es el caso del afrechillo de arroz. Estos usualmente están compuestos por las cubiertas externas del grano (germen, partes del endosperma) o del pulido del grano.

Las características químicas de los afrechillos en general son similares a la de los granos que le dieron origen, con la diferencia de que presentan niveles mayores de proteína (10 a 15%) (Cozzolino, 1994).

**Cuadro 14- Características de subproductos energéticos agroindustriales.**

Alimentos	ED (Mcal/Kg)	PC (%)	Observaciones
Arroz-afrechillo (crudo)	3.19	15.96	Alto contenido de lípidos. Dos tipos: desgrasado y entero.
Trigo-afrechillo	3.00	Más de 13.00	Proteína de alta degradación en rumen (70 %).
Semitín	3.40	16.00	Mayor proporción de almidón de rápida degradación que Afrechillo
Melaza	3.00	7.0 a 10.00	Carbohidratos de muy rápida fermentación.
Gluten feed	3.30	20.00	La mayor parte de la PC es degradada en rumen.
Maíz-afrechillo	3.49	12.33	

Fuente: Adaptado de García (1991b).

ED: energía digestible; PC: proteína cruda.

Mieres (1997), a partir de numerosos ensayos evaluó la respuesta a la suplementación con concentrados energéticos sobre pasturas de mediana a baja digestibilidad y diferentes niveles de oferta de suplemento, y señala que en términos generales la suplementación deprimió el consumo de forraje, independientemente de cual fuese la dieta base, el suplemento energético utilizado o el nivel del mismo. Como regla general suplementos energéticos ricos en almidón (maíz-sorgo) y suministrados en cantidades elevadas pueden deprimir la digestibilidad del forraje y en particular de la fracción fibra, deprimiendo también el consumo. Por el contrario granos y/o sus subproductos (afrechillo de trigo y arroz) de menor contenido de almidón afectan menos la digestión de la fibra, debido a una menor alteración de las condiciones del rumen, fundamentalmente pH, no provocando alteraciones a nivel de la microflora ruminal.

- **Afrechillo de Arroz**

Es un subproducto agroindustrial que resulta del proceso del pulido del arroz, y representa en promedio 9% del grano de arroz con cáscara (Vidart, 1985; citado por Orscasberro *et al.*, 1998). Comprende pericarpio, tegumento, capa de aleurona, embrión y pequeños fragmentos de endosperma (McDonald *et al.*, 1986), pudiendo contener aun 10% de cáscara y 8% de arroz "chuzo" (Fonte, 1988; Ruviano *et al.*, 1990; ambos citados por Prates, 1992).

Cuando es de buena calidad debe contener como impurezas solamente partículas de cáscaras imposibles de retirar durante el proceso de descascarillado (Prates, 1992). Cuando se le adiciona parte de cáscara molida se eleva el tenor de sílice, lignina y fibra bruta (FB) influenciando negativamente el valor nutritivo del concentrado.

Este concentrado aporta niveles elevados de energía (NDT = 82%), lo cual se explica por poseer una importante concentración de extracto no nitrogenado (49%) y

de extracto etéreo. El contenido de proteína cruda (PC) oscila, en general, entre 12 y 16% (Orscasberro *et al.*, 1998), valores similares, publicados por otros autores, se muestran cuadro 15.

**Cuadro 15- Composición química del Afrechillo de Arroz (% MS).**

<i>Autor</i>	<i>MS</i>	<i>FDA</i>	<i>PC</i>	<i>EE</i>	<i>DMO</i>	<i>Ca</i>	<i>P</i>
NRC, 1984.	91	18	14	15	--	0.08	1.7
Univ. de la República, 1987.	--	--	16	--	--	0.08	1.7
García, 1991b.	--	18	15	17	--	--	--
Pigurina y Methol, 1994	89	12	14	--	69	--	--
De Mattos <i>et al.</i> , 1992	--	--	13.8	--	69	0.08	1.3
Gilles, 1993.	89	14	14	20	69	--	--
Quintans <i>et al.</i> , 1993.	90	--	15	20	62	--	--
Gutiérrez y Morixe, 1995	88.1	8.4	13	--	66	--	--
Gómez <i>et al.</i> , 1995	90.7	13.3	14.6	--	--	--	--
Barbot y Pittaluga, 2001	89.9	11.3	15.0	--	76.9	--	--

MS = Materia Seca      FDA = Fibra Detergente Acido      PC = Proteína Cruda  
 EE = Extracto Etéreo      DMO = Dig. de la Materia Orgánica      Ca = Calcio      P = Fósforo

El contenido de FDN reportado por Gómez *et al.* (1995) y por Barbot y Pittaluga (2000) para el afrechillo de arroz es de 29.28% y 20.22% respectivamente, los restantes componentes se presentan en el cuadro anterior.

El alto contenido de lípidos insaturados, producto de la presencia del embrión, lo hacen susceptible al enranciamiento, o también puede traer efectos perjudiciales sobre la degradación de la fibra frente a consumos elevados (García, 1991b).

Otra característica de este subproducto es que permite el suministro de almidón y proteína sobrepasante (García 1991b, Prates 1992).

- **Raciones balanceadas**

Una ración balanceada es aquella que provee al animal de todos los elementos nutritivos (energía, proteína, minerales, y vitaminas) que se requieren para cubrir sus requerimientos de mantenimiento y de producción (ganancia de peso, producción leche, lana, entre otras) (Ensminger y Olentine, 1983; INRA, 1984).

La formulación de raciones consiste en combinar alimentos y determinar la proporción a incluir de cada uno de éstos en la mezcla, de tal manera de satisfacer las necesidades nutritivas del animal a un mínimo costo. Cabe señalar además, que una ración balanceada para que sea satisfactoria debe ser de buen sabor, digestible, y considerar cambios en la disponibilidad de los alimentos y sus precios.

Por lo tanto, para formular una ración es necesario en primer término, estimar los requerimientos del animal para mantenimiento y producción, y posteriormente determinar los posibles alimentos a incluir en la mezcla. De éstos últimos se debe conocer su disponibilidad, precio, composición y calidad, y grado de procesamiento.

### Aditivos en raciones

Los aditivos alimentarios son un grupo de compuestos que, cuando se añaden a la dieta, consiguen mejoras en el desarrollo del animal, independientemente de su papel como nutrientes en sí (Hutjens, 1991). Por lo cual cuando se formulan dietas para maximizar el la productividad del animal y su estado sanitario, la adición de aditivos alimentarios para complementar los requerimientos de ciertos nutrientes o para optimizar la utilización de éstos, puede ser altamente beneficioso para el desarrollo del animal.

Los aditivos más comúnmente utilizados y efectivos en mejorar la ganancia de peso son antibióticos promotores del crecimiento denominados comúnmente como ionóforos. Estos son poliestéres carboxílicos los cuales se presentan bajo tres tipos diferentes de compuestos: lasalocid, monensina sódica y propionato de laidlomocina (Potter y Wagner, 1987).

Dichos compuestos aumentan la permeabilidad de las membranas celulares a los iones, especialmente sodio y potasio, destruyendo así cierto tipo de bacterias y protozoos existentes en el rumen. Como los efectos de las gradientes son mayores en las bacterias gram positivas que en las gram negativas, aumenta la proporción de éstas últimas en el rumen. Los cambios fermentativos que esto acarrea determina que se forme mas ácido propiónico que acético y butírico y por lo tanto disminuye la producción de metano y de anhídrido carbónico (menos meteorismo), mejorando así la eficiencia del aprovechamiento de la energía de la ingesta, lo que implicaría un 5% de incremento en la energía retenida como ácidos grasos volátiles. Además, se prolonga el tiempo de estadía del alimento en el rumen, mejorando así la digestibilidad, particularmente de los alimentos ricos en fibra como el pasto.

Otros efectos de los ionóforos son la menor acidez ruminal, la mejoría del aprovechamiento de ciertos minerales como fósforo, sodio, magnesio, zinc y cobre, la disminución de la degradación proteica y desaminación y el control de las coccidias (Rojas, 1987; Vogel, 1995).

Las modificaciones en la fermentación ruminal, producto de la acción ionóforos, determinan mejoras en la performance animal a través de uno o más de los siguientes mecanismos (Vogel, 1995; Jouany, 1994; Potter y Wagner; 1987):

- a) incrementos en la ganancia diaria de peso en animales en crecimiento y engorde bajo condiciones de pastoreo (10 a 15%);
- b) mejoras en la eficiencia de conversión (9 a 12%) al aumentar la ganancia de peso sin aumentar el consumo (forrajes) o mantener ganancias de peso bajando el nivel de consumo (concentrados).
- c) Incrementos en la eficiencia en la utilización de la energía y de la proteína, reducción de la incidencia y severidad de la acidosis láctica, del meteorismo, y control la coccidiosis.

### ➤ **Concentrados proteicos**

Los alimentos proteicos se definen como aquellos que presentan 20% o más de proteína cruda (NRC, 1984); y se pueden clasificar en: fuentes proteicas de origen animal, fuentes proteicas de origen vegetal, y fuentes de nitrógeno no proteico.

Dentro de los suplementos proteicos de origen animal se destacan las harinas pescado, y de carne y hueso. Las harinas de carne y hueso son derivadas de los procesos de faena de ovinos y bovinos. Como principales características se señala su alto contenido de grasa, y sus altos niveles de fósforo y calcio, que aumentan al aumentar la proporción de hueso en la harina. El nivel de proteína cruda es variable, citándose valores de 40% (Cozzolino, 1994).

Entre las fuentes proteicas de origen vegetal se encuentran las harinas y expeller denominados comúnmente “tortas” de semilla de oleaginosa. Estos suplementos son producto de la extracción de la mayor parte del aceite de estas semillas. La diferencia entre ambos es que mientras en las primeras el aceite se obtiene con solventes, en el expeller se obtiene por presión. Otra de las características que los diferencia es que el expeller tiene más lípidos (2.5-4%) y menos proteína, mientras que en la harina es a la inversa (1% de lípidos); esto hace variar el contenido energético de uno con respecto al otro (García, 1991b; McDonald *et al.*, 1986).

Cozzolino (1994) cita para nuestro país, como las fuentes de origen vegetal más importantes a nivel comercial a las harinas y tortas de soja y girasol y los subproductos de la industria del maíz como el gluten feed y el gluten meal. Las harinas provenientes de la industria aceitera presentan niveles de proteína cruda de 35-40%, el contenido de calcio es bajo, pero presentan niveles importantes de fósforo.

Las fuentes de NNP, corresponden a cualquier compuesto que contenga N, pero que no esté presente en la forma polipeptídica de la proteína. Desde el punto de vista práctico, cuando se habla de NNP como suplemento, se hace referencia principalmente a la urea y en menor grado a compuestos tales como el biuret o fosfatos de amonio (Church, 1977). La fuente de N más usada y más barata es la urea, presentando la limitante, de que puede ser tóxica cuando se emplea por encima de determinados niveles.

#### **2.3.4.3.2- Cantidad de suplemento**

La cantidad de suplemento afecta en forma importante la respuesta a la suplementación. En este aspecto tanto la información nacional como extranjera es consistente en señalar que al aumentar el nivel de suplementación, permaneciendo constante la asignación de forraje, disminuye la eficiencia de conversión. Esto es debido a que aumenta la tasa de sustitución de pastura por suplemento, disminuyendo

el consumo de pastura, aumentando el de suplemento, aunque sería esperable incrementos en el consumo total de MS.

Joblin *et al.* (1970), citado por Oficialdegui (1991), realizaron un resumen de trabajos sobre el efecto del nivel de suplemento sobre la eficiencia de conversión (Cuadro 16).

**Cuadro 16- Relación entre el nivel de suplemento y respuesta a la suplementación.**

<b>% del P.V. (concentrado)</b>	<b>0</b>	<b>0.25</b>	<b>0.5</b>	<b>0.75</b>	<b>1.0</b>
Kg. MS pastura/an./día.	7.8	7.2	6.7	6.1	5.6
Kg. MS concentrado/an./día.	---	0.8	1.5	2.3	3.1
Kg. MS total/an./día.	7.8	8.0	8.2	8.4	8.7
Kg. Ganancia peso/an./día.	0.40	0.58	0.75	0.66	0.64
Kg. Concentrado/kg. P.V.	---	4.4	4.3	8.8	12.9

Fuente: Joblin *et al.* (1970); citados por Oficialdegui (1991)

Del análisis del siguiente cuadro se desprende que al aumentar el nivel de suplemento disminuye la eficiencia de conversión. Cuando el nivel de suplemento es de 0.25% del PV se requieren 4.4 kg de suplemento para producir 1 kg de peso adicional, mientras que cuando se suplementa con 1% PV se requieren 12.9 kg de sup/ kg de peso vivo extra producidos. A partir de niveles de suplementación de 0.75 % del peso vivo de concentrado, la eficiencia de conversión cae bruscamente (se duplica en relación a la de 0.5% de PV).

Risso *et al.* (1989) en pasturas de alta calidad, indican que para disponibilidades de pasturas de 1.5 % del PV, cuando se incrementa la suplementación de 2 a 4 kg, la eficiencia de conversión desciende de 3.2 a 6.0 kg suplemento / kg ganancia (cuadro 8).

#### **2.3.4.3.3- Otros**

Conjuntamente con tipo y cantidad de suplemento deben considerarse también otras características de este como ser la forma física, la palatabilidad, los problemas y limitantes de consumo, su efecto en la degradación ruminal de la fibra de la pastura, entre otros.

La forma física en la cual se presenta el suplemento y el procesamiento de los mismos a través de diferentes métodos: reducción del tamaño de partícula, adición de humedad, tratamiento con calor o con sustancias químicas, son dos de los factores del suplemento que pueden afectar la respuesta a la suplementación y la ganancia diaria.

La mayoría de la información referente al procesamiento de granos, señalan que los beneficios que se obtengan por su procesamiento dependerán del tipo de alimento procesado y del animal que será alimentado.



Tait y Beanies (1988) revisando la información disponible sobre preservación y procesamiento de cereales (partido y molido) llegan a la conclusión de que la respuesta al procesamiento varía con el tipo de grano. Donde los mayores incrementos se obtienen en cebada, medios para sorgo, y los menores en avena. Gomez (1989) señala importantes mejoras en el procesamiento de granos de maíz; determinando además que para vacunos, el partido y molido de grano de sorgo produce incrementos importantes de la digestibilidad de la materia orgánica.

Aunque hay cierta variación, puede concluirse que generalmente, el procesamiento de los granos trae aparejado una mejora en la digestibilidad y en la performance animal. El nivel de esta mejora dependerá fundamentalmente de la dureza del grano (Gomez, 1989).

Otro de los factores a tener en cuenta en un programa de suplementación es el limitante del consumo que presentan algunos de los suplementos al ser suministrado a los animales. El caso más claro es el que a granos y subproductos industriales se refiere lo presenta el Afrechillo de Arroz crudo, explicado por el elevado nivel de grasas, que al ingresar al rumen deprimen la digestibilidad de la fibra por un efecto físico (al recubrirla), así como también por la toxicidad sobre la micropoblación. Esto se traduce en una menor tasa de digestión de la fibra a nivel de rumen, una menor tasa de pasaje por el tracto y un menor consumo (Coleman, 1975; Palmquist y Jenkins, 1980).

Debido al elevado nivel de grasa García (1991b), sugiere no exceder los 3 kg/día como suplemento para animales adultos, ya que una cantidad de aceite superior a los 0.5 litros tiene efectos perjudiciales sobre la degradación de la fibra. En la categoría terneros ensayos realizados en nuestro país establecen que el máximo consumo voluntario de Afrechillo de Arroz crudo o entero, está en el entorno de 0.7 a 1.5 % del peso vivo del animal (Quintans, 1993).

Otra problemática asociada a la utilización del Afrechillo de Arroz entero es la posibilidad de enranciamiento oxidativo, el cual afecta su valor nutritivo y palatabilidad. Dicho proceso oxidativo se explica por los altos tenores de lípidos donde predominan ácidos grasos insaturados (74.3% del total de ácidos grasos); evitándose con el uso de antioxidantes, con la extracción del aceite antes de almacenarlo (Mc Donald *et al.*, 1986), o con períodos de almacenamientos no mayores a 20-30 días (Orscasberro *et al.*, 1998).

#### **2.3.4.4- Factores de manejo**

Aspectos de manejo como lo son el acostumbamiento del lote a suplementar, frecuencia de suplementación, dominancia social dentro de cada lote, hora del día a la cual se suplementa, comederos, problemas metabólicos, sanidad, y otros, son factores que muchas veces determinan el éxito o fracaso de un programa de suplementación (Gomez 1989; Oficialdegui, 1991; Pordomingo, 1993).

#### **2.3.4.4.1- Acostumbramiento**

Lange (1980), define el período de acostumbramiento como el tiempo necesario que demora la microflora ruminal y el propio del animal en habituarse y alcanzar el máximo consumo del nuevo alimento.

Los autores consultados en lo referente a este tema Lange (1980), García Tobar (1987), Ledesma Arocena (1987), coinciden en establecer que durante este período la introducción del suplemento debe ser gradual. En este sentido no existe una única recomendación, si no que lo importante es plantear un gradiente en función del nivel que se quiere alcanzar, de forma de alcanzar el total en un período cercano a 20 días (Oficialdegui, 1991).

#### **2.3.4.4.2- Frecuencia de Alimentación**

Se han ideado diferentes sistemas de suministro intermitente, como por ejemplo día por medio o dos veces por semana con el objetivo de reducir los costos y simplificar la tarea, con resultados variables dependiendo del tipo y nivel de suplementación.

Ledesma Arocena (1987) plantea que en el caso de suplementación diaria, su distribución puede ser fraccionada dependiendo del nivel de suplementación, donde niveles de suplemento 1% de del PV requieren 1 a 2 comidas diarias, mientras que para niveles mayores al 2% serían necesarias 3 o mas comidas. El fraccionamiento, cuando la cantidad de suplemento es elevada, tiene como fin lograr un mayor consumo (Lange, 1980), una fermentación mas homogénea en el rumen (aumentando la eficiencia de utilización de los nutrientes) y evitar trastornos digestivos (acidosis y meteorismo).

#### **2.3.4.4.3- Otros (Dominancia social, horario de suministro)**

El problema de dominancia social se establece siempre dentro de un grupo de animales. Tal es el caso cuando se suplementa en forma conjunta animales de distinta categoría, animales con distinto peso o tamaño dentro de una misma categoría, animales astados con mochos. Como consecuencia de este fenómeno los animales dominados presentan un menor consumo de suplemento que el esperado y los animales dominantes presentan un consumo excesivo que no necesariamente se traduce en mayores ganancias de peso y normalmente ocasiona problemas metabólicos (Pordomingo, 1993).

Las recomendaciones practicas para solucionar este problema pasan por formar lotes lo mas homogéneos posibles según peso, edad, comportamiento similar y presencia o no de astas. Oficialdegui (1991) indica que se debe proporcionar un

espacio mínimo de 20 a 30 cm. de comedero por animal como forma de asegurar un consumo mínimo de suplemento por animal y evitar problemas de dominancia.

En lo referente al horario de suministro, las opiniones son coincidentes en señalar la importancia de mantener una regularidad en la hora del día a la cual se suplementa.

### **2.3.5- RESULTADOS EXPERIMENTALES EN TERNERAS**

De Mattos *et al.* (1992), realizaron un ensayo de suplementación con afrechillo de arroz crudo en terneras de destete durante el invierno de 1992. Utilizaron 4 niveles de suplemento: 0.75 (bajo), 1.5 (medio), 2.25 (medio-alto), y 3 (alto) kg/an/día de afrechillo; y un tratamiento testigo sin suplementar. Luego de iniciado el ensayo se debió mezclar el afrechillo de arroz con afrechillo de trigo en una relación 1 a 1, debido al bajo consumo que presentaba el afrechillo de arroz puro.

Se encontraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre el peso vivo de los tratamientos suplementados y el testigo, y significativas entre el nivel medio-alto y los restantes niveles. Los autores concluyen que los pesos alcanzados por los tratamientos suplementados no son totalmente satisfactorios, producto de el bajo nivel de consumo durante el primer tercio del ensayo.

Quintans *et al.* (1993) evaluaron el efecto de diferentes niveles de suplementación invernal (bajo, medio y alto) con afrechillo de arroz crudo sobre terneras, correspondientes a 0.35, 0.70 y 1.0 % de PV. El peso de los animales al inicio del ensayo fue de 135 kg. La dieta base fue campo natural a una carga de 0.85 UG/ha.

La disponibilidad de forraje total (verde y seco) para dos fechas de muestreo (10/7 y 12/8) se situó en valores de 1600 a 1200 kg de MS/ha, correspondiéndole a éstas disponibilidades de verde 584 y 308 kg de MS/ha. Los valores promedios de digestibilidad de 53 y 25%, y proteína de 9 a 6 % para verde y seco respectivamente, asociados a la alta proporción de seco demuestra la mala calidad de la dieta base.

Se debe destacar que no existió prácticamente rechazo de suplemento en los niveles bajo y medio. Sin embargo los animales del nivel alto manifestaron un elevado rechazo. También que se observó una gran variabilidad en el consumo entre animales, donde el nivel bajo y medio tuvo menor variación entre animales (18 % de CV) que el nivel alto (24 % CV).

Los autores concluyen que no existieron diferencias significativas en ganancia de peso para los niveles medio y alto, situándose en valores de 193 y 219 g./an/día respectivamente. Los animales del nivel bajo, que presentaron diferencias con el testigo y los otros dos niveles de suplementación, obtuvieron ganancias de 68 g./día mientras el tratamiento testigo que perdió 103 g./día. Posteriormente al período experimental los animales se mantuvieron en pasturas naturales hasta el siguiente

otoño, período durante el cual se evaluó la ganancia de peso para cada uno de los tratamientos. Los resultados indican que no existieron diferencias significativas en ganancia de peso entre animales de diferentes tratamientos (en torno a 650 g./an/día). Por lo tanto las diferencias de peso que existían al finalizar el ensayo se mantuvieron sin variantes hasta el otoño del siguiente año.

Quintans (1994) trabajando con terneras de destete en la UEPP (Treinta y Tres) realizó un experimento de suplementación invernal con afrechillo de arroz desgrasado. Esta fuente de suplemento presenta como principales características un menor nivel de extracto etéreo y mayor nivel de proteína que el Afrechillo crudo.

En él, 60 terneras de 137 kg al destete se sortearon en tres tratamientos: nivel bajo de suplementación (0.35 % PV), nivel alto (1.5 % PV), y sin suplementar (testigo). Los animales pastoreaban campo natural a una dotación de 0.65 UG/ha. La disponibilidad promedio en todo el invierno fue de 2000 kg de MS/ha, donde gran parte del forraje perteneció a restos secos, ya que solo entre el 25 a 35 % del total de materia seca pertenecía a forraje verde.

De los resultados obtenidos se concluye que existieron diferencias significativas en ganancia diaria de peso en los animales de cada tratamiento. Animales que consumían 1.5 % del PV obtuvieron 230 g.; los del nivel bajo 37 g.; y los del grupo testigo perdieron 82 g./an/día. Cabe destacar que la determinación diaria del consumo de suplemento no arrojó rechazos en ninguno de los 2 niveles de suplementación utilizados.

Gómez *et al.* (1995) en su trabajo de tesis de grado evaluaron el efecto de la suplementación energética, proteica y energética proteica en el crecimiento de terneras de destete pastoreando campo natural. El trabajo se desarrolló durante el invierno de 1993 en el campo experimental del INIA Treinta y Tres, durante el cual todos los animales pastoreaban campo natural a una carga de 1.04 UG/ha. El peso de los animales al comenzar el período experimental era de 168 kg. Los suplementos utilizados fueron: sorgo molido (energético); expeller de girasol (proteico); afrechillo de arroz crudo (energético-proteico). Las cantidades suministradas se calcularon en función de la energía, de forma de proveer igual cantidad de energía variando la cantidad de proteína. Se tomó como base el 0.7 % del PV en afrechillo de arroz. Es de destacar que el sorgo puro presentó problemas de rechazo, por lo que se suministró mezclado con afrechillo de arroz en una relación 3 a 1.

La disponibilidad de forraje fue disminuyendo paulatinamente desde 2760 kg de MS/ha al inicio del ensayo, hasta valores de 1230 kg previo a la finalización del mismo el 20 de octubre. La relación V/S fluctuó entre valores de 1/3 a 1/5. Los niveles de digestibilidad y proteína del campo natural fueron de 36 y 5.3 % respectivamente. Los animales registraron un consumo elevado de suplementos; 90, 84, 78 % del ofrecido para sorgo (S), expeller girasol (EG) y afrechillo de arroz (AA), respectivamente. Esto obedece al bajo nivel de suplementación empleado y las características de la dieta base.

Estos autores concluyen que existieron respuestas diferenciales, en performance animal, según la fuente de suplemento utilizada. Animales que consumieron EG y AA realizaron mayores ganancias diarias (282 y 205 g./an/día respectivamente) respecto a los que consumieron S (96 g./an/día) y al testigo (-38 g./an/día). No existieron diferencias importantes en performance animal a favor del suplemento proteico (EG) comparado con suplemento energético-proteico (AA). El S (fuente energética) no aparece como un suplemento adecuado para ser utilizado en forma pura en esta categoría. Cabe destacar que las ganancias diarias de peso registradas durante el segundo y último período durante el ensayo fueron de 582 y 595 g./an/día para los tratamientos con AA y EG respectivamente.

Gutiérrez y Morixe (1995) en su trabajo de tesis de grado evaluaron el efecto de diferentes niveles de suplementación con subproductos agroindustriales sobre el crecimiento de terneras en areniscas de Tacuarembó. En el mismo se emplearon 4 tratamientos, tres niveles de suplementación: 1 (bajo), 1.5 (medio), 2 (alto) kg/an/día, y un testigo sin suplementar. El suplemento estaba compuesto por una mezcla de afrechillo de arroz y afrechillo de trigo en partes iguales de peso.

La pastura utilizada fue un campo bruto el cual se encontraba en el cuarto año de regresión. El peso de los terneros al inicio del período experimental fue de 138 kg, y la dotación utilizada fue de 1.2 UG/ha. La disponibilidad de pasturas se situó en valores de 2919 y 1809 kg de Ms /ha, mientras que el % de la fracción verde lo hizo en 33 a 16%, para inicio y fin del período experimental respectivamente. Los niveles de digestibilidad del forraje verde (51%) y de proteína (11.5 %) como era de esperarse duplicaron a las encontradas en la fracción seco.

Los autores concluyen que los animales sin suplementar (testigos) mostraron importantes pérdidas de peso (150 g./an/día) lo que determinó diferencias significativas con los suplementados. Los animales suplementados lograron mantener (nivel bajo) o aumentar de peso (130 g./an/día, nivel medio y alto) diferencia que fue significativa entre ambos grupos. Entre los niveles medio y alto no existieron diferencias en el peso final de los animales, producto del nivel de rechazo de suplemento en este último.

Otras de las alternativas de que se plantean para esta categoría durante el invierno es la utilización de pasturas mejoradas, verdes o praderas, como suplementos estratégicos. Al respecto Pigurina (1994) realizó un ensayo sobre areniscas de Tacuarembó con el objetivo de evaluar el uso del pastoreo de avena por horas como suplemento invernal en la categoría de destete y establecer las horas necesarias para una ganancia de 200 g./an/día.

Los tratamientos utilizados con dicho fin fueron: Testigo sin suplementar a campo natural, avena 1 hs/día mas CN, avena 2 hs/día mas CN, avena 3 hs /día mas CN, avena todo el día, y suplemento forrajero (18 % PC) a razón de 1 kg/an/día mas campo natural. Las terneras de 105 kg de peso inicial, pastorearon campo natural a

una dotación de 1.6 terneras/ha (0.8 UG/ha), siendo la disponibilidad al inicio del ensayo de 754 kg de MS/ha. La oferta de MS de avena fue 3 % del peso vivo para todos los tratamientos que consumían avena. Se debe destacar la alta disponibilidad de la avena al inicio del ensayo (1800 kg MS/ha) en todos los tratamientos que permitió el máximo consumo posible en pastoreos restringidos.

Los resultados indican que el grupo testigo mantuvo peso, registrándose las mayores ganancias de peso con avena todo el día (527 g./an/día) y avena 3 hs/día (340 g./an/día). Sin embargo no existieron grandes diferencias entre avena 1 hs/día, avena 2 hs/día, y suplemento; 227, 235, 208 g./día respectivamente. La principal conclusión de este experimento es que 1 hora /día de avena, en las mismas condiciones de disponibilidad y calidad permitirían lograr ganancias de 200 g./día, similares al uso de 1 kg/día de suplemento.

En el cuadro 17 se presenta un resumen de las ganancias de peso y eficiencias de conversión obtenidas en los ensayos anteriormente descritos, según características de la dieta base (disponibilidad y calidad de forraje), y los tipos y niveles de suplementación utilizados para obtener dicha respuesta.

**Cuadro 17- Resumen de resultados de suplementación invernal en terneras.**

Suplemento	Dieta base	Tratamiento	Ganancia <sup>(a)</sup>	Eficiencia <sup>(b)</sup>
A. A. (1)	C. N. Disp prom.=1400 kg MS/haDotación= 0.85 UG/ha	Testigo	-0,103 (c)	---
		0.35 % PV	0,680 (b)	2.45
		0.7 % PV	0,193 (a)	2.73
		1.0 % PV	0,219 (a)	3.01
A. A. (2)	C. N. Disp prom.= 2000 kg MS/ha Dotación= 0.64 UG/ha	Testigo	- 0,820 (c)	---
		0.35 % PV	0,370 (b)	3.65
		1.5 % PV	0,230 (a)	4.25
E.G. A.A. S + A.A. (3:1) (3)	C. N. Disp prom.=2027 kg Ms/ha Dotación= 1.04 UG/ha	Testigo	-0,038 (c)	---
		0.82 kg S+AA	0,960 (b)	4.81
		1.00 kg AA	0,205 (a)	2.97
		1.30 kg/ E.G	0,282 (a)	3.15
A. A. (4)	C. B. (Areniscas) Disp. Prom= 2340 kg MS/ha. Dotación= 1.2 UG/ha	Testigo	-0,150 (b)	---
		1.0 kg/an	0,800 (a)	3.29
		1.5 kg/an	0,130 (a)	3.74
		2.0 kg/an	0,130 (a)	3.75

(1) Quintans *et al.* (1993)

(2) Quintans (1994)

(3) Gómez *et al.* (1995)

(4) Gutiérrez y Morixe (1995)

<sup>(a)</sup> kg/an/día.

<sup>(b)</sup> kg suplemento/kg PV adicional.

### **3 – MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1- LOCALIZACION, SUELOS Y PERIODO EXPERIMENTAL**

El trabajo experimental fue realizado en la Unidad Experimental “Palo a Pique” (U.E.P.P.), perteneciente a la Estación Experimental del Este, de I.N.I.A. Treinta y Tres. Dicha unidad se ubica a doce kilómetros de la referida ciudad, sobre la ruta nacional número 19, departamento de Treinta y Tres, República Oriental del Uruguay.

La Unidad Experimental consta de 895 hectáreas, prácticamente en su totalidad correspondientes a la Unidad Alférez (CONEAT 10.7, 3.31, 3.15, 3.52) con una muy pequeña proporción de la Unidad La Charqueada (47 ha) y otra de la Unidad José Pedro Varela (lomas sobre cristalino, 66 ha).

Los suelos predominantes sobre los cuales se desarrollo el ensayo fueron Brunosoles y Argisoles subéutricos ubicados sobre la zona de laderas, mientras que asociados a estos en las zonas altas de planicie se encontraban Planosoles subéutricos. Ambos, suelos dominantes y asociados, pertenecientes a la unidad Alférez, son en general profundos a moderadamente profundos, de fertilidad natural media.

El trabajo de campo comenzó el 26 de junio del año 2000, donde se distribuyeron aleatoriamente los animales para cada tratamiento, así como los potreros de campo natural, finalizando el 9 de octubre del mismo año.

Para los tratamientos de suplementación, el período de acostumbramiento tuvo una duración de 18 días, iniciándose el 26 de junio y finalizando el 13 de julio.

Durante los primeros cinco días de acostumbramiento el suministro de suplemento fue de 0.5 kg por animal (33 % de la oferta final), y luego se incremento paulatinamente hasta alcanzar una oferta final de 1.6 kg por animal, correspondiente al 1 % del peso vivo por animal.

El período experimental se extendió durante 87 días, desde el 14 de julio (fin de acostumbramiento) hasta la el 9 de octubre del año 2000 con la ultima determinación de peso vivo de los animales.

#### **3.2- CARACTERISTICAS DE LA BASE FORRAJERA UTILIZADA**

La dieta base a los que los animales tuvieron acceso consistió en pasturas naturales ofrecidas en pastoreo continuo, las cuales habían permanecido libre del acceso de los animales 65 días previo al inicio del ensayo.

El tapiz estaba conformado fundamentalmente por especies gramíneas perennes estivales, donde *Paspalum notatum* y *Axonopus affinis* fueron las especies dominantes encontradas, y *Coelorhachis selloana*, *Stenotaphum secundatum*, *Paspalum dilatatum*, *Stipa charruana* y Ciperáceas, entre otras, las asociadas. *Eringium horridum* fue la principal maleza de campo sucio, mientras que *Baccharis trimera* se encontraba en escasa proporción.

### **3.3- CARACTERISTICAS DE LOS ANIMALES**

En el experimento se utilizaron terneras Hereford y cruce Hereford – Aberdeen Angus provenientes del rodeo de cría de la U.E.P.P e identificadas con caravanas numeradas para facilitar los registros.

Previo al inicio del ensayo los animales utilizados pastorearon campo natural, donde a partir de registros de la U.E.P.P. se determinaron pérdidas de peso vivo promedio de 40.8 g./an/día, desde 9 de mayo a 26 de junio del mismo año.

El peso vivo de los animales al inicio del período de acostumbramiento (26 de junio) fue de 158.9 kg con un desvío estándar de 14.2 kg. Para dicho momento los animales presentaban una edad promedio de 280 días.

Al comienzo del período experimental (14 de julio) el peso promedio de los animales pertenecientes a los tratamientos suplementados (162.2 kg/an) fue sensiblemente superior al registrado por los del tratamiento testigo (155.3 kg/an), diferencias estas generadas por el efecto de la suplementación durante el acostumbramiento, ya que partieron del mismo peso vivo.

El manejo sanitario consistió en una dosis supresiva de Ivermectina (3 cm<sup>3</sup>/an) previo al ingreso de los animales al experimento. En el transcurso de éste, luego de un muestreo y análisis de HPG se dosificó con Ivermectina inyectable al 1% (4 cm<sup>3</sup>/an) para el control de parásitos internos.

### **3.4.- DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO**

#### **3.4.1- TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Para evaluar el impacto de la suplementación durante la estación invernal, sobre la ganancia diaria de peso, se distribuyeron aleatoriamente 60 animales en tres tratamientos: suplementación con formulación comercial (FC); suplementación con afrechillo de arroz (AA); y testigo (CN).

El área total de pastoreo utilizada fue de 36 ha divididas en 6 parcelas experimentales (potreros) de seis ha cada una, correspondiéndole a cada tratamiento de suplementación y testigo dos parcelas. En cada una de éstas se asignaron 10 animales, lo que representó una carga de 0.83 UG/ha.



**Tratamiento 1 (CN):** éste representa el testigo y la alimentación consistió solo en la dieta base (campo natural).

**Tratamiento 2 (AA):** consistió en la suplementación con afrechillo de arroz crudo, asignándose durante todo el experimento el 1 % del peso vivo por animal.

**Tratamiento 3 (FC):** consistió en la suplementación con una formulación comercial, asignándose al igual que el tratamiento anterior a razón del 1% del peso vivo durante la totalidad del período experimental.

### 3.4.2- COMPOSICION QUIMICA DE LOS SUPLEMENTOS

En el cuadro 18 se presenta la composición química de los suplementos utilizados, señalándose que las mismas fueron extraídas de los rótulos presentes en las fundas de cada suplemento.

**Cuadro 18- Composición química del afrechillo de arroz y la formulación comercial.**

Composición química	Formulación Comercial	Afrechillo de Arroz
Proteínas (Min)	16%	12%
Extracto al eter (Min)	3%	14%
Humedad (Máx.)	13%	11%
Fibra (Máx.)	10%	11%
Minerales Totales (Máx.)	14%	13,5%
Cloruro de Sodio (Máx.)	2%	0,05%
Calcio (Min y Máx.)	0.9 - 1.8 %	0.08 - 0.1 %
Fósforo (Min y máx.)	0.8 - 1.4 %	1.3 - 1.6 %

### 3.4.3- INFRESTRUCTURA, ACOSTUMBRAMIENTO Y RUTINA DE SUPLEMENTACION.

Cada una de las seis parcelas experimentales de campo natural utilizadas estaban delimitadas por alambrado de ley de 7 hilos. Estos contaban con bebederos fijos de autollenado para el abastecimiento de agua a los animales y bateas para la oferta de sal mineral ad libitum.

Para el suministro de suplementos se utilizaron 4 comederos móviles de doble acceso (uno por parcela), los cuales fueron ubicados en sitios sin problemas de piso (barro) y que permitieran su fácil acceso y administración diaria. Las dimensiones de los mismos eran de 3.2 mts de largo, 0.60 de ancho y 0.40 m de profundidad; determinando que a cada animal le corresponda 0.64 m de frente de comedero.

Durante la etapa de acostumbramiento se observaron cuidadosamente los animales durante el consumo de suplemento con la finalidad de detectar posibles

dominancias y/o animales que no se adapten al consumo del mismo, identificándose un animal perteneciente al T<sub>3</sub> (suplementación con formulación comercial) que no se adaptó al consumo de suplemento, por lo que fue sustituido por otro.

La rutina de suplementación consistió en que diariamente, en torno a las 8:00 h se transportaba el suplemento desde el galpón donde se almacenaba hacia los comederos, donde previamente al suministro, se verificaba la presencia de rechazo del día anterior y se procedía a la limpieza de los mismos en caso de que existiera materiales como bosta, barro, y otros que pudieran ser causa de rechazo.

El suplemento era suministrado a los animales en torno a las 9:00 h. y se colocaba en forma homogénea a lo largo de todo el comedero de manera de evitar problemas de dominancia de algunos animales sobre otros.

Semanalmente, en el galpón donde se almacenaba, la cantidad diaria de suplemento que recibían los animales era pesada embolsada e identificada con el tratamiento y parcela experimental al que correspondiera, de manera de sistematizar el manejo. Dicha cantidad era ajustada periódicamente cuando se tomaban los pesos de los animales de forma de mantener constante la asignación de suplemento al 1 % del peso vivo.

### **3.5- MEDICIONES Y REGISTROS**

#### **3.5.1- EN LA PASTURA**

##### **3.5.1.1- Disponibilidad**

La estimación de la disponibilidad de forraje se realizó en cuatro momentos (muestras): la primera al inicio del experimento, y las tres restantes en el transcurso y finalización del mismo, cada 28 días equidistantes en el tiempo.

El método de muestreo fue a través de cinco cortes (muestras), por parcela, buscando que cada una de ellas sean representativas de las variaciones de disponibilidad y/o calidad existentes dentro del área relevada. Los cortes, de 7 cm de ancho y 5 m de largo, fueron tomados al ras del suelo con tijera eléctrica (figuras 6 y 7). Dentro de cada muestreo los cortes fueron realizados el mismo día para los diferentes tratamientos. Dichas muestras se guardaron en bolsas de polietileno e identificadas. Posteriormente, una vez en laboratorio, se pesaron individualmente en fresco, y se dividió en tres submuestras: a) para materia seca; b) para relación verde-seco; c) para valor nutritivo.

Para la determinación de materia seca se pesó la submuestra en fresco, luego se llevó a estufa de aire forzado a 105°C durante 48 h, obteniendo así el peso en seco. El % de MS fue calculado a través de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ MS} = \frac{\text{Peso seco de la muestra (g.)}}{\text{Peso fresco de la muestra (g.)}} * 100$$

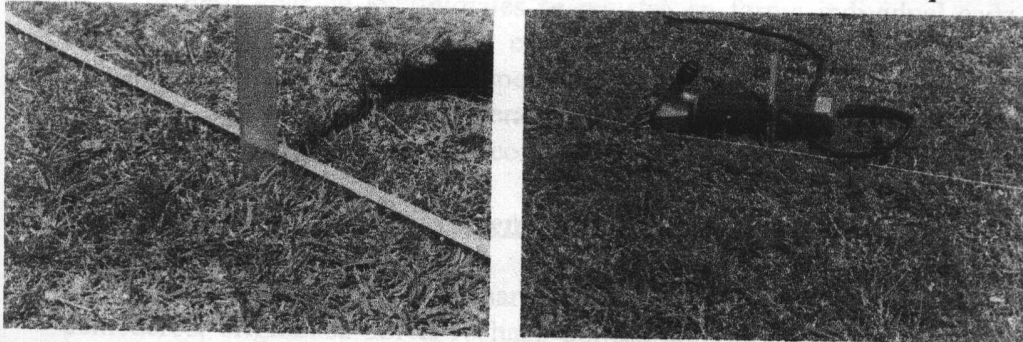
La forma utilizada para el cálculo de la estimación de la disponibilidad de forraje fue presente por hectárea fue:

$$\text{Disp. Forraje (kg MS/ha)} = \frac{\text{Peso seco de la muestra (kg)}}{0.35 \text{ m}^2 \text{ (área de la línea de corte)}} * 10000 \text{ m}^2$$

### 3.5.1.2- Altura del disponible

Previo a cada corte o muestra, se tomaron 10 mediciones de altura a lo largo de los 5 m, con regla graduada, desde la base a estrato superior de la pastura, con el objetivo cuantificar la correlación existente entre altura y disponibilidad de forraje (figura 6 y 7).

Figura 6 y 7- Parte de los materiales utilizados para las determinaciones de pastura.



### 3.5.1.3- Valor nutritivo del forraje

Las muestras destinadas para calidad se secaron a estufa a aire forzado a 60°C, durante 48 horas y luego se molieron en un molino del tipo Wiley (con malla de 1 mm), en el mismo laboratorio y posteriormente fueron enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA “La Estanzuela”, donde se analizó la composición del forraje ofrecido en términos de: Materia Seca Analítica (MS); Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DMO) por el método de Tilley y Terry (1963); Proteína Cruda (PC) por el método de Kjeldahl (A.O.A.C., 1984); Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Acido (FDA) por el método de Van Soest (1982); y Cenizas (C) mediante la incineración a 600°C (AOAC, 1980).

### 3.5.1.4- Relación entre las fracciones verde-seco.

La determinación de la proporción de forraje verde y seco en la pastura se realizó en laboratorio a partir de la submuestra obtenida con dicho fin. Esta

clasificación se hizo en forma manual y con la ayuda de pinzas. Una vez separadas cada una de las fracciones (verde y seco) se pesó en fresco, y se determinó el % MS con la metodología ya descrita, obteniendo de ésta forma una estimación de la contribución que hace cada fracción al disponible.

### **3.5.2- EN EL SUPLEMENTO**

Para la evaluación de las características nutricionales de los suplementos se muestrearon con calador 18 bolsas al azar de cada una de las dos partidas recibidas del molino. De esta forma se llegó a una muestra compuesta, donde parte de la misma se envió al Laboratorio de Nutrición Animal INIA “La Estanzuela” para su posterior análisis. Se realizaron los mismos análisis con los mismos procedimientos que para el caso de valor nutritivo de pasturas. (Sección 3.5.1.3).

### **3.5.3- EN LOS ANIMALES**

#### **3.5.3.1- Peso Vivo**

El peso vivo de los animales se registró en forma individual cada 14 días a partir del 26/6 hasta el final del experimento, para determinar la evolución de la ganancia diaria de peso de los respectivos tratamientos. Los mismos fueron tomados el mismo día y momento, a primera hora de la mañana, sin ayuno previo. Se utilizó para esto una balanza electrónica con una precisión de 0.5 Kg.

#### **3.5.3.2- Consumo diario de suplemento**

Diariamente previo a racionar, se verificaba la presencia de suplemento en los comederos, originados por el rechazo del día anterior; determinándose, en caso de que existiera, el peso del mismo de manera de estimar la cantidad de suplemento que realmente era consumida por los animales.

Cabe mencionar que luego de suministrar el suplemento, y sobre todo en las primeras etapas del ensayo se verificó que todos los animales consumieran el suplemento de manera de mantener una oferta constante de suplemento entorno a 1 % del PV.

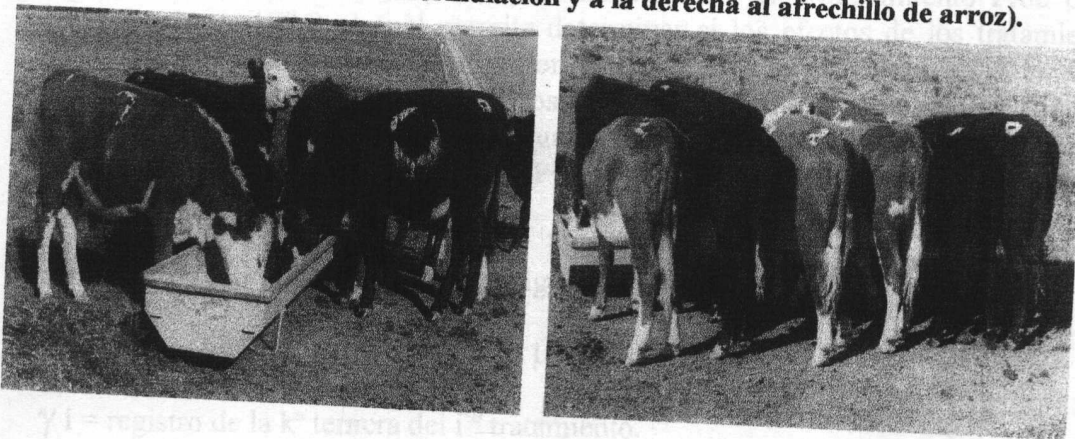
#### **3.5.3.3- Comportamiento animal en pastoreo**

Se realizaron tres determinaciones (D) a lo largo del experimento, distanciadas un mes entre ellas, correspondientes con los muestreos de disponibilidad de pastura del 28/7, 23/8 y 28/9. En cada una de éstas se observó y registro la conducta animal cada 15 minutos durante dos días consecutivos, desde las 7:15 a 18:15 h en D1, 7:00 a 18:30 h en D2, y 6:45 a 18:45 h en D3. Las variables de comportamiento

consideradas fueron: pastoreo (P); rumia (R); descanso (D); consumo de suplemento (S).

Para tal fin se tomó una muestra aleatoria de seis animales por parcela (12 por tratamiento), los cuales identificados previamente mediante numeración con pintura, se observaron a través de binoculares, registrándose la actividad desarrollada en planillas confeccionadas para tal fin. (Figuras 8 y 9).

**Figura 8 y 9- Imágenes de dos lotes de animales consumiendo suplemento (izquierda pertenece al tratamiento con la formulación y a la derecha al afrechillo de arroz).**



#### **3.5.3.4- Análisis coprológico**

La cuantificación de la carga parasitaria se realizó a los 50 días de la fecha de inicio del ensayo, a partir de muestras de heces de tres animales elegidos aleatoriamente dentro de cada parcela experimental. Las muestras se manipularon en bolsas de nylon, se individualizaron mediante el uso de etiquetas, y fueron enviadas al laboratorio de Salud Animal del INIA Tacuarembó, para su posterior análisis. La lectura utilizada para estimar los HPG (huevos/g.), fue MC Master modificada por Willianson *et al.* (1994)

#### **3.5.4- REGISTROS METEOROLÓGICOS**

Las variables agroclimáticas consideradas en este estudio fueron las precipitaciones, evaporación y la temperatura ambiente mínima, máxima y media.

Para la primera variable mencionada los datos fueron extraídos del pluviómetro ubicado en la U.E.P.P., mientras que los registros utilizados para las otras dos variables pertenecen a la Estación Agrometeorológica de la Unidad Experimental Paso de la Laguna.

### 3.6- ANALISIS ESTADISTICO

Para la realización del análisis estadístico de las determinaciones de pasturas y de animales, el diseño experimental planteado originalmente de parcelas en bloques al azar con dos repeticiones, fue sustituido por otro modelo de parcelas completamente al azar, ya que una de las parcelas del segundo tratamiento presentó disponibilidades iniciales significativamente inferiores al resto de las mismas en los demás tratamientos. Por lo tanto para una correcta cuantificación del efecto de la suplementación invernal y comparación entre diferentes fuentes de suplementos se excluyeron los registros de dicha parcela del análisis estadístico.

Los análisis de varianza fueron realizados por el procedimiento Proc GLM (SAS Institute, 1996) el cual permite determinar si los efectos de los tratamientos sobre los parámetros analizados fueron estadísticamente diferentes entre si. Cabe puntualizar aquí que los parámetros tanto de pasturas y como de los animales fueron considerados como diferentes cuando presentaron una  $P < 0.05$ , distinguiéndose aquellos valores que presentaron  $0.05 < P < 0.10$  (tendencias).

El modelo usado para estudiar la ganancia de peso diario de las terneras, estimada a partir de regresión, fue el siguiente:

$$\gamma_i = \mu + \alpha_i + \varepsilon_i$$

$\gamma_i$  = registro de la  $k^a$  ternera del  $i^o$  tratamiento.

$\mu$  = media general tres tratamientos utilizados, normalmente distribuidos con media 0 y varianza  $\delta\alpha^2$ .

$\alpha_i$  = efecto del  $i^o$  tratamiento ( $i = 1,2,3$ ).

$\varepsilon_i$  = efecto residual  $\approx N(0, \delta\alpha^2)$  y los  $\varepsilon_i$  son independientes.

Para el análisis estadístico de la ganancia diaria de peso en el período experimental se definieron dos períodos donde la performance animal, y específicamente la ganancia de peso de las terneras presentaron un comportamiento diferencial: Período I (del 14/7 al 23/8) y Período II (del 23/8 al 9/10). De esta forma se contó con resultados más precisos en la ganancia diaria total registrada durante el experimento y sobre los posibles factores que incidirían sobre dicha variable.

Para el caso del comportamiento animal en pastoreo, se comparó por un lado entre tratamientos por fecha de determinación y para el total del período experimental, y por otro dentro de cada tratamiento en la evolución de los parámetros de tiempo dedicado a cada actividad.

También se realizó un análisis diario de las actividades de comportamiento animal en pastoreo con el objetivo de determinar en que momento del día (mañana, mediodía, o tarde), se producían las posibles modificaciones en el tiempo dedicado a cada actividad por el efecto de la suplementación.

### 3.6- ANALISIS ECONOMICO

La evaluación económica de ambas fuentes de suplemento utilizadas se basó en parámetros productivos de ganancia de peso y consumo de suplemento obtenidos durante el presente trabajo experimental. El modelo utilizado para cuantificar el resultado económico fue de presupuestación parcial, donde no todos los costos de producción y beneficios se incluyen en el presupuesto, sino únicamente aquellos que son pertinentes a la decisión de suplementar o no (Perrin *et al.*, 1979). Este modelo plantea que el beneficio neto (BN) de la alternativa de suplementación se obtiene a partir de la diferencia entre ingresos adicionales y costos adicionales entre animales suplementados (T2 y T3) y testigos (T1).

Este análisis se complementó con una evaluación económica del impacto que tendría la suplementación con afrechillo de arroz sobre un esquema de cría tradicional de entore de remplazos a los 3 años. A partir de éste, se cuantificó la respuesta que tendría la implementación de esta alternativa en la eficiencia global del sistema.

## **4 - RESULTADOS Y DISCUSION**

### **4.1 - CLIMA**

Las condiciones climáticas de humedad y temperatura tienen una marcada influencia sobre la producción de forraje y por ende sobre la producción animal asociada a ésta. Bajo este entendido, variaciones en algunas de las principales variables climáticas como lo son las precipitaciones, demanda atmosférica y el comportamiento térmico en referencia al valor más probable (serie histórica) estarían determinando rendimientos de forraje y comportamientos productivos diferenciales al promedio.

#### **4.1.1- PRECIPITACIONES Y DEMANDA ATMOSFERICA**

El total de precipitaciones anuales y el promedio mensual de lluvias de la serie histórica (1991 a 1999) de 1254 y 104.5 mm fueron sensiblemente inferiores a los registrados durante el año 2000 (1468.5 y 122.4 mm, respectivamente). (Anexo 1).

Cuando se discrimina las precipitaciones por estación así como también la evaporación del tanque A registradas durante el año de evaluación, y se las compara con la serie histórica, se observa durante el verano 1999-2000 la presencia de un marcado déficit hídrico que perduró hasta el otoño del 2000. (Anexo 2).

A partir del estudio de éstas dos variables climáticas (precipitaciones y evaporación) se podría inferir que las condiciones de disponibilidad de agua en suelo registradas durante el período de evaluación fueron similares a lo esperado y no limitantes para el crecimiento de pasturas.

#### **4.1.2- COMPORTAMIENTO TERMICO**

En el anexo 3 se presentan los registros de temperatura y número de heladas, donde se observa que en el período junio a octubre del año 2000 es posible separar 2 períodos diferentes en el régimen térmico, el primero desde junio a agosto, donde la temperatura mínima, máxima y media son similares al promedio histórico, y el segundo desde setiembre hasta octubre, en el cual estas tres variables y principalmente la temperatura media registrada en el año de evaluación, fueron mayores a los de la serie histórica.

Respecto a las heladas es de resaltar el bajo número de las mismas registradas durante el invierno del 2000 en comparación a lo esperado en la serie histórica (4 vs 12 heladas, respectivamente).

Por lo tanto, las mayores temperaturas registradas durante los meses de setiembre y octubre, sumado al bajo número de heladas durante el invierno del 2000



y teniendo en cuenta el efecto perjudicial de las mismas sobre el crecimiento pasturas, se podría concluir que las condiciones de temperatura durante el trabajo experimental fueron más favorables para el crecimiento de pasturas respecto a lo que acontece normalmente en la Región Este.

## 4.2- ANALISIS DE LOS RESULTADOS EN LA BASE FORRAJERA

### 4.2.1- DISPONIBILIDAD

La primera determinación del disponible de la pastura se realizó al ingresar los animales a los potreros al comienzo del acostumbramiento, y luego en el transcurso del período experimental se realizaron los siguientes tres muestreos. En el cuadro 19 se presenta la evolución del forraje disponible para cada uno de los tratamientos.

**Cuadro 19- Evolución del disponible de la pastura (kg MS/ha).**

<i>Fecha</i>	<b>T 1</b>	<b>T 2</b>	<b>T 3</b>
<b>26/06</b>	1364 a A	1490 a A	1438 a A
<b>28/07</b>	1036 a AB	1276 a A	1179 a AB
<b>23/08</b>	841 a B	1114 a A	1008 a AB
<b>28/09</b>	709 a B	1052 a A	955 a B
<b>Promedio</b>	988 a	1233 a	1145 a

Medias con distintas letras minúsculas dentro de filas son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).  
Medias con distintas letras mayúsculas dentro de columnas son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

Comparando la disponibilidad de forraje entre tratamientos para una misma fecha de muestreo, se observó que la oferta inicial de pasturas fue similar ( $P > 0.05$ ) entre T1 (1364 kg MS/ha), T2 (1490 kg MS/ha) y T3 (1438 kg MS/ha). Cabe destacar que ésta elevada oferta inicial fue producto de la acumulación de forraje otoñal, ya que los potreros de campo natural permanecieron cerrados durante 65 días previos al inicio del ensayo.

En las determinaciones realizadas el 28/07 y 23/08 el forraje disponible no presentó diferencias ( $P < 0.05$ ) entre los diferentes tratamientos de campo natural (T1, T2 y T3), mientras que para el último muestreo (28/09), si bien no existieron diferencias ( $P > 0.05$ ) en la disponibilidad de forraje presente entre tratamientos, la oferta de pasturas del T1 (709 kg MS/ha) tendió ( $0.05 < P < 0.10$ ) a ser menor a la del T2 (1052 kg MS/ha), y T3 (955 kg MS/ha). Esto estaría indicando una leve tendencia a que existiera sustitución de suplemento por pastura en T2 y T3, ya que partiendo de la misma disponibilidad, los tratamientos suplementados marcaron una tendencia a finalizar con un mayor volumen de forraje.

Analizando la evolución del disponible dentro de cada tratamiento y entre diferentes fechas de muestreo se observa que para el T1 el descenso en

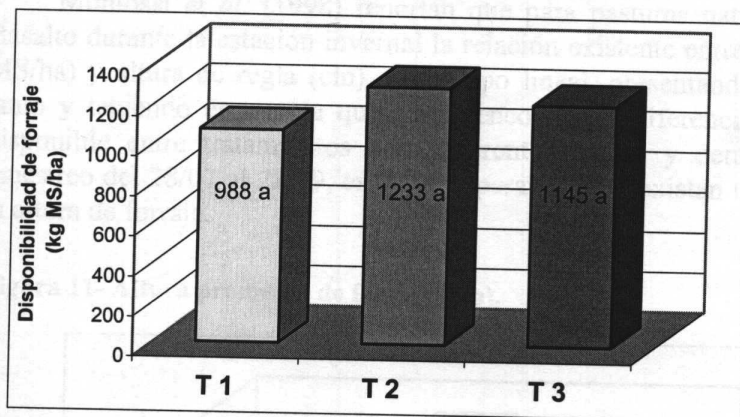
disponibilidad inicial (1364 kg MS/ha) fue significativo ( $P < 0.05$ ), respecto a los dos últimos muestreos (841 kg MS/ha, 709 kg MS/ha).

Para el T2 el descenso en el disponible en el transcurso del ensayo, si bien no fue significativo ( $P > 0.05$ ) para las diferentes determinaciones, el disponible inicial (1490 kg MS/ha) registró una tendencia ( $0.05 < P < 0.10$ ) a ser mayor respecto al disponible final (1052 kg MS/ha).

En el T3 la disminución de la disponibilidad inicial (1438 kg MS/ha) tendió a ser significativa ( $0.05 < P < 0.10$ ) respecto a las fechas 23/8 (1008 kg MS/ha) y 28/9 (955 kg MS/ha) y lo fue ( $P < 0.05$ ) en relación a la última fecha de muestreo (755 kg MS/ha), lo que mostraría posiblemente un mayor efecto de adición de la formulación comercial respecto al afrechillo de arroz.

En la figura 10 se presenta el promedio del disponible en el total del trabajo experimental para T1 (988 kg MS/ha), T2 (1233 kg MS/ha) y T3 (1145 kg MS/ha), donde se observa que la oferta de forraje no presentó diferencias ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos.

**Figura 10- Disponibilidad promedio de forraje (kg MS/ha).**



Medias con distintas letras son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

Estos niveles de forraje disponible promedios asociados a la carga utilizada y al peso vivo de los animales en cada tratamiento, determinan ofertas de forraje promedio durante el trabajo experimental de 3.75, 4.12 y 3.84 kg de MS/100 kg PV/día para T1, T2 y T3, respectivamente. Dichas ofertas estarían limitando la capacidad de consumo de los animales, ya que según Hodgson (1985,1990) por debajo de 6 % PV de asignación de forraje se comienza a producir un brusco descenso en la cantidad de pastura consumida.

#### 4.2.2- ALTURA

En el cuadro 20 se presenta la evolución de altura media de forraje por tratamiento según fecha de muestreo, donde se observa que al igual de lo sucedido con el disponible, no existieron diferencias ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos T1, T2 y T3 para cada una de las fechas de muestreo.

**Cuadro 20- Evolución de altura de forraje (cm).**

Fecha	T 1	T 2	T 3
28/07	2,68 a A	3,59 a A	3,45 a A
23/08	2,36 a A	3,12 a A	2,93 a A
28/09	2,40 a A	3,10 a A	2,88 a A
<b>Promedio</b>	2,48 a	3,27 b	3,10 b

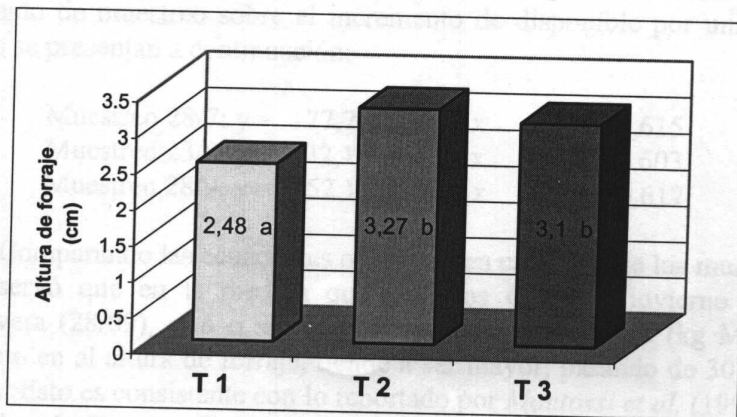
Medias con distintas letras minúsculas dentro de filas son estadísticamente diferentes ( $P<0.05$ ).

Medias con distintas letras mayúsculas dentro de columnas son estadísticamente diferentes ( $P<0.05$ ).

El análisis estadístico de la evolución de la altura de forraje dentro de cada tratamiento, desde el muestreo del 28/07 hasta 28/09, no registró diferencias ( $P>0.05$ ) en altura de regla tanto para T1, como para T2 y T3.

Montossi *et al.* (1998) reportan que para pasturas naturales sobre suelos de Basalto durante la estación invernal la relación existente entre forraje disponible (kg MS/ha) y altura de regla (cm) es del tipo lineal, presentando un  $R^2= 0,63$ . Por lo tanto y teniendo en cuenta que no se encontraron diferencias significativas en el disponible entre tratamientos para diferentes fechas y dentro de éstos desde el muestreo del 28/07 al 28/09, es dable esperar que no existan tampoco diferencias en la altura de forraje.

**Figura 11- Altura promedio de forraje (cm).**



Medias con distintas letras son estadísticamente diferentes ( $P<0.05$ ).

Comparando la altura media de forraje durante el período experimental (figura 11) entre tratamientos, se observó que esta fue menor ( $P<0.05$ ) en T1 (2,48 cm) respecto a la registrada en T2 (3,27 cm) y T3 (3,1 cm). Dicha diferencia se puede

explicar por el hecho de que en cada una de las fechas de muestreo si bien la altura fue similar ( $P>0.05$ ) entre tratamientos, T1 tendió ( $0.05<P<0.10$ ) a registrar menor altura que T2 y T3.

Estas alturas de forraje están muy por debajo de los valores considerados como críticos (8-10 cm), donde por debajo de dicho valor la ingesta de forraje se restringe (principalmente consumo por bocados) y los factores compensatorios (tiempo y tasa de bocados) tienen poco impacto en evitar la caída de éste (Hodgson, 1900).

#### **4.2.2.1- Relación entre disponible y altura de forraje**

Teniendo en cuenta que la estimación y monitoreo de la disponibilidad de forraje presente en los sistemas pastoriles es de fundamental importancia para ajustar decisiones de manejo de pasturas y animales, y que además el método de estimación indirecta del disponible a través de altura de regla presenta ventajas sobre la estimación objetiva, ya que no requiere de disponer de personal entrenado, de infraestructura y asumir ciertos costos (Montossi *et al.*, 1998), se hace necesario aportar registros en la estimación indirecta de la disponibilidad en pasturas naturales de la Región Este donde existe escasa información al respecto.

Para estimar la relación entre éstas variables (disponibilidad y altura) se utilizó la ecuación lineal del tipo  $y = a + b x$ , que fue la que presentó un mayor ajuste ( $R^2$ ), donde:

$y$  = disponibilidad (kg MS/ha).

$x$  = altura de la pastura (cm).

$b$  = coeficiente regresión (kg MS/cm altura).

$a$  = intercepto (valor que toma  $y$  cuando  $x = 0$ ).

Para cada una de las fechas de muestreo se realizó un ajuste entre disponibilidad (kg MS/ha) y altura (cm) con el objetivo de cuantificar el efecto del momento de muestreo sobre el incremento de disponible por unidad de altura, los cuales se presentan a continuación:

$$\text{Muestreo 28/7: } y = 177,7 + 303,7 x \quad R^2 = 0,615$$

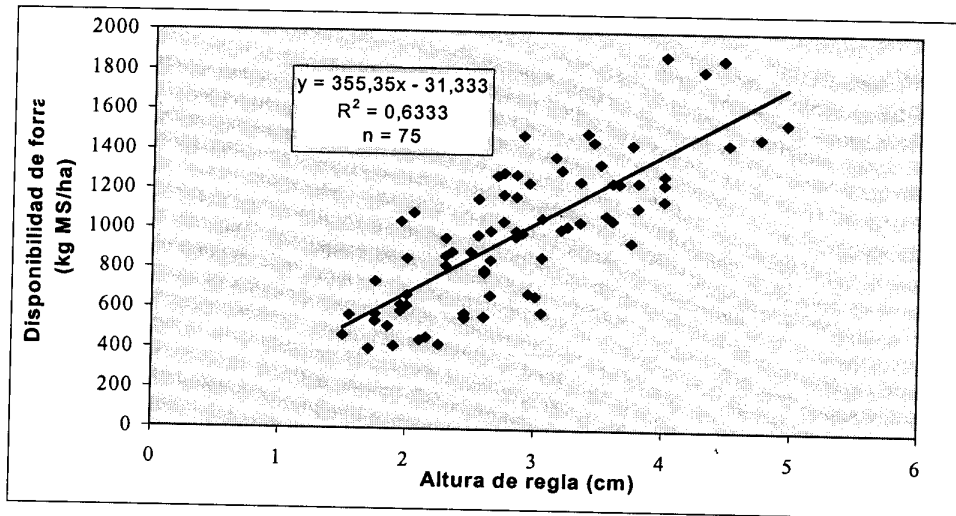
$$\text{Muestreo 23/8: } y = 32,1 + 339,0 x \quad R^2 = 0,603$$

$$\text{Muestreo 28/9: } y = -252,1 + 402,6 x \quad R^2 = 0,617$$

Comparando las ecuaciones obtenidas en cada uno de los muestreos realizados, se observó que en la medida que pasamos desde el invierno (28/07) hacia la primavera (28/09), el  $b$  o sea el incremento en disponible (kg MS/ha) por cm de aumento en la altura de forraje, tiende a ser mayor, pasando de 303,7 a 402,6 kg de MS/ha. Esto es consistente con lo reportado por Montossi *et al.* (1998) sobre pasturas naturales de Basalto, los cuales si bien obtuvieron valores de  $b$  inferiores para invierno y primavera, evidencian el mismo incremento.

A partir de promedios de altura de forraje y sus correspondientes disponibles tomados en el transcurso del período experimental (muestreos del 28/07, 23/08 y 28/09) se realizó el ajuste entre la altura de regla y forraje disponible. (Figura 12).

**Figura 12- Relación entre disponibilidad y altura de regla del campo natural.**



El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) obtenido para el total del período experimental fue medio a alto ( $R^2 = 0,63$ ), y similar a los obtenidos en cada una de las fechas de muestreo ( $R^2 = 0,61$ ;  $R^2 = 0,60$ ; y  $R^2 = 0,62$ ). Estos ajustes son consistentes a los reportados por Montossi *et al.* (1998) sobre campo natural de Basalto durante el invierno ( $R^2 = 0,63$ ); Gutiérrez y Morixe en pasturas de baja calidad en Areniscas ( $R^2 = 0,70$ ); y al obtenido por Carrera *et al.* (1996) por sobre pasturas naturales de la Unidad Alférez quienes determinaron una correlación de 0,67 entre la disponibilidad y la altura del forraje.

El coeficiente de regresión ( $b$ ), obtenido durante el período experimental (figura 9) de 355 kg MS/ha, fue mayor al reportado por Montossi *et al.* (1998) de 162 kg MS/ha, pero similar al obtenido por Gutiérrez y Morixe de 335 kg MS/ha. Este comportamiento estaría asociado probablemente a que el primer trabajo contrastado se realizó sobre tapices invernales de Basalto, mientras que el segundo se ubicó sobre areniscas de Tacuarembó con pasturas estivales.

Tomando en cuenta los antecedentes nacionales y los resultados obtenidos respecto a la ecuación que describe la relación entre forraje disponible y altura de regla, se puede concluir que dicha asociación es afectada por diversos factores como lo son el clima, la estación del año, y la composición botánica asociada al tipo de suelo, ya que estos provocan modificaciones en el crecimiento, estructura y densidad de pastura.

Referente al grado de ajuste ( $R^2$ ) entre disponible y altura de regla obtenido, y al reportado por otros autores mencionados anteriormente en otras zonas del país, se

verifica la posibilidad de utilización de este método indirecto de estimación del disponible y su aplicación práctica en el manejo de animales y pasturas con las ventajas que ello implica sobre la estimación objetiva de dicho parámetro.

#### 4.2.3-VALOR NUTRITIVO

Los valores obtenidos para cada una de las variables de valor nutritivo de pasturas analizadas (DMO, PC, FDA y FDN), no presentaron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos T1, T2 y T3; lo que se puede observar en el cuadro 21.

**Cuadro 21- Valor nutritivo promedio del campo natural según tratamiento.**

	T 1	T 2	T 3
<b>Digestibilidad</b>	48,6 a	46,9 a	47,0 a
<b>Proteína Cruda</b>	8,2 a	8,5 a	8,6 a
<b>Fibra Det Ácido</b>	44,1 a	43,8 a	42,8 a
<b>Fibra Det Neutra</b>	65,7 a	64,4 a	64,3 a

Medias con letras minúsculas distintas dentro de la filas son estadísticamente diferentes ( $P<0.05$ ).

##### 4.2.3.1- Digestibilidad (DMO)

Los contenidos de DMO invernales del campo natural de 48.62 %, 46.92 %, y 47.01 % para T1, T2 y T3, respectivamente son similares a los reportados por Carámbula *et al.* (1997), los cuales obtuvieron valores promedios de 46.9 % y 45.1 % en 6 años de evaluación; y a los encontrados por Scaglia (1995) y (1998), de 42 y 50.5 % de DMO, respectivamente.

Estos contenidos de DMO invernales son mayores a los encontrados por Quintans *et al.* (1993), de 35 %; Gómez *et al.* (1995), 36 %. Las diferencias estarían explicadas por el alto porcentaje de restos secos (75 a 65 %) presentes en el disponible en estos dos trabajos experimentales.

Teniendo en cuenta lo expresado por Poppi *et al.* (1987), cuando no existen limitantes físicas (disponibilidad) el consumo aumenta de forma lineal dependiendo del % de DMO del forraje en un rango de 45 a 75% y lo expuesto por Hodgson (1990), incrementos en la DMO aporta dos ventajas a los animales en pastoreo: un mayor consumo y una mayor concentración de nutrientes en la dieta; es factible que los bajos valores obtenidos en este parámetro estén limitando el consumo de nutrientes.

Cabe señalar que si bien los valores de DMO obtenidos serían limitantes para obtener una performance animal adecuada, la técnica utilizada para calcular DMO *in vitro* (Telley y Terry, 1963) presenta limitantes en la estimación de la energía en pasturas de campo natural (Pigurina *et al.*, 1998); por lo tanto la estimación indirecta

del nivel de energía de las pasturas de CN a partir de FDA tendría mayor grado de precisión (Montossi *et al.*, 2000).

#### **4.2.3.2- Proteína cruda (PC)**

El contenido proteico en los tratamientos de campo natural obtenido fue de 8.2, 8.5 y 8.6 % para T1, T2 y T3, respectivamente. Estos valores son algo menores a los encontrados por Carámbula *et al.* (1997) y por Scaglia (1995) y (1998) en pasturas similares (10.5 y 9.4 % PC, respectivamente).

Pero al igual de lo acontecido con la DMO, valores inferiores de PC en campo natural fueron encontrados por Quintans *et al.* (1993), 7.2 %; y Gómez *et al.* (1995), 5.3 % de PC; atribuibles a las mismas razones anteriormente mencionadas, puesto que según lo expresado por Minson (1990) citado por Ayala *et al.* (1996), el contenido proteico del forraje varía entre otras cosas con el tipo de especies, la etapa de crecimiento, la parte de la planta, entre otros.

Visto que en los animales en pastoreo, entre el 80 a 90% de la proteína que ingresa al intestino delgado lo hace bajo forma de proteína microbiana (Pordomingo, 1993), y que se requiere un mínimo de 8% de PC para un correcto funcionamiento del ecosistema ruminal (Scaglia, 1995), el valor promedio encontrado de 8.5 % de PC estaría en el límite de los requerimientos del ecosistema ruminal. Sin embargo, este nivel proteico no sería suficiente para cubrir los requerimientos de mantenimiento y crecimiento de esta categoría exigente en este nutriente.

#### **4.2.3.3- Fibra detergente ácida (FDA) y neutra (FDN)**

La importancia del contenido de FDA radica en que es un indicador de la disponibilidad de la energía de la dieta y es normalmente el parámetro utilizado para estimar la energía neta (EN) y los nutrientes digestibles totales (NDT) (García 1991).

Los niveles encontrados para la fracción FDA de 44.1, 43.8, y 42.7 % para T1, T2 y T3 respectivamente, son similares a los señalados por Carámbula *et al.* (1997) de 43.4 y 37.5 % de FDA.

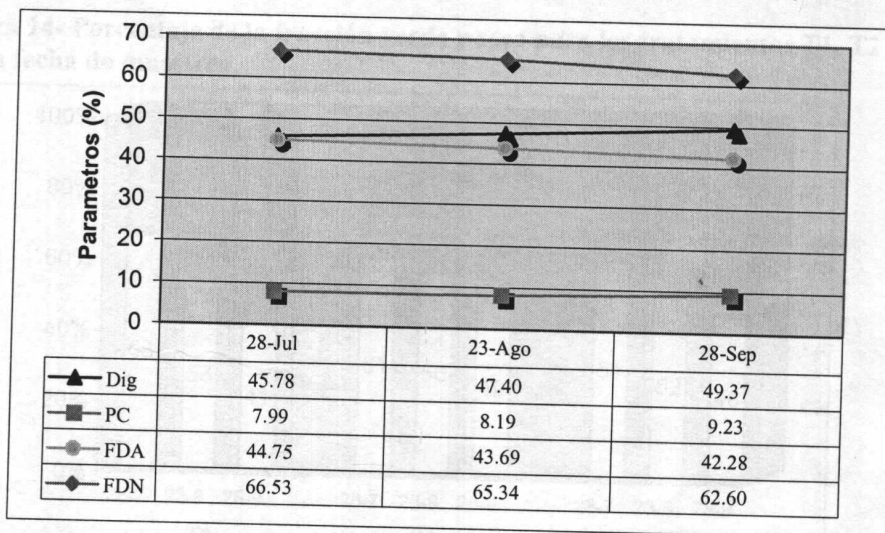
Respecto a los valores obtenidos de la fracción FDN de 65.7, 64.4, y 64.3 % para T1, T2 y T3 respectivamente, se aprecia que estos son algo inferiores a los hallados por Azanza y Franchi (1999) de 74.3 y 72.3%, y estarían limitando el consumo potencial de forraje ya que según García (1991b) los animales consumen hasta un 1.2 % de su peso corporal de FDN, lo que arrojaría un consumo de MS de 1.88 % del PV respecto al consumo máximo en esta categoría.



#### 4.2.3.4- Evolución de las variables de calidad de forraje.

Analizando la evolución registrada en los parámetros de valor nutritivo durante el período de evaluación (figura 13), se observa incrementos en los niveles de DMO y PC, mientras los porcentajes de FDA y FDN descienden durante el transcurso del mismo.

Figura 13- Evolución del valor nutritivo del campo natural, estimado como promedio entre T1, T2 y T3 para cada una de las variables de calidad (DMO, PC, FDA FDN).



Esta tendencia se asemeja a la reportada por Carámbula *et al.* (1997), donde con frecuencias de corte cada 30 días, aumenta el % de DMO (46.9 a 52.9 %), desciende levemente el nivel PC (10.5 a 9.7 %), mientras que el % FDA decrece (43.4 a 41.6 %), desde invierno hacia primavera.

#### 4.2.4- RELACION ENTRE LAS FRACCIONES VERDE Y SECO

Otras de las variables indicativas de la calidad del forraje ofrecido es la relación entre la fracción verde y seco presentes en la materia seca del disponible del campo natural. Referente a dicha variable se obtuvo que durante el período experimental los porcentajes promedios de la fracción verde y seco no presentaron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre T1 (46:54 %), T2 (45:55 %) y T3 (47:53 %).

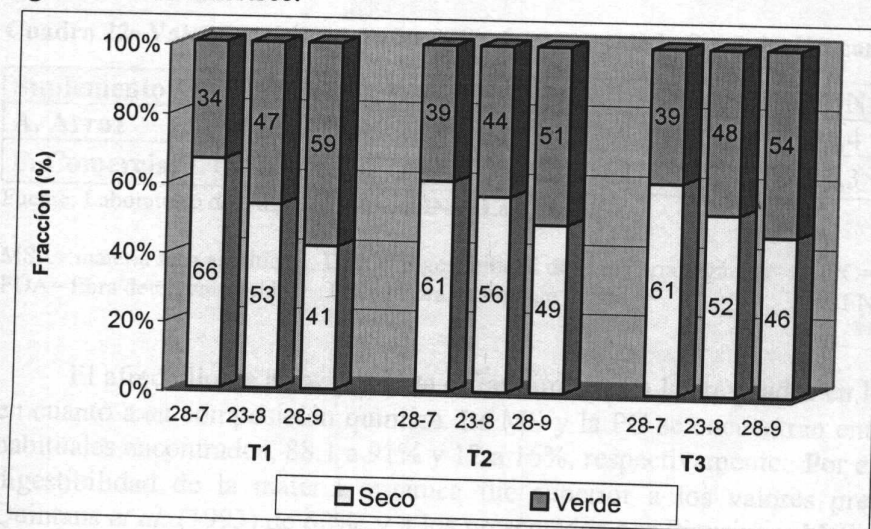
Comparando el resultado obtenido en el porcentaje de la fracción seco promedio de los tres tratamientos de 54 %, se constata que es levemente inferior al encontrado por Carrera *et al.* (1996) de 60 %, y sustancialmente menor a los señalados por Quintans *et al.* (1993) de 70 % y Gómez *et al.* (1995) de 78 %. Las diferencias registradas con estos últimos dos trabajos son atribuibles posiblemente a los mayores volúmenes de forraje presentes en el disponible, donde se reportan



valores de disponibilidad inicial mayores a 1600 kg MS/ha y a 2500 kg MS/ha correspondientes al primer y segundo ensayo mencionados anteriormente.

Analizando la relación entre la fracción verde y seco en los tratamientos de campo natural obtenidas en cada una de las fechas de muestreo (figura 14), se observa una disminución en el porcentaje de la fracción seco y por lo tanto un incremento en la fracción verde durante el transcurso del período experimental. Pero dicho comportamiento fue mas acentuado en el T1 el cual partió de un mayor porcentaje de seco (66 %), respecto a T2 (61 %) y T3 (61 %), y finalizó con el menor porcentaje de esta fracción (41 %) en comparación a T2 (49 %) y T3 (46 %).

**Figura 14- Porcentaje de la fracción verde y seca para los tratamientos T1, T2 y T3 según fecha de muestreo.**



El mayor descenso en la fracción seco e incremento en el verde en T1 respecto a los tratamientos suplementados (T2 y T3), sería producto de una menor disponibilidad de forraje alcanzado en este tratamiento hacia el final del período que estimularían una mayor capacidad de rebrote y por lo tanto aumentos en el porcentaje de verde. Además el hecho de que los animales del tratamiento testigo deberían cubrir sus requerimientos únicamente a partir de la pastura ofrecida, implicaría que éstos tengan que maximizar la tasa de consumo de forraje y reducir la capacidad de selección del material verde sobre seco.

Sintetizando, la calidad de la pastura natural de los tratamientos T1, T2 y T3 fue mayor en comparación con los trabajos de Quintans *et al.* (1993) y Gómez *et al.* (1995), y consistente a la reportada en otros trabajos de evaluación en la región Este Carámbula *et al.* (1997); Scaglia, (1995) y (1998), presentándose como relativamente baja en términos de valor nutritivo. Los bajos niveles obtenidos en DMO, PC, FDA, FDN, estarían asociados preferentemente a la pérdida de calidad del forraje diferido en pie hacia el invierno y a características innatas de las especies que dominan en

este tipo de tapices (C4), donde según Carámbula *et al.* (1998) no solo su producción invernal es baja, sino que además su valor nutritivo no alcanza a cubrir los requerimientos del ganado en dicha época crítica.

### 4.3- ANALISIS DE LOS RESULTADOS EN LOS SUPLEMENTOS

En el cuadro 22 se presentan los resultados de la composición química de los suplementos utilizados durante el ensayo, que fueron aportados por el Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela. Cabe acotar que para los parámetros analizados y que se indican en los rótulos de los envases de cada producto, los niveles encontrados están dentro del rango especificado.

**Cuadro 22- Valor nutritivo del afrechillo de arroz y de la formulación comercial.**

Suplemento	MSA	DMO	PC	FDA	FDN	CEN
A. Arroz	89,7	72,4	14,2	16,1	31,4	8,4
F. Comercial	88,2	76,8	20,9	10,1	25,3	12,1

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal INIA La Estanzuela.

MSA= materia seca analítica    DMO= digestibilidad de la materia orgánica    PC= proteína cruda  
 FDA= fibra detergente ácido    FDN= fibra detergente neutro    CEN= cenizas

El afrechillo de arroz presenta cifras similares a las revisadas en la bibliografía en cuanto a su composición química. La MS y la PC se encuentran entre los rangos habituales encontrados, 88.1 a 91% y 12 a 16%, respectivamente. Por el contrario, la digestibilidad de la materia orgánica fue superior a los valores presentados por Quintans *et al.* (1993) de 62%; y a los presentados por Pigurina y Methol (1991), De Mattos *et al.* (1992), Gilles (1993), Gutiérrez y Morixe (1995), siendo de 69% para todos ellos. Sin embargo esta fue algo inferior a la encontrada por Barbot y Pittaluga (2001) de 76.9%.

La FDA fue similar a la reportada por NRC (1984) y García (1991b) de 18%, pero superior a la encontrada por Barbot y Pittaluga (2001) de 11.3%. Así mismo la FDN correspondió con la analizada por Gómez *et al.* (1995) de 29.3%, pero sensiblemente mayor a la reportada por Barbot y Pittaluga (2001) de 20.2%.

La composición química de la formulación comercial al contrastarla con la del afrechillo de arroz, presentó porcentajes similares de MS (88.2 vs 89.7 %), contenidos sensiblemente superiores de DMO (76.8 vs 72.4%) y de PC (20.9 vs 14.2 %), y niveles inferiores de FDA (10.1 vs 16.1 %) y de FDN (25.3 vs 31.4%).

Dicha comparación nos estaría indicando que la formulación comercial presentó una mayor concentración energética, producto del menor porcentaje de FDA y su asociación con el contenido energético, y fundamentalmente proteico, respecto al afrechillo de arroz.

## 4.4- ANALISIS DE LOS RESULTADOS EN PRODUCCION ANIMAL

### 4.4.1- CONSUMO DE SUPLEMENTOS

La cantidad de suplemento suministrada durante el acostumbramiento no presentó rechazos, explicado probablemente por la introducción gradual del suplemento hasta alcanzar la oferta final de 1 % del PV en un período de 18 días, conforme a lo expresado por Oficialdegui (1991) que lo importante en este período es plantear un gradiente en función del nivel que se quiere alcanzar, de forma de alcanzar la oferta diaria final a los 20 días de iniciado el suministro. También la presencia de por lo menos un animal familiarizado al consumo de suplemento en cada una de las parcelas, provenientes de destete precoz, en los tratamientos suplementados (T2 y T3) pudo haber favorecido el acostumbramiento.

De la misma forma, durante el período experimental no se registró rechazos en el consumo diario de suplemento con ofertas del 1 % del PV, lo que sería consistente a lo planteado por Ledesma Arocena (1987) que en el caso de suplementación diaria con oferta de suplemento del 1 % del PV se requieren 1 a 2 comidas diarias, mientras que para niveles mayores al 2% serían necesarias 3 o más comidas, para maximizar el consumo (Lange, 1980), y poder obtener una fermentación más homogénea en el rumen (aumentando la eficiencia de utilización de los nutrientes) y evitar trastornos digestivos (acidosis y meteorismo).

La ausencia de rechazo en el consumo de afrechillo de arroz a niveles de oferta del 1 % del PV en la categoría terneras, es similar a la reportada por Quintans (1994) donde con una oferta del orden del 1.5 % de afrechillo de arroz desgrasado no se obtuvieron rechazos.

Así mismo, otros ensayos de suplementación de terneras con afrechillo de arroz, registraron rechazos a ofertas de suplemento similares a las utilizadas en el presente trabajo experimental: De Matos *et al.* (1992), Quintans *et al.* (1993), Gómez *et al.* (1995), debiéndose destacar que en los dos últimos, probablemente la proporción de fibra en la dieta base fue elevada (proporción de restos secos de 70 a 78 %), lo que asociado a el elevado contenido de grasas en el suplemento (20 % de EE para Quintans *et al.*, 1993) se traduce en una menor tasa de digestión de la fibra en el rumen, provocando una menor tasa de pasaje por el tracto y un menor consumo (Coleman, 1975; Palmquist y Jenkins, 1980), que estarían explicando la existencia de algún porcentaje de rechazo.

Una posible explicación de la ausencia de rechazo en el presente experimento respecto a los trabajos mencionados que sí lo registran, sería que en estos se realizó la suplementación y estimación de consumo en forma individual que implica un comportamiento diferente al grupal, donde animales alimentados en forma conjunta estimulan el consumo de suplementos (Vergnes com. pers.). Otra posible explicación

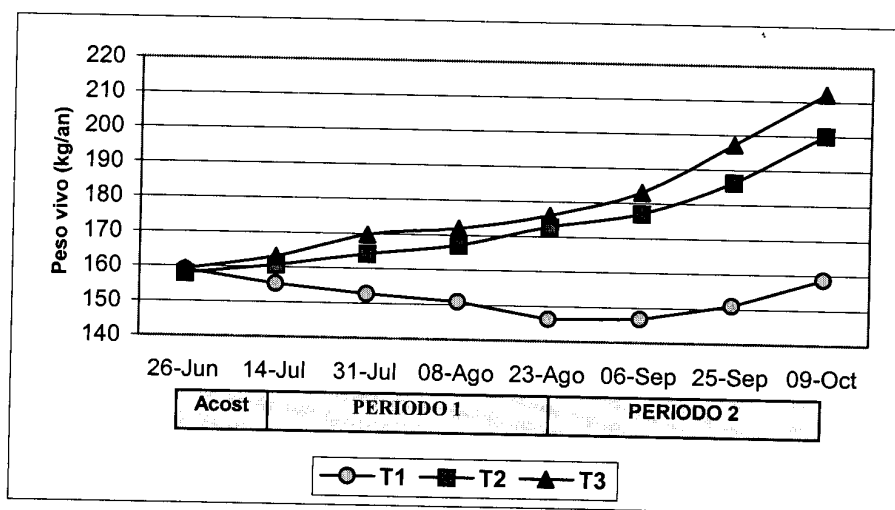
sería la mayor calidad de la dieta base (pasturas) utilizada en los tratamientos suplementados en el presente experimento.

#### 4.4.2- PESO VIVO

Es importante conocer los antecedentes en el nivel de alimentación y en la evolución de peso de las terneras previo al inicio del trabajo experimental, debido a que estas pueden explicar parte de la respuesta animal a la suplementación. En este sentido, cabe señalar que durante 60 días previos al ensayo, los animales utilizados registraban pérdidas de peso del orden de 40 g./an/día.

La evolución en el peso promedio de las terneras durante el trabajo experimental, (figura 15) se divide en dos períodos: el período de acostumbramiento al suplemento, y el período experimental propiamente dicho.

**Figura 15- Evolución del peso vivo de los animales por tratamiento**



A su vez el período experimental (14/07 al 9/10) se subdivide claramente en dos períodos bien definidos donde la performance animal, y específicamente la ganancia de peso en las terneras de los tratamientos testigo y suplementados presenta un comportamiento diferencial, lo que se puede observar en las figuras 15 y 16.

**Período 1:** desde el 14/07 al 23/08, definido por la pérdida de peso de los animales del T1, y ganancias moderadas en las terneras de T2 y T3, período considerado como estrictamente invernal.

**Período 2:** desde el 23/08 al 9/10, caracterizado por incrementos de peso en el tratamiento testigo y mayores ganancias en los tratamientos suplementados, período considerado como invierno-primaveral.

En el análisis estadístico del peso promedio de las terneras (cuadro 23), determinó que al inicio del período de acostumbramiento (26/06) no existieron diferencias ( $P>0.05$ ) entre T1, T2 y T3 (159.0, 158.0, 159.3 kg, respectivamente), mientras que al final del mismo (14/07) si bien no se registró diferencias ( $P>0.05$ ) entre tratamientos, el peso de los animales del T2 y T3 (160.6, 163.1 kg, respectivamente) tendió ( $0.05<P<0.10$ ) a ser mayor que las del T1 (155.3 kg).

**Cuadro 23 - Peso promedio por tratamientos (kg/animal).**

Fecha	T1	T2	T3
26/06	159,0 a	158,0 a	159,3 a
14/07	155,3 a	160,6 a	163,1 a
23/08	146,2 a	172,7 b	176,0 b
9/10	159,7 a	200,1 b	212,1 c
<b>Promedio</b>	155,0	172,8	177,6
<b>Diferencia</b>	0,7	41,7	52,8

Medias con distintas letras en la misma fila son estadísticamente diferentes ( $P<0.05$ ).

Al final del período 1 (23/08), el peso promedio de las terneras del T2 y T3 (172.7 y 176.0 kg, respectivamente) fue mayor ( $P<0.05$ ) en comparación a las del T1 (146.2 kg). El último registro de peso vivo (9/10), arrojó diferencias significativas entre los tres tratamientos, donde las terneras del T3 (212.1 kg) presentaron mayor peso ( $P<0.05$ ) que las T1 (159.7 kg) y las T2 (200.1 kg), siendo también mayor T2 respecto a T1.

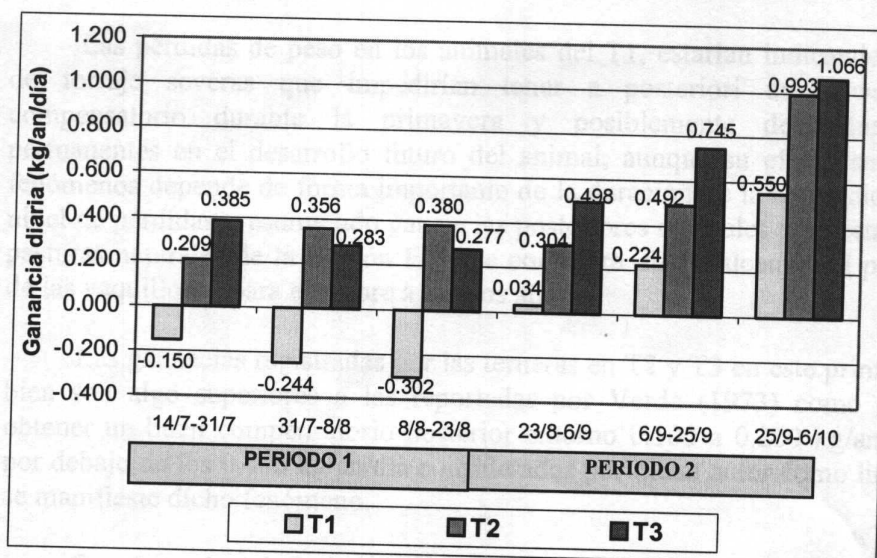
El análisis de aquellos factores que pudieran estar incidiendo sobre la evolución el peso vivo animal en cada uno de los tratamientos, y las diferencias registradas entre estos durante el período 1 y 2, se realizará conjuntamente con el estudio de la ganancia diaria de peso (sección 4.3.3).

#### 4.4.3- GANANCIA DIARIA DE PESO

En la figura 16 se observa la evolución de ganancia diaria por tratamiento, donde para el período 1, se registraron pérdidas promedios de peso en el T1 mínimas de 0.150 y máximas de 0.302 kg/an/día al final del mismo, a diferencia de animales del T2 y T3 los cuales presentan ganancias promedios de peso mínimas de 0.209 y 0.277 y máximas de 0.380 y 0.385 kg/an/día para uno y otro tratamiento suplementado respectivamente.

Cabe destacar las ganancias observadas en todos los tratamientos al final del período 2, donde animales del T1 presentaron ganancias diarias promedio de 0.550 kg/an/día, mientras que los suplementados en torno a los 1.0 kg/an/día.

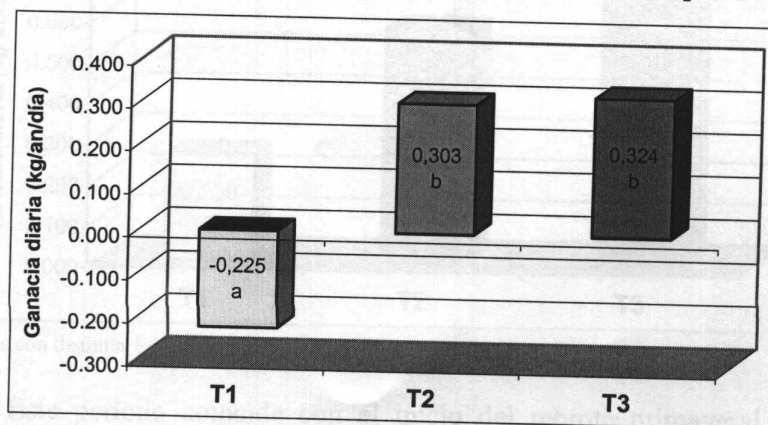
**Figura 16- Evolución de la ganancia diaria de peso por tratamiento.**



#### 4.4.3.1- Análisis de la ganancia diaria de peso por períodos.

En el período 1, considerado estrictamente invernal, la comparación de medias en ganancia diaria por tratamiento, determinó similares ganancias ( $P > 0.05$ ) entre los animales del T2 (0.303 kg/an/día) y T3 (0.324 kg/an/día), y ambas mayores ( $P < 0.05$ ) a las registradas en las terneras T1 (-0.225 kg/an/día), las cuales manifestaron pérdidas de peso (figura 17).

**Figura 17- Ganancia diaria de peso por tratamiento durante el período I.**



Medias con distintas letras son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

La magnitud de las pérdidas de peso en los animales del T1 y las ganancias moderadas obtenidas en T2 y T3, durante este período 1, harían suponer que las



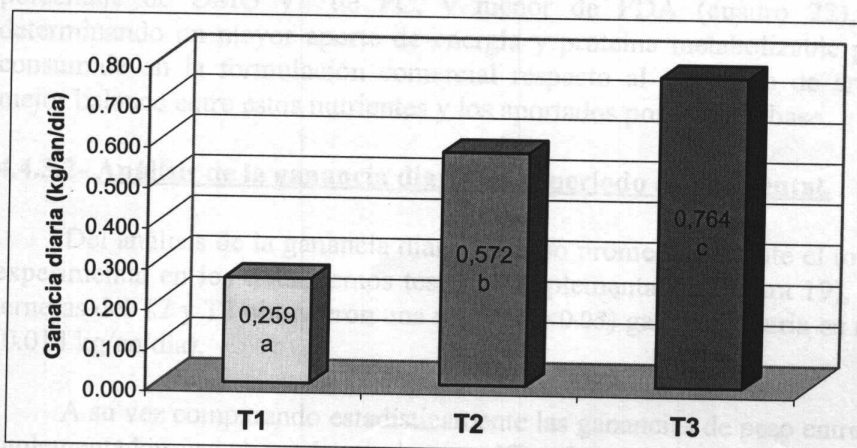
condiciones de cantidad y calidad de pasturas son representativas a las mencionadas como típicas para la estación invernal en la Región Este.

Las pérdidas de peso en los animales del T1, estarían indicando restricciones de forraje severas que impedirían tener a posteriori un buen crecimiento compensatorio durante la primavera y posiblemente determinarían efectos permanentes en el desarrollo futuro del animal, aunque su efecto sobre estos dos fenómenos depende de forma importante de la duración de la restricción. Con dicho nivel de pérdidas y asumiendo ganancias posteriores normales para esta categoría en pasturas naturales de la Región Este, se considera difícil alcanzar el peso adecuado de las vaquillonas para el entore a los dos años.

Las ganancias registradas por las terneras en T2 y T3 en este primer período, si bien son algo superiores a las reportadas por Verde (1973) como óptimas para obtener un buen compensatorio posterior entorno 0.100 a 0.200 kg/an/día, estarían por debajo de los 0.400 kg/an/día considerados por dicho autor como limite para que se manifieste dicho fenómeno.

Respecto al período 2, la comparación de medias entre tratamientos determinó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en la ganancia de peso entre los tres tratamientos, donde las mayores ganancias se encontraron en el T3 (0.764 kg/an/día), ganancias medias en el T2 (0.572 kg/an/día) y las menores en el T1 (0.259 kg/an/día). (Figura 18).

**Figura 18- Ganancia diaria de peso por tratamiento durante período 2.**



Medias con distintas letras son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

Este período coincide con el inicio del rebrote primaveral de las especies estivales predominantes en los suelos de la Región (Ayala *et al.*, 1999), donde probablemente el efecto del incremento en el consumo de forraje de mayor calidad, propiciado por aumentos en la tasa de crecimiento de pasturas naturales, se traduce las ganancias de peso registradas en los animales del T1.

Dichos aumentos en la tasa de crecimiento de forraje y en el valor nutritivo de este, aunados al efecto de la suplementación y de un posible efecto compensatorio en las terneras de T2 y T3 explicarían las altas ganancias observadas en éstos tratamientos.

En este marco se podría concluir, que bajo las condiciones registradas en el período 1, de menor calidad de pasturas inferida a partir del valor nutritivo y del % de la fracción verde, y probablemente de un menor crecimiento de forraje; la suplementación independientemente de la fuente utilizada, tiene un mayor impacto sobre la ganancia de peso y respuesta animal, puesto de manifiesto por las diferencias en las ganancias diarias de peso entre animales T2 y T1 de 0.528 kg/an/día y entre T3 y T1 de 0.549 kg/an/día. También se podría inferir que en dicho período la respuesta a la suplementación es mas clara, ya que en el período 2 el rebrote primaveral de las pasturas naturales se confunde con el efecto del uso de suplementos sobre la ganancia diaria de peso.

Durante el período 2, la muy buena performance animal obtenida en los tratamientos suplementados, estaría asociada a un conjunto de factores del propio suplemento, de mayor crecimiento y calidad de pasturas naturales e incrementos en el tiempo de pastoreo y que posibilitarían un efecto compensatorio en los animales del T2 y T3 gracias a ganancias de peso moderadas durante el primer período.

Por otra parte las diferencias en ganancia diaria de peso en este segundo período entre los tratamientos T2 y T3 (0.192 kg/an/día) a favor de este último, estaría basada en el mayor contenido energético y proteico, explicados por un mayor porcentaje de DMO y de PC, y menor de FDA (cuadro 22), que estarían determinando un mayor aporte de energía y proteína metabolizable por kg de MS consumida en la formulación comercial respecto al afrechillo de arroz, o por un mejor balance entre estos nutrientes y los aportados por la dieta base.

#### **4.4.3.2- Análisis de la ganancia diaria en el período experimental.**

Del análisis de la ganancia diaria de peso promedio durante el total de período experimental en los tratamientos testigo y suplementados (figura 19), surge que las terneras del T2 y T3 obtuvieron una mayor ( $P<0.05$ ) ganancia diaria en relación al T1 (0.014 kg/an/día).

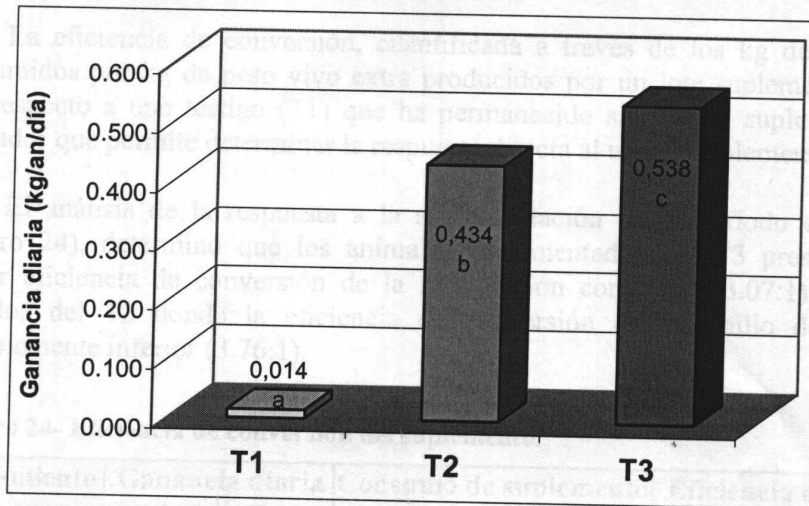
A su vez comparando estadísticamente las ganancias de peso entre tratamientos suplementados, se observó que las manifestadas por los animales del T3 (0.538 kg/an/día), fueron mayores ( $P<0.05$ ) a las obtenidas por los del T2 (0.434 kg/an/día).

La superioridad en ganancia diaria de peso de los animales del T3 respecto a los del T2, estaría basada en las diferencias anteriormente mencionadas referente a la composición química entre ambos tipos de suplementos, y/o por la presencia de aditivos, antibióticos y vitaminas en la formulación. Puesto que los antibióticos promotores del crecimiento denominados comúnmente como ionóforos, son



efectivos en incrementar la ganancia diaria de peso, mejorar la eficiencia de conversión, controlar la coccidiosis, entre otras propiedades (Sección 2.3.4.3.1).

**Figura 19- Ganancia diaria de peso por tratamiento en el período experimental.**



Medias con distintas letras son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

Las ganancias observadas en el T1, prácticamente nulas o de mantenimiento de peso, son mayores a las reportadas en otros trabajos experimentales en la Región Este: Quintans *et al.* (1993) pérdidas de 0.103 kg/an/día, Quintans (1994) pérdidas de 0.082 kg/an/día, y similares a las registradas Gómez *et al.* (1995) pérdidas de 0.038 kg/an/día. (Sección 2.3.5 Cuadro 17).

De la misma forma, la performance registradas por las terneras del T2 y T3 son mayores a las reportadas en los trabajos nacionales consultados sobre suplementación en esta categoría con diferentes niveles y fuentes de suplementos Quintans *et al.* (1993), Quintans (1994), Gómez *et al.* (1995), Gutiérrez y Morixe (1995). (Sección 2.3.5 Cuadro 17).

Estas diferencias en ganancia diaria de peso tanto T1 como T2 y T3, respecto a los trabajos consultados estarían fundadas en una mejor calidad de pasturas, así como por una mayor tasa crecimiento de pasturas durante la estación invernal, pero mayoritariamente durante el segundo período de evaluación, producto del bajo número de heladas y de temperaturas medias mayores a las normales durante los meses de septiembre y octubre (Sección 2.3.5 Cuadro 17).

Confirmando lo mencionado anteriormente respecto a un invierno benigno desde el punto de vista de las principales variables climáticas que afectan sobre el crecimiento de pasturas y por ende en la performance animal Marquisá y Urrutia (2001) en su trajo de tesis registraron ganancias de peso del orden de 0.580 kg/an/día

en terneras pastoreando campo natural sobre suelos de basalto con disponibilidades entorno a 600 kg MS/ha.

#### 4.4.4- EFICIENCIA DE CONVERSION.

La eficiencia de conversión, cuantificada a través de los kg de suplemento consumidos por kg de peso vivo extra producidos por un lote suplementado (T2 o T3) respecto a uno testigo (T1) que ha permanecido sin recibir suplemento, es el indicador que permite determinar la respuesta directa al uso de suplemento.

El análisis de la respuesta a la suplementación en el período experimental (cuadro 24), determinó que los animales suplementados del T3 presentaran una mayor eficiencia de conversión de la formulación comercial (3.07:1), respecto a aquellos del T2 donde la eficiencia de conversión de afrechillo de arroz fue sensiblemente inferior (3.76:1).

**Cuadro 24- Eficiencia de conversión del suplemento.**

Tratamiento	Ganancia diaria (kg/an/día)	Consumo de suplemento (kg MS/an/día)	Eficiencia conversión (kg sup/kg carne)
T1	0,014	---	---
T2	0,434	1,578	3.76
T3	0,538	1,607	3.07

Las posibles diferencias en la eficiencia de conversión entre uno y otro suplemento, estarían basadas en las mismas razones que explicarían las diferencias en la ganancia diaria de peso mencionadas anteriormente (Sección 4.4.3.2).

Los niveles de eficiencia, obtenidos bajo estas condiciones de oferta y calidad de pasturas y con suplementación a razón del 1 % PV, son comparables a los reportados por Quintans *et al.* (1993), Gómez *et al.* (1995), Gutiérrez y Morixe (1995), donde si bien las ganancias en los tratamientos suplementados fueron menores, las pérdidas de peso en los tratamientos testigos fueron mas acentuadas, manteniendo así diferencias similares en la ganancia de peso entre animales suplementados y testigos que explicarían la semejanza en términos de eficiencia de conversión entre los trabajos revisados y el presente.

De acuerdo a lo expresado por Figurina (1993), terneros en condiciones de pastoreo con eficiencias de conversión mayores a 10:1 reflejarían efectos sustitutivos que en general no son favorables económicamente, y teniendo en cuentas las obtenidas por los animales del T2 y T3 (3.76:1 y 3.07:1 respectivamente) se podría inferir que tanto la formulación comercial como el afrechillo de arroz actuaron principalmente en forma aditiva, donde el aporte de nutrientes vía suplemento se

suman y complementan a los aportados por una dieta base insuficiente (Pigurina, 1991).

#### 4.4.5- COMPORTAMIENTO ANIMAL

Se evaluó el comportamiento animal en pastoreo con el objetivo de establecer diferencias en las variables de conducta diaria ente tratamientos, y en la evolución de estos durante el transcurso del período experimental, producto de la utilización de diferentes fuentes suplementos u otros factores como disponibilidad y calidad de forraje, entre otros.

En el análisis de las variables de comportamiento, el tiempo promedio total dedicado por las terneras al pastoreo fue de 492 min (8.2 hs), con un desvío estándar de 71 min (1.2 hs), valores concordantes con los señalados por Poppi *et al.* (1987), Arnold (1981), Krysl y Hess (1993).

##### 4.4.5.1-Comparación de actividades entre tratamientos.

En la comparación de actividades entre tratamientos según las tres fechas de determinaciones realizadas (D1, D2, D3), se observó que el tiempo dedicado al pastoreo en D1, D2 y D3, fue mayor ( $P<0.05$ ) en las terneras del T1 (D1=560, D2=588, D3=593 min), respecto a las terneras del T2 (D1=435, D2=459, D3=463 min), y T3 (D1=420, D2=448, D3=464 min). (Cuadro 25)

**Cuadro 25- Comparación de tiempo destinado a cada actividad por tratamiento según fecha de determinación.**

Determinación	Tratamiento	P <sup>(1)</sup>	D <sup>(2)</sup>	R <sup>(3)</sup>	S <sup>(4)</sup>
D 1	T1	560 a	64 a	51 a	--
	T2	435 b	140 b	47 a	52 a
	T3	420 b	151 b	52 a	54 a
D 2	T1	588 a	60 a	57 a	--
	T2	459 b	162 b	54 a	30 a
	T3	448 b	157 b	66 a	34 a
D 3	T1	593 a	71 a	70 a	--
	T2	463 b	170 b	71 a	30 a
	T3	464 b	166 b	70 a	34 a

Medias con distintas letras dentro de columnas, en cada determinación, son estadísticamente diferentes ( $P<0.05$ ).

- (1) P=Pastoreo      (3) R=Rumia  
 (2) D=Descansa    (4) S=Consumo de Suplemento

El tiempo dedicado al descanso tanto para la D1, como para D2 y D3 fue menor ( $P<0.05$ ) en T1 (D1=64, D2=60, D3=71 min) en relación a las terneras del T2

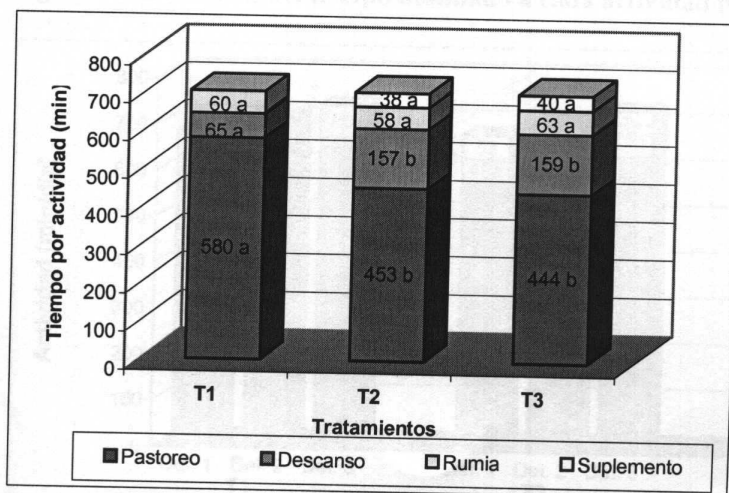
(D1=140, D2=162, D3=170 min) y T3 (D1=151, D2=157, D3=166 min). Respecto al tiempo destinado a rumia no existieron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre tratamientos en cada una de las determinaciones realizadas.

Los minutos insumidos para el consumo de suplemento en T2 y T3, fueron similares ( $P>0.05$ ) tanto para la D1 (52 y 54 min respectivamente), como para la D2 y D3, donde se registró el mismo tiempo insumido para ésta actividad (30 y 34 min para T2 y T3 respectivamente).

En la comparación entre tratamientos del tiempo promedio dedicado por las terneras al pastoreo durante todo el período experimental (Figura 20), se mantuvo la tendencia encontrada en D1, D2, D3, donde el tiempo insumido en esta actividad fue mayor ( $P<0.05$ ) para el T1 (580 min) que para el T2 y T3 (452 y 444 min, respectivamente). Estos resultados son concordantes a lo señalado por Holder (1962) citado por Arnold (1981), quien afirma que la práctica de la suplementación tiene un efecto depresivo en el tiempo de pastoreo, en particular si el suplemento consiste en una ración concentrada y pueden ser relacionados a los reportados por Krysl y Hess (1993), Hess *et al.* (1994).

Para la actividad de descanso, los animales del T1 dedicaron un tiempo menor ( $P<0.05$ ) de 65 min, respecto a las terneras de T2 (157 min) y T3 (159 min). Cabe destacar que para estos dos últimos, el 57 y 54 % del total del descanso diario observado, lo realizaron posteriormente de finalizado el suplemento suministrado y en forma ininterrumpida.

**Figura-20- Tiempo promedio dedicado a cada actividad por tratamiento**



Medias con distintas letras son estadísticamente diferentes ( $P<0.05$ ).

Respecto al tiempo dedicado a la rumia (T1= 60, T2=57 y T3=63 min) y a la suplementación (T2=37 y T3=40 min) no se encontraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre tratamientos.

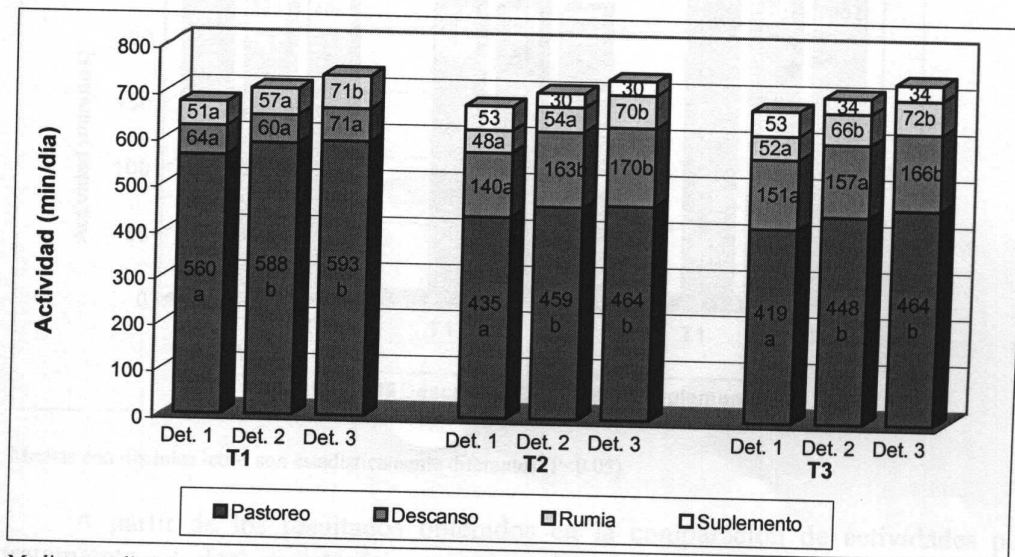
#### 4.4.5.2- Evolución de actividades por tratamiento.

Al analizar la evolución de las diferentes actividades por tratamiento, se observó que el tiempo de pastoreo fue mayor ( $P<0.05$ ) en D2 y D3 tanto para T1 (D2=588, D3=593 min), como para T2 (D2=459, D3=464 min) y T3 (D2=448, D3=464 min) respecto a D1 (T1=560, T2=435 y T3=419 min). (Figura 21).

Este incremento en el tiempo de pastoreo estaría asociado a factores intrínsecos del animal, donde en la medida que la disponibilidad y altura de forraje tienden a disminuir, el tiempo de pastoreo aumenta en respuesta compensatoria (Rovira, 1996; Hodgson, 1990; Jagusch *et al.*, 1979 citado por Carámbula, 1997); y a la influencia del fotoperíodo sobre la actividad de pastoreo, ya que el 70 al 90 % de esta ocurre en las horas del día (Gordon y Lascano, 1993).

Teniendo en cuenta que la rumia se realiza principalmente en horas de la noche donde la mayor intensidad se alcanza enseguida del anochecer, y que el animal rumia alrededor de tres cuartas partes del tiempo que dedica al pastoreo (Rovira, 1996), es dable esperar los resultados encontrados, donde los animales del T1, T2 y T3 incrementaron ( $P<0.05$ ) el tiempo destinado a esta actividad desde D1 (T1=51, T2=48, T3=52 min) hacia D3 (T1=71, T2=70, T3=72 min).

Figura 21- Evolución del tiempo destinado a cada actividad por tratamiento



Medias con distintas letras son estadísticamente diferentes ( $P<0.05$ ).



El tiempo dedicado al consumo de suplemento en T2 y T3, se redujo considerablemente ( $P < 0.05$ ) desde la D1 (T2=52, T3=54) hacia D2 y D3 (T2=30, T3=34), producto de la mayor avidez y acostumbramiento total al suplemento.

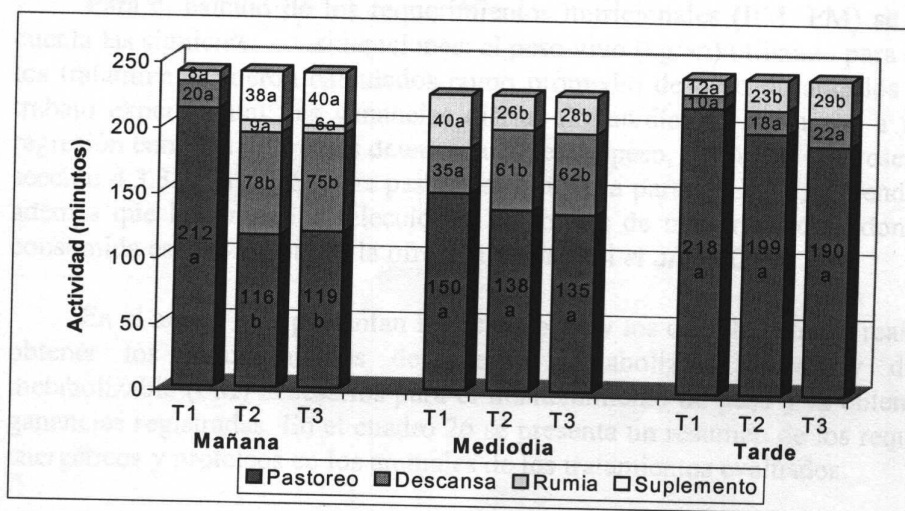
#### 4.4.5.3- Análisis diario de las actividades de comportamiento animal.

El análisis de la conducta de pastoreo diaria, arrojó que el tiempo de pastoreo durante la mañana fue mayor ( $P < 0.05$ ) en el T1 (212 min) respecto a T2 y T3 (116 y 119 min), a diferencia del mediodía donde no existieron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos (T1=150, T2=138, T3=135 min), y en la tarde donde tampoco se registraron discrepancias ( $P > 0.05$ ) en el tiempo destinado a esta actividad (T1=218, T2=199, T3=190 min) (Figura 22).

El tiempo dedicado al descanso durante la mañana y el mediodía fue menor ( $P < 0.05$ ) en el T1 (20 y 35 min) en referencia al T2 (78 y 61 min) y T3 (75 y 62 min), mientras que para la tarde no existieron diferencias ( $P > 0.05$ ) en el tiempo de descanso entre tratamientos (T1=10, T2=18 y T3=22 min).

El tiempo destinado a la actividad de rumia en los animales del T1 respecto a los del T2 y T3 fue similar ( $P > 0.05$ ) durante la mañana (T1=8, T2=9, T3=6 min), mayor ( $P < 0.05$ ) en el mediodía (T1=40, T2=26, T3=28 min) y menor durante la tarde (T1=12, T2=23, T3=29 min).

Figura 22- Tiempo destinado a cada actividad según el momento del día.



Medias con distintas letras son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

A partir de los resultados obtenidos en la comparación de actividades por tratamiento y los registrados en el análisis diario de las actividades de comportamiento, se podría concluir que la suplementación produjo modificaciones tanto en el tiempo diario dedicado a cada actividad como en el patrón de pastoreo

normal. Animales suplementados reducen el tiempo de pastoreo diario (23 %) e incrementan el tiempo dedicado al descanso, de forma acentuada y significativa durante la mañana y en menor proporción durante el mediodía y tarde, donde las diferencias en estas dos variables fueron de escasa magnitud y no significativas.

El patrón de pastoreo observado en los animales del tratamiento testigo (anexo 4) es consistente con los señalados por Arnold (1981) y Rovira (1996), donde se visualiza la existencia de dos picos de pastoreo bien definidos. El primero comenzó al amanecer y se prolongó por dos a tres horas, mientras que el segundo comenzó al atardecer y se continuó hasta la entrada de la noche. Otro pico no tan definido se originó al mediodía.

En el patrón de pastoreo de los tratamientos suplementados (anexos 5 y 6), si bien se observa la existencia de estos tres picos de pastoreo (mañana, mediodía, tarde), cabe destacar la menor extensión del primero, producto del suministro del suplemento (9:00h) que conduciría a la finalización del mismo e incrementos en el tiempo dedicado al descanso posterior al consumo de este.

#### **4.5- ESTIMACION DE REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES Y APORTES DE LOS SUPLEMENTOS**

La estimación de los requerimientos energéticos y proteicos necesarios para mantenimiento y ganancia de peso en las terneras de T1, T2, T3 durante el período experimental, fueron realizados mediante la metodología utilizada por AFRC (1993).

Para el cálculo de los requerimientos nutricionales (EM, PM) se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones: el peso vivo (kg/an) utilizado para cada uno de los tratamientos fueron calculados como promedio de peso durante los 85 días del trabajo experimental; las ganancias diarias (kg/an/día) se estimaron a través de la regresión entre las diferentes determinaciones de peso, las cuales se presentaron en la sección 4.3.3.2; la DMS de la pastura se obtuvo a partir la FDA, teniendo en cuenta además que los animales seleccionan un forraje de mayor calidad, donde la DMS consumida es 10 % superior la ofrecida (Montossi *et al.*, 2000).

En el anexo 7 se presentan las ecuaciones y los cálculos que se realizaron para obtener los requerimientos de energía metabolizable (EM) y de proteína metabolizable (PM) necesarios para el mantenimiento de peso y la obtención de las ganancias registradas. En el cuadro 26 se presenta un resumen de los requerimientos energéticos y proteicos en los animales de los tratamientos evaluados.

Estos requerimientos de EM son similares a los reportados por NRC (1984), el cual manifiesta que animales de 150 kg de peso a mantenimiento necesitan (5.6 Mcal/an/día), y animales de 150 o de 200 kg de peso vivo con ganancias diarias de 0.5 kg/día requieren 9 y 11,5 Mcal/an/día, respectivamente. También son concordantes con los señalados AFRC (1993) y por Pigurina (1993), donde este

último reporta que terneros de 150 kg de PV con ganancias de 0,35 a 0,5 kg/día necesitan 9 Mcal diarios.

**Cuadro 26- Requerimientos de energía y proteína metabolizable (EM, PM).**

	T1	T2	T3
E M Mantenimiento de peso (Mcal/an/día)	6,19	6,69	6,79
E M Ganancia de peso (Mcal/an/día)	0,10	3,26	4,06
<b>E M Total Requerida (Mcal/an/día)</b>	<b>6,29</b>	<b>9,95</b>	<b>10,85</b>
P M Mantenimiento de peso (g./an/día)	99,37	110,84	113,89
P M Ganancia de peso (g./an/día)	3,94	112,69	137,23
<b>P M Total Requerida (g./an/día)</b>	<b>103,31</b>	<b>223,53</b>	<b>251,12</b>

Respecto a los requerimientos proteicos, se observa en el cuadro 26 que animales con ganancias de 0.434 (T2) y 0.538 (T3) kg/an/día, necesitan el 100 % más de PM que animales a mantenimiento de peso, lo que estaría indicando los altos requerimientos de proteína en esta categoría. Los valores de PM requeridos en T2 y T3 son similares a los reportados por AFRC (1993), que señala que animales de 100 y 200 kg de PV ganando 0,5 kg/día, requieren 220 y 261g de PM.

Para la estimación del aporte de energía y proteína metabolizable de los suplementos suministrados se utilizó, al igual que para estimación de requerimientos, la metodología de AFRC (1993) (Anexo 7). Las características nutricionales de los suplementos requeridas para dichas estimaciones, fueron las obtenidas a partir del Laboratorio de Nutrición Animal INIA La Estanzuela (sección 4.2), donde el afrechillo de arroz mostró 14.2% PC, 72.4% DMO y 16.1% FDA, mientras que la formulación presentó 20.9 %PC, 76.2% DMO y 10.1% FDA.

En el cuadro 27 se presenta los aportes de EM y PM por los suplementos, y los requerimientos de estos dos nutrientes en T1, T2 y T3. Se observa que si bien la contribución de EM fue similar entre ambos suplementos, la PM aportada por la formulación fue sustancialmente mayor a otorgada por el afrechillo (57 % superior).

**Cuadro 27- Aportes de energía y proteína metabolizable por el suplemento.**

	T2	T3
EM suplemento (Mcal/an/día)	4,35	4,77
PM suplemento (g./an/día)	132,00	208,06



Al contrastar los requerimientos energéticos para mantenimiento y ganancia de peso con los aportados por los suplementos en T2 y T3, se obtuvo por diferencia la contribución de EM que tendría haber realizado la pastura para obtener la performance animal registrada (Cuadro 28).

A partir de dicha contribución y tomando en cuenta la concentración energética del forraje (Mcal/kg MS) se estimó el consumo de forraje necesario para satisfacer los requerimientos energéticos totales. A su vez este consumo se comparó con el estimado a partir del % de FDN (Anexo 7), donde según García (1991b) y Montossi *et al.* (2000) los animales consumen hasta un 1.2 % de su PV de FDN (Cuadro 28).

**Cuadro 28- Consumo estimado de forraje por tratamiento.**

	T1	T2	T3
Requerimientos de E M (Mcal/an/día)	6,29	9,95	10,85
Aporte de EM suplemento (Mcal/an/día)	0,0	4,35	4,77
Diferencia (Req EM – EM supl) (Mcal/an/día)	6,29	5,60	6,08
Consumo de forraje <sup>(1)</sup> (kg MS/an/día)	2,91	2,58	2,75
Consumo de forraje <sup>(2)</sup> (kg MS/an/día)	3,04	2,72	2,93

<sup>(1)</sup> Estimado a partir de los requerimientos de EM.

<sup>(2)</sup> Estimado a partir de la FDN.

En el cuadro se observa que el consumo de forraje en T1, ya sea estimado a partir de los requerimientos energéticos como a partir de la FDN, es inferior al 3 % del PV, lo que estaría indicando que existieron limitantes, no solamente en la cantidad de forraje disponible, sino que también en la capacidad ruminal.

El consumo de pasturas en las terneras del T2 y T3, estimado a partir de los requerimientos de EM, fue levemente inferior respecto a las de T1, lo que confirmaría que ambos suplementos actuaron principalmente en forma aditiva, y más aun la formulación comercial.

En el cuadro 29 se presentan las diferencias entre los requerimientos animales de PM y la contribución de los suplementos a este nutriente, donde se observa que en el T2 el aporte vía suplemento representó el 65 % de las necesidades proteicas para

mantenimiento y ganancia de peso, mientras que en el T3 fue prácticamente el 100 % de lo requerido.

**Cuadro 29- Diferencia entre requerimientos de proteína metabolizable (PM) y los aportes de los suplementos en este nutriente (g./an/día).**

	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Requerimientos de P M (g./an/día)	201,17	226,01
Aporte de PM suplemento (g./an/día)	132,00	208,06
Diferencia (Req PM- PM supl)	69,17	17,95

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente y analizando las diferencias de PM se podría inferir que la proteína no fue un factor limitante en la dieta de las terneras del T3, y probablemente tampoco lo fue en las del T2.

#### **4.6 - ANALISIS ECONOMICO**

Cuando se evalúa una nueva tecnología es importante considerar los aspectos económicos, por ser éstos determinantes de su adopción por parte de los productores, por lo cual esta sección del trabajo tiene como objetivo determinar cual de las opciones anteriormente planteadas es la más rentable desde el punto de vista económico-productivo.

El análisis económico se basa en parámetros productivos de ganancia de peso y consumo de suplemento obtenidos. Por lo tanto se brinda a continuación un resumen de las principales características de cada una de las alternativas de suplementación y del testigo durante el total de del período de evaluación (Cuadro 30).

**Cuadro 30- Performance animal y consumo de suplemento por tratamiento.**

<b>Parámetros</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Peso vivo inicial (kg/an)	159,0	158,0	159,3
Peso vivo final (kg/an)	159,7	200,1	212,1
Diferencia de peso (kg/an)	0,7	41,7	52,8
Consumo de suplemento (kg/an/105 días)	-----	167,42	172,9

El parámetro de consumo de suplemento (base fresca) incluye el suministro de afrechillo y de la formulación comercial de 14.3 kg por animal durante un período de

acostumbramiento de 18 días y un período de suplementación al 1 % del PV de 87 días.

#### 4.6.1- ANALISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE SUPLEMENTACION

Se supuso que tanto una como otra alternativa de suplementación se realizaría con 100 terneras de destete para llevar el análisis a una situación más real, y luego se estimaron tanto costos como ingresos adicionales y beneficio neto marginal por animal.

Los costos adicionales provenientes de las alternativas de suplementación, ya sea con afrechillo de arroz o con la formulación comercial, provienen de la compra del suplemento, transporte del mismo desde planta al establecimiento, mano de obra utilizada para el racionamiento diario, y comederos.. Para determinar el costo del transporte del suplemento se asumió una distancia entre la planta y establecimiento de 100 km, mientras que para la mano de obra utilizada se tomó un cuarto jornal durante el período de suplementación, aunque se puede considerar que en la práctica se utilizaría mano de obra del propio establecimiento.

Los ingresos adicionales totales de la alternativa de suplementación se originan de la diferencia de peso entre animales suplementados y no suplementados al final del período de evaluación (Cuadro 31). Para la construcción de dicho análisis se tomaron los precios de los insumos y productos al momento de realizado el ensayo. El detalle del presupuesto parcial realizado se presenta en el anexo 8, y un resumen del mismo en el cuadro 31.

**Cuadro 31- Beneficio neto marginal de la alternativa de suplementación.**

Concepto	T2	T3
COSTO ADICIONAL (U\$/animal/105 días)	18,61	28,30
INGRESO ADICIONAL (U\$/animal/105 días)	30,64	38,55
BENEFICIO NETO MARGINAL (U\$/animal/105 días)	12,02	10,26

El costo adicional en las alternativas del T2 y T3 esta explicado fundamentalmente por el costo del suplemento, representando este el 76 % y 84 % del total de costos para el afrechillo de arroz y la formulación comercial, respectivamente. Del análisis de presupuestacion parcial realizado, surge que las alternativas de suplementación de terneras de destete con afrechillo arroz y formulación comercial presentaron un beneficio neto marginal sobre la alternativa de no suplementar de 12.08 y 10.26 U\$ por animal.

Comparando el beneficio neto marginal de las dos alternativas de suplementación, se observó que existen leves diferencias a favor del afrechillo de

arroz. Sin embargo, el mayor beneficio económico en función del capital invertido (tasa de retorno de costos) y el menor costo del kg de PV adicional en la suplementación con afrechillo estarían indicando ventajas de utilizar dicho subproducto (Cuadro 32).

**Cuadro 32- Comportamiento de algunas variables económicas en el T2 y T3.**

VARIABLES	T2	T3
Costo del kg de PV adicional (U\$/kg) <sup>(1)</sup>	0,450	0,543
Tasa de retorno de costos (%) <sup>(2)</sup>	65	36
P. E de la gan. diaria de peso (kg/an/día) <sup>(3)</sup>	0,246	0,371
P. E del precio del suplemento (U\$/kg) <sup>(3)</sup>	0,157	0,197

(1) Relación entre el Costo Adicional y los kg de carne extra producidos por la alternativa de supl.

(2) Beneficio económico en función del capital invertido, también llamado retorno del capital.

(3) Punto de Equilibrio (P. E.). Valor de la variable (ganancia, precio supl) en el cual el BNM es 0.

#### 4.6.1.1- Análisis de Sensibilidad.

Si bien los indicadores de resultado económico obtenidos, pertenecen al comportamiento productivo registrado durante un solo año de evaluación (invierno del 2000) y a los precios de mercado de insumos y productos en dicho momento, el análisis de sensibilidad permite estimar la solidez interna de la alternativa suplementación frente a variaciones del costo de producción y el precio del kg carne obtenido.

En los cuadros 33 y 34 se presenta el beneficio neto marginal (BNM) expresado en U\$ por animal, de las alternativas de suplementación evaluadas, sensibilizando el precio del suplemento (U\$/kg) y del kg de ternera.

**Cuadro 33- Beneficio neto marginal (U\$/an) de la suplementación con afrechillo de arroz sensibilizando el precio del suplemento y del kg de ternera.**

		Variación del precio por kg de PV de la ternera (% y U\$/kg)							
		-30 %	-20 %	-10 %	0 %	10 %	20 %	30 %	
Variación del precio afrechillo de arroz (% y U\$/kg)	30 %	0,1105	-1,44	1,63	4,69	7,75	10,82	13,88	16,94
	20 %	0,1020	-0,01	3,05	6,11	9,18	12,24	15,30	18,37
	10 %	0,0935	1,41	4,47	7,54	10,6	13,66	16,73	19,79
	0 %	0,0850	2,83	5,90	8,96	12,02	15,09	18,15	21,21
	-10 %	0,0765	4,26	7,32	10,38	13,45	16,51	19,57	22,64
	-20 %	0,0680	5,68	8,74	11,81	14,87	17,93	21,00	24,06
	-30 %	0,0595	7,10	10,17	13,23	16,29	19,36	22,42	25,48

Con precios del afrechillo de arroz iguales o por debajo de 0.093 US/kg, independientemente del precio por kg de ternera, la suplementación con afrechillo de arroz es rentable económicamente. Con precios del kilo de ternera iguales o superiores a 0.592 US\$, y con incrementos de hasta 30% en el precio del afrechillo, la alternativa de alimentación con este subproducto genera beneficios económicos mayores respecto a la de no suplementar.

**Cuadro 34- Beneficio neto marginal de la suplementación con la formulación comercial sensibilizando el precio del suplemento y del kg ternera.**

		Variación del precio por kg de PV de la ternera (% y US/kg)							
		-30 %	-20 %	-10 %	0 %	10 %	20 %	30 %	
		0,518	0,592	0,666	0,740	0,814	0,888	0,962	
Variación del precio formulación comercial (% y US/kg)	30 %	0,1794	-8,47	-4,61	-0,76	3,10	6,95	10,81	14,66
	20 %	0,1656	-6,08	-2,23	1,63	5,48	9,34	13,20	17,05
	10 %	0,1518	-3,70	0,16	4,01	7,87	11,73	15,58	19,44
	0 %	0,1380	-1,31	2,55	6,40	10,26	14,11	17,97	21,82
	-10 %	0,1242	1,08	4,93	8,79	12,64	16,50	20,35	24,21
	-20 %	0,1104	3,46	7,32	11,17	15,03	18,88	22,74	26,59
	-30 %	0,0966	5,85	9,70	13,56	17,41	21,27	25,13	28,98

Para el caso de la suplementación con la formulación comercial, con precios de 0.138 US/kg de suplemento, el kg de ternero debería ser 0.592 o superior para que sea económicamente rentable. Con precios del kilo de ternera iguales o superiores a 0.666 US\$, y con incrementos en el precio en el suplemento de hasta 20 %, la alternativa de de la utilización de la formulación comercial es sustentable económicamente (cuadro 33).

En los anexos 10 y 11 se presenta de forma gráfica los análisis de sensibilidad anteriormente analizados, donde se observa como evoluciona BNM frente a variaciones en el 10 % del suplemento y a un mismo precio del kg de peso vivo de ternera. A partir de dicha evolución, se determinó coeficiente de regresión ( $b$ ) que relaciona el beneficio económico obtenido ( $y$ ) en función de variaciones del 10 % en el precio del suplemento ( $x$ ).

El coeficiente de regresión ( $b$ ) obtenido en la suplementación con la formulación comercial fue mayor en comparación al proveniente de la alimentación con el afrechillo de arroz (2,38 y 1,42 US/an), respectivamente), por lo tanto reducciones del 10 % en el costo del suplemento producen un mayor incremento en el beneficio neto marginal en el caso de utilizar la formulación.

Es importante relativizar el análisis económico presentado por estar basado en resultados obtenidos en un solo año de estudio, requiriéndose de más ciclos de

evaluación para estimar con mayor certeza la conveniencia económica de las alternativas planteadas.

#### 4.6.2- ANALISIS ECONOMICO DE LA SUPLEMENTACION EN UN ESQUEMA DE CRIA VACUNA.

La composición del stock es uno de los determinantes de la tasa de extracción que se logra en los rodeos. En términos generales la disminución de las categorías improductivas, mejora los resultados físicos y económicos.

En las condiciones generales de la ganadería uruguaya, una de las categorías del rodeo que incide negativamente en la producción, es la alta proporción de vaquillonas no entoradas. Solamente el 50 % de las hembras de reemplazo son entoradas a los dos años y el resto a los tres. Por lo tanto, el entore de la totalidad de los reemplazos a los dos años, a través de la suplementación al 1% durante el primer invierno y de 0.5 % durante el segundo, frente a una situación tradicional de entore a los tres, estaría determinando impactos económicos significativos dentro de los esquemas de cría vacuna.

Para cuantificar dicho beneficio, se utilizó el mismo modelo de presupuestación parcial, sobre las dos situaciones anteriormente descritas (entore a los 2 o 3 años) manteniendo la misma dotación y unidades ganaderas (UG=185), tomando como base un rodeo con un 70 % de procreo, con ventas de vacas de descarte, de la totalidad de los terneros machos y de las hembras excedentes a las utilizadas en la reposición, al destete.

Se asumió una dotación de 0,8 UG/ha que haría válido el análisis entre los sistemas propuestos, donde al comparar las dos situaciones, se podría afirmar que en las condiciones tradicionales el % de animales que llegan al peso de entore a los dos años sería mínimo, mientras que si se adelanta el entore a través de la suplementación dicha proporción se aproximaría a la totalidad de estos mismos.

**Cuadro 35- Composición del rodeo según edad al primer entore de las vaquillonas.**

Categoría	Entore a los 3 años		Entore a los 2 años	
	Número	UG	Número	UG
Vacas entoradas	120	120	140	140
Terneras (reemplazo)	34	17	40	20
Vaquillonas 1-2	34	22.1	38	24.7
Vaquillonas 2-3	32	25.6	---	---
Total	220	185	218	185

Para la comparación entre estos dos tipos de rodeos se asume que las terneras, vaquillonas de 1-2 y 2-3 años representan 0.5; 0.65 y 0,8 UG por animal

respectivamente, y una mortalidad de 1,5 % en vacas adultas y 2,3 % durante la recría.

**Cuadro 36- Producción de dos rodeos similares (dotación) según edad al primer entore.**

<b>Categoría</b>	<b>Entore a los 3 años (A)</b>	<b>Entore a los 2 años (B)</b>	<b>Diferencia (B-A)</b>
Terneros totales	84	98	14
Terneros machos	42	49	7
Terneras reposición	34	40	6
Terneras descarte	8	9	1
Vacas de descarte	30	36	6

Como se observa en los cuadros 35y 36, con una misma dotación, al modificar la composición del stock logramos incrementar el número de vientres entorados y por lo tanto el número de terneros vendidos en un 16 % y de vacas de descarte en un 20 %. Dichos incrementos valorizados al precio del mercado constituyen los ingresos adicionales de la alternativa de entore a los dos años.

Los costos adicionales provenientes del la alternativa de adelanto de edad de entore, provienen de la compra del suplemento, necesarios para la suplementación al 1 % del PV durante el primer invierno de 40 terneras de 160 kg y al 0.5 % durante el segundo de 38 vaquillonas de 240 kg, y además del transporte del alimento desde planta a establecimiento (100 km). En el cuadro 37 se presenta un resumen del presupuesto parcial de la alternativa del adelanto del entore a través de la suplementación, presentándose el detalle de este en el anexo 9.

**Cuadro 37 -Beneficio económico del adelanto en la edad al primer entore.**

<b>Concepto</b>	
COSTO ADICIONAL (US\$)	1182,0
INGRESO ADICIONAL (US\$)	2079,4
Venta Terneros y terneras	966,3
Venta Vacas descarte	1113,0
<b>BENEFICIO NETO MARGINAL (US\$)</b>	<b>897,3</b>

Según se observa en el cuadro, la alternativa adelantar la edad al primer entore a través de la suplementación presenta un beneficio económico sustancial sobre la situación de entore tradicional a los tres años, ya que solamente con la venta del mayor número de vacas de invernada ya estaríamos pagando el costo del suplemento, y la venta del plus de terneros machos y hembras de descarte representaría ganancias netas.

Este impacto también se observa en la alta tasa de retorno del capital invertido y en la magnitud del beneficio neto marginal de la alternativa de entore a los dos

años de 897 U\$ en una superficie de 231 ha (0,8 UG/ha), lo cual representaría 3,8 U\$ de BNM por hectárea (Cuadro 38). Dichos beneficios económicos pueden ser considerados como significativos, si se toma en cuenta los bajos márgenes netos en la actividad de cría, donde según Ferreira y Pittaluga (2001) el margen neto en un esquema de cría tradicional en Sierras del Este (entore de vaquillonas mayoritariamente a los 3 años, venta de terneros machos al destete y de vacas de refugio para invernar) es de 0,90 U\$/ha.

**Cuadro 38- Comportamiento de algunas variables económicas producto del adelanto en la edad al primer entore.**

Variable	
Tasa de Retorno de costos (%)	75,9
Beneficio neto marginal (U\$/ha)	3,8
P. E. del costo del suplemento (U\$/kg)	0,173

Cabe destacar que para la construcción del análisis económico del impacto del adelanto de la edad de entore se asumió niveles de suplementación durante el primer y segundo invierno de 1 y 0.5 % del PV respectivamente, como criterio conservador que nos aseguraría llegar al peso de entore de 280 kg a la los dos años con la totalidad de los animales, pero si no fuera necesario suplementar en el segundo invierno, ó hacerlo con niveles inferiores a los anteriormente señalados durante ambos períodos o al menos uno de ellos, el beneficio neto marginal sería aun mayor al registrado.

También en el cuadro 38 se observa el elevado precio del suplemento (0.173 U\$/kg. ó 110 % superior) hasta el cual se justifica lograr un peso de entore adecuado a los dos años a través de la suplementación, esto nos estaría indicando la viabilidad de esta estrategia frente a variaciones en el principal insumo.



## **5 – CONSIDERACIONES FINALES**

La suplementación invernal de terneras de destete se traduce en diferencias significativas, tanto en ganancia diaria como en peso vivo final, con respecto a aquellos animales que no reciben suplemento. Esto determinó que animales suplementados finalizan el período más crítico en mejores condiciones para obtener un crecimiento continuado y eficiente a lo largo de la primavera y verano, donde la oferta en cantidad y calidad de pasturas en la Región es máxima. No se descarta un posible efecto compensatorio coincidente con el rebrote primaveral.

Lo esperable en este tipo de pasturas es que los animales sin suplementar presenten pérdidas de peso, sin embargo se registraron leves ganancias diarias. Así mismo, los resultados obtenidos en la performance de animales suplementados fueron sensiblemente superiores a los reportados en otros trabajos experimentales. La mayor calidad de pasturas y probablemente tasas de crecimiento superiores a las normales, producto de condiciones climáticas favorables, serían las determinantes de dicha respuesta.

Tanto la disponibilidad como la altura del forraje fueron similares ( $P>0.05$ ) entre cada uno de los tratamientos desde el inicio hasta el final del ensayo, sin embargo se constató una tendencia ( $0.05<p<0.10$ ) a que los tratamientos suplementados finalizaran con un mayor disponible.

Analizando la evolución de pasturas se observó un incremento en la calidad del forraje asociado a un aumento del valor nutritivo (DMO, PC, FDA, FDN) y de la relación verde / seco.

La alta relación existente entre disponibilidad y altura de regla del forraje, demuestra que es posible usar este método de sencilla aplicación y bajo costo para la toma de decisiones en el manejo del pastoreo.

Con respecto al comportamiento animal en pastoreo, se observaron dos picos de pastoreos bien marcados, uno al amanecer con una duración de 3.5 horas y otro al atardecer que se inicia al final de la tarde y se extiende hasta el anochecer. Otro pico de pastoreo, aunque no tan claro se constató sobre el mediodía.

La utilización de suplementos en la dieta modificó el patrón de pastoreo de los animales, viéndose reflejado principalmente en una disminución del tiempo de pastoreo diario con un consecuente aumento del tiempo dedicado al descanso, sin embargo este comportamiento no afectó negativamente la ganancia de peso de los tratamientos suplementados.

Las semejanzas en el disponible final entre los tratamientos evaluados, conjuntamente con las altas eficiencias de conversión obtenidas en las terneras suplementadas, estarían indicando que tanto la formulación comercial como el afrechillo de arroz actuaron principalmente en forma aditiva.

La comparación entre los tratamientos suplementados determinó que la utilización de la formulación comercial presentara eficiencias de conversión levemente superiores respecto al afrechillo de arroz (3:07 y 3:76, respectivamente), y ambos concordantes con otros trabajos experimentales de la Región.

Se debe tener en cuenta que los datos obtenidos y evaluados en el presente experimento son resultados de un año en particular, con un invierno benigno desde el punto de vista climático, por lo que no pueden ser extrapolables independientemente de la región y/o año.

## **6 - CONCLUSIONES**

Las principales limitantes en el consumo de forraje y por ende sobre la ganancia de peso en animales pastoreando campo natural de estas características, son la baja disponibilidad, asociada fundamentalmente a la altura de la pastura, y la escasa calidad o valor nutritivo del forraje, relacionado al alto contenido de FDN y/o bajo de FDA.

En el presente experimento existieron respuestas diferenciales en la performance animal en función del suministro o no suplemento, de la fuente del mismo utilizada, y de las características de la dieta base.

Los animales de los tratamientos de suplementación presentaron mayores ganancias diarias y por ende un mayor peso vivo final respecto a aquellos que consumieron solamente pasturas naturales. A su vez, ambas alternativas de suplementación presentaron un beneficio neto marginal superior al del tratamiento testigo (campo natural).

Al comparar los dos tratamientos de suplementación evaluados, se observó que bajo condiciones de baja calidad de pasturas, como las registradas al inicio del ensayo, la respuesta a la suplementación fue similar entre ambas fuentes de suplemento, por lo que la utilización de afrechillo de arroz bajo dichas circunstancias se traduciría en un mayor beneficio económico producto del menor costo del mismo.

En cambio, bajo pasturas de mayor calidad como las encontradas hacia final del trabajo, la suplementación con la formulación comercial presentó ganancias diarias de peso superiores a las registradas con el afrechillo, traduciéndose en un mayor peso vivo final de los animales alimentados con dicho suplemento. Esto manifestaría la necesidad de realizar futuros trabajos de evaluación de ambas fuentes de suplemento bajo condiciones de pasturas de mayor calidad donde probablemente la formulación comercial presente mayor beneficio económico.

## 7 - RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta animal a dos fuentes diferentes de suplemento, cuantificadas a través de la ganancia de peso de terneras de destete pastoreando campo natural en su primer invierno de vida. El trabajo experimental se realizó en la Unidad Experimental Palo a Pique perteneciente a INIA Treinta y Tres, extendiéndose desde el 26 de junio al 9 de octubre del año 2000. Este incluyó un primer periodo de acostumbamiento al suplemento y un período experimental propiamente dicho, de 18 y 87 días de duración respectivamente.

El experimento consistió en un tratamiento testigo que no recibió suplemento (T1) y dos fuentes de suplemento a las terneras: afrechillo de arroz crudo (T2) y formulación comercial (T3), ajustados ambos al 1 % del peso vivo. La dieta base utilizada en cada uno de los tratamientos fue campo natural, bajo un sistema de pastoreo continuo y a una carga de 0.83 UG/há. Los animales utilizados fueron terneras de la raza Hereford y cruce Hereford-Aberdeen Angus con un peso promedio al inicio del ensayo de 159 kg.

Las variables evaluadas fueron: a) en pasturas: disponibilidad, composición botánica, altura y valor nutritivo; b) en los suplementos: valor nutritivo.; c) en las terneras: comportamiento animal, ganancia de peso, y eficiencia de conversión.

Tanto la disponibilidad como la altura de forraje medida con regla, no presentaron diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ), determinándose valores promedio para éstas dos variables de 1122 kg MS/há y 2.95 cms. respectivamente. La ecuación obtenida que describe la asociación entre ambas variables es:  $y$  (kg MS/há) =  $-33,3 + 355,4 x$  (cm), ( $R^2 = 0.63$ ). La calidad del forraje disponible (valor nutritivo y proporción de verde-seco), fue similar entre tratamientos suplementados y testigos ( $P > 0.05$ ), registrándose durante el ensayo niveles promedios de DMO= 47,5%; PC= 8,46%; FDA= 43,57%; FDN= 64,82%; y porcentajes de la fracción seco y verde de 54 y 46% respectivamente.

El análisis del comportamiento animal en pastoreo arrojó resultados similares a la los encontrados por otros autores, donde animales suplementados reducen significativamente ( $P < 0.05$ ) el tiempo de pastoreo (T2= 452; T3= 444 min.) respecto a los no suplementados (T1=580 min.). El tiempo de descanso en T1 fue menor ( $P < 0.05$ ) en comparación con T2 y T3, permaneciendo inalterado ( $P > 0.05$ ) el tiempo dedicado a la rumia.

La ganancia diaria promedio de peso en el período experimental registró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos, menores en T1 (14 gr/an/día) respecto a T2 y T3 (434 y 538 gr/an/día respectivamente), y entre ambas fuentes de suplementos ( $P < 0.05$ ) a favor de la formulación comercial (538 vs. 434 gr/an/día); determinando que la eficiencia de conversión para T2 = 3.76:1 fue sensiblemente inferior a la del T3 = 3.07:1, lo que permitiría aseverar que tanto la formulación

comercial como el afrechillo de arroz actuaron principalmente en forma aditiva, donde el aporte de nutrientes vía suplemento se suman y complementan a los aportados por una dieta base insuficiente. Dichos niveles de ganancias de peso fueron superiores a los reportados en otros trabajos de suplementación en ésta categoría, explicados fundamentalmente por la existencia de un invierno favorable desde el punto de vista climático.

El análisis económico-productivo estableció beneficios netos favorables a las alternativas de suplementación en comparación al testigo, presentando una sensible superioridad de la alimentación con afrechillo de arroz respecto a la realizada con la formulación comercial, reflejo principalmente del mayor costo del suplemento en ésta última. Por lo tanto, las diferencias obtenidas en la performance animal y en el beneficio neto entre animales suplementados y testigos estarían indicando que las dos fuentes de suplemento evaluadas (AA y FC) aparecen como herramientas válidas a ser utilizadas durante el primer invierno en la recría de terneras para lograr el objetivo de entore a los dos años con mas de 280 kg de peso.

## 8 - SUMMARY

The object of the present work was to evaluate the animal response in front of two different sources of supplements quantified through the weight gain of the weaned heifer calves grazing in natural pastures in the first winter of their lives. The experimental work took place in "Palo a pique" experimental unit belonging to INIA Treinta y Tres, in the year 2000, from June 26<sup>th</sup> to October 9<sup>th</sup>. This work included a first adaptation period to the supplement and a following experimental period, properly, during 18 and 87 days respectively.

The experiment included a control treatment which did not receive supplement (T1) and two sources of supplements given to the heifer calves: rice bran (T2) and a commercial formula, both adjusted at 1% of the live weight. The base diet used in each of the treatments was natural pastures, into a system of continuous grazing and a stocking rate of 0,83 UG/ha. The animals used were Hereford heifer calves and the crossbreed Hereford-Aberdeen Angus with an average weight at the beginning of 159 kg.

The evaluated variables were: a) in pastures: availability, botanical composition, height and nutritional value; b) in the supplements: nutritional value; c) in the heifer calves: animal behaviour, live weight gain and conversion efficiency.

The availability and the height of the forage measured by a rule, did not show main differences between the treatments ( $P>0.05$ ), determining average values in these two variables of 1122 kg MS/há and 2.95 cms, respectively. The found equation which describes the association between the both variables is:  $y$  ( kg MS/há) =  $-33,3 + 355,4 \times (\text{cm})$ , ( $R^2 = 0.63$ ). The quality of the available forage (nutritional value and percentage of green and dry), was similar between supplemental treatment and control treatment ( $P>0.05$ ), showing during the experiment average levels of DMO= 47,5%; PC= 8,46%; FDA= 43,57%; FDN= 64,82%; and percentages of the fraction green and dry of 54 y 46%, respectively.

The analysis of the grazing behaviour showed similar results to other ones found by other authors, where supplemented animals reduced the grazing time meaningfully ( $P<0.05$ ) ( $T_2= 452$ ;  $T_3= 444$  min) respect to the unsupplemented. The resting time in T1 was less ( $P<0.05$ ) in comparison with T2 y T3, staying immutable ( $P>0.05$ ) the time dedicated to the ruminating.

The average diary income of weight through the experimental period registered meaningful differences ( $P<0.05$ ) between treatments, less in T1 (14 gr/an/day) respect to T2 and T3 (434 y 538 gr/an/day respectively) and between the both sources of supplements ( $P<0.05$ ) in favour of the commercial formula (538 vs. 434 gr/an/day); determining that the conversion efficiency for  $T_2 = 3.76:1$  was sensibly lower to the  $T_3 = 3.07:1$ , which should allows to express the commercial formula and the rice bran performed in the additive form mainly, where the nutrients supply

through the supplement added and improve the nutrients supplied by an insufficient base diet. These levels of weight gain were higher than the levels reported in other works of supplementation in this category, explained by the existence of a favourable winter from the climatic point of view, mainly.

The economical and productive analysis showed the net profits favourable to the alternatives of supplementation in comparison with the control treatment, showing a sensible superiority of the feeding with rice bran respect to the commercial formula, as a result of the higher cost of the supplement in the last formula. For this reason, the differences achieved in the animal performance and the net profit in supplemented animals and the control treatment suggest the two supplement sources evaluated appear as valid strategies to be used during the first winter in the fattening up of the heifer calves to get the object of mate at two years old with more than 280 kg of weight.

## 9 - BIBLIOGRAFIA

- 1) ABREU, M. P. 1975. Simulación de crecimiento y performance reproductiva en vaquillonas de primer y segundo entore. En: Sistema de producción pecuaria. Montevideo, IICA-OEA. pp 39-48.
- 2) ACOSTA, Y. 1994. Aspectos básicos del metabolismo del nitrógeno en rumiantes. En: Nitrógeno en pasturas. INIA La Estanzuela. Uruguay. Serie técnica N° 51. pp 57-60.
- 3) AFRC. 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC technical Committee responses to Nutrients. University Press, Cambridge. CAB International. 178 p.
- 4) 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. 278 p.
- 5) ALLDEN, W.G.; WHITTAKER, I.A. 1970. The determination of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. Australian Journal of Agricultural Research, 21: pp 755-766.
- 6) ALLDEN, W.G. 1981. Energy and protein supplements from grazing livestock. In: Grazing Animals. World Animal Science. B1 Morley F.H.W. Elsevier. pp 200-301.
- 7) ARNOLD, G.W. 1981. Grazing behaviour. In: Grazing Animals. World Animal Science B. Morley, F.H.W. Elsevier. pp. 79-104.
- 8) AYALA, W; CARRIQUIERY, E; CARÁMBULA, M. 1993. Caracterización y estrategias de utilización de pasturas naturales en la Región Este. En: Campo Natural: Estrategia invernal Manejo y Alimentación. Serie de Actividades difusión N° 49. INIA. Treinta y Tres. pp1-28.
- 9) \_\_\_\_\_. CARÁMBULA, M. 1995; Efectos del sistema de pastoreo y la carga animal sobre la productividad de los campos de lomadas de lo Región Este. En: Mejoramientos extensivos: Manejo y Utilización. Serie de actividades de difusión N° 75. INIA Treinta y Tres. pp1-11.
- 10) \_\_\_\_\_. BERMÚDEZ, R.; CARÁMBULA, M. 1996. Manejo y utilización de mejoramientos extensivos. En: Producción Animal: Unidad Experimental Palo Pique. Actividad de difusión N° 110. INIA Treinta y Tres. pp 69-88.
- 11) \_\_\_\_\_. BERMÚDEZ, R; CARÁMBULA, M; RISSO, D; TERRA, J. 1999. Diagnóstico, propuestas y perspectivas de las pasturas en la Región Este. En: Producción Animal: Unidad Experimental Palo a Pique. Actividades de Difusión N° 195. INIA Treinta y Tres. pp 1-41.
- 12) AZANZA, I; FRANCHI, G. 1999. Suplementación invernal de vacas de cría gestantes. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 95 p.
- 13) BARBOT, M.; PITTALUGA, C. 2000. Alimentación de vaquillonas con combinaciones de afrechillo de arroz y pastoreo de un mejoramiento de Lotus



- Subbiflorus cv. El Rincón y Trebol Blanco cv. Zapicán. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 146 p.
- 14) BAUMGARDT, B. 1972. Consumo voluntario de alimentos. In: Hafes, E.SE. y Dyer, I.A. Desarrollo y nutrición animal. Zaragoza, Acribia. pp 1-21.
  - 15) BERRETA, E.; DO NASCIMENTO JR., D. 1991. Glosario estructurado de términos y sobre pasturas y producción animal. Puignau, J. Montevideo, IICA-PROCISUR. Diálogo N° 36. 126 p.
  - 16) BERRETTA, E. 1996. Campo Natural: valor nutritivo y manejo. En: Producción y Manejo de Pasturas. INIA Tacuarembó. Serie Técnica N° 80. pp 113-127.
  - 17) BONECARRÉRE, L. M. 1972. Crecimiento y desarrollo animal. En: Producción y comercialización de carnes. Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. Departamento de Publicaciones.
  - 18) CARÁMBULA, M. 1992. Manejo otoño-invernal de un mejoramiento extensivo. En: Mejoramientos extensivos en la Región Este. Resultados experimentales INIA Treinta y Tres. pp 60-72.
  - 19) \_\_\_\_\_. 1997. Pasturas Naturales Mejoradas. Montevideo. Uruguay. Hemisferio Sur. 524 p.
  - 20) \_\_\_\_\_; BERMÚDEZ, R.; AYALA, W.; CARRIQUIRY, E. 1997. Campo Natural: Variables básicas que permiten fijar pautas para su manejo. En: Producción Animal. Unidad experimental Palo a Pique. Actividades de difusión N° 136. INIA Treinta y Tres. pp 5-13.
  - 21) \_\_\_\_\_; BERMÚDEZ, R.; AYALA, W. 1998. Evaluación de gramíneas promisorias para mejoramientos extensivos. En: Producción Animal: Unidad Experimental Palo Pique. Actividad de difusión N° 172. INIA Treinta y Tres. pp 1-20.
  - 22) CARRERA, M; GONZALES, R; GONZALES, D; ROVIRA, P. 1996. Efecto de la dotación y manejo del pastoreo en la productividad del campo natural y mejorado. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 97 p.
  - 23) CIBILS, R.; FERNÁNDEZ, E. 1997. El rol de la suplementación en los sistemas de producción. En: Suplementación Estratégica para el Engorde de Ganado. INIA. La Estanzuela. Uruguay. Serie Técnica N° 83. pp 47-54.
  - 24) \_\_\_\_\_; VAZ MARTINS, D.; RISSO, D. 1997. ¿Qué es suplementar? En: Suplementación estratégica para el engorde de ganado. INIA. La Estanzuela. Uruguay. Serie Técnica N° 83. pp 7-10.
  - 25) COLEMAN, G. S. 1975. Interrelations hips between rumen ciliate protozoa and bacteria. In: Digestion and metabolism in the ruminant. Ed. I. W. Mcdonald y A. Warner. pp 149-164
  - 26) COZZOLINO, D. 1994. Valor nutritivo de alimentos utilizados en suplementación. En: Bovinos para Carne. Avances en Suplementación de la Recría e Invernada *Intensiva*. INIA. Treinta y Tres. Uruguay. Serie Actividades de Difusión N° 34. pp 3:1-5.

- 27) CREMPIEN, C. 1983. Antecedentes técnicos y metodología básica para utilizar en presupuestación en establecimientos ganaderos. Montevideo. Uruguay. 72p
- 28) CHURCH, D.C. Y POND, W.G. 1977. Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos. Zaragoza, Acribia. pp 331-340.
- 29) DE MATTOS, D.; SCAGLIA, G.; PITTALUGA, O. 1992. Uso de subproductos Agroindustriales para la suplementación en ganadería extensiva. En: Simposio utilizacao de subproductos Agroindutrais e residuos de colheita na alimentacao de rumiantes (16-20 de novembro 1992). San Carlos. Brasil. IICA. PROCISUR. pp 245-260.
- 30) DEL PUERTO, O. 1969. Hierbas del Uruguay. Nuestra Tierra. V19. Montevideo Uruguay.
- 31) D.I.E.A. Dirección de Estadísticas Agropecuarias; 1998. Anuario Estadístico Agropecuario, M.G.A.P.
- 32) DUMESTRE, J.; RODRIGUEZ, N.; VAS MARTINS, D.; CIBILS, R. 1998. Comportamiento de novillos sometidos a distinto manejo y niveles de suplementación sobre dos pasturas. En: Utilización de ensilaje de maíz y grano para el engorde de novillos. INIA. Uruguay. Serie Técnica N° 98. pp 13-23.
- 33) ENSMINGER, M.E.; OLENTINE, C.G. 1983. Normas de alimentación. Formulación de la ración. En: Alimentación y nutrición de los animales. El Ateneo. Buenos Aires. Argentina. pp 18: 266-281.
- 34) ERLINGER, L.L.; TOLLESON, D.R.; BROWN, C.J. 1990. Comparison of bite size, biting rate and grazing time of beef heifers from herds distinguished by mature size and rate of maturity. In: Journal of Animal Science. 68: pp 3578-3587.
- 35) FERREIRA, G.; PITTALUGA, O. 2001. Respuestas físicas y económicas de diferentes propuestas tecnológicas para las principales zonas ganaderas. En: Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos de Uruguay. INIA. Tacuarembó. Uruguay. Boletín de Divulgación N° 76. pp 161-182.
- 36) FORBES, J.M. 1986. The voluntary intake of farm animals. Butter worth and Co. Ltd. London, Boston. pp 12-24.
- 37) FREER; M. 1981. The control of food intake by grazing animals. In: Grazing Animals. World Animal Science. B Morley, F.H.W. Elsevier. pp. 105-124.
- 38) GANZÁBAL, A. 1997. Suplementación de ovinos en condiciones de pasturas mejoradas. En: Suplementación estratégica de la cría y recría ovina y vacuna. INIA. Tacuarembó. Uruguay. Serie de Actividades de Difusión N° 129. pp III 1-4.
- 39) GARCÍA TOBAR, J.A. 1987. Suplementación con granos en la invernada. Suplemento ganadero de la revista CREA. pp 10-20.
- 40) GARCÍA, A. 1991a. El medio ambiente ruminal. En: Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. INIA. Uruguay. Serie Técnica N° 13. pp 201-203.
- 41) \_\_\_\_\_. 1991b. Valor nutritivo de los suplementos disponibles en Uruguay . En: Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. INIA. Uruguay. Serie Técnica N° 13. pp 204-217.

- 42) GÓMEZ, F.; MASTROPIERRO, J.; ROVIRA A. 1995. Efecto de la suplementación energética y energético-proteica en el crecimiento de terneras de destete pastoreando campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. pp 95.
- 43) GOMEZ, P.O. 1989. Engorde de novillos en pastoreo. Uso estratégico de la suplementación. Comunicación N° 148. pp 29-44.
- 44) GORDON, L.; LASCANO, C. 1993. Foraging strategies of ruminant livestock on intensively managed grasslands: potential and constraints. International Grassland Congress, (17<sup>th</sup>) Proceedings. V.1. pp 681-690.
- 45) GUTIERREZ, F; MORIXE, A. 1995. Efecto de diferentes niveles de suplementación con subproductos agroindustriales en el crecimiento post-destete en el crecimiento de terneras Cebú-Hereford sobre pasturas de baja calidad en pasturas de Tacuarembó. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 98 p.
- 46) HESS, B.; PARK, K.; KRISL, L.; JUDKINS, M:B; MCCRACKEN, B.A.; HANKS, D. 1994. Supplemental protein for beef cattle grazing dormant intermediate wheat grass pasture: effect on nutrient quality, forage intake, digest kinetics, grazing behaviour, ruminal fermentation, and digestion. In: Journal of Animal Science. 72: pp 2113-2123.
- 47) HODGSON, J. 1985. Grazing behaviour and herbage intake. In: Grazing. Occasional Symposium N° 19. British Grassland Society. Frame, J. pp 51-64.
- 48) \_\_\_\_\_. 1990. Grazing management. Science into Practice. Longman Handbooks in Agriculture. 200 p.
- 49) JOUANY, J.P. 1994. Methods of manipulating the microbial metabolism in the rumen. In: Ann Zoote. INRA. pp 49-62.
- 50) KRYSL, L.J.; HESS B.W. 1993. Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. In: Journal of Animal Science 71: pp 2546-2555.
- 51) LANGE, A. 1980. Suplementación de pasturas para la producción de carnes. Buenos Aires, Comisión Técnica Intercera de Producción de Carnes. 74p.
- 52) LEDESMA AROCENA, M. 1987. La suplementación en la producción de carne. En: Suplemento ganadero de revista CREA. pp16-20.
- 53) LENG, R.A. 1982. A theoretical discussion on the factors limiting production in cattle fed basal diets of straw. In: Maximum livestock productions from minimum land. (T.R. Preston, C.H. Cavis, F. Dolberg, M. Haque and M. Saadullah, Eds.). Bangladesh Agricultural University, Mymensingh. pp 70-104.
- 54) MAS, C. 1978. Región Este. En: Pasturas IV. C.I.A.A.B. Miscelánea 18. Montevideo. Uruguay. pp 37-64.
- 55) MARQUISA, C.; URRUTIA, J. M. 2001. Efecto de la suplementación invernal y el uso de capas protectoras en la ganancia de peso de terneras pastoreadas campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 114 p.
- 56) McDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D. 1986. Nutrición animal 3ª ed. Zaragoza, Acribia. 518 p.

- 57) MIERES, J.M. 1997. Relaciones planta animal suplemento. En: Suplementación estratégica en la cría y recría ovina y vacuna. INIA Tacuarembó. Uruguay. Serie de Actividades de Difusión N° 129. pp. I: 1-4.
- 58) MILLOT, C; RISSO, D.; METHOL, R. 1987 Consideraciones sobre relación planta-animal. En: Relevamiento de Pasturas Naturales y Mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Comisión Honoraria del Plan Agropecuario. pp 43-55.
- 59) MINSON, D.J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press Inc.
- 60) MONTGOMERY, M; BAUMGARDT, B. 1965. Regulation of food intake in ruminant. Pelleted rations varying in energy concentration. Journal of Dairy Science 48 (5): pp 569-574.
- 61) MONTOSI, F.; RISSO, D.; FIGURINA, G.; 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. En: Producción y Manejo de pasturas.. INIA Tacuarembó. Serie Técnica N° 80. pp 93-105.
- 62) \_\_\_\_\_; BERRETA, E.; FIGURINA, G.; SANTAMARINA, I.; BEMHAJA, M; SAN JULIAN, R.; RISSO, D.; MIERES, J. 1998. Estudios de selectividad de ovinos y vacunos en diferentes comunidades vegetales de la región de basalto. En: Seminario de actualización en tecnologías para Basalto. INIA Tacuarembó. Serie Técnica N° 102. pp 257-285.
- 63) \_\_\_\_\_; FIGURINA, G.; SANTAMARINA, I.; BERRETA, E. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos: Teoría y Práctica. INIA Tacuarembó. Serie Técnica N° 113. 84 p.
- 64) NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1984. Nutrient Requirements of domestic animal. Sixth Revised Edition. National Academy Press. Washington DC.
- 65) \_\_\_\_\_. 1996. Nutrient Requirements of domestic animal. Seventh Revised Edition. National Academy Press. Washington DC.
- 66) OFICIALDEGUI, R. 1991. Suplementación estratégica de vacunos. En: Selección de Temas Agropecuarios N° 7. Montevideo. Uruguay. Editorial Hemisferio Sur. pp 103-127.
- 67) ORCASBERRO, R. 1991. Suplementación y performance de ovinos y vacunos alimentados con forraje. En: Pasturas y Producción Animal en Áreas de Ganadería Extensiva. INIA Uruguay. Serie Técnica N° 13. pp 225-232.
- 68) \_\_\_\_\_. 1993. Suplementación invernal de vacunos con concentrado. En: Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica (IV 1993, Montevideo) Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay. pp 22-27.
- 69) \_\_\_\_\_; MARISCHAL, J.M.; ARIAS, G.; COSTABEL, M.; PIAGGIO, L. 1998. Alimentos disponibles en el país para animales domésticos. Departamento de producción animal. Montevideo, Facultad de Agronomía. 28p.
- 70) PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. 1980. Fat in lactation rations: Review. Journal of Dairy Science. pp 63: 1-4.

- 71) PEARSON, C.J., ISON, R.L., 1994. Consumo y calidad de forraje. En: *Agronomía de los sistemas pastoriles*. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur. 157p.
- 72) PERRIN, R.; WINKELMANN, D.; MOSCARDI, E.; ANDERSON, J. 1979. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Folleto de información N° 27. Centro internacional de mejoramiento en Maíz y Trigo. México.
- 73) FIGURINA, G. 1991. Suplementación dentro de una estrategia de manejo en áreas de ganadería extensiva. En: *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva*. INIA. Uruguay. Serie Técnica N° 13. pp 195-200.
- 74) \_\_\_\_\_. 1993. Aspectos nutricionales de la suplementación de terneros en condiciones de pastoreo. En: *Campo Natural. Estrategia invernal manejo y suplementación*. INIA Treinta y Tres. Uruguay. Serie de actividades de difusión N° 49. pp 29-34.
- 75) \_\_\_\_\_. 1994. Uso del pastoreo de avena por horas como suplemento invernal de terneras de destete. En: *Bovinos para Carne. Avances en Suplementación de la Recría e Invernada Intensiva*. INIA. Treinta y Tres. Uruguay. Serie Actividades de Difusión N° 34. pp 2: 32-37.
- 76) \_\_\_\_\_; METHOL, M. 1994. Tabla de contenido nutricional de pasturas y forrajes del Uruguay. En: *Guía para la alimentación de rumiantes*. INIA. La Estanzuela. Uruguay. Serie Técnica N° 44. pp 3-50.
- 77) \_\_\_\_\_; BRITO, G.; PITTALUGA, O; SCAGLIA, G.; RISSO, D.F.; BERRETA, E.J. 1997. Suplementación de la recría en vacunos. En: *suplementación estratégica de la cría y recría ovina y vacuna. Producción Animal*. INIA Tacuarembó. Uruguay. Serie de Actividades de difusión N° 129. pp IV 1-6.
- 78) \_\_\_\_\_; SOARES DE LIMA, J.; BERRETA, E.J. 1998b. Contenido de minerales en pasturas naturales de Basalto. En: *Seminario de actualización en tecnologías para Basalto*. INIA Tacuarembó. Uruguay. Serie Técnica N° 102. pp 133-122.
- 79) \_\_\_\_\_; SOARES DE LIMA, J.; BERRETA, E.J.; MONTOSI, F.; PITTALUGA, O; FERREIRA; G. 1998a. Características del engorde a campo natural. En: *Seminario de actualización en tecnologías para Basalto*. INIA Tacuarembó. Uruguay. Serie Técnica N° 102. pp 137-145.
- 80) POPPI, D.P.; HUGHES; T.P.; L' HUIILLIER, P.J. 1987. Intake of pasture for grazing animals. In: *Livestock feeding on pasture*. New Zealand Society of Animal Production. Occasional Publication N° 10. pp 55-64.
- 81) PORDOMINGO, A., 1993. Alimentación práctica de bovinos en pastoreo. Serie de divulgación técnica Proyecto Integrado Pampas. Año 1 N° 2, Julio 1993. Argentina. pp. 29-38.
- 82) POTTER, E.L.; WAGNER, J.F. 1987. The effect of feed additives and anabolic implants upon the feed intake beef cattle. In: *Feed intake symposium (20-22 November 1986 Oklahoma State University)*. F.N. Owens. pp 182-192.
- 83) PRATES, E. 1992. Farelo de arroz e residuos da limpeza do arroz na alimentaçô de rumiantes. In: *Simposio "Utilizaçô de Subproductos Agroindustriais e Residuos de*

- Colheita na Alimentação de Ruminantes". Actas. São Carlos, SP, EMBRAPA/UEPAE. pp 123-135.
- 84) PRESCOTT, J. H. D. 1974. Utilización de forrajes y alimentación suplementaria para vacunos en pastoreo. *Producción Animal* 3: 147-168.
  - 85) QUINTANS, G. 1993. Suplementación Estratégica en el Rodeo de cría. En: Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica (6º, 28-30 de septiembre de 1993). Montevideo. Uruguay. pp. I.12-I.14.
  - 86) \_\_\_\_\_; VAZ MARTINS, D.; CARRIQUIRY, E., 1993. Efecto de la suplementación invernal sobre el comportamiento de terneras. En: *Campo Natural. Estrategia Invernal. Manejo y Suplementación. Serie Actividades de Difusión N° 49. Resultados Experimentales. INIA. Treinta y Tres.* pp. 35-53.
  - 87) \_\_\_\_\_. 1994. Suplementación de terneras y vaquillonas con afrechillo de arroz desgrasado. En: *Bovinos para Carne. Avances en Suplementación de la Recría e Invernada Intensiva. INIA. Treinta y Tres. Uruguay. Serie Actividades de Difusión N° 34.* pp 2:13-21.
  - 88) \_\_\_\_\_; VAZ MARTINS, D.; CARRIQUIRY, E. 1994. Alimentación Invernal de la recría. En: *Bovinos para Carne. Avances en Suplementación de la Recría e Invernada Intensiva. INIA. Treinta y Tres. Uruguay. Serie Actividades de Difusión N° 34.* pp 2:1-7.
  - 89) RISSO, D.; ZARZA, A. 1981. Producción y utilización de pasturas para engorde. En: *Utilización de pasturas y engorde eficiente en novillos. CIAAB. La Estanzuela. Uruguay. Miscelánea 28.* pp 7-27.
  - 90) \_\_\_\_\_; CIBILS, R.; ZARZA, A. 1989. Estrategias de suplementación en invernada. En: *Jornada de Estrategia de suplementación de pasturas en sistemas intensivos. MGAP-DGGTT-CIABB.*
  - 91) ROJAS, M.A. 1987. Antibióticos promotores del crecimiento para el bovino en pastoreo y a corral. *Servicio Técnico Roche.*
  - 92) ROVIRA, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo: Uruguay. *Hemisferio Sur* 288 p.
  - 93) SANTINI, F. 1992. Utilización del nitrógeno por el rumiante. *Cátedra de Nutrición Animal. En: Carbohidratos, Proteínas y Lípidos. Montevideo. Uruguay.* pp 44-50.
  - 94) SANTINI, F.; REARTE, D. 1997. Estrategia de alimentación en la invernada. En: *Suplementación estratégica para el engorde de ganado. INIA La Estanzuela. Uruguay. Serie Técnica N° 83.* pp 37-45.
  - 95) SCAGLIA, G. 1995. Aspectos relevantes en el uso de los mejoramientos. En *mejoramientos extensivos: Manejo y Utilización. Serie de Actividades de difusión N° 75. INIA Treita y Tres.* pp 19-35.
  - 96) \_\_\_\_\_. 1998. Suplementación invernal de vacas de cría en gestación pastoreando campo natural. En: *Producción Animal: Unidad Experimental Palo Pique. Actividades de difusión N° 172. INIA Treinta y Tres. Pp. 21-30*

- 97) SCOTT, J. D.; BRYANT, A. M. 1981. Beef Cattle. En: Sheep and Cattle Nutrition. Agricultural Research Division, Ministry of Agriculture and Fisheries.
- 98) SIEBERT, J.D.; HUNTER, R.A. 1981. Supplementary feeding of grazing animals. En: J.B. Hacker (Ed.). Nutritional Limits to Animal Production from Pastures. Proc. Intern. Symp. (24-28 Agosto, 1981). St. Lucía, Queensland. Australia. 409p.
- 99) TAIT R.M.; BEANIES R.M. 1988. Processing and preservation of cereals and protein concentrates. En: Feed Science. Ed. By E. R. Orkosv. Word Animal Science.
- 100) UNGERFELD, E. 1998. Factores que afectan el contenido de minerales en pasturas naturales y es estado nutricional de vacunos y ovinos. Edición preliminar. INIA Tacuarembó. 230 p.
- 101) VAN SOEST, P.J.; MERTENS, D.R. Y DEIMUN, B. 1978. The harvest factors influencing quality of conserved forage. Journal of Animal Science 47 (3): pp 712-720.
- 102) VAZ MARTINS, D.; BIANCHI, J. 1982. Relación entre distintos parámetros de la pastura y el comportamiento animal en pastoreo. En: Utilización de pasturas. Miscelánea 28. La Estanzuela, CIAAB. pp. 1-16.
- 103) \_\_\_\_\_. 1994. Avances en ganadería intensiva en el área del INIA La Estanzuela. En: Bovinos para Carne. Avances en Suplementación de la Recría e Invernada Intensiva. INIA. Treinta y Tres. Uruguay. Serie Actividades de Difusión N° 34. pp 4:1-5.
- 104) \_\_\_\_\_. 1997. Suplementación energética en condiciones de pastura limitante. En: Suplementación estratégica para el engorde de ganado. INIA. La Estanzuela. Uruguay. Serie Técnica N° 83. pp 17-22.
- 105) VERDE, L.S. 1973. La aplicación racional del crecimiento compensatorio. Resultados de investigación N° 53. Departamento de Producción Animal. INTA. Balcarce. Argentina.
- 106) VIGLIZZO, E. 1981. Dinámica de sistemas pastoriles en la producción lechera. Buenos Aires. Argentina. Hemisferio Sur. pp. 67-82.
- 107) VOGEL, G. 1995. The effect of ionophores on feed intake by feedlot cattle. Symposium: Intake by feedlot cattle. Oklahoma Agricultural Experiment Station. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources. Pp 281-288.

## 10 - ANEXO

**Anexo 1- Registros pluviométricos, total anual y promedio mensual para la serie histórica 1991-1999 y el año 2000.**

Precipitaciones	Promedio mensual (mm)	Total anual (mm)
Serie histórica (1991-1999)	104.5	1254.0
Año de evaluación (2000)	122.4	1468.5

**Anexo 2- Registros pluviométricos por estación para la serie histórica 1991-1999 y el año 2000.**

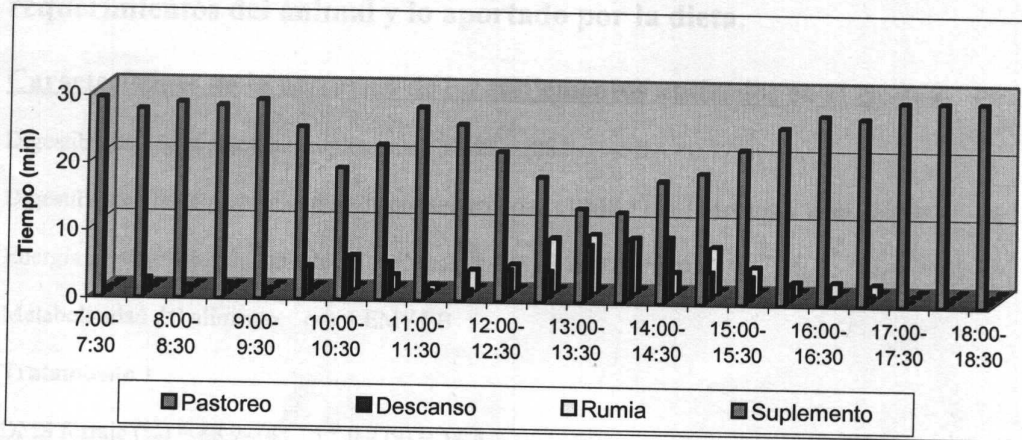
	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Precipitaciones (mm)				
Serie Histórica	317	354	352	231
Año 2000	210	568	291	320
Evaporación tanque A (mm)				
Serie Histórica	571	292	160	388
Año 2000	676	271	171	371

**Anexo 3- Promedios mensuales de temperatura máxima, media y mínima para la serie histórica 1991-1999 y el año 2000.**

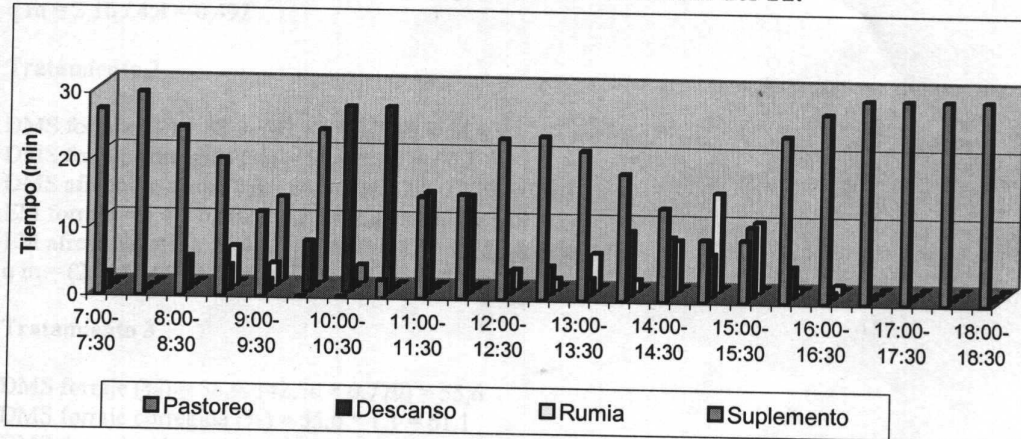
	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
Temperatura mínima (° C)					
Serie histórica	5.4	5.5	6.7	8.0	10.3
Año 2000	8.6	5.6	5.6	8.9	11.7
Temperatura máxima (° C)					
Serie histórica	16.5	16.2	17.8	19.2	22.3
Año 2000	17.5	14.2	17.3	20.7	22.5
Temperatura media (° C)					
Serie histórica	10.8	10.7	12.0	13.5	15.3
Año 2000	13	9.9	11.4	15.5	17.5
Numero de heladas (días)					
Serie histórica	4	5	2	1	0
Año 2000	0	1	2	1	0



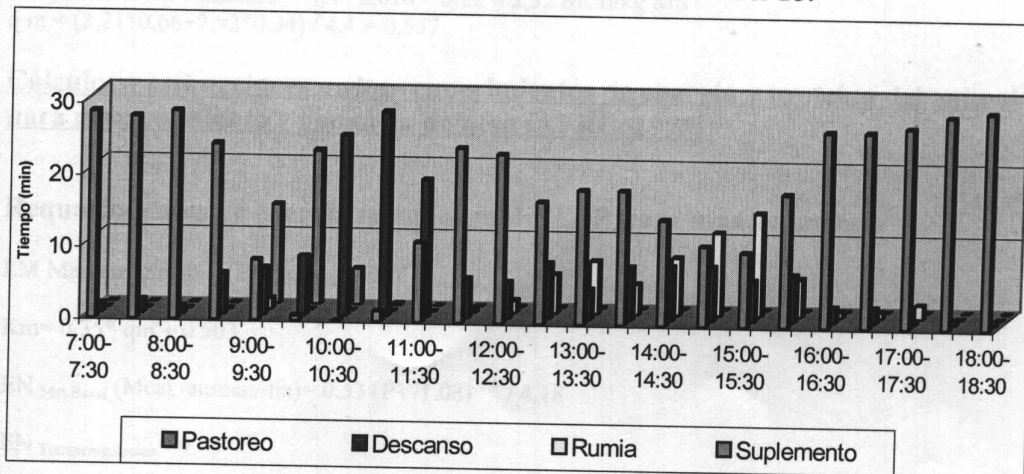
**Anexo 4- Tiempo destinado a cada actividad en los animales del T1.**



**Anexo 5- Tiempo destinado a cada actividad en los animales del T2.**



**Anexo 6- Tiempo destinado a cada actividad en los animales del T3.**



## **Anexo 7. Cálculos y fórmulas utilizadas para estimar los requerimientos del animal y lo aportado por la dieta.**

### **Características de la pastura y de los suplementos utilizados en el ensayo.**

Digestibilidad de la pastura o suplemento.  $DMS = [88,9 - (\%FDA * 0,779)]$

Digestibilidad de la pastura corregida por selectividad.  $DMS * 1,1$  (Montossi *et al.*, 2000)

Energía Metabólica del alimento.  $EM$  (Mcal/kg MS) =  $EB * DMS * 0,82$

Metabolicidad del alimento.  $qm = EM / EB$

#### **Tratamiento 1**

$DMS$  forraje (%) =  $88,9 - (44,15 * 0,779) = 54,5$

$DMS$  forraje corregida (%) =  $54,5 * 1,1 = 60,0$

$EM$  forraje =  $4,4 * 0,6 * 0,82 = 2,16$  Mcal/kg MS

$qm = 2,16 / 4,4 = 0,492$

#### **Tratamiento 2**

$DMS$  forraje (%) =  $88,9 - (43,82 * 0,779) = 54,8$

$DMS$  forraje corregida (%) =  $54,8 * 1,1 = 60,2$

$DMS$  afrechillo arroz (%) =  $88,9 - (16,12 * 0,779) = 76,3$

$EM$  forraje =  $4,4 * 0,602 * 0,82 = 2,21$  Mcal/kg MS

$EM$  afrechillo arroz =  $4,4 * 0,763 * 0,82 = 2,75$  Mcal/kg MS

$qm = (2,21 * 0,66 + 2,75 * 0,34) / 4,4 = 0,539$

#### **Tratamiento 3**

$DMS$  forraje (%) =  $88,9 - (42,76 * 0,779) = 55,6$

$DMS$  forraje corregida (%) =  $55,6 * 1,1 = 61,1$

$DMS$  formulación comercial (%) =  $88,9 - (10,08 * 0,779) = 81,0$

$EM$  forraje =  $4,4 * 0,611 * 0,82 = 2,21$  Mcal/kg MS

$EM$  formulación comercial =  $4,4 * 0,810 * 0,82 = 2,92$  Mcal/kg MS

$qm = (2,21 * 0,66 + 2,92 * 0,34) / 4,4 = 0,557$

### **Cálculos y estimaciones de los requerimientos de energía y proteína del animal para mantenimiento y ganancia de peso (AFRC, 1995)**

#### **Requerimientos de energía metabolizable (EM) para mantenimiento**

$EM$  Mantenimiento =  $(EN_{Met. Basal} + EN_{Termorregulacion} + EN_{Actividad}) / km$

$Km = 0,35 * qm + 0,503$

$EN_{Met Basal}$  (Mcal /animal/día) =  $0,53 (PV/1,08)^{0,67} / 4,18$

$EN_{Termorregulacion} = 0$

$EN_{Actividad de Pastoreo}$  (Mcal/an/día) = 20 % de  $EM_{Met Basal}$  (1)

$$EN_{\text{Actividad de Pastoreo}} (\text{Mcal/an/día}) = ((C * \text{DMI} (0.9 - D)) + (0.05T / (GF + 3))) * PV / 4.18 \quad (2)$$

$$C = 0.006;$$

DMI = Consumo de MS de pasto (kg/día) (estimaciones en el final del anexo)

D = Digestibilidad en decimales

T = 1 llano; T = 2 ondulado; T = 3 colina

GF = Disponibilidad del material verde en Ton MS/ha.

(1) Crempien, 1995.

(2) CSIRO, 1994.

Según se observa en los cálculos de estimación de los requerimientos de EN destinada a la Actividad de Pastoreo en cada tratamiento las diferencias encontradas utilizando criterio indicado por Crempien (1) o el indicado por CSIRO (1994) (2) son de escasa magnitud. Por ende y con el cometido de llegar a una estimación más certera de este parámetro se utilizara el segundo criterio para el cálculo de los requerimientos de EM para mantenimiento.

### Requerimientos de energía metabolizable (EM) para ganancia de peso

$$EM_{\text{Ganancia peso}} = EN \text{ g / Kg}$$

$$Kg = 0.78 \text{ qm} + 0.006$$

$$EN \text{ g (Mcal/an/día)} = (GDPV * (VEg (\text{MJ/an/día}) / 4.18))$$

$$VEg (\text{MJ/an/día}) = \frac{C2 (4.1 + 0.0332 * PV - 0.000009 * PV^2)}{(1 - (C3 * 0.1475 * GDPV))}$$

Donde: Veg = Valor energético de la ganancia

C2 = corrige por tamaño adulto y sexo

C3 = 1 cuando GDPV > 0; C3 = 0 cuando GDPV ≤ 0

Cuadro **Valores para el factor de corrección C2 del valor energético de la ganancia, para animales de distinto sexo y tipo racial. (AFRC, 1995).**

Tipo racial (velocidad de maduración)	Toros	Novillos	Vaquillonas
Precoz	1,00	1,15	1,3
Medio	0,85	1,00	1,15
Tardío	0,70	0,85	1,00

Cuadro **Clasificación de razas según velocidad de maduración (AFRC, 1995).**

Precoz	Medio	Tardío
A. Angus	Hereford	Charolais
Devon		Friesian
		Simmental
		Limousin

## CALCULOS

### **Tratamiento 1**

#### *Mantenimiento de Peso*

$$\begin{aligned} EN_{\text{Met Basal}} &= 0,53 (151,60 / 1,08)^{0,67} / 4,18 = 3,482 \text{ Mcal /an /día} \\ EN_{\text{Act. Past}} &= 0,2 * 3,482 = 0,696 \text{ Mcal /an/día} \\ EN_{\text{Act. Past}} &= ((0,006 * 2,82(0,9-0,55) + (0,05 * 1 / (0,54 + 3))) * 151,6 / 4,18 = 0,697 \text{ Mcal/an/día.} \\ Km &= 0,35 * 0,492 + 0,503 = 0,675 \\ EM_{\text{Mantenimiento}} &= (3,482 + 0,697) / 0,675 = 6,188 \text{ Mcal/an/día} \end{aligned}$$

#### *Ganancia de Peso*

$$VEg = \frac{1,3 * (4,1 + 0,0332 * 151,6 - 0,000009 * 151,6^2)}{(1 - (1 * 0,1475 * 0,014))} = 11,63 \text{ MJ/an/día}$$

$$\begin{aligned} EN_g &= (0,014 * 11,63) / 4,18 = 0,040 \text{ Mcal/an/día} \\ Kg &= 0,78 * 0,492 + 0,006 = 0,389 \\ EM_{\text{Ganancia peso}} &= 0,040 / 0,389 = 0,102 \text{ Mcal /an/día} \end{aligned}$$

### **Tratamiento 2**

#### *Mantenimiento de Peso*

$$\begin{aligned} EN_{\text{Met Basal}} &= 0,53 (175,36 / 1,08)^{0,67} / 4,18 = 3,838 \text{ Mcal/an/día} \\ EN_{\text{Act. Past}} &= 0,2 * 3,838 = 0,768 \text{ Mcal/an/día} \\ EN_{\text{Act. Past}} &= ((0,006 * 2,5(0,9-0,55) + (0,05 * 1 / (0,48 + 3))) * 175,4 / 4,18 = 0,790 \text{ Mcal/an/día} \\ Km &= 0,35 * 0,539 + 0,503 = 0,692 \\ EM_{\text{Mantenimiento}} &= (3,838 + 0,790) / 0,692 = 6,693 \text{ Mcal/an/día} \end{aligned}$$

#### *Ganancia de Peso*

$$VEg = \frac{1,3 * (4,1 + 0,0332 * 175,36 - 0,000009 * 175,36^2)}{(1 - (1 * 0,1475 * 0,434))} = 13,40 \text{ MJ/an/día}$$

$$\begin{aligned} EN_g &= (0,434 * 13,40) / 4,18 = 1,392 \text{ Mcal/an/día} \\ Kg &= 0,78 * 0,539 + 0,006 = 0,426 \\ EM_{\text{Ganancia peso}} &= 1,392 / 0,426 = 3,264 \text{ Mcal /an/día} \end{aligned}$$

### **Tratamiento 3**

#### *Mantenimiento de Peso*

$$\begin{aligned} EN_{\text{Met Basal}} &= 0,53 (181,83 / 1,08)^{0,67} / 4,18 = 3,933 \text{ Mcal/an/día} \\ EN_{\text{Act. Past}} &= 0,2 * 3,933 = 0,787 \text{ Mcal/an/día} \\ EN_{\text{Act. Past}} &= ((0,006 * 2,75(0,9-0,56) + (0,05 * 1 / (0,63 + 3))) * 181,8 / 4,18 = 0,806 \text{ Mcal/an/día} \\ Km &= 0,35 * 0,557 + 0,503 = 0,698 \\ EM_{\text{Mantenimiento}} &= (3,933 + 0,806) / 0,698 = 6,790 \text{ Mcal/an/día} \end{aligned}$$

### Ganancia de Peso

$$VEg = \frac{1,3 * (4,1 + 0,0332 * 181,83 - 0,000009 * 181,83^2)}{(1 - (1 * 0,1475 * 0,538))} = 13,89 \text{ MJ/an/día}$$

$$EN \text{ g} = (0,538 * 13,89) / 4,18 = 1,788 \text{ Mcal/an/día}$$

$$Kg = 0,78 * 0,557 + 0,006 = 0,440$$

$$EM \text{ Ganancia peso} = 1,788 / 0,404 = 4,059 \text{ Mcal /an/día}$$

### Requerimientos de proteína metabolizable (PM) para mantenimiento

$$PM \text{ (g./día)} = 2,30 * PV^{0,75} / Knb \quad \text{Donde: PM = proteína microbiana}$$

Knb = 1

### Requerimiento Proteína Metabolizable para Ganancia de peso

$$PM(g/d) = GDPV (168,07 - 0,16869PV + 0,0001633PV^2) * (1,12 - 0,1223GDPV) / Knf$$

Donde: Knf = 0,59

### Corrección por tipo y sexo, (PM corregida (g/d) = PM \* "C") (AFRC 1995).

VALOR DE "C"			
Madurez	Toros	Castrados	Hembras
Temprana	1,00	0,90	0,80
Media	1,10	1,00	0,90
Tardía	1,20	1,10	1,00

### CALCULO

#### Tratamiento 1

##### Mantenimiento

$$PM \text{ Mantenimiento} = 2,30 (151,6)^{0,75} / 1 = 99,371 \text{ g./ día}$$

##### Ganancia de peso

$$PM \text{ Ganancia} = (0,014(168,07 - 0,16869 * 151,6 + 0,0001633 * (151,6)^2) * (1,12 - 0,1223 * 0,014)) / 0,59$$

$$PM \text{ Ganancia peso} = 3,944 \text{ g./an/día.}$$

$$PM \text{ Total corregida} = (99,371 + 3,944) * 0,90 = 92,984 \text{ g./an/día.}$$

#### Tratamiento 2

##### Mantenimiento

$$PM \text{ Mantenimiento} = 2,30 (175,36)^{0,75} / 1 = 110,837 \text{ g./an/día.}$$

##### Ganancia de peso

$$PM \text{ Ganancia} = (0,014 * (168,07 - 0,16869 * 175,36 + 0,0001633 * (168,07)^2) * (1,12 - 0,1223 * 0,014)) / 0,59$$

$$PM \text{ Ganancia} = 112,687 \text{ g./an/día.}$$

$$PM \text{ Total corregida} = (110,837 + 112,687) * 0,90 = 201,711 \text{ g./an/día.}$$

### Tratamiento 3

#### Mantenimiento

$$\text{PM Mantenimiento} = 2,30 (181,83)^{0,75} / 1 = 113,886 \text{ g./an/día.}$$

#### Ganancia de peso

$$\text{PM Ganancia} = (0,538 * (168,07 - 0,16869 * 181,83 + 0,0001633 * (181,83)^2) * (1,12 - 0,1223 * 0,538)) / 0,59$$

$$\text{PM Ganancia} = 137,231 \text{ g./an/día.}$$

$$\text{PM}_{\text{Total corregida}} = (113,886 + 137,231) * 0,90 = 226,006 \text{ g./an/día.}$$

### Estimación del aporte energético de los suplementos

$$\text{EM total cons supl (Mcal/an/día)} = \text{EM supl} * \text{Cons supl}$$

### Estimación del aporte proteico de los suplementos

$$\text{PM (g/día)} = \text{MCPd} + \text{UDPd} \quad \text{Donde: PM} = \text{Proteína metabolizable}$$
$$\text{MCPd} = \text{Proteína microbiana verdadera digestible}$$
$$\text{UDPd} = \text{Proteína no degradable en rumen, digestible.}$$

$$\text{MCPd} = \text{MCP} * 0,75 * 0,85 \quad \text{Donde: MCP} = \text{Proteína microbiana}$$

Para poder estimar el aporte de la proteína metabolizable (PM) del suplemento, es necesario determinar previamente cual es el factor limitante para la síntesis de proteína microbiana en rumen (MCP): 1) la energía metabolizable fermentable (EMF) en la dieta consumida; 2) la proteína rápidamente degradable en rumen (ERDP) en la dieta consumida.

#### Síntesis de proteína microbiana (MCP) a partir de la energía metabolizable fermentable (EMF).

$$\text{MCP forraje o suplemento (gr/kg MS)} = y \text{ (g/MJ)} * \text{EMF (MJ/kg MS)}$$

$$\text{Donde: } y = \text{Rendimiento microbiano} = 7,0 + 6,0[1 - e^{(-0,35 L)}]$$

Donde: L = es el nivel de consumo por encima de mantenimiento.

$$L = \text{EM consumida} / \text{EM para mantenimiento}$$

$$\text{MCP total (g./an/día)} = \text{MCP forraje} * \text{Cons forraje (kg MS)} + \text{MCP supl} * \text{Cons supl (kg MS)}$$

#### Síntesis de la proteína microbiana (MCP) a partir de la proteína rápidamente degradable en rumen (ERDP).

$$\text{ERDP forraje o suplemento} = \text{MCP (g/kgMs)} = \text{QDP} * 0,8 + \text{SDP}$$

Donde: QDP = Proteína rápidamente degradable en rumen

SDP = Proteína lentamente degradable en rumen

$$\text{QDP forraje o suplemento (g/KgMs)} = \text{PC (g/KgMs)} * a$$

$$\text{SDP forraje o suplemento (g/KgMs)} = \text{PC (g/KgMs)} * [(b * c) / (c + r)]$$

Donde: a = Proporción del nitrógeno soluble en agua

b = Proporción del Nitrógeno potencialmente degradable

$$c = \text{Tasa de degradación}$$

$$r = \text{Tasa de pasaje} = -0,024 + 0,179[1 - e^{(-0,278 L)}]$$

$$\text{ERDP total} = \text{ERDP forraje} * \text{Cons forraje (kg MS)} + \text{ERDP suplemento} * \text{Cons supl (kg MS)}$$

### **Determinación del aporte de proteína no degradable digestible (UDPd)**

$$\text{UDP (g/KgMs)} = \text{PC (g/KgMs)} - (\text{QDP} + \text{SDP}) \quad \text{Donde: UDP} = \text{Proteína no degradable en rumen}$$

$$\text{UDPd (g/KgMs)} = 0,9 ((\text{UDP}) - 6,25 (\text{ADIN})) \quad \text{Donde: ADIN} = \text{Nitrógeno insoluble en detergente ácido}$$

### **CALCULO**

#### **Tratamiento 2**

*Aporte de Energía metabolizable del afrechillo de arroz*

$$\text{EM total cons supl} = 2,754 * 1,58 = 4,347 \text{ Mcal/an /día.}$$

*Aporte de proteína metabolizable del afrechillo de arroz*

$$L = 9,957/6,693 = 1,488$$

$$y = 7 + 6 (1 - e^{(-0,35 * 1,488)}) = 9,435 \text{ g./MJ}$$

$$\text{MCP forraje} = 9,435 * 6,4 = 60,387 \text{ g./kg MS.}$$

$$\text{MCP supl} = 9,435 * 6,9 = 65,105 \text{ g./kg MS}$$

$$\text{MCP total} = (60,387 * 2,72) + (65,105 * 1,58) = 266,7 \text{ g./an/día (*)}$$

$$\text{QDP forraje} = 85 * 0,16 = 13,648 \text{ g./ kgMS}$$

$$r = -0,024 + 0,179 (1 - e^{(-0,278 * 1,488)}) = 0,037$$

$$\text{SDP forraje} = 85 ((0,57 * 0,08)/(0,08 + 0,037)) = 33,35 \text{ g/KgMS}$$

$$\text{MCP} = \text{ERDP forraje} = (13,648 * 0,8) + 33,35 = 44,268 \text{ g./kg MS}$$

$$\text{QDP supl} = 142 * 0,29 = 41,122 \text{ g./kg MS}$$

$$\text{SDP supl} = 142 ((0,6 * 0,06)/(0,06 + 0,037)) = 52,826 \text{ g./KgMS}$$

$$\text{MCP} = \text{ERDP supl} = (41,122 * 0,8) + 52,826 = 85,724 \text{ g./kg MS}$$

$$\text{ERDP total} = (44,268 * 2,72) + (85,724 * 1,58) = 255,482 \text{ g./an/día (*)}.$$

(\*) En los animales suplementados con afrechillo de arroz la síntesis de proteína microbiana estaría determinada por la disponibilidad de proteína rápidamente degradable en rumen de la dieta (ERDP). Por lo tanto se utiliza ésta última para el cálculo de la MCPd total en la dieta y el aportado por el suplemento.

$$\text{MCP d supl} = ((85,724 * 1,58) * 0,75 * 0,85) = 86,236 \text{ g./an/día}$$

$$\text{UDP supl} = 142 - (41,122 + 52,826) = 47,852 \text{ g./ kg MS}$$

$$\text{UDP d supl} = 0,9 (47,852 - (6,25 * 2,5)) = 29,004 \text{ g./kg MS}$$

$$\text{UDP d supl} = 29,004 * 1,58 = 45,768 \text{ g./an/día}$$

$$\text{PM supl} = 86,236 + 45,768 = 132,004 \text{ g./an/día}$$

#### **Tratamiento 3**

*Aporte de Energía metabolizable de la formulación comercial.*

$$\text{EM total cons supl} = 2,924 * 1,63 = 4,766 \text{ Mcal/an /día.}$$

*Aporte de proteína metabolizable de la formulación comercial*

$$L = 10,849/6,790 = 1,598$$

$$y = 7 + 6 (1 - e^{(-0,35*1,598)}) = 9,570 \text{ g./MJ}$$

$$\text{MCP forraje} = 9,570 * 6,4 = 61,249 \text{ g./kg MS.}$$

$$\text{MCP supl} = 9,570 * 11,62 = 111,205 \text{ g./kg MS}$$

$$\text{MCP total} = (61,249 * 2,93) + (111,205 * 1,63) = 360,6 \text{ gr/an/día (*)}$$

$$\text{QDP forraje} = 87 * 0,16 = 13,840 \text{ g/ kgMS}$$

$$r = -0,024 + 0,179 (1 - e^{(-0,278*1,590)}) = 0,040$$

$$\text{SDP forraje} = 87 ((0,57*0,08)/(0,08 + 0,040)) = 32,815 \text{ g./kgMS}$$

$$\text{MCP} = \text{ERDP forraje} = (13,840 * 0,8) + 32,815 = 43,887 \text{ g./kgMS}$$

$$\text{QDP supl} = 201 * 0,31 = 62,00 \text{ g. /kg MS}$$

$$\text{SDP supl} = 201 ((0,64 * 0,09)/(0,09 + 0,040)) = 88,479 \text{ g./kgMS}$$

$$\text{MCP} = \text{ERDP supl} = (62,00 * 0,8) + 88,479 = 138,079 \text{ g. /kg MS}$$

$$\text{ERDP total} = (43,887 * 2,93) + (138,079 * 1,63) = 353,55 \text{ g./an/día (*)}$$

(\*) En los animales suplementados con la formulación comercial la síntesis de proteína microbiana estaría determinada por la disponibilidad de proteína rápidamente degradable en rumen de la dieta (ERDP). Por lo tanto se utiliza ésta última para el cálculo de la MCPd total en la dieta y el aportado por el suplemento.

$$\text{MCP d supl} = ((138,079*1,61) * 0,75 * 0,85) = 143,481 \text{ g./an/día}$$

$$\text{UDP supl} = 201 - (62,00 + 88,479) = 49,521 \text{ g./ kg MS}$$

$$\text{UDP d supl} = 0,9 (49,521 - (6,25 * 0,88)) = 39,619 \text{ g./kg MS}$$

$$\text{UDP d supl} = 39,619*1,63 = 64,579 \text{ g./an/día}$$

$$\text{PM supl} = 143,481 + 64,579 = 208,060 \text{ g./an/día}$$

**Cálculos y estimaciones del aporte de energía metabolizable (EM) de la pastura, y el consumo de ésta cubrir los requerimientos nutricionales**

EM aportada por pastura (Mcal/an/día) = Requerimiento de EM – Aporte de EM suplemento

Consumo pasturas (kg MS/an/día) = EM aportada por pastura (Mcal/an/día)/EM pastura (Mcal/kg MS)

**Tratamiento 1**

$$\text{EM aportada por pastura} = 6,29 - 0,0 = 6,29 \text{ Mcal/an/día}$$

$$\text{Consumo de pasturas} = 6,29/2,16 = 2,91 \text{ kg MS/an/día}$$

**Tratamiento 2**

$$\text{EM aportada por pastura} = 9,95 - 4,35 = 5,60 \text{ Mcal/an/día}$$

$$\text{Consumo de pasturas} = 5,60/2,17 = 2,58 \text{ kg MS/an/día}$$

**Tratamiento 3**

$$\text{EM aportada por pastura} = 10,85 - 4,77 = 6,08 \text{ Mcal/an/día}$$

$$\text{Consumo de pasturas} = 6,08/2,21 = 2,75 \text{ kg MS/an/día}$$



### **Cálculos y estimaciones del consumo de materia seca según limitación por FDN**

Consumo potencial de FDN (kg FDN/an) =  $0.012 * PV$  (kg)

Consumo potencial de forraje (kg MS/an/día) =  $\frac{\text{Consumo potencial FDN (kg FDN/an)}}{\text{Contenido de FDN en pasturas} * 0,92}$  <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Se asume que los animales consumen forraje con FDN 8 % inferior al ofrecido (Montossi et al., 2000)

Consumo de FDN suplemento <sup>(2)</sup> (kg/an) = Consumo Suplemento (kg/an) \* contenido de FDN

Consumo de FDN pasturas <sup>(3)</sup> (kg FDN/an) = Cons pot FDN (kg FDN/an) – Cons de FDN supl (kg/an)

<sup>(2)</sup> y <sup>(3)</sup> Se utilizan para el calculo de del consumo en T2 y T3.

#### **Tratamiento 1**

Consumo potencial de FDN =  $0,012 * 151,6 = 1,82$  kg FDN/an

Consumo potencial de forraje =  $1,82 / (0,647 * 0,92) = 3,04$  kg MS/an/día

#### **Tratamiento 2**

Consumo potencial de FDN =  $0,012 * 175,4 = 2,10$  kg FDN/an

Consumo FDN en el suplemento =  $1,58 * 0,314 = 0,495$  kg FDN/an

Consumo FDN en el forraje =  $2,1 - 0,495 = 1,609$  kg FDN

Consumo potencial de forraje =  $1,609 / (0,644 * 0,92) = 2,72$  kg MS/an/día

#### **Tratamiento 3**

Consumo potencial de FDN =  $0,012 * 181,8 = 2,18$  kg FDN/an

Consumo FDN en el suplemento =  $1,63 * 0,253 = 0,412$  kg FDN/an

Consumo FDN en el forraje =  $2,18 - 0,412 = 1,770$  kg FDN

Consumo potencial de forraje =  $1,770 / (0,643 * 0,92) = 2,93$  kg MS/an/día

**Anexo 8- Presupuesto parcial de la suplementación de 100 terneras.**

Concepto	T2			T3		
	Cantidad	U\$/unidad	Valor (U\$)	Cantidad	U\$/unidad	Valor (U\$)
<b>Costo Adicional</b>						
a) Suplemento	16742 kg	0,085 <sup>(1)</sup>	1423	17290 kg	0,138 <sup>(2)</sup>	2386
b) Mano obra	26 jornales	5 <sup>(3)</sup>	130	26 jorn.	5 <sup>(3)</sup>	130
c) Flete	100 km	0,1107 <sup>(4)</sup>	188	100 km	0,1107 <sup>(4)</sup>	194
d) Comederos	6	20 <sup>(6)</sup>	120	6	20 <sup>(6)</sup>	120
<b>Total (U\$/100 tern)</b>			<b>1861</b>			<b>2830</b>
<b>Total/animal (U\$/an)</b>			<b>18,61</b>			<b>28,30</b>
<b>Ingreso Adicional</b>						
a) Kg de PV	4140	0,74 <sup>(5)</sup>	3064	5210	0,74 <sup>(5)</sup>	3855
<b>Total (U\$/100 tern)</b>			<b>3064</b>			<b>3855</b>
<b>Total/animal (U\$/an)</b>			<b>30,64</b>			<b>38,55</b>
<b>Beneficio Neto (U\$/100 terneras)</b>			<b>1202</b>			<b>1026</b>
<b>Beneficio Neto (U\$/ternera)</b>			<b>12,02</b>			<b>10,26</b>

<sup>(1)</sup> Precio contado en planta de Afrechillo de Arroz (U\$/kg).

<sup>(2)</sup> Precio contado en planta de la F. Comercial: Terneron, (U\$/kg). Rinde

<sup>(3)</sup> Salario diario nominal de peón jornalero en tareas de agricultura y ganadería (U\$/día). DIEA 2000.

<sup>(4)</sup> Flete de cereales, oleaginoso, citrus y otros (U\$/km/ton). IVA incluido. DIEA 2000.

<sup>(5)</sup> Precio por kilo de terneras de 120 a 180 kg (U\$/kg). DIEA 2000.

<sup>(6)</sup> Precio por comedero.

**Anexo 9- Presupuesto parcial del adelanto de la edad al primer entore.**

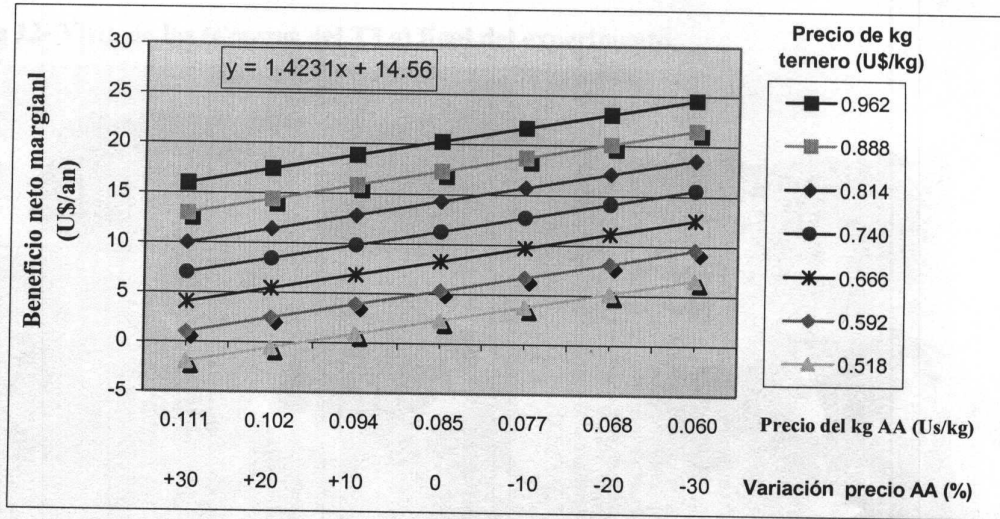
Concepto				
Costo Adicional	Cantidad	U\$/unidad		Valor (U\$)
a) Suplemento	10206 kg	0,085 <sup>(1)</sup>		867,5
b) Mano de obra	20 jornales	5		100
b) Flete	100 km	0,1107 <sup>(2)</sup>		114,5
c) Comederos	5	20		100
<b>TOTAL (U\$)</b>				<b>1182,0</b>
Ingreso Adicional	Cantidad	Peso vivo	U\$/unidad	Valor (U\$)
a) Terneros	7	145	0,84 <sup>(3)</sup>	862,7
b) Terneras	1	140	0,74 <sup>(4)</sup>	103,6
c) Vacas descarte	6	350	0,53 <sup>(5)</sup>	1113,0
<b>TOTAL (U\$)</b>				<b>2079,4</b>
<b>Beneficio Neto marginal (U\$)</b>				<b>897,3</b>

<sup>(1)</sup> Precio contado en planta de Afrechillo de Arroz (U\$/kg).

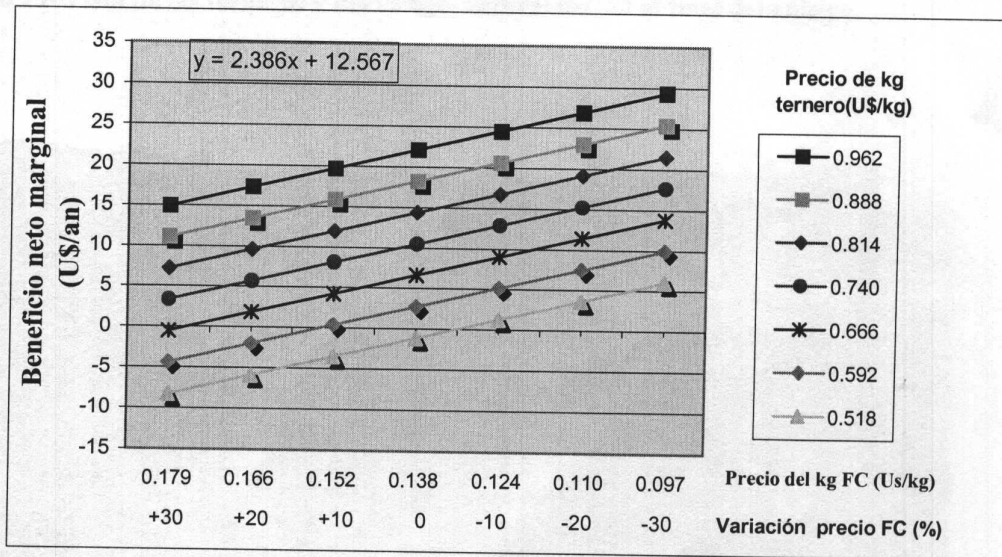
<sup>(2)</sup> Flete de cereales, oleaginoso, citrus y otros (U\$/km/ton). DIEA 2000.

<sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup> <sup>(5)</sup> Precios por kilo (U\$/kg). DIEA 2000.

**Anexo 10- Análisis de sensibilidad de la suplementación con afrechillo de arroz.**



**Anexo 11- Análisis de sensibilidad de la suplementación con la formulación comercial.**



**Anexo 12- Vista de las terneras del T3 al final del experimento.**



**Anexo 13- Vista de las terneras y del campo natural del T2 al final del ensayo.**

