



**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**  
**Facultad de Ciencias Veterinarias**  
**Instituto de Zootecnia**

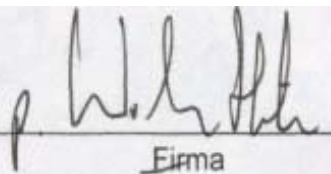
**Determinación del consumo de alimento en vacas lecheras a pastoreo primaveral mediante el método de la productividad animal y su correlación con el método del rendimiento fecal / digestibilidad de la dieta**

Tesis de grado presentada como Parte de los requisitos para optar Al Grado de LICENCIADO EN MEDICINA VETERINARIA

**Maribel Yanira Vyhmeister Siebald**  
**Valdivia Chile 1998**

PROFESOR PATROCINANTE DR. RUBEN PULIDO

Nombre

  
Firma

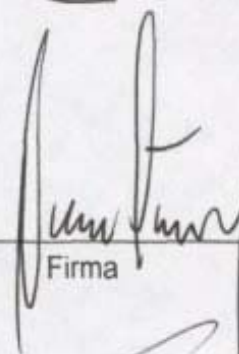
PROFESOR COLABORADOR DR. WOLFGANG STEHR

Nombre

  
Firma

PROFESORES CALIFICADORES DR. PEDRO CONTRERAS

Nombre

  
Firma

DR. BRUNO TWEIF

Nombre

  
Firma

**FECHA DE APROBACION: 13 de Noviembre de 1998**

**A MI FAMILIA CON AMOR**

# INDICE

	<b>Pág</b>
<b>1. RESUMEN</b> _ _ _ _ _	<b>1</b>
<b>2. SUMMARY</b> _ _ _ _ _	<b>2</b>
<b>3. INTRODUCCION</b> _ _ _ _ _	<b>3</b>
<b>4. MATERIALYMETODO</b> _ _ _ _ _	<b>18</b>
<b>5. RESULTADOS</b> _ _ _ _ _	<b>23</b>
<b>6. DISCUSION</b> _ _ _ _ _	<b>29</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA</b> _ _ _ _ _	<b>33</b>
<b>8. ANEXOS</b> _ _ _ _ _	<b>41</b>

## 1. RESUMEN

Los objetivos del presente estudio fueron medir el consumo de alimento en vacas lecheras a pastoreo rotativo de pradera permanente con y sin suplementación con concentrados en primavera mediante el método de la productividad animal y correlacionarlo con un segundo método del rendimiento fecal/ digestibilidad de la dieta, este último desarrollado como parte de otra tesis realizada en conjunto.

Para ello se seleccionaron 12 vacas Frisón Negro con producciones promedio de 32.0 lt/día y de parición en agosto. Las vacas se asignaron en un diseño de cuadrado latino de 3 x 3 que consideró tres factores: 3 tratamientos, 3 periodos y 4 cuadrados. Los tratamientos fueron: Tratamiento 1, sólo pastoreo; tratamiento 2, pastoreo + 6 kg/día de concentrado base coseta; tratamiento 3, pastoreo + 6 kg/día de concentrado base cereal. Los cuadrados representaron los niveles productivos de las vacas. Cada período consideró una rotación de aproximadamente 21 días. En cada periodo, diariamente se midió la producción de leche y su composición en la última semana. Durante cada semana se registró el peso vivo, y en la última semana del período se midió la composición química de la pradera. Así, se estimó el consumo de materia seca de pradera (kg MS /día) y consumo total de materia seca (kg MS/día). Se evaluó el grado de asociación entre los dos métodos a través de un análisis de correlación simple.

Hubo diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) en el consumo de materia seca de pradera y consumo total de materia seca con el método de la productividad animal según tratamiento y nivel productivo. El consumo de MS de pradera fue de 16.9 kg/día en el tratamiento 1 y de 13.3 kg/día con los tratamientos 2 y 3. El consumo de los dos tipos de concentrado disminuyó el consumo de pradera en 3.6 Kg de MS y redujo el consumo en 0.66 kg MS pradera/kg MS concentrado. El consumo total de MS para el tratamiento 2 fue de 18.7 kg/día y con el tratamiento 3 de 18.6 kg/día, lo que significó que las vacas suplementadas consumieron respectivamente 1,8 y 1,7 kg de MS más que las vacas control ( $P < 0.05$ ). Las vacas con mayor producción de leche (promedio de 35.2 lts/día) consumieron 16.6 Kg/día de MS de pradera y 20.2 kg/día de MS total, las vacas con menores producciones (promedio de 28.7 lts/día) consumieron 12.9 Kg/día de MS de pradera y 16,5 kg/día de MS total, diferencia de 3.7 kg de MS/día de pradera y total ( $p < 0.05$ ). El coeficiente de correlación entre métodos para estimar el consumo de alimento en forma general fue de 0.33 ( $p < 0.05$ ) para el consumo de MS de pradera y 0.39 ( $P < 0.05$ ) para consumo de MS total, por lo tanto no hubo un buen grado de asociación entre estos dos métodos.

## 2. SUMMARY

The objectives of this study were to estimate food intake in dairy cows under rotational strip grazing in permanent pasture with and without concentrate supplementation in spring, through the method of the animal performance and correlate it with a second method of the fecal output/ diet digestibility. The data for the last method were taken from other degree thesis carried out in the same period time.

12 Friesian cows August calving yielding 32.0 lt/day were selected. The cows were studied a 3 x 3 Latin square design, where the three factors were: 3 treatments, 3 periods and 4 squares. Treatments studied were: T1; only grazing, T2; grazing + 6 kg/ day of concentrate dried sugar bulk pulp based; T3; grazing + 6 kg/ day of concentrate cereal based. The squares represented the milk yield levels of the cows. The treatments were studied, within a period of 21 days rotation. In each period, Daily milk yield was recorded, and composition in the last week. Every week the Liveweight was recorded, and in the last week the chemical composition of the pasture was measured. So, the herbage dry matter intake (kg DM/day) and total dry matter intake (kg DM/day) were studied. The association between the two methods was established by simple correlation analysis.

There were significant differences ( $P < 0.05$ ) in the herbage dry matter intake (HDMI) and total dry matter intake (TDMI) according to treatment and milk yield ( $P < 0.05$ ) with the method of the animal performance. HDMI was 16.9 kg/day in T1 and 13.3 kg/day in T2 and T3. The intake of both types of concentrate lowered the HDMI by 3.6 kg and 0.66 kg DM herbage/kg DM concentrate. The TDMI for the T2 was 18.7 kg/day and for the treatment 3 of 18.6 kg/day, also, the cows with supplementation consumed 1.8 and 1.7 kg of MS respectively more than the cows control ( $P < 0.05$ ). The cows with old milk yield (average of 35.2 lt/day) intake 16.6 kg/day of herbage dry matter (HDM) and 20.2 kg/day of total dry matter (TDM), the cows with minor milk yield (average of 28.7 lt/day) intake 12.9 kg/day of HDM and 16.5 kg/day of TDM, difference from 3.7 kg DM/day of herbage and total ( $p < 0.05$ ). The correlation between methods in order to estimate the food intake in general form was 0.33 ( $p < 0.05$ ) for the HDMI and 0.39 ( $P < 0.05$ ) for TDMI, therefore was not a good degree of association between these two methods.

### 3. INTRODUCCION

Las primeras investigaciones para medir el consumo de alimento en animales a pastoreo se hicieron probablemente para satisfacer la curiosidad científica, pero actualmente hay razones prácticas que justifican el uso de variadas técnicas que miden el consumo de forraje. Si consideramos como ejemplo un experimento para comparar dos variedades de especies forrajeras en términos de producción animal, los resultados pueden mostrar que con la especie A se produce un 10% más de leche por hectárea que con la especie B. De acuerdo a esto, para una mejor interpretación de los resultados se cuestionará lo siguiente: ¿Por qué la producción fue mejor para la especie A? ; ¿produjo A más materia seca que B? Si no ¿ será la especie A más digestible que B? ; ¿fue el consumo por animal por día más alta para la variedad superior? ; ¿cuánto de la pradera para cada variedad fue consumida por los animales?.

Las respuestas a estas preguntas le servirían al investigador para establecer principios de utilización de la pradera, y así mejorar la producción de los animales a pastoreo.

Las mediciones de la cantidad de forraje fresco consumido por los animales pueden tener varios objetivos:

- Estudiar sistemáticamente el efecto de los cambios fisiológicos de las especies forrajeras durante sucesivos ciclos de crecimiento y estudio sobre los factores ambientales en el consumo de la pradera.
- Estudiar los cambios del consumo siguiendo varios métodos de conservación de la pradera (ensilaje, heno, etc.).
- Estudio de diferencias en el consumo de distintas variedades de pasto.
- Estimar la cantidad de pradera consumida por el animal productivo y así saber cantidad y calidad del suplemento requerido para alcanzar la producción objetivo.
- Estimar el consumo de pradera del animal a pastoreo y los factores que influyen en el consumo.

Hay que considerar que la cantidad de forraje voluntariamente consumido por un rumiante no depende solo de las características del pasto, sino también de otros factores como:

- Peso, edad, estado fisiológico del animal, especie, raza.
- Condiciones ambientales.

Otro factor importante en el consumo es la selectividad por parte del animal, el cual dependerá principalmente del estado de desarrollo de la planta, del tipo de pradera y de la especie animal.

Históricamente la primera forma de estimar el consumo de alimento en animales a pastoreo, fue estimar la pérdida de pasto y la ganancia del animal. Otro método simple era de Erizian (1932) quién pesaba a los animales antes y después del pastoreo y corregía su estimación del consumo de agua, orina y fecas excretadas y la pérdida insensible en respiración.

Métodos más recientemente usados han basado su concepto en que la cantidad de materia seca excretada en las heces del animal puede ser medido, y si la digestibilidad del alimento es conocida, se puede calcular el consumo. Para estimar el rendimiento fecal y digestibilidad se puede usar la llamada técnica del indicador o marcador.

Además es posible evaluar el consumo con la productividad animal y el valor energético del pasto consumido (Baker, 1982). Este método del balance energético es en un principio fácil de implementar y no requiere por si mismo un gran uso de laboratorio, sin embargo, requiere de un conocimiento importante sobre la estimación de los requerimientos de los animales.



### 3.1.- LA PRADERA COMO ALIMENTO PARA GANADO

Chile posee aproximadamente 13 millones de hectáreas con praderas de diversos tipos, de las cuales depende la producción bovina, ovina y caprina del país (Ruiz, 1988).

Las condiciones de clima y suelo en la zona sur hacen que una de las principales actividades económicas la constituya el sector pecuario (Lamig, 1991), y la fuente de alimentación más importante del ganado bovino sean las praderas permanentes, las que alcanzan en la Xª Región aproximadamente a un millón quinientas mil hectáreas, que corresponden alrededor del 75% de la superficie agrícola de la región y caracterizadas por una predominancia de gramíneas en su composición botánica, las leguminosas generalmente representan menos del 10% de la materia seca producida (Lamig, 1991; Ruiz, 1988).

Las praderas permanentes (naturalizadas, mejoradas y/o sembradas) debido a las condiciones climáticas imperantes en la zona sur presentan una marcada estacionalidad en su producción (Romero, 1986; Cuevas, 1987 y Richard, 1993). Es así como aproximadamente un 40% o más de la producción anual se concentra en los meses de primavera, lo cual normalmente produce excedentes importantes de forraje, los que deben ser conservados para ser suministrados posteriormente en los periodos de déficit (Cuevas, 1987 y Klein, 1991).

De esta manera, las praderas de la Décima región producen la mayor cantidad de forraje en primavera (39%) y verano (29%), seguido por un crecimiento interesante en otoño (25%) y un escaso crecimiento en invierno (6%) (Goic y Matzner, 1977).

Usar la pradera como fuente primaria de energía en las raciones de vacas lecheras tiene ventajas económicas potenciales. Sin embargo, uno de los desafíos en optimizar la nutrición en el ganado lechero a pastoreo es conocer el aporte en los requerimientos de nutrientes que puede entregar la pradera (J.L. Peyraud y col, 1996).

Antecedentes pasados y recientes indican que el costo de los nutrientes es mucho más alto en el caso de alimentos concentrados que en forrajes. A su vez, la pradera proporciona nutrientes más baratos en forma de pastoreo que en forma de forraje conservado.

Como un ejemplo, cabe señalar la información proporcionada por Leaver (1985), quien indica que, para el Reino Unido, el costo relativo de la energía metabolizable está en la proporción de 1:2:4,5 al provenir del pastoreo, pradera conservada o concentrado respectivamente.

Para vacas en lactancia mantenidas en excelente pradera, las producciones, ya sea en Chile o en el extranjero, han llegado hasta cifras de 22 a 24 litros de leche por día en el periodo de mayor rendimiento dentro de la curva de lactancia (Butendieck y col, 1986).

Tratándose de praderas de buena calidad en clima templado, lo que limita la producción de leche o carne es el consumo de energía, después viene la proteína, los minerales Calcio y Fósforo aparecen en tercer lugar. En relación con una ración balanceada de concentrados, el forraje contiene mucho más fibra y es menos digestible, lo cual reduce de por sí el total de materia seca consumida. Por otra parte, la materia seca del forraje contiene un menor porcentaje de energía, el porcentaje de proteína, según el caso, puede ser parecido a algunos concentrados, pero obviamente es inferior a los suplementos proteicos que se agregan a una ración balanceada. Esta doble situación hace entonces que el consumo diario total de energía y proteína sea inferior al logrado con un concentrado balanceado (Ruiz, 1988).

Con respecto a la disponibilidad de forraje, un aumento de disponibilidad tendrá un efecto sobre producción individual pero a expensas de la producción por hectárea. No obstante ello existe un umbral debajo del cual el consumo se ve limitado. Existen trabajos que mencionan que por debajo de 20 Kg de MS/animal/día el consumo se vería limitado. Otros autores mencionan un mínimo de un 50% de disponibilidad adicional sobre lo que el animal consumiría ad libitum (SOCHIPA, 1997).

### **3.2.- MANEJO DEL PASTOREO**

El éxito de la empresa pecuaria está basado en la conversión económica de la producción primaria en productos lácteos o cárneos con un mayor valor agregado. En la empresa pecuaria, las plantas son la materia prima y la producción de carne y leche, son los productos vendibles, por lo tanto, el manejo del pastoreo es uno de los factores claves en la determinación de los costos de producción y utilización de la materia prima (Romero 1993).

El manejo del pastoreo debe ser diseñado considerando el crecimiento de la planta y el comportamiento animal. El mantener un balance entre los componentes del ecosistema planta y animal es difícil pero necesario para aumentar la eficiencia y beneficios de la producción de forraje. Según Hodgson (1990), algunos objetivos principales del manejo del pastoreo son.

- Aumentar la productividad por animal y por unidad de superficie

- Mejorar la uniformidad de la producción (animal y forrajera).
- Mejorar el conocimiento de la producción futura (predecir).
- Lograr un sistema de manejo más conveniente.
- Lograr un sistema productivo económicamente viable.

La composición química de las praderas cambia permanentemente a lo largo del año, especialmente durante la primavera en que el crecimiento de las plantas es rápido. Estos cambios son más lentos, aunque de mucha consideración en el otoño. En la época de invierno y verano se presentan normalmente las menores fluctuaciones en la composición química, por estos motivos, y por lo tanto aparecería preferible utilizar valores de composición mensual cuando se dispone de ellos (UACH, 1985).

Durante la primavera, especialmente a partir de noviembre, se produce un rápido deterioro de la composición nutritiva del forraje, coincidente con la iniciación de los procesos reproductivos en los pastos, lo que se traduciría en una fuerte disminución de la proteína y la energía (UACH, 1985).

### **3.3.- CONSUMO DE ALIMENTO**

El consumo voluntario, como indicador del valor nutritivo es de vital importancia, debido a que la productividad animal es reflejo de la composición química o la digestibilidad de la pradera. Está totalmente demostrado, que la pradera en estado fresco, como alimento para rumiantes, es de mejor calidad, que cualquier otra forma de ofrecerlo (ya sea como ensilaje, heno, etc.), observándose que el consumo y la respuesta productiva de leche son mayores con el forraje original (Rogers, 1979 y Demarquilly 1979.)

Clark y Davis (1980) afirman que el máximo consumo ocurre posterior de expresarse el nivel máximo de producción. Además, señalan que el periodo más crítico de una vaca de alta producción es el que ocurre entre el parto y el nivel máximo de producción (6-10 semanas post parto). Con objeto de tener una máxima productividad individual durante este periodo, la ración debe ser debidamente balanceada y ad libitum, aunque la alimentación sea de esta forma, va a existir un balance negativo de nutrientes en los animales.

En confinamiento, el consumo está regulado fundamentalmente por la digestibilidad del forraje y por el potencial de consumo del animal. Esto condiciona una relación lineal entre digestibilidad y consumo (Balocchi y Anrique 1993). Por

otra parte, animales de un mayor potencial productivo poseen un mayor consumo voluntario del orden de 0.2 a 0.4 Kg. de materia seca por litro de leche (Leaver, 1986).

El consumo de praderas está influenciado por una serie de factores, que actúan estimulándolo o inhibiéndolo, los cuales han sido ampliamente estudiados. Al respecto Leaver (1986), hace una revisión amplia de los factores que participan en el consumo.

Bajo condiciones de pastoreo, hay factores los cuales pueden regular el consumo. Por ejemplo, la habilidad física del animal para consumir forraje y los efectos de la estructura del pasto en la ingestión (Hodgson, 1985).

Según Spedding y col(1966); Allden y Whittaker (1970), el consumo de pradera a pastoreo ha sido descrito como el producto de:

$$CP = TP \times MB \times TB, \text{ donde;}$$

CP: Consumo de pradera

TP: Tiempo de pastoreo

MB: masa de bocado

TB: tasa de bocado

Todo eso, y en particular la masa de bocado, han demostrado ser sensibles a condiciones de pastoreo para influencia del consumo de pradera (Hodgson, 1985).

Así, para predecir el consumo de forraje, aporte de nutrientes y producción animal es esencial entender no solo las relaciones entre la estructura del pasto y el consumo, sino también los efectos del pastoreo en condiciones de la pradera (Baile y Me. Laughlin, 1987).

Muchos estudios se han focalizado en los detalles de los factores de la pradera sobre la tasa de consumo (Hodgson 1982, 1986 ). Estos estudios fueron esencialmente desarrollados con el fin de conocer lo que provee la pradera con manejos de pastoreo, los cuales minimizan cambios en las condiciones del pasto. Bajo un sistema de pastoreo rotacional, donde los cambios en las condiciones del pasto son rápidos, la tasa de consumo parece estar estrechamente relacionado con la masa de hojas verdes que con la altura del pasto (Hendricksen y Minson, 1980).

### 3.4.- SUPLEMENTACION EN VACAS A PASTOREO

Los suplementos concentrados son ofrecidos al ganado lechero a pastoreo para aliviar las deficiencias de consumo de forraje y son usadas para mantener niveles de productividad animal y corregir deficiencias nutricionales específicas en el forraje. En sistemas de alta producción en que se requiere un alto nivel de producción animal, los suplementos son a menudo usados para aumentar los niveles de producción sobre aquellos obtenibles en animales consumiendo sólo forraje (Pulido, 1997)

La suplementación en los sistemas de nuestro país es usada generalmente en forma estratégica, cuando los altos requerimientos nutricionales de los animales lo exigen. En general podemos decir que no supera el 25 - 30% de la dieta total en términos de materia seca (SOCHIPA, 1997).

La suplementación debe ser ofrecida para corregir alguna deficiencia nutritiva del alimento base o para equilibrar bajos consumos en ciertos periodos. Estos van desde simples mezclas minerales hasta forrajes conservados o concentrados (Hodgson, 1990), dependiendo de cada situación, fundamentalmente climática.

Desde el punto de vista de la pradera, la suplementación puede ser usada como herramienta de manejo, posibilitando aumentos en la carga animal sin deterioro del consumo individual (Balocchi y Anrique, 1993).

La respuesta productiva de animales a pastoreo al aportar un suplemento es influenciada por las características de la pradera, del suplemento como tal, de la vía de uso y del potencial productivo del animal (Bondi, 1988).

La suplementación energética será una excelente herramienta para balancear por ejemplo las pasturas otoñales con altos contenidos de proteína soluble. Generalmente, en predios lecheros sobre praderas de alta calidad las deficiencias son de energía mas que de proteína. Distinta es la situación en otros momentos del año como el verano en pastoreos de gramíneas donde las limitaciones pueden ser de proteína (SOCHIPA, 1997).

La suplementación proteica es de importancia en nuestros sistemas, principalmente si se trata de proteína de baja degradabilidad ruminal. En vacas consumiendo praderas de calidad, raramente existen deficiencias de nitrógeno a nivel ruminal, por el contrario los excesos de arrtoníaco son los que preocupan. Suplementos proteicos de origen animal o de origen vegetal pero con tratamientos térmicos o químicos para disminuir su degradabilidad son los que darían la mejor respuesta (SOCHIPA, 1997).

El consumo de forraje es influenciado tanto por factores de comportamiento como por factores nutricionales.

- Por el comportamiento porque los animales que disponen de un recurso nutritivo a la mano en forma de concentrado, probablemente disminuyen el esfuerzo que significa el pastoreo y por lo tanto reducen también la ingesta de hierba.
- Por los factores nutricionales, porque suplementos de alta concentración nutritiva aumentan la eficiencia de fermentación ruminal en animales que consumen forraje de pobre calidad pero en el caso contrario pueden deprimirla (Hodgson, 1990).

En general, el suplemento produce una tasa de sustitución (TS), que por definición corresponde al efecto del reemplazo que produce el suplemento sobre el consumo de pradera o la reducción en el consumo de pradera resultante del suministro del suplemento. La TS representa un reemplazo kg/kg, expresado en materia seca y normalmente fluctúa entre 0 y 1 Kg. de pradera/ Kg. suplemento, pudiendo ser mayor que uno en algunos casos cuando se produce una total sustitución del forraje por el suplemento (Balocchi y Anrique, 1993).

Se acepta que el nivel de consumo de pradera declinará tanto como el nivel de suplementación en la dieta aumente y los animales sustituyan la pradera por concentrado (Kellaway y Porter, 1993).

Está ampliamente demostrado que la suplementación disminuye el consumo de pradera, en especial cuando la disponibilidad de pradera es alta, disminuyendo el consumo total. En cambio en condiciones de baja disponibilidad de pradera la TS es normalmente más baja (Leaver, 1986, 1988; Phillips, 1988; Roberts, 1989; Hodgson, 1990; Hargreaves, 1993).

Los nutrientes contenidos en la pradera son normalmente de menor costo en relación a los contenidos en alimentos suplementarios convencionales, de tal forma que el beneficio económico directo derivado del uso de suplementos está determinado por el grado de sustitución para la situación en particular. Sin embargo, el análisis económico tiene mayores implicancias, ya que el efecto de sustitución da lugar a una conservación de la pradera durante periodos en que sus rangos de crecimiento son mínimos, lo que puede tener un fuerte impacto en su potencial de crecimiento posterior (Hodgson, 1990).

### 3.5.- REQUERIMIENTOS ENERGÉTICOS DE VACAS A PASTOREO

El consumo de energía metabolizable es definido por ARC (1980) como la energía bruta menos la pérdida de alimento en las heces, orina y gases combustibles (mayormente metano) expresado como MJ de EM/día (MJ/día) para una dieta o MJ/kg de alimento o materia seca (MJ/kg MS). Representa la porción de energía alimentaria que puede ser utilizada por el animal.

Métodos para calcular los requerimientos de energía metabolizable son recomendados por la AFRC (1993), en que la ecuación general es:

$$Mmp \text{ (Mj/d)} = CI \text{ (Em / km + El / kl + Eg / kg)}.$$

donde:

Mmp: Requerimientos de energía para mantención y producción.

CI: Factor de corrección para cálculo de requerimientos de energía metabólica para rumiantes en lactancia.

Em: Energía neta para mantención, Mj/d.

Km.: Eficiencia de utilización de energía metabólica para mantención.

El: Energía neta secretada como leche, Mj/d.

Kl: Eficiencia de utilización de energía metabólica para producción de leche

Eg: Energía neta retenida o perdida en cambio de peso diario en rumiantes lactantes, Mj/d.

Kg.: Eficiencia de utilización de energía metabólica para cambio de peso en lactantes.

Coppock (1974) encontró deficiencias energéticas durante las primeras quince semanas de lactancia. Este déficit es suplido por las reservas corporales y se expresa en pérdidas de peso vivo los cuales son recuperados al final de la lactancia donde existe un balance positivo de nutrientes (Monteiro, 1972).

Según Clark y Davis (1980) no solamente hay que basarse en la utilización de las reservas corporales, ya que si el desbalance es muy amplio y por un periodo largo de tiempo, se afecta el periodo de máxima producción.

Entre las soluciones para superar el déficit energético durante el primer periodo de lactancia, se cuenta con aumentar la concentración de energía en la dieta

con la incorporación de concentrado en la ración. Según Doussoulin (1982) con la excepción de un nivel de consumo de concentrado más bajo (3.5 kg/día), los niveles de hasta 6.5 kg/día permitieron un adecuado balance entre requerimientos y consumo para energía metabolizable, proteína, calcio, fósforo y fibra cruda.

### **3.6.- ESTIMACIONES DEL CONSUMO DE ALIMENTO EN VACAS LECHERAS A PASTOREO**

Se ha tratado de estimar con certeza el consumo de forraje a pastoreo, y no ha resultado una tarea fácil, puesto que es dependiente de muchos factores tanto como de la pradera, animal, medio ambiente y manejo. Algunos alcances del máximo consumo de materia seca de pradera a pastoreo lo reporta Leaver (1985) en una revisión de literatura, donde señala que el consumo a pastoreo (kg/MS./día) puede alcanzar un 3% del peso vivo, y que para vacas de alta producción podrían llegar hasta un 3.5 % del peso vivo, en condiciones óptimas de pastoreo.

En sistemas a pastoreo es importante y difícil cuantificar el forraje consumido. Sin embargo, se han desarrollado varios métodos para lograr este objetivo. (Corbett 1978; Minson,1990; Leaver, 1982). Las técnicas dependerán de los recursos disponibles, la agudeza, precisión y el tipo de estimación requerida.

La predicción del consumo en ganado a pastoreo en forma individual se basa comúnmente en mediciones del rendimiento fecal (usando marcadores indigestibles), en conjunto con determinaciones de la digestibilidad de la pradera consumida mediante técnicas *in vitro*.

#### **3.6.1.-Método del Rendimiento fecal/ Digestibilidad de La dieta**

Entre los métodos desarrollados para estimar el consumo de pasto en forma individual durante el pastoreo, los que dependen del uso de marcadores son unos de los más aplicados en los estudios de nutrición ( Baker, 1982; Le Du y Penning, 1982).

Este método depende de una estimación de la cantidad de heces producidas al día (CHP) y de la digestibilidad (D) del forraje pastoreado.

El consumo de la pradera (CP) se calcula de la ecuación:

$$CP = CHP/(1-D)$$

La excreción fecal puede ser estimada por la colección de todas las heces producidas usando arneses colocados en el animal (Córdova y col, 1978), sin embargo, esta técnica es poco usada debido a que la colección es a menudo incompleta (Milne, 1974) y el peso de las heces recolectadas puede entorpecer los movimientos del animal (Pidgen y Brisson, 1956). No obstante, con el método de



colección total de heces directa en potrero, se han reportado éxitos en el caso de praderas tropicales donde el contenido de materia seca en las heces es alto, permitiendo la colección directa de la superficie de la pradera (Boval y col, 1996). Generalmente, las mediciones del rendimiento fecal se hacen por una técnica que involucra la dilución o concentración de un marcador, del cual se asume una completa recuperación del marcador y una precisa estimación de su concentración en las heces durante el curso del día. Las características de relevancia particular para un marcador ideal podrían ser, que sea químicamente simple, de fácil identificación y análisis, y que sea indigestible en el tracto digestivo (Kotb y Luckey, 1972; Faichney, 1975; Langlands, 1975).

Usando un marcador, la producción fecal puede ser estimada de la siguiente ecuación:

$$\text{CHP (gr/día)} = \frac{\text{Cantidad del marcador dado (g/día)}}{\text{Cantidad del marcador en las heces(g/g)}}$$

Se señala que el óxido crómico ha sido utilizado por bastante tiempo como indicador externo de elección para determinar la excreción fecal, en un amplio rango de condiciones (Curran y col., 1967). Además, Mélix y col. (1987) señalan que la producción fecal se calcula por referencia del óxido crómico con la suposición de que es totalmente recuperado en las heces. A fin de conocer la concentración de óxido crómico en las fecas se emplea el método de espectrofotometría de absorción atómica por su gran simplicidad y rapidez (Wilkinson y Prescott, 1970).

La concentración de óxido crómico en las heces alcanza el equilibrio 6-7 días después de la dosis inicial, y su tasa de recuperación puede ser considerada en un 100 % (Cross y col, 1973; Barthiaux-Thill y col, 1978; Chamberlain y Thomas, 1983) Más aún, no hay discrepancias sistemáticas en la tasa de recuperación entre diferentes vacas o periodos de mediciones (Melix y col, 1987). Sin embargo el uso de óxido crómico tiene un grado adicional de variabilidad con respecto a mediciones directas que pueden ser estimadas en 4 -7% (LeDu y Penning, 1982)

Existen diversas formas de entregar el óxido de cromo a los animales, en algunos estudios el cromo fue dado como una suspensión en aceite y su excreción fue altamente irregular (Smith y Reid, 1955). Algunos autores han limitado esta irregularidad fraccionando las ingestas (Pidgen"-y Brisson, 1956; Me Guire y col.,1966; Chamberlain y Thomas, 1983). Además cualquier aumento en el número de manipulaciones perturbaría al animal, por lo tanto no es aconsejable distribuir más de dos raciones al día. Se han descrito sistemas en que liberan el cromo continuamente en el rumen (Ellis y col, 1982; Laby y col, 1984; Parker y col, 1990). Sin embargo, la descarga del cromo no es siempre controlada y hay un riesgo de regurgitación del marcador como resultado, el uso de cápsulas de liberación gradual

causaría un sesgo y una variabilidad significativa en la estimación del rendimiento fecal (Hatfield y col, 1991). Es preferible restringir el uso de tales cápsulas para animales que no pueden ser manipulados frecuentemente y cuando no se necesite estimación del consumo individual. Otra forma consiste en disminuir la densidad del marcador preparándolo en papel ( Cowlshaw y Alder,1963) o en polvo de celulosa (Tisserand y col. 1962). Numerosos estudios se refieren al uso del papel impregnado con cromo (LeDu y Pening, 1982), o en algunos casos se usa la incorporación en concentrados (Wanyoike y Holmes, 1981).

A su vez, es de mucha importancia considerar la forma como se recolecta las fecas, es preferible coleccionar las heces de cada vaca en el suelo en lugar de tomar muestras del recto una o dos veces al día. Por otro lado, Algunos autores han elegido la recolección de muestras rectales en base a estudios de la cinética de excreción llevadas a cabo en animales estabulados (Smith y Reid, 1955; Zoby y Holmes, 1983). Este método, no ofrece alguna protección contra un posible sesgo en los resultados porque la cinética de la excreción no es necesariamente la misma en pastoreo que en animales en confinamiento debido a los cambios en el comportamiento nutricional de los animales. Wanyoike y Holmes (1981) así como Melix y Peyraud (1987) compararon dos métodos de muestreo, demostraron que la recolección de heces no necesariamente conduce a serios sesgos (3-4%), pero puede aumentar la variabilidad de una medición del consumo individual cerca del 6% (por ejemplo, aproximadamente 1.0kg de materia orgánica para vacas en lechería). Los métodos de colección en el campo hacen posible obtener resultados individuales dando partículas de colores o tinta para distinguir los diferentes animales (Peyraud y col, 1996). Así, el muestreo en forma rectal se reservaría para estudios llevados a cabo en grandes rebaños o cuando se necesite un valor promedio para cada grupo de animales.

En los estudios en que se usa este método, lo que más concierne es la posibilidad de variación diurna en la concentración fecal del marcador, esto se debe a que el muestreo de heces es en forma intermitente y no es muy representativa de la concentración principal del marcador, y como consecuencia se puede producir un error en la estimación del consumo. La variación diurna puede resultar de una variación diurna en el consumo, de la dosis del marcador y de los eventos que ocurren en el tracto digestivo como la influencia de la mezcla del marcador y la digestión (Kotb y Luckey, 1972; Langlands, 1975).

El método del rendimiento fecal/digestibilidad de la dieta considera además estimar la digestibilidad del alimento consumido. <sup>x</sup>Para esto se han desarrollado varios procedimientos para medir la digestibilidad in vitro. Existen dos métodos más usados por su seguridad y precisión, uno de estos es usar licor ruminal (Tilley y Terry, 1963) que es el más difundido y supone dos fases: una indigestión durante 48 horas con microorganismos del rumen, seguido de una digestión durante 48 horas con pepsina y ácido clorhídrico. La otra técnica es la de la solubilidad de la celulosa (Jones y Hayward, 1975). Estos métodos pueden examinar un amplio rango de

especies forrajeras, sin embargo, se asocian varios errores con el uso de la digestibilidad in vitro, incluyendo los efectos de las variaciones entre animales, composición de la dieta, nivel de consumo y estado fisiológico del animal, además de los errores de muestreo (Reeves y col, 1996).

### 3.6.2.- Método de la productividad animal

El consumo también puede ser estimado, usando los requerimientos de energía aceptados para la mantención, producción, cambio de peso corporal y estado fisiológico (MAFF, 1975; Nielson y col., 1981; NRC, 1989).

El uso del método de la productividad animal como base para calcular el consumo del ganado a pastoreo es atractivo porque en su forma simple implica utilizar solo el peso del producto animal, registros y cálculos. Así el método ofrece una alternativa para las demandas de técnicas basadas en la medición de pasturas o relación de producción fecal/ digestibilidad, en situaciones donde las facilidades de labores y laboratorios son limitadas. El consumo se calcula de los requerimientos de energía para la mantención, gestación, producción leche y cambio de peso de los animales implicados y el total de los requerimientos aportados por la pradera con una concentración energética dada. La precisión de la estimación depende, sin embargo, de adecuados estándares de energía y la habilidad para medir la producción animal (Baker, 1982).

La ecuación general usando el método de la productividad animal es entonces:

$$\text{Consumo de pradera} = \frac{E_m + E_p + E_g + E_{cp}}{E_f}$$

Generalmente se acepta que los requerimientos energéticos para mantención sean proporcionales al peso vivo y ello también depende de la magnitud de la actividad animal. La falta de acuerdo en el exponente del peso vivo y en los requerimientos de energía adicionales por actividad llevará a variaciones en las estimaciones del consumo de forraje. En algunos casos los requerimientos para mantención es igual para el metabolismo en ayuno, sin embargo, en otros casos un aumento en la actividad se agrega para permitir que la energía gastada para actividad muscular voluntaria se asocie a condiciones de normal alimentación (Baker, 1982). Según la AFRC (1993) los requerimientos de mantención ( $E_m$ ) se calculan según las siguientes ecuaciones:

$$E_m \text{ (Mj/d)} = (M_a + A)K_m, \text{ donde:}$$

$M_a$  = Metabolismo de ayuno

$A$  = Actividad asignada

Km= Eficiencia de utilización de la energía metabólica para mantención

$$Ma \text{ (Mj/d)} = (0.53 \text{ (peso vivo / 1.08)}^{0.67})$$

La AFRC (1990) recomendó una forma para calcular la energía gastada en actividad para el ganado lechero, asumiéndose 500 mt. caminando, 14 horas de pie y 9 cambios de posición dado, por lo tanto la actividad asignada se calcula así:

$$A \text{ (Mj/d)} = 0.0095 * \text{peso vivo}$$

Con respecto a los requerimientos para producción de leche, se utiliza las concentraciones de grasa y proteína de la leche. AFRC (1990) recomendó que el valor energético de la leche (VEL) puede ser predicha usando las ecuaciones de Tyrell y Reid (1965), en donde:

$$\text{VEL (Mj/kg)} = 0.0376 (G) + 0.0209 (PC) + 0.948$$

Donde G es la materia grasa (gr/lit) y PC es la proteína cruda (gr/lit).

Por lo tanto, la energía metabolizable para la lactancia es:

$$Ep \text{ (MJ/d)} = (Pr * (VEL)) / KI$$

Donde Pr es la producción de leche en Kg/d y KI es la eficiencia de utilización de energía metabólica para producción de leche.

Los requerimientos energéticos para ganancia de peso vivo aumenta con el crecimiento de animales jóvenes y se mantiene relativamente constante para animales adultos. Ellos también son influenciados marcadamente por la tasa de ganancia o nivel de producción animal y la concentración energética del alimento (Baker, 1982).

Según la AFRC (1993), la energía neta retenida en el cuerpo animal por día (Ecp), está dada por:

$Ecp \text{ (Mj/d)} = (\text{cambio de peso} * (Evg))$ ; donde (Evg) para ganancia de peso en vacas lactantes es de 19 Mj/kg y para pérdida de peso es  $(19 * 0.84) / KI \text{ Mj/kg}$ .

Para medir el consumo con esta técnica, se necesita además conocer el valor energético que aporta el forraje (Ef), que ha sido determinado directamente de ensayos de alimentación controlados para establecer la digestibilidad o nutrientes digestibles totales, de la determinación energética total en el alimento y heces para determinar la energía metabolizable o de estudios calorimétricos para evaluar la energía neta por determinaciones directas de producción de metano y la producción de calor (Baker, 1982, Fulkerson y col., 1986). Si se adopta este método es esencial

que haya una precisión para los datos en los parámetros de producción animal y calidad del alimento para disminuir los errores en la estimación del consumo. Por ejemplo, cuando este método es usado en periodos cortos de tiempo es difícil acceder a las fluctuaciones de peso vivo en forma exacta, y como consecuencia se puede producir grandes errores cuando se determinan los requerimientos de energía. También se podrían producir errores en la estimación del consumo, cuando hay variaciones entre animales en la eficiencia de utilización del alimento o cambios en el uso de la eficiencia de la utilización del alimento con aumentos en la cantidad de concentrado (Reeves y col., 1996).

La técnica de la productividad animal fue usada como una guía para aproximar los niveles de consumo de pradera sobre un periodo extenso y proveer una estimación del consumo asumiendo que todas las presunciones (por ejemplo digestibilidad de la pradera, cambio de peso vivo) sean conocidas (Reeves y col., 1996).

### **3.7.- HIPOTESIS Y OBJETIVOS**

Considerando los antecedentes expuestos, se plantea la hipótesis que el método de la productividad animal o el método de rendimiento fecal/ digestibilidad de la dieta, para estimar el consumo de pradera, entregan resultados similares. Por lo anterior se ha diseñado el presente estudio con los siguientes objetivos:

- a. Estimar el consumo de alimento en vacas lecheras a pastoreo con o sin Suplementación de concentrado, mediante el método de la productividad animal.
- b. Correlacionar los resultados obtenidos mediante el método de la productividad animal con los del rendimiento fecal / digestibilidad de la dieta.

## 4. MATERIAL Y METODO

### 4.1.-MATERIAL

#### 4.1.1.- Ubicación del ensayo

Los datos para el presente estudio se obtuvieron de un ensayo que se realizó en el predio experimental " Vista Alegre" propiedad de la Universidad Austral de Chile, ubicado a 6 Km. al norte de la ciudad de Valdivia, provincia del mismo nombre, Décima Región, Chile. Geográficamente se encuentra entre los paralelos 39°47'46" y 39°48'54" latitud sur y los meridianos 73°13'13" y 73°12'24" longitud oeste, a 12 metros promedio sobre el nivel del mar.

El experimento comenzó en Septiembre de 1997 y finalizó en Noviembre del mismo año, abarcando un periodo de 66 días.

#### 4.1.2.- Animales seleccionados

En el ensayo se utilizaron 12 vacas de genotipo Frisón Negro Chileno de propiedad de la Universidad Austral de Chile, las cuales fueron seleccionadas del rebaño total del predio debido a la época de parto (Agosto), N° de lactancia (entre 3 y 7) y producción de leche ( promedio de  $32.0 \pm 4,3$  lts/día).

#### 4.1.3.- Ambiente

Las vacas permanecieron en dos potreros de aproximadamente 1,3 hectáreas cada uno.

#### 4.1.4.-Alimentos

Los alimentos usados en el ensayo fueron:

- Ración base: Pradera mixta permanente mejorada
- Concentrados: Base-coseta <sup>(1)</sup>  
Base cereal <sup>(2)</sup>
- Sales minerales: Lechería alta producción <sup>(3)</sup> y Rumiantes pastoreo <sup>(4)</sup>

(1) Cosetán Vaca Lechera 15 ( Biomaster SA.)

(2) Suralim Mega 1233 ( Biomaster SA.)

(3) Vetersal (Veterquímica).

(4) Vetreblock (Veterquímica).

La composición química de los concentrados se presenta en el siguiente cuadro.

**Cuadro 1: Composición química de los concentrados.**

Concentrado	M.S. %	P.C. %	E.M. Mcal/K	E.E. %	F.C. %	F.D.N. %	C.T. %
A	89.7	19.9	2.8	2.0	15.5	32.5	6.8
B	88.6	14.3	3.1	3.6	8.3	31.1	6.1

Valores expresados en base a 100% materia seca

- MS: Materia seca
- PC: Proteína cruda
- EM: Energía metabolizable
- EE: Extracto etéreo
- FC: Fibra cruda
- FDN: Fibra detergente neutra
- CT: Cenizas totales
- A: Concentrado base coseta
- B: Concentrado base cereal

## **4.2.- METODO**

### **4.2.1.- Identificación y agrupación de los animales**

Cada una de las vacas estaba individualizada por medio de collares con numeración.

Las vacas se asignaron en tres grupos (N°1, 2 y 3) de cuatro animales con diferentes tratamientos de acuerdo al manejo alimenticio. Los grupos se formaron según la producción láctea, con rangos promedios de  $35.2 \pm 1.65$ ;  $33.7 \pm 1.37$ ;  $30.4 \pm 1.71$  y  $28.7 \pm 0.86$  litros por día para cada vaca dentro de un grupo.

### **4.2.2.- Diseño Experimental**

El tiempo que duró el ensayo se dividió en tres periodos de aproximadamente 21 días cada uno, dependiendo de la disponibilidad de forraje, el clima, etc.

Se estructuraron tres tratamientos para cada grupo con rotación en cada periodo:

Tratamiento 1: Sin suplementación

Tratamiento 2: Concentrado A

Tratamiento 3: Concentrado B

El concentrado se entregó a los animales en dos raciones diarias de tres Kg. cada una durante las ordeñas.

Las sales minerales fueron administradas Ad libitum, en los potreros con Veterblock en forma de bloques y en la sala de ordeña con Vetersal en polvo.

### **4.2.3.- Manejo del pastoreo**

Todos los grupos fueron mantenidos juntos a pastoreo rotativo en franjas con cerco eléctrico. Los potreros fueron previamente rezagados para su uso y se estimó la disponibilidad de materia seca del potrero mediante el sistema de aros para asignar una disponibilidad de aproximadamente 40 kg de MS por vaca al día, dividido en dos franjas dianas, las que se cambiaron después de cada ordeña.

El agua de bebida se ofreció a libre disponibilidad en bebederos en los potreros.

### **4.2.4.- Muestreo**

4.2.4.1 Peso vivo: En el ensayo se efectuaron pesajes individuales de las vacas dos veces por semana, realizados en la mañana después de la ordeña. Como elemento de medición se utilizó una balanza para 1500 Kg.



4.2.4.2 Producción y composición de la leche: La producción de leche se midió diariamente y la composición (materia grasa y proteína) se determinó al final de cada periodo.

4.2.4.3 Consumo de pradera: Se calculó el consumo de pradera (CPD) mediante el método de la productividad animal, para lo cual se usó la siguiente fórmula:

$$\text{CPD} = ( \text{Em} + \text{Ecp} + \text{Ep} + \text{Eg} ) - \text{Ec} / \text{Ef}, \text{ donde:}$$

Em: Energía para mantención.

Ecp: Energía para cambio de peso.

Ep: Energía para producción de leche.

Eg: Energía para gestación.

Ec: Energía aportada por el concentrado.

Ef: Cantidad de energía aportada por la pradera.

Los requerimientos de energía para mantención, producción y cambio de peso se calculó según las ecuaciones de AFRC (1993) y se expresaron como Megajoul de energía metabolizable.

Para estimar el grado de asociación entre los dos métodos, se obtuvieron los resultados del consumo con el método del rendimiento fecal/digestibilidad de la dieta de otra tesis de grado realizada en conjunto en el mismo experimento (Anexo N°6).

#### **4.2.5.- Análisis de las muestras**

Las muestras de pradera y concentrado recogidas en el ensayo una vez por periodo, se analizaron en el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Austral de Chile para determinar la materia seca mediante Horno de Ventilación a 60°C por 48 hrs y estufa a 105°C por 12 horas (Bateman, 1970). La proteína cruda (PC en %) por el método Micro Kjeldhal (N\*6.25) (Bateman, 1970) y energía metabolizable por el método de Tilley y Terry (1963) modificado (Goering y Van Soest, 1972).

La materia grasa y proteína cruda de la leche se analizaron por el método Milk-O-Scan en el laboratorio de Cooprinsem en Osorno.

#### **4.2.6.- Análisis estadístico**

Los parámetros analizados estadísticamente fueron: Consumo de materia seca de pradera con el método de la productividad animal, consumo de materia seca total, consumo de proteína cruda y de energía metabolizable. Además, se utilizó un

diseño de cuadrado latino de 3x3 de 4 cuadrados con tres tratamientos y tres periodos, según el nivel productivo del animal.

Para el análisis de los datos, se usó el modelo lineal general, para el cual se incluyeron los efectos fijos tratamiento, periodo, vaca y cuadrado latino.

$$Y = U + T_i + C_j + P_k + V_m (C_j) + E_{ijkm} \text{ en donde:}$$

- Y: Variable dependiente.
- U: Media de Y.
- T<sub>i</sub>: Efecto fijo del i.ésimo tratamiento.
- C<sub>j</sub>: Efecto fijo del j.ésimo cuadrado.
- P<sub>k</sub>: Efecto fijo del k.ésimo periodo.
- V<sub>m</sub>: Efecto de la m.ésima vaca
- E<sub>ijkm</sub>: Error residual .

El grado de asociación entre los valores de consumo de pradera y consumo total para los dos métodos de estimación se determinó mediante análisis de correlación simple.

Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el programa estadístico SAS (stadistic analysis system), con un nivel de significancia de 95% de seguridad.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 COMPOSICION QUIMICA Y DIGESTIBILIDAD DE LA PRADERA.

En el Cuadro 2 se presenta la digestibilidad de la materia seca de la pradera y su composición química durante los tres periodos del ensayo.

**Cuadro 2: Composición química y digestibilidad de la pradera.**

Muestra	M.S. %	P.C. %	E.M. Mcal/K	F.D.N. %	V.D. %	C.T. %
Pradera periodo 1	16.8	24.5	2.9	40.0	80.5	10.3
Pradera periodo 2	15.3	20.0	2.8	51.9	76.2	9.9
Pradera periodo 3	21.0	21.3	2.7	48.8	75.7	10.3

Valores expresados en 100 % de MS

De este cuadro se desprende que la digestibilidad de la materia seca de la pradera fue disminuyendo a través de los periodos, observándose el valor más alto durante el primer periodo que correspondió a los meses de septiembre y principios de octubre.

Se puede apreciar además, un descenso del nivel de la proteína total en el segundo periodo (octubre), que posteriormente presenta un leve aumento en el tercer periodo (noviembre).

El nivel de energía metabolizable desciende en forma paulatina a través de los periodos del ensayo.

### 5.2 PRODUCCION Y COMPOSICION LACTEA

En el cuadro 3 se presentan los promedios de la producción de leche, su composición en materia grasa y proteína cruda por cada tratamiento.

**Cuadro 3: Producción y composición de la leche (materia grasa y proteína) promedio según tratamiento.**

TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN DE LECHE (LTS/DIA)	MATERIA GRASA (%)	PROTEINA CRUDA (%)
1	29.6	3.9	3.0
2	32.6	3.8	3.0
3	32.3	3.6	3.1

La producción de leche fue menor para el primer tratamiento sin concentrado en la ración y mayor para los otros dos tratamientos. La materia grasa fue mayor con el primer tratamiento y menor con el tercer tratamiento. Los porcentajes de proteína cruda en la leche fueron iguales para el tratamiento sin concentrado y el tratamiento 2, en cambio para el tercer tratamiento fue levemente mayor.

### 5.3 CONSUMO DE ALIMENTO SEGUN EL METODO DE PRODUCTIVIDAD ANIMAL.

En el Cuadro 4 se presentan los consumos promedios de materia seca (MS) de la pradera y consumo total de MS al día de las vacas lecheras según tratamiento y nivel productivo.

**Cuadro 4: Valores promedio ( $\pm$ D.E.) del consumo de pradera (CPD) y consumo total (CTD)(Kg MS/día) para cada tratamiento alimentario y nivel de producción.**

TRATAMIENTO	CPD	CTD
1	16.9 $\pm$ 2.85 a	16.9 $\pm$ 2.85 a
2	13.3 $\pm$ 1.73 b	18.7 $\pm$ 1.73b
3	13.3 $\pm$ 1.76 b	18.6 $\pm$ 1.76b
Significancia	*	*
NIVEL PRODUCTIVO (lt/día)		
35.2	16.6 $\pm$ 2.76 a	20.2 $\pm$ 1.58a
33.7	14.5 $\pm$ 2.39 b	18.1 $\pm$ 0.86b
30.4	13.9 $\pm$ 2.79 be	17.5 $\pm$ 2.19 be
28.7	12.9 $\pm$ 1.75c	16.5 $\pm$ 2.57 c
Significancia	*	*
Promedio	14,5 $\pm$ 2.71	18,1 $\pm$ 2.24
s.e.d.	0.78	0.72

s.e.d.= Error estándar de la diferencia entre dos promedios.

a**≠**b**≠**c = (P<0.05); \* = (P<0.05).

El consumo de materia seca (MS) de pradera presentó una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) a favor del primer tratamiento, disminuyendo claramente el consumo de pradera en los tratamientos 2 y 3. Además, se observa que según el nivel productivo el consumo de MS de pradera fue significativamente ( $P < 0.05$ ) mayor para las vacas con mayor producción de leche.

El consumo de MS total de alimento fue menor en forma significativa ( $P < 0.05$ ) para las vacas con el tratamiento 1 que estaban sometidas sólo a pastoreo, con respecto a las vacas suplementadas con concentrado.

Además, el consumo de MS total de alimento según nivel de producción tuvo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), siendo mayor para las vacas con mejor producción de leche.

Con respecto al consumo de MS de pradera y consumo de MS total según periodo e interacción entre tratamiento y nivel productivo, no hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), por lo tanto no se tomaron en cuenta en el análisis estadístico.

#### **5.4 CONSUMO TOTAL DE PROTEINA CRUDA Y ENERGIA METABOLIZABLE**

En el Cuadro 5 se presentan los consumos totales promedios de proteína cruda y de energía metabolizable para todos los tratamientos, periodos y niveles productivos.

**Cuadro 5. Valores promedio  $\pm$ d.e. del consumo total de proteína cruda (g/d) y energía metabolizable (Mcal/día) según tratamiento, periodo y nivel productivo.**

Tratamiento	CONSUMO DE PROTEÍNA CRUDA		CONSUMO DE ENERGÍA METABOLIZABLE	
	g/d	d.e.	Mcal/día	d.e.
1	3705a	702,5	47,3a	8,16
2	3993 b	427,2	52,6 b	4,73
3	3666a	438,3	53,2 b	4,97
Significancia	*		*	
Periodos				
1	4154a	400,2	52,3	4,65
2	3596 b	465,3	51,7	6,75
3	3613 b	584,2	49,1	7,97
Significancia	*		n.s.	
Nivel producción				
1	4243a	413,0	56,9a	4,28
2	3880 b	386,6	51,1 b	3,27
3	3660 be	497,1	49,5 be	6,27
4	3448 c	583,7	46,7 c	7,56
Significancia	*		*	
s.e.d.	169.52		2.04	

s.e.d= Error estándar de la diferencia entre dos promedios.

a $\neq$ b $\neq$ c= (P<0.05).

\* = (P<0.05).

n.s = No es significativo.

Se puede apreciar que para el consumo de proteína total hubo diferencias estadísticamente significativas (P<0.05) según tratamiento, nivel productivo y periodo. Los consumos de proteína cruda fueron más altos con el tratamiento 2 y en el primer periodo. Con respecto al nivel productivo, el consumo total de proteína cruda fue mayor para las vacas con mejor producción de leche.

En el consumo de energía, las diferencias significativas (P<0.05) fueron según tratamiento y nivel de producción, siendo mayores los consumos de energía en las vacas con concentrados en la ración y menores para las vacas a pastoreo, sin Suplementación. Además, el consumo total de energía fue mayor para las vacas con mejores producciones de leche. El consumo de energía según periodo no tiene diferencias significativas (P>0.05), así como tampoco la interacción entre tratamiento y nivel productivo.

## 5.5 CORRELACIONES ENTRE LOS DOS METODOS PARA ESTIMAR EL CONSUMO DE ALIMENTO

Una forma de comparar el método de la productividad animal y el método del rendimiento fecal para estimar el consumo, es usar el coeficiente de correlación. En los siguientes cuadros se presentan las correlaciones entre los dos métodos en forma general y según periodo.

**Cuadro 6. Coeficiente de correlación entre el método de la productividad animal y el método del rendimiento fecal/digestibilidad de la dieta, para el consumo de pradera (CPD) y consumo total (CTD) en forma general.**

	CPD(1)	CTD(1)	CPD (2)	CTD (2)
CPD(1)		*0.48773	*0.32979	-0.10286
CTD(1)			0.16540	*0.38849
CPD (2)				*0.77891
CTD (2)				

\*= (P<0.05).

(1) método de la productividad animal

(2) método del rendimiento fecal/ digestibilidad de la dieta

En este cuadro, el coeficiente de correlación no fue significativa (P>0.05) entre el consumo de pradera (1) y consumo total (2) y entre el consumo de pradera (2) y consumo total (1), el resto de las correlaciones fueron significativas (P<0.05).

En el cuadro 7 se muestran los coeficientes de correlación entre los dos métodos para estimar el consumo de pradera y consumo total, según periodo.

**Cuadro 7: Coeficiente de correlación entre el método de la productividad animal y el método del rendimiento fecal/ digestibilidad de la dieta para estimar el consumo de pradera (CPD) y el consumo total (CTD) según los tres periodos del ensayo.**

	CPD(1)	CTD(1)	CPD (2)	CTD (2)
CPD(1)	P1	0.31036	*0.57772	-0.26807
	P2	0.55032	-0.01996	-0.51204
	P3	0.53447	0.52668	0.20728
CTD(1)	P1		0.00361	0.32064
	P2		-0.04889	0.16789
	P3		0.31176	*0.62504
CPD (2)	P1			0.45358
	P2			*0.65376
	P3			*0.78139
CTD (2)	P1			
	P2			
	P3			

\* = (P<0.05). P1:  
 Periodo N°1 P2:  
 Periodo N°2 P3:  
 Periodo N°3

El coeficiente de correlación en el periodo N°1 fue significativo (P<0.05) solo entre consumo de pradera (1) y consumo de pradera (2). En el segundo periodo la correlación fue significativa solo entre consumo de pradera (2) y consumo total (2) y en el tercer periodo el coeficiente de correlación fue significativa entre consumo de pradera (2) y consumo total (2) y entre Consumo total (1) y consumo total (2). Con respecto a la correlación entre los dos métodos para estimar el consumo de pradera y el consumo total según tratamiento, no hubo significancia (P>0.05), por lo tanto no se tomó en cuenta



## 6. DISCUSION

En este trabajo se discutieron brevemente los datos de la composición química de la pradera, producción y composición de la leche, ya que eran necesarios para poder estimar el consumo de alimento mediante el método de la productividad animal. Además, se incluyeron los consumos de proteína bruta y energía metabolizable para complementar este trabajo.

En el Cuadro 2, se presenta una descripción general sobre la composición química de la pradera. Se aprecia que el contenido de proteína cruda del forraje comienza a disminuir gradualmente al avanzar la primavera, presentando un valor máximo en Septiembre de 24.5% cuando la pradera se encontraría en crecimiento activo. Además, como puede observarse con el contenido energético, presenta el mayor valor en Septiembre con 2,9 Mcal/kg y menor en Noviembre con 2.74 Mcal/kg, lo que coincide con los antecedentes aportados por la publicación de la UACH (1985). En la publicación anterior se menciona un deterioro en la composición nutritiva de la pradera durante la primavera, especialmente en Noviembre, coincidente con la iniciación del estado reproductivo de la pradera, lo que se traduce en una fuerte disminución de la proteína y energía.

Los resultados de digestibilidad de la materia seca de la pradera disminuyen a medida que avanza la estación de crecimiento, encontrándose mayores valores en Septiembre. Esto coincide con lo expresado por Valenzuela (1995), donde señala que la digestibilidad de la pradera presenta variaciones relacionadas a cambios en la composición química del forraje, derivada de los procesos morfológicos que sufre la planta en sus distintos estados de crecimiento.

En el Cuadro 3, se presenta una descripción general de los promedios obtenidos tanto en producción y composición de la leche en los diferentes tratamientos de este experimento.

Con respecto a la producción de leche, se aprecia una variación positiva del orden del 10.1 % en el tratamiento 2 y de un 9.1 % en el tratamiento 3 con respecto a la ración sin concentrado, lo que concuerda con lo publicado por Rolan y col. (1986) en que la producción de leche aumenta levemente al elevar el aporte de concentrado en vacas a pastoreo.

En la composición de la leche, los valores de la proteína cruda estuvieron bajo el promedio de 3.25% obtenido por Pinto y Royo, citados por Banse (1991), para leche recepcionada en plantas de la zona sur. Además, las vacas que no recibieron

el aporte de concentrado en la ración, produjeron leche con mayores porcentajes de materia grasa lo que coincide con Reeve y col. (1986), debido a que al proporcionar dietas ricas en concentrado, se ocasionaría una baja del porcentaje de grasa, pero un aumento total de proteína cruda (Chalmers y col, 1982).

Se observa además, que con una menor producción láctea hay un mayor contenido de materia grasa y que ésta disminuye ya sea al aportar concentrado y al aumentar la productividad, lo que concuerda con lo señalado por Packard (1984), acerca de que existe una correlación negativa entre la producción de leche con el porcentaje de materia grasa.

## **6.1.- CONSUMO DE ALIMENTOS**

La lactancia genera un incremento en la demanda de nutrientes, especialmente en vacas lecheras. Es necesario estimular altos consumos de materia seca (MS) en vacas de alta producción bajo condiciones de pastoreo. Según Leaver (1985), las vacas lecheras bajo condiciones de pastoreo usualmente consumen hasta un 3% de su peso vivo como materia seca, pero en vacas de alta producción esto puede aumentar a un 3.25% del peso vivo. En este ensayo, el consumo total de materia seca tuvo un promedio de 3.23% del peso vivo, lo que coincidiría con lo anteriormente señalado.

El sistema utilizado en esta tesis para medir el consumo de alimento, permitió estudiar el efecto de la suplementación a pastoreo. El consumo de MS de pradera fue significativamente disminuido por la suplementación (Cuadro 4). El consumo de 6 kilogramos de concentrado A o B, disminuyó el consumo de pradera en 3.6 Kg de MS y redujo el consumo en 0.66 kg MS pradera/kg MS concentrado. Leaver y col. (1968) encontraron una reducción de 0.6 a casi un kg de MS por kg extra de concentrado. El resultado ha sido confirmado con forraje cortado por Kellaway y Porter (1993) que aceptan que el nivel de consumo de pradera declinará tanto como el nivel de suplementación con concentrado en la dieta aumente. Las vacas suplementadas con concentrado A y B consumieron respectivamente 1,8 y 1,7 kg de MS más que las vacas control sin suplementación. El consumo total aumentó así en 0.33 y 0.32 kg MS/ kg MS concentrado.

Con respecto al nivel productivo, las vacas con mejores producciones de leche tuvieron un consumo de pradera y consumo total mayor, lo que concuerda con Forbes (1986) y Holmes (1988) quienes dijeron que animales con un alto potencial de producción tienen un mayor consumo de pradera y una mayor eficiencia de conversión que animales de más bajo potencial bajo las mismas circunstancias. En el consumo según nivel productivo hubo una respuesta significativa a la suplementación de 0.55 y 0.50 lts de leche/kg de concentrado consumido

respectivamente para cada tipo de concentrado. Esta respuesta está entre los 0.4 reportados por Journet y Demarquilly (1979) y 0.75 reportado por Jennings (1983).

Con respecto al consumo de proteína cruda y energía metabolizable, en el Cuadro 5 se puede observar que según el tratamiento, el consumo de proteína cruda tuvo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), siendo mayor el consumo en el segundo tratamiento posiblemente debido a que el concentrado A tiene mayor porcentaje de proteína cruda que el concentrado B.

Con respecto al nivel productivo, las vacas con mejores producciones tuvieron un consumo total de proteína mayor, lo que coincide con una recopilación hecha por Paulicks y Kirchgessner (1986), en que analizaron los resultados de diferentes ensayos, concluyeron que en la mayoría de los casos en que hubo un aumento en la producción de leche hubo también un aumento en el consumo de proteína.

El consumo de proteína cruda fue significativamente mayor ( $P < 0.05$ ) en el primer periodo, debido a que en ese periodo del ensayo el porcentaje de proteína en la pradera fue mayor,.

Se aprecia además, que el consumo de energía metabolizable fue significativamente menor ( $P < 0.05$ ) en las vacas que consumieron sólo pradera y no hubo diferencias significativas entre las vacas que tenían suplementación con los dos tipos de concentrado. Generalmente, se puede observar en predios lecheros de la zona sur, que sus praderas de alta calidad tienen deficiencias de energía más que de proteína (SOCHIPA, 1997), y una forma de superar el déficit energético, es aumentar la concentración de energía en la dieta con la incorporación de concentrado en la ración, lo que explicaría el mayor consumo de energía metabolizable en las vacas con Suplementación con concentrado. Además, lo anterior coincide con lo expresado por Ruiz (1988) en que la materia seca del forraje contiene un menor porcentaje de energía, lo que hace entonces que el consumo diario total de energía sea inferior al logrado con la pradera más un concentrado balanceado.

Con respecto al nivel productivo, las vacas con mejores producciones tuvieron un consumo de energía metabolizable significativamente mayor ( $P < 0.05$ ), lo que coincidiría con lo señalado por Pulido (1997) en que al aumentar el nivel de consumo en las vacas lecheras con suplementación con concentrado se aumenta el aporte de energía en la ración y por consiguiente hay una mayor producción de leche.

## **6.2.- CORRELACIONES ENTRE LOS DOS MÉTODOS PARA ESTIMAR EL CONSUMO DE ALIMENTO**

El coeficiente de correlación entre los dos métodos para estimar el consumo de alimento no fue muy alta y en algunos casos no fue significativa ( $P>0.05$ ), por lo tanto no hubo un buen grado de asociación entre estas dos variables (Cuadro 6 y 7).

Una forma de explicar esta falta de correlación sería de suponer que hubo errores en ambos métodos de estimación. Como lo señala Reeves y col.(1996) en que comenta que cuando se usa el método de la productividad animal en cortos periodos de tiempo, es difícil predecir en forma exacta los cambios de peso vivo y por consiguiente se pueden producir errores en la determinación de los requerimientos de energía. Además, se señala por Pulido (1997), la dificultad de conocer la composición química del cambio de peso vivo, lo que no permitiría asignarle el correcto valor energético dentro de la ecuación del método de la productividad animal. En conclusión es posible encontrar errores en este método de estimación del consumo, pero podrían no ser más grandes que los errores incurridos por otras técnicas y probablemente estos habrían afectado a todos los tratamientos en forma similar.

## **6.3.-CONCLUSIONES**

Basado en los resultados del presente trabajo, y en consideración a los objetivos previamente establecidos, se puede concluir lo siguiente:

- 1.-Los niveles de consumo de pradera en las vacas lecheras utilizando el método de la productividad animal, alcanzaron un promedio de  $14.5 \pm 2.71$  kg de MS/día lo que correspondió a un 2.6% del peso vivo. El consumo total de alimento tuvo un promedio de  $18.1 \pm 2.24$  kg de MS/día lo que significó un promedio de 3.23% del peso vivo.
- 2.-El consumo de los dos tipos de concentrado produjo un efecto de sustitución de 0.66Kg de MS pradera / Kg de MS concentrado.
- 3.-Se rechaza la hipótesis nula en que los dos métodos para estimar el consumo entregan resultados similares, ya que los resultados muestran una correlación general bastante baja.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- AFRC. 1990.** Technical Committee on Responses to Nutrients, Report N° 5. Nutritive Requirements of Ruminant Animals: Energy. *Nutr. Abs. & Rev.*, Series B, 60 (10), 729-804, CAB International, Wallingford, Oxon.
- AFRC. 1993.** Energy and Protein Requirements of Ruminants. Institute for Grassland and Animal Production. Hurley, UK.
- ARC. 1980.** The Nutrient Requirements of Ruminants Livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux: Farnham Royal.
- ALLDEN, W. G. Y I. A. WHITTAKER. 1970.** The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Austr. J. of Agr. Research*, 21 :755-766.
- BAILE, C. A. Y C. L. MC LAUGHLIN. 1987.** Mechanisms controlling feed intake in ruminants. *J. of An. Sci.* 64 : 915-922.
- BAKER, R. D. 1982.** Estimating herbage intake by housed animal. En: "Herbage intake handbook." ( ed. JD Leaver). Br. Grass Soc. Oxford, UK: 77-93.
- BALOCCHI, O. Y R. ANRIQUE. 1993.** Atributos de la pradera que afectan el consumo y producción de animales en pastoreo. Sociedad Chilena de Producción Animal. Serie Simposios y Compendios 1: 23-32.
- BANSE, G. 1991.** Utilización de vinaza de remolacha en producción de leche, con raciones basadas en ensilaje. Tesis lie., Ing. Agr. UACH, Fac. de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile.
- BARTHIAUX-THILL, N.; E. FRANCOIS; A. THEWIS Y M. F. THIELEMENS. 1978.** Comparaison chez le mouton dde l'oxyde dde chrome papier et du radiocérium, marqueurs de la phase solide des digestas. *Ann. Zootech* 27 (3): 363-376.
- BATEMAN, J. 1970.** Nutrición Animal. Manual de Métodos Analíticos. Centro Regional de Ayuda Técnica. México. 468 p.
- BONDI, A. 1988.** Nutrición Animal. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.

- BOVAL, M.; J. L. PEYRAUD; A. XANDÉ; G. AUMONT; O. COPPRY Y G. SAMINADIN. 1996.** Evaluation d'indicateurs fécaux pour la prédiction de la digestibilité et des quantités ingérées de *Dichanthium* sp par des bovins créoles en Guadeloupe. *Ann. Zootech* 45: 121-134.
- BUTENDIECK, B.; A. LANUZA; H. G. STEHR Y M. N. FONSECA. 1986.** Comparación de niveles de suplementación energética en vacas a pastoreo durante prim- ver. En: Resúmenes de las investigaciones en bovinos de leche realizadas por INIA durante el periodo 1964-1984. (eds. Jahn, B. Y M. Aedo). Santiago, Chile:p87.
- CHALMERS, J. S.; F. R. MOISEY Y J. D. LEAVER. 1982.** The performance of dairy cows with access to self-feed silage offered concentrates from a free-access dispenser. *An. Prod.* 39(1): 17-23.
- CHAMBERLAIN, D. J. Y P. C. THOMAS. 1983.** A note on the use of chromium sesquioxide as a marker in nutritional experiments with dairy cows. *Anim. Prod.* 36:155-157.
- CLARK, J. Y DAVIS, C. 1980.** Some aspects of feeding high producing dairy cows. *J. of Dairy Sci.* 63 : 873-885.
- COPPOCK, C. E. 1974.** Displaced abomasum in dairy cattle: etiological factors. *J. of Dairy Sci.* 57: 926.
- CORBETT, J. L. 1978.** Measuring Animal Performance. En: "Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production" Bulletin 52. (Ed. L'Mannetje). Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops: Farnham Royal, England: 163-231.
- CORDOVA, F. J.; J. D. WALLACE Y R. D. PIEPER. 1978.** Forage intake by grazing livestock : a review. *J. Range Manage* 31: 430-438.
- COWLISHAW, S. J. Y F. E. ALDER. 1963.** A comparative study of paper and oil as carriers of chromium sesquioxide administered to grazing steers to determine their faecal output. *J. Br. Grassld Soc.* 18: 328-333.
- CROSS, D. L; J. A. BOLING Y N. W. BRADLEY. 1973.** Chromic oxide and crude protein excretion in the bovine as influenced by water restriction. *J. Anim. Sci.* 36 (5): 982-985.
- CUEVAS, E. 1987.** Las praderas como recurso para conservación de forraje en la zona sur. En: Conservación de forrajes (eds. Latrille, I. y O. Balocchi). Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Valdivia. Serie B-12: 1-18.

- CURRAN, M. K.; J. R. LEAVER Y E. W. WESTON. 1967.** A note on the use of chromic oxide incorporated in a feed to estimate faecal output in ruminants. *An. Prod.* 9: 561-563.
- DEMARQUILLY, J. 1979.** The grazing dairy cow. *Grassland Forage Sci.* 34: 12-18.
- DOUSSOULIN DEL CANTO, L. A. 1982.** Consumo voluntario de ensilaje de maiz en vacas lecheras. Tesis, Ing. Agr, UACH. Fac. Cs. Agrarias. Valdivia, Chile.
- ELLIS, K. J.; R. H. LABY; P. COSTIGAN; K. Y P. G. CHOICE. 1982.** Continuous administration of chromic oxide to grazing cattle. *Proc. Nut. Soc. aust.* 7: 177.
- ERIZIAN, C. 1932.** Eine neue methode zur Bestimmung der vom Vieh gefressenen Menge Weidefutters ( A new method of deterring the amount of pasture forage consumed by cattle). *Zeitschrift fur Tierzucht und Zuchtungsbiologie Reihe B.,* 25: 443-459.
- FAICHNEY, G. J. 1975.** The use of markers to partition digestion within the gastrointestinal tract of ruminants. En *Digestion and Metabolism in the Ruminant.* (Eds. I. W. McDonald and A. C. I. Warner). University of New England, Armidale: 277-291.
- FORBES, J. M. 1986.** The voluntary food intake of farm animals, (eds. Butterworth and Co. Ltd). pp.206.
- FULKERSON, W. J.; R. C. DOBOS Y P. J. MICHELL. 1986.** Relationship between predicted energy requirements and measured energy intake of dairy cattle at pasture. *Austr. J. of Experimental Agr.* 6:523-526.
- GOERING, H. Y P. VAN SOEST. 1972.** Análisis de fibra de forrajes. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Lima, Perú. 41 p.
- GOIC, L. Y M. MATZNER. 1977.** Distribución de la producción de materia seca y características de las tres regiones de la zona de las lluvias. *Avances en producción Animal* 2(1).23-31.
- HARGREAVES, B. A. 1993.** Whole-crop barley silage as a supplementary feed for grazing dairy cows. Ph. D. Thesis University of London, pp. 297.
- HATFIELD, P. G.; J. W. WALKER Y H. A. GLIMP. 1991.** Comparing the captec bolus to chromic oxide dosed twice daily using sheep in confinement. *J. Range Manage* 44: 408-409.

- HENDRICKSEN, R. Y D. J. MINSON. 1980.** The feed intake and grazing behavior of cattle grazing a crop of *Lablab purpureus*. *J. Agric. Sci. (Camb.)*116: 417-428.
- HODGSON, J. 1982.** Ingestive behavior. En: *Herbage Intake Handbook* (ed. J. D. Leaver). 8r. Grass Soc. Oxford, UK. Occasional Symposium N°19. 51-63.
- HODGSON, J. 1985.** The control of herbage intake in the grazing ruminant. *Proceedings of the Nutrition Society. 44* : 339-346.
- HODGSON, J. 1986.** Grazing behavior and herbage intake. En: *Grazing Occasional Symposium N° 19: 5* (ed. Frame J). Br. Grass Soc. Oxford, UK: 51-64.
- HODGSON, J. 1990.** Grazing management. Science into practice, Longman group UK Ltda. England.
- HOLMES, C. W. 1988.** Genetic merit and efficiency of milk production by the dairy cow. *Nutrition and lactation in the dairy cow* (ed. Garnsworthy), Butterworths, London, pp. 195-215.
- JENNINGS, P. G. 1983.** Studies on the influence of supplementary feeding on the performance of grazing dairy cows. Ph. D. Thesis, Wye College, University of London.
- JONES, D. I. H. Y M. V. HAYWARD. 1975.** The effect of pepsin pretreatment of herbage on the prediction of dry matter digestibility from solubility in fungal cellulose solution. *J. of Sci., Food and Agriculture*, 26. 711-718.
- JOURNET, M. Y L. DEMARQUILLY. 1979.** Grazing In feeding strategy for the high yielding dairy cow (ed. W. H. Broster y H. Swan): EAAP Publication 25. London: Granada Publishing: 231-295.
- KELLAWAY, R. Y S. PORTER. 1993.** Feeding concentrates. Supplements for Dairy Cows. Dairy Research and Development Corporation. (Ed. R. Hopkins) Agmedia; Daratech Pty Ltd., East Melbourne.
- KLEIN, F. 1991.** Manejo de rezagos y ensilajes para producción de leche. En: Curso "Producción de leche en base a praderas". Colegio de Ingenieros Agrónomos de Chile A. G. Consejo Provincial Osorno. Osorno: 37-45.
- KOTB, A. R., Y T. D. LUCKEY. 1972.** Markers in nutrition. *Nutr. Abs. Rev.* 42. 813-845.
- LABY, R. H.; C. A. GRAHAM; S. R. EDWARDS Y B. KAUTZNER. 1984.** A controlled release intraruminal device for the administration of faecal dry-matter markers to the grazing ruminant. *Can. J. Anim. Sci.* 64:337-338.



- LAMIG, J. 1991.** Suplementación de vacas en pastoreo. En : Curso : " "Producción de leche en base a praderas". Colegio de Ingenieros Agrónomos de Chile A. G. Consejo Provincial Osorno. 88 p.
- LANGLANDS, J. P. 1975.** Techniques for estimating nutrient intake and its utilization by the grazing ruminant. En: Digestion and Metabolism in the Ruminant. (Eds I. W. McDonald and A. C. I. Warner). University of New England, Armidale: 320-332.
- LE DU, Y. L. P. Y P. D. PENNING. 1982.** Animal- based techniques for estimating herbage intake. En: Herbage intake Handbook. (Ed. J. D. Leaver) Br. Grass Soc. Oxford, UK: 37-75.
- LEAVER, J. D. 1982.** Herbage Intake Handbook ( Ed. J. D. Leaver) Br. Grass Soc. Oxford, UK
- LEAVER, J. D. 1985.** Milk production from grazed temperate grassland. *J. of Dairy Res.* 52:313-344.
- LEAVER, J. D. 1988.** Level and pattern of concentrate allocation to dairy cows. In: Garnsworthy, P. C., ed. Recent Advances in Animal Nutrition. London 39: 65-76.
- LEAVER, J. D. ; R. C. CAMPLING Y W. HOLMES. 1968.** Use of supplementary feeds for grazing dairy cows. *Dairy Science Abstracts* 30: 355-361.
- LEAVER, J. D. 1986.** Effects of supplements on herbage intake and performance. *British Grassland Society Occasional Symposium* 19: 79-97
- MAFF. 1975.** Energy allowances and feeding systems for ruminants. Technical Bulletin 33. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London.
- McGUIRE, R. L; N. W. BRADLEY Y C. O. LITTLE. 1966.** Effects of frequency of feeding on excretion of chromic oxide, crude protein and gross energy on nutrient digestibility by steers. *J. Anim. Sci.* 25: 185-191.
- MELIX, C. ; J. L. PEYRAUD Y R. VERITE. 1987.** Utilization de l'oxide de chrome chez les vaches laitières pour la prévision des quantités de fèces émises. 1. Etude des variations du taux de récupération et ses conséquences sur l'estimation de la digestibilité et des quantités ingérées de rations d'herbe et d'ensilage de maïs. *Reprod. Nutr. Develop* 27 (1B): 215-216.
- MELIX, C. Y J. L. PEYRAUD. 1987.** Utilization de l'oxide de chrome chez les vaches laitières pour la prévision des quantités de fèces émises. 2. Comparaison

des méthodes de prélèvement de fèces par voie rectale et par collecte globale (en stalle à digestibilité et sur le champ). *Reprod. Nutr. Develop* 27 (IB): 217-218.

**MILNE, J. A. 1974.** Estimating the faecal output of grazing animals. Proceedings I European Grazing Workshop.

**MINSON, D. J. 1990.** *Forage in Ruminant Nutrition.* ( Academic Press Inc, San Diego).

**MONTEIRO, L. S. 1972.** The control of appetite in lactating cows. *An. Prod.* 14 : 263-281.

**NIELSON, D. R.; C. T. WHITTEMORE; M. LEWIS; H. PARKINSON; L. S. HODGSON-JONES Y J. H. D. PRESCOTT. 1981.** Feed intake equations for high yielding dairy cows given a complete diet. *An. Prod.* 32 : 366-367.

**NRC. 1989.** *Nutrient Requirements of Dairy Cattle.* 6<sup>th</sup> Ed. ( National Academy of Sciences, Washington, DC.)

**PACKARD, S. VERNAL. 1984.** The components of milk: some factors to consider in component pricing plans. *Dairy and Food Sanitation, 4* : 336-347.

**PARKER, W. J.; S. T. MORRIS; D. J. GARRICK; G. L. VINCENT Y S. N. McCUTCHEON. 1990.** Intraruminal chromium controlled release capsules for measuring herbage intake in ruminants- a review. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.* 50: 437-442.

**PAULICKS, B. R. Y M. KIRCHGESSNER. 1986.** Zum Einfluss von Proteinüberversorgung auf milchmenge und milchinhaltsstoffe bei unterschiedlichen Produktionsfaktoren. Das *Wirtschaftseigene Futter.* 32(2) : 113-130.

**PEYRAUD, J. L.; E. A. COMERON; M. H. WADE Y LEMAIRE. 1996.** The effect of daily herbage allowance, herbage mass and animal factors upon herbage intake by grazing dairy cows. *Ann. Zootech,* 45: 201-217.

**PHILLIPS, C. J. C. 1988.** The use of conserved forage as a supplement for grazing dairy cows. *Grass and Forage Sci.* 43: 215-230.

**PICHARD, G. 1993.** Recursos forrajeros complementarios en los sistemas de producción animal en base a praderas. En: Producción Animal (ed. Latrille). Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile, Valdivia. Serie B-17: 295-326.

- PIDGEN, W. J. Y G. J. BRISSON. 1956.** Effect of frequency of administration of chromic oxide and its fecal excretion pattern by grazing wethers. *Can. J. Agric. Sci.* 36: 146-155.
- ROLAN, C. E; R. E. BLASER; L. N. MILLER Y D. D. WOLF. 1986.** Utilization of pasture by lactating cows. *J. Dairy Sci.* 69(6) : 1064-1612.
- PULIDO, R. G. 1997.** Interaction of pasture conditions, concentrate supplementation and milk yield level in relation to dairy cow performance and behaviour. Ph. D. Thesis, Wye College, University of London.
- REEVE, A. ; W. THOMPSON ; R. G. HODGSON ; R. D. BAKER Y A. CARSWELL. 1986.** The effect of level of concentrate supplementation in winter and grazing allowance on the milk production and financial performance of springcalving cows. *An. Prod.* 42(1) : 39-51.
- REEVES, M.; W.J. FULKERSON; R.C. KELLAWAY Y H. DOVE. 1996.** A comparison of three techniques to determine the herbage intake of dairy cows grazing Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) pasture. *Aust. J. of Experimental Agr.* 36 : 23-30.
- ROBERTS, D. J. 1989.** A comparison of buffer and practical storage feeding of a straw/concentrate mixture to grazing dairy cows. *Grass and Forage Sci.* 44: 399-404.
- ROGERS, G. L. 1979.** Wilted silage as supplements for pasture fed cows in late lactation. Ellinbank Dairy Research Station. Animal report, Department of Agriculture, Victoria, pp. 55-56.
- ROMERO, O. 1986.** Ecosistema pratense. En: Producción de forrajes (ed. Latrille, L). Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile, Valdivia. Serie B-11: 36-52.
- ROMERO, O. 1993.** Bases técnicas del manejo del pastoreo. En: Serie de Simposios y Compendios. Sociedad Chilena de Producción Animal, vol 1.
- RUIZ, I. 1988.** La pradera como alimento para ganado. En Praderas Para Chile. (Ed. Ruiz, I). Santiago, Chile, p. 13.
- SMITH, A. M. Y J. T. REÍD. 1955.** Use of chromic oxide as an indicator of the faecal output for the purpose of determining the intake of pasture herbage by grazing cows. *J. Dairy Sci.* 38: 515-524.
- SOCHIPA. 1997.** Sistemas de producción de leche basados en praderas permanentes. Borrador de trabajo a ser presentado a Simposio Producción de leche en base a praderas. Valdivia, Chile

**SPEDDING, C. R.; R. V. LARGE Y D. D. KYDD. 1966.** The evaluation of herbage species by grazing animals. *Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Grassland Congress, Helsinki*, p. 479-483.

**TILLEY, J. M. A. Y R. A. TERRY. 1963.** A two -stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassld. Soc.* 18. 104-111.

**TISSERAND, J. L.; J. COLEOU Y Z. ZELTER. 1962.** Emploi du sesquioxide de chrome comme indicateur dans les études de bilan digestif chez les ruminants. *CR Académie des Sciences* 254: 2233-2235.

**TYRELL, H. F. Y J. T. REID. 1965.** Prediction of the energy value of cow's milk. *J. Dairy Sci.* 48. 1215-1223.

**UACH. 1985.** Composición de alimentos para el ganado en la zona sur. Facultad de ciencias agrarias. Instituto de producción animal. Valdivia, Chile.

**VALENZUELA, V. R. 1995.** Digestibilidad y energía metabolizable *in vivo* de ensilajes de pradera permanente en tres estados fenológicos. . Tesis, Ing. Agr., UACH. Fac. Cs. Agrarias. Valdivia, Chile.

**WANYOIKE, M. M. Y W. HOLMES. 1981.** A comparison of indirect methods of estimating feed intake on pasture. *Grass Forage Sci.* 36:221-225.

**WILKINNSON, J. M. Y J. H. PRESCOTT. 1970.** The use of chromic oxide in the measurement of individual feed in cattle fed on silage and barley. *An. Prod.*, 12: 71-80.

**ZOBY, J. L. F. YW. HOLMES. 1983.** The influence of size of animal and stocking rate on the herbage intake and grazing behavior of cattle. *J. Agric. Sci.* 10

## 8. ANEXOS

### Anexo N° 1: Peso promedio y cambio de peso vivo por vaca y tratamiento durante los tres periodos.

N° ACA	PERIODO N° 1			PERIODO N° 2			PERIODO N° 3		
	Peso prom.	C. peso (kg/día)	Tratam	Peso prom.	C. peso (Kg/día)	Tratam	Peso prom.	C. peso (Kg/día)	Tratam
55	574,8	1,06	1	590,7	0,81	3	596	-0,31	2
10	498,3	1,13	1	513,7	1,54	3	529,6	0,43	2
62	533	0,50	1	544,7	1,79	3	552,4	0,28	2
15	600,7	0,03	1	614,5	0,37	3	615,9	-0,22	2
28	570,5	0,58	2	577,2	1,99	1	583,1	-0,14	3
68	507,7	0,74	2	510,2	0,01	1	521,6	0,66	3
83	494,2	0,98	2	520,5	-0,64	1	503,3	-0,16	3
4	626,8	0,35 "	2	621,8	-0,94	1	601,1	-0,42	3
18	668	1,43	3	674,7	-0,07	2	692,7	-0,42	1
26	484,7	1,42	3	496,3	0,03	2	499,3	-0,33	1
65	549,8	1,13	3	559,2	1,09	2	551,3	-2,47	1
34	523	0,54	3	530,5	0,78	2	538,6	-0,24	1

### Peso promedio y cambio de peso por tratamiento y periodo

Tratamiento	PERIODO N°1		PERIODO N°2		PERIODO N°3	
	Peso prom.	C. peso (Kg/día)	Peso prom.	C. peso (Kg/día)	Peso prom.	C. peso (Kg/día)
1	551,7	0,68	557,4	0,10	570,5	-0,87
2	549,8	0,66	565,1	0,46	573,5	0,05
3	556,3	1,13	565,9	1,13	552,3	-0,02

**Anexo N° 2: Producción y composición (materia grasa y Proteína bruta) promedio de la leche de cada vaca durante los tres periodos.**

Vaca	Periodo N°1			Periodo N° 2			Periodo N° 3		
	P	G	PC	P	G	PC	P	G	PC
55	32.6	32.2	30.2	34.1	31.3	29.5	32.6	28.3	29
10	31.9	34.7	29.5	33.3	31	30.1	33.1	46.3	29
62	33.7	38.7	30.9	34	42	31.4	31.8	43.8	31.3
15	26.4	43	35	30.5	39	33.8	31	40.3	30.8
28	38.7	38.4	31.4	35.8	37.7	29.8	37	38.5	30.5
68	34.4	35.6	31.2	30	37.5	31.2	32.8	34.3	31
83	31.9	28.íH	32.4	28.9	43.5	30.8 1	31.4	39.4	30.7
4	31.8	35.6	30.9	26.4	45.8	29.8	26.8	44	32.2
18	38.9	31.7	31.9	36.7	40.6	30.3	31.3	37.2	29.7
26	36.4	34.4	30.8	34.2	40.8	28.5	36.5	41.7	29.1
65	32.4	32.5	31.8	30.3	39.5	31.2	23	48	28.9
34	29	35.5	30.4	26.7	33.7	29.7	25.9	34.8	28.3

P: Producción de leche (lts/día)

G: Materia grasa(gr/lit)

PC: Proteína cruda (gr/lit)

**Anexo N° 3: fórmulas para calcular el consumo de alimento mediante el método de la productividad animal.**

(1) Consumo de pradera = ( Em + Ecp + Ep +Eg ) - Ec / Ef, donde:

(2)  $Em(\text{Mj/d}) = (\text{Ma} + A)/\text{Km}$

(3)  $\text{Ma}(\text{Mj7d}) = 0.53(\text{pv}/1.08)^{0.67}$

(4)  $A(\text{Mj/d}) = 0.0095 \cdot \text{pv}$

(5)  $\text{Km} = 0.35\text{qm} + 0.503$

(6)  $\text{qm} = \text{Ef}/\text{EB}$

(7)  $\text{Ep}(\text{Mj/d}) = (\text{P} \cdot \text{VEL})/\text{KI}$

(8)  $\text{VEL}(\text{Mj/Kg}) = 0.0376(\text{G}) + 0.0209(\text{PC}) + 0.948$

(9)  $\text{KI} = 0.35\text{qm} + 0.420$

(10)  $\text{Ecp}(\text{Mj/d}) = (\text{cpv} \cdot \text{VEG o VEP})$

(11)  $\text{VEG}(\text{Mj/Kg}) = 19$

(12)  $\text{VEP}(\text{Mj/kg}) = (19 \cdot 0.84)/\text{KI}$

(13)  $\text{Ec}(\text{Mj/Kg}) =$  13.1 concentrado A  
11.88 concentrado B

(14)  $\text{Ef}(\text{Mj/Kg}) =$  12.1 periodo 1  
11.5 periodo 2  
10.9 periodo 3

## Siglas:

A: Actividad asignada

EB: Energía bruta de una dieta(Mj/Kg MS), según ARC(1965 y MAFF(1976) se asume un valor promedio de 18.4 Mj/Kg MS.

Ec: Energía aportada por el concentrado.

Ecp: Energía para cambio de peso.

Ef: Concentración energética del forraje.

Eg: Energía para gestación.

Em: Energía para mantención.

Ep: Energía para producción de leche.

G: Materia grasa de la leche(gr/lit).

Kl: Eficiencia de utilización de la energía metabolizable para producción de leche.

Km: Eficiencia de utilización de la energía metabolizable para mantención.

Ma: Metabolismo de ayuno.

PC: Proteína cruda de la leche (gr/lit).

P: Producción de leche (lts/d).

qm: Metabolismo de EB para mantención,  $E_f/EB$ .

VEG: Valor energético para ganancia de tejido.

VEL: Valor energético de la leche.

VEP: Valor energético para pérdida de tejido.



**Anexo N° 4: Cálculos para estimar el consumo de alimento según el método de la productividad animal.**

N° vaca	Periodo	Tratam.	Ma(MJ/d)	A(MJ/D)	Em(Mj/d)	VEL(mj/d)	Ep (Mj/d)	Ecp(mj/d)
55	1	1	35,54	5,46	55,93	2,79	139,89	20,25
10	1	1	32,30	4,73	50,51	2,87	140,78	21,45
62	1	1	33,79	5,06	52,99	3,05	158,04	9,46
15	1	1	36,61	5,71	57,72	3,30	133,84	0,51
28	1	2	35,36	5,42	55,63	3,05	181,43	11,06
68	1	2	32,71	4,82	51,19	2,94	155,48	14,10
83	1	2	32,12	4,69	50,22	2,71	133,05	18,66
4	1	2	37,67	5,95	59,50	2,93	143,42	6,59
18	1	3	39,31	6,34	62,27	2,81	167,92	27,15
26	1	3	31,71	4,60	49,53	2,89	161,53	27,02
65	1	3	34,50	5,22	54,18	2,83	141,26	21,49
34	1	3	36,20	5,61	57,03	2,92	130,16	10,28
55	2	3	36,19	5,61	57,93	2,74	146,35	15,41
10	2	3	32,96	4,88	52,43	2,74	142,98	29,24
62	2	3	34,28	5,17	54,67	3,18	169,45	34,11
15	2	3	37,17	5,84	59,59	3,12	149,02	7,13
28	2	1	35,64	5,48	56,98	2,99	167,49	37,89
68	2	1	32,81	4,85	52,18	3,01	141,37	0,17
83	2	1	33,26	4,94	52,93	3,23	146,02	-15,97
4	2	1	37,47	5,91	60,10	3,29	136,10	-23,56
18	2	2	39,57	6,41	63,71	3,11	178,56	-1,70
26	2	2	32,21	4,71	51,16	3,08	164,79	0,57
65	2	2	34,89	5,31	55,70	3,09	146,35	20,61
34	2	2	33,68	5,04	53,65	2,84	118,54	14,84
55	3	2	36,42	5,66	59,24	2,62	136,056	-7,84
10	3	2	33,64	5,03	54,45	3,29	173,85	8,19
62	3	2	34,61	5,25	56,11	3,25	164,70	5,35
15	3	2	37,22	5,85	60,64	3,11	153,53	-5,50
28	3	3	35,89	5,54	58,32	3,03	178,89	-3,61
68	3	3	33,30	4,95	53,86	2,89	150,87	12,62
83	3	3	32,51	4,78	52,51	3,07	153,72	-4,17
4	3	3	36,63	5,71	59,60	3,27	139,93	-10,79
18	3	1	40,28	6,58	65,96	2,97	148,06	-10,93
26	3	1	32,34	4,74	52,21	3,12	151,89	-8,32
65	3	1	34,56	5,24	56,03	3,36	123,07	-62,92
34	3	1	34,02	5,12	55,10	2,85	117,58	-6,13

N° vaca	periodo	Tratam.	Concentrado (Kg MS)	Concentrado Mj/kg MS	Consumo pradera (kg. MS/día)	Consumo total (Kg MS/día)
55	1	1	0	0	17,9	17,9
10	1	1	0	0	17,6	17,6
62	1	1	0	0	18,2	18,2
15	1	1	0	0	15,9	15,9
28	1	2	5,38	63,97	15,2	20,6
68	1	2	5,38	63,97	12,9	18,3
83	1	2	5,38	63,97	11,4	16,8
4	1	2	5,38	63,97	12,1	17,4
18	1	3	5,32	69,64	15,5	20,8
26	1	3	5,32	69,64	13,9	19,2
65	1	3	5,32	69,64	12,2	17,5
34	1	3	5,32	69,64	10,6	15,9
55	2	3	5,32	69,64	13,05	18,4
10	2	3	5,32	69,64	13,5	18,8
62	2	3	5,32	69,64	16,4	21,7
15	2	3	5,32	69,64	12,7	18,0
28	2	1	0	0	22,8	22,8
68	2	1	0	0	16,8	16,8
83	2	1	0	0	15,9	15,9
4	2	1	0	0	15,0	15,0
18	2	2	5,38	63,97	15,4	20,7
26	2	2	5,38	63,97	13,3	18,6
65	2	2	5,38	63,97	13,8	19,2
34	2	2	5,38	63,97	10,7	16,1
55	3	2	5,38	63,97	11,3	16,7
10	3	2	5,38	63,97	15,8	21,2
62	3	2	5,38	63,97	14,9	20,3
15	3	2	5,38	63,97	13,3	18,7
28	3	3	5,32	69,64	15,0	20,4
68	3	3	5,32	69,64	13,6	18,9
83	3	3	5,32	69,64	12,1	17,5
4	3	3	5,32	69,64	10,9	16,2
18	3	1	0	0	18,6	18,6
26	3	1	0	0	17,9	17,9
65	3	1	0	0	10,7	10,7
34	3	1	0	0	15,3	15,3

**Anexo N° 5: Fórmulas utilizadas para determinar el consumo de alimento con el método del rendimiento fecal/ digestibilidad de la dieta.**

CP =  $CHP/(1-D)$ , donde:

CP: Consumo de pradera

CHP: Cantidad de heces producidas

D: Digestibilidad de la materia seca de la pradera

$$CHP = \frac{\text{Cantidad del marcador dado (g/día)}}{\text{Cantidad del marcador en las heces (g/g)}}$$

Para calcular la digestibilidad de la MS de la pradera o valor D se utilizó el método in vitro de Tilley y Terry modificado, la muestra se somete a indigestión durante 48 horas con microorganismos del rumen, seguido de una digestión durante 48 horas con pepsina y ácido clorhídrico.

**Anexo N° 6: Consumo total de alimento (Kg MS/día) mediante el método del rendimiento fecal/ digestibilidad de la dieta por tratamiento y por vaca durante los tres periodos del ensayo.**

	Periodo 1		Periodo 2		Periodo 3	
Vacas	Tratamiento	Consumo	Tratamiento	Consumo	Tratamiento	Consumo
55	1	23,5	3	22,4	2	26,1
10	1	18,7	3	20,3	2	20,7
62	1	27,5	3	25,2	2	24,7
15	1	22,6	3	26,0	2	15,9
28	2	26,4	1	19,1	3	22,4
68	2	24,2	1	16,8	3	19,2
83	2	24,3	1	18,8	3	18,8
4	2	26,9	1	22,8	3	17,2
18	3	26,3	2	24,6	1	22,6
26	3	23,9	2	27,7	1	16,1
65	3	25,1	2	26,4	1	12,3
34	3	25,3	2	23,5	1	16,3

**Anexo N° 7: consumo diario de Pradera ( Kg MS/día) según el método del rendimiento fecal/ digestibilidad de La dieta por tratamiento y vaca durante cada periodo.**

Vacas	Periodo 1		Periodo 2		Periodo 3	
	Tratamiento	Consumo	Tratamiento	Consumo	Tratamiento	Consumo
55	1	23,5	3	17,2	2	20,7
10	1	18,7	3	15,2	2	15,3
62	1	27,5	3	20,0	2	19,4
15	1	22,6	3	20,9	2	10,5
28	2	21,0	1	19,1	3	17,3
68	2	18,8	1	16,8	3	14,0
83	2	18,9	1	18,8	3	13,7
4	2	21,6	1	22,8	3	12,1
18	3	21,1	2	19,2	1	22,6
26	3	18,7	2	22,3	1	16,1
65	3	20,0	2	21,0	1	12,3
34	3	20,2	2	18,2	1	16,3