

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

PRODUCTIVIDAD DE VACAS LECHERAS  
PASTOREANDO PRADERAS CON DIFERENTES  
GRAMINEAS PERENNES

por

Pablo Martín González Barrios

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2010

Tesis aprobada por:

Director:

-----  
Ing. Agr (PhD) Laura Astigarraga

-----  
Ing. Agr (MSc) Ana Bianco

-----  
Ing. Agr (PhD) Cristina Cabrera

Fecha:

13/05/2010  
-----

Autor:

-----  
Pablo Martín González Barrios

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a mis padres, ya que sin su ayuda y sin su amor, nada de esto hubiese sido posible.

A toda mi familia, que me ha acompañado en todos estos años y muy especialmente a mi tío Chiwi y a Silvia, porque me brindaron su hogar en todo momento.

A María Noel, por impulsarme a terminar y apoyarme en todo, y a mis amigos que son de las cosas más lindas que me ha dado la vida.

A Laura Astigarraga, que me brindó todo lo que tuvo a su alcance y de alguna manera es responsable de mi interés por la investigación.

A mis compañeras/os de DBEC, que me ayudaron mucho en mi etapa final.

Y a todos aquellos compañeros y amigos que me ha dejado la facultad en estos hermosos años.

A todos, muchas gracias.

## TABLA DE CONTENIDO

|  | Página |
|--|--------|
| PÁGINA DE APROBACIÓN.....  | II     |
| AGRADECIMIENTOS.....   | III    |
| LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....  | VI     |
| <br>   |        |
| 1. <u>INTRODUCCION</u> .....   | 1      |
| 2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</u> .....   | 3      |
| 2.1. LA IMPORTANCIA DE LAS GRAMINEAS PERENNES EN<br>LOS SISTEMAS DE PRODUCCION DE LECHE.....   | 3      |
| 2.2. IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD<br>NUTRICIONAL DE PASTURAS BAJO PASTOREO<br>EN COMPARACION A ENSAYOS BAJO CORTE..... | 4      |
| 2.3. PRINCIPALES CARACTERISTICAS QUE INCIDEN EN<br>EL VALOR NUTRICIONAL DE GRAMINEAS.....  | 9      |
| 2.2.1. <u>Producción, tasa de crecimiento y variación estacional</u> ...   | 9      |
| 2.2.2. <u>Consumo</u> .....  | 11     |
| 2.2.3. <u>Digestibilidad</u> .....   | 14     |
| 2.2.4. <u>Contenido energético de la pastura</u> .....   | 17     |
| 2.2.5. <u>Contenido de proteína de la pastura</u> .....  | 18     |
| 2.4. EFECTO DE LA CALIDAD DE LAS GRAMINEAS<br>PERENNES SOBRE LA PRODUCCIÓN ANIMAL.....   | 21     |
| 2.5. INFECCIÓN ENDOFÍTICA DE HONGOS EN FESTUCA.....  | 23     |
| 2.5.1. <u>Efecto sobre la performance animal</u> .....   | 24     |
| 3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....   | 25     |
| 3.1. LOCALIZACIÓN Y PERIODO EXPERIMENTAL.....  | 25     |
| 3.2. PASTURAS.....   | 25     |
| 3.3. ANIMALES.....   | 25     |
| 3.3.1. <u>Ensayo de digestibilidad con capones</u> .....   | 25     |
| 3.3.2. <u>Ensayo con vacas lecheras</u> .....  | 26     |
| 3.4. DETERMINACIONES EN LA PASTURA.....  | 27     |
| 3.4.1. <u>Medición de biomasa acumulada y altura de planta</u> .....   | 27     |
| 3.4.2. <u>Composición morfológica</u> .....  | 28     |
| 3.5. DETERMINACIONES EN LOS ANIMALES.....  | 28     |
|  | IV     |

|   |    |
|---|----|
| 3.5.1. <u>Ensayo con capones</u> .....  | 28 |
| 3.5.2. <u>Ensayo con vacas lecheras</u> .....   | 29 |
| 3.5.2.1. Producción de leche y composición.....   | 29 |
| 3.5.2.2. Pesaje de los animales.....  | 29 |
| 3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....  | 29 |
| 4. <u>RESULTADOS</u> .....  | 33 |
| 4.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS PASTURAS.....   | 33 |
| 4.1.1. <u>Características físicas</u> .....   | 33 |
| 4.1.2. <u>Composición morfológica por estratos</u> .....  | 34 |
| 4.1.3. <u>Perfil de distribución de las pasturas</u> .....  | 37 |
| 4.1.4. <u>Composición química de las pasturas</u> .....   | 38 |
| 4.2. ASIGNACIÓN DIARIA DE FORRAJE.....  | 39 |
| 4.3. ENSAYO EN CAPONES.....   | 40 |
| 4.3.1. <u>Digestibilidad</u> .....  | 40 |
| 4.3.2. <u>Consumo de voluntario de forraje</u> .....  | 40 |
| 4.4. ENSAYO CON VACAS LECHERAS.....   | 41 |
| 4.4.1. <u>Producción de leche y composición</u> .....   | 41 |
| 4.4.2. <u>Evolución de producción de leche y composición</u><br><u>durante el experimento</u> ..... | 44 |
| 4.4.3. <u>Variación de peso vivo</u> .....  | 46 |
| 5. <u>DISCUSIÓN</u> .....   | 48 |
| 5.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS PASTURAS.....   | 48 |
| 5.1.1. <u>Características físicas</u> .....   | 48 |
| 5.1.2. <u>Composición química</u> .....   | 50 |
| 5.2. CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD EN CAPONES.....   | 52 |
| 5.3. EVALUACION NUTRICIONAL DE LAS PASTURAS CON<br>VACAS LECHERAS.....                              | 53 |
| 6. <u>CONCLUSIONES</u> .....  | 57 |
| 7. <u>RESUMEN</u> .....   | 58 |
| 8. <u>SUMMARY</u> .....   | 59 |
| 9. <u>BIBLIOGRAFIA</u> .....  | 60 |
| 10. <u>ANEXOS</u> .....   | 68 |

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

| <b>Cuadro No.</b>  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| 1. Consumo relativo de animales pastoreando diferentes gramíneas.....              | 13            |
| 2. Digestibilidad de gramíneas dependiendo de la calidad.....                      | 16            |
| 3. Contenido de PC (g/Kg MS) de cortes regulares de gramíneas templadas.....       | 20            |
| 4. Contenido de PC según parte de la planta para diferentes gramíneas.....         | 21            |
| 5. Descripción del lote 1.....   | 26            |
| 6. Descripción del lote 2.....   | 27            |
| 7. Oferta y rechazo (total y Kg MS) de las pastura.....                            | 33            |
| 8. Composición morfológica por estrato (gr MS/estrato) de oferta de festuca.....   | 34            |
| 9. Composición morfológica por estrato (gr MS/estrato) de rechazo de festuca.....  | 35            |
| 10. Composición morfológica por estrato (gr MS/estrato) de oferta de dactylis..... | 36            |
| 11. Composición morfológica por estrato (gr MS/estrato) rechazo de dactylis.....   | 36            |

|  |    |
|--|----|
| 12. Composición química del material disponible.....           | 38 |
| 13. Asignación forraje diario por lote (metros cuadrados.....) | 39 |
| 14. Digestibilidades medidas en capones.....                   | 40 |
| 15. Niveles de consumo (gr MS/Kg PM) medidos en capones.....   | 41 |
| 16. Producción de leche y composición por día.....             | 42 |
| 17. Variación de peso vivo.....                                | 47 |

**Figura No.**

|  |    |
|--|----|
| 1. Distribución estacional de la producción de gramíneas perennes..... | 9  |
| 2. Tasas de crecimiento (Kg Ms/Ha/día) de gramíneas perennes.....      | 10 |
| 3. Variación estacional de la digestibilidad de la MO (%)......        | 15 |
| 4. Variación del contenido de PC en gramíneas perennes.....            | 20 |

**Gráfico No.**

|  |    |
|--|----|
| 1. Perfil de distribución de festuca para disponible y rechazo.....                          | 37 |
| 2. Perfil de distribución de dactylis por fracción (%) para<br>disponibilidad y rechazo..... | 38 |
| 3. Evolución diaria de PL.....   | 44 |
| 4. Producción de proteína en leche (Kg/vaca/día).....  | 45 |

5. Producción de grasa en leche (Kg/vaca/día)..... 46

## 1. INTRODUCCIÓN

La información de las principales rotaciones forrajeras en predios lecheros muestran que las mezclas forrajeras predominantes para la implantación de las praderas incluyen leguminosas con gramíneas anuales o bianuales<sup>1</sup>. Los datos de la venta de semillas forrajeras para la lechería arroja la misma tendencia: solo el 40 % de las praderas sembradas incluye gramíneas perennes, aunque es de destacar que esta proporción es mayor a la estimada para el 2003 que fue de 25%. Ello tiene como consecuencia que los ciclos de pasturas sean más cortos, de 2 a 3 años, con una pradera de alta productividad en el primer y segundo año y muy baja en el tercero como se comprueba a partir de los registros de pastoreo en predios lecheros<sup>2</sup>.

El acortamiento del ciclo de pradera en la rotación forrajera agrava la problemática estructural de la base forrajera de los predios lecheros: nuestros sistemas requieren de la resiembra de las praderas para mantener la oferta del pasto del sistema y además una alternancia con verdeos anuales, para controlar el enmalezamiento y las enfermedades. Esto significa en una rotación de 4 años (VI/VV - P1° - P2° - P3°), que en otoño se deba implantar el 50% del área entre VI y P1° año. El análisis de los registros de pastoreo de los tambos (Astigarraga, 2004) permite ver que el área efectiva de pastoreo en marzo y abril es muy baja, de aproximadamente el 50% del área total, lo cual lleva a un importante aumento de la carga (No. VO/ Há efectiva de pastoreo).

El enfoque de la investigación a nivel de sistemas de producción lecheros, debería priorizar la persistencia productiva de las pasturas, es decir, apuntar a rotaciones con ciclos de pasturas más largos. El alargamiento de los ciclos de pastura de las rotaciones permitiría reducir la incidencia del “hueco” de otoño en la base forrajera y por ende las consecuencias asociadas a esta problemática (sobrepastoreo de las pasturas más productivas, subalimentación del rodeo, pérdida de eficiencia en el uso del concentrado).

En este sentido, la inclusión de gramíneas perennes en las mezclas forrajeras permitiría agregar estabilidad y longevidad a la oferta forrajera.

<sup>1</sup>Fossati, M. 2004. Intensificación, la alternativa rentable. In: Intensificación de la lechería; ¿una alternativa rentable?, INIA FPTA 101.

<sup>2</sup>Astigarraga, L. 2003. Intensificación en lechería. In: Intensificación de la lechería; ¿una alternativa rentable?, INIA FPTA 101.

A pesar de que las gramíneas perennla siembra, poseen una gran capacidad para propagarse vegetativamente por medio de procesos activos de crecimiento lateral mediante tallos aéreos, macollas o rizomas apoyados por sistemas radiculares voluminosos. Ello les permite hacer una entrega de forraje más prolongada y persistente desde el otoño y a lo largo del año, así como entre años, lo cual las conduce a alcanzar un dominio permanente en la pastura, imponiéndose sobre la competencia ejercida por las malezas y la gramilla (Carámbula, 2002).

Si bien es cierto que con este tipo de especies no se incrementan los rendimientos totales anuales (en comparación a la productividad anual de una mezcla bianual de trébol rojo y raigrás) se puede alcanzar una entrega más equilibrada de forraje, aspecto que puede resultar en la práctica más importante ya que se puede alcanzar un mayor equilibrio entre la oferta de otoño-invierno y la de primavera.

Datos de INIA (García, 2003) muestran producciones de 5000 a 7000 Kgs MS/ año en 3 años de evaluación para las principales gramíneas invernales perennes disponibles (dactylis, bromus, festuca). A pesar de las ventajas enumeradas sobre la inclusión de gramíneas perennes, en general los productores no las usan por considerar que las gramíneas son menos "lecheras" que la mezclas con gramíneas anuales y leguminosas. Por ello además de la productividad anual, es necesario evaluar las gramíneas perennes en términos de su calidad nutricional a lo largo del ciclo productivo para difundir su uso en sistemas lecheros y es por lo cual se propone esta evaluación en condiciones controladas.

En objetivo de este trabajo fue estudiar la potencialidad del uso de gramíneas perennes para la producción de leche, apuntando a:

- 1- Determinar la productividad de las gramíneas (rendimiento y composición morfológica).
- 2- Determinar el valor nutricional (consumo potencial, digestibilidad total y por fracciones) y composición química.
- 3- Medir la respuesta en producción de leche con vacas lecheras.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. LA IMPORTANCIA DE LAS GRAMINEAS PERENNES EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCION DE LECHE

Existe una gran problemática a nivel de predios, a causa de los ciclos cortos de la pradera en la rotación. El alargamiento de los ciclos de pasturas de las rotaciones forrajeras permitiría reducir la incidencia del “hueco” de otoño en la base forrajera y por ende las consecuencias asociadas a esta problemática (sobrepastoreo de las pasturas más productivas, subalimentación del rodeo, pérdida de eficiencia en el uso del concentrado).

En este sentido la inclusión de gramíneas perennes en las mezclas forrajeras permite agregar estabilidad y longevidad. A pesar de que las gramíneas perennes poseen en contraposición a las gramíneas anuales, un desarrollo inicial lento y una baja producción de forraje en el año de la siembra, poseen una gran capacidad para propagarse vegetativamente por medio de procesos activos de crecimiento lateral mediante tallos aéreos, macollas o rizomas apoyados en sistemas radiculares voluminosos. Ello les permite hacer una entrega de forraje más prolongada y persistente desde el otoño y a lo largo del año, así como entre años, lo cual las conduce a alcanzar un dominio permanente en la pastura, imponiéndose sobre la competencia ejercida por las gramíneas y las gramilla (Carámbula, 2002).

Las gramíneas forrajeras ocupan un lugar muy importante en las pasturas cultivadas del Uruguay, ya sea como base de verdeos anuales y como componente de praderas de corta o larga duración en asociación con leguminosas (García, 2003).

Los sistemas de rotación larga, donde se incluyen gramíneas perennes de ciclo invernal que se utilizan por más de 3 ó 4 años, ocupan un lugar vital en las producciones animales de la región. Las especies perennes de ciclo invernal contribuyen, por la muy buena longevidad de sus plantas, a lograr pasturas con una prolongada persistencia productiva, siempre que reciban un aporte adecuado de nitrógeno (Carámbula, 2002).

Las opciones forrajeras perennes presentan otra gran ventaja adicional, que radica en la posibilidad de ser pastoreadas en cualquier mes del otoño, marzo, abril o mayo, en tanto con avena, la producción otoñal es altamente dependiente de la fecha de siembra.

## 2.2. IMPORTANCIA DE LA EVALUACION DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE PASTURAS BAJO PASTOREO EN COMPARACION A ENSAYOS BAJO CORTE

La evaluación de la calidad y valor nutritivo de pasturas resulta siempre una tarea difícil, debido a que el interés no se centra en la producción de la pastura en si misma, sino que el objetivo es ver la respuesta animal obtenida por el consumo de esa pastura. A esto se agrega un problema y es que en nuestro país los sistemas de producción se basan en pastoreos directos de los animales a lo largo de todo al año, siendo difícil estimar el valor económico del forraje producido.

Al realizar comparaciones sobre la respuesta animal, se incluyen factores del animal, del ambiente, y de la pastura que solo pueden ser evaluados bajo condiciones in vivo, ya que en experimentos in situ y fundamentalmente en los de laboratorio, las condiciones son más controladas.

El establecimiento de pequeños experimentos que se cortan periódicamente, es el sistema tradicional de evaluación de calidad de pasturas, en donde se utiliza la producción total de materia seca o de algunos de los componentes de la misma como indicadores del valor nutricional que presenta en ese momento. El análisis de esos componentes generalmente se realiza mediante la técnica de digestibilidad in vitro descrita por Tilley y Terry (1963). Sin embargo, los ensayos in vitro presentan algunas limitantes ya que requieren una fuente uniforme y confiable de inóculo ruminal que a menudo es difícil de obtener. Los problemas que mayormente se presentan son: la variación en la actividad del fluido ruminal, variaciones incontrolables que se dan dentro del laboratorio y entre laboratorios, y la disponibilidad de animales canulados.

Aparte del método in vitro existen otros como los métodos in situ, destinados a analizar principalmente la digestibilidad, como son la técnica de la

bolsa de nylon en las cuales se ponen muestras del forraje a analizar y son introducidas en el rumen de vacas fistuladas y luego de un periodo determinado de incubación se mide el porcentaje de forraje que fue degradado; otra técnica es la enzimática mediante la utilización de pepsina-celulasa (McLeod y Minson, citados por Gosselink et al., 2004) y por último podemos encontrar la técnica de la producción de gas (Menhe y Steingras, citados por Gosselink et al., 2004), en donde se toma la producción de gas como el indicador del nivel de degradación de las diferentes fracciones químicas de la pastura.

La mejor evaluación de calidad de los alimentos surge de la respuesta animal que es posible obtener con ellos. La respuesta productiva de los animales alimentados con forrajes es producto del nivel de consumo (50-75% de impacto), la digestibilidad (25-50%) y por la eficiencia de utilización (5-15%)(Mertens, 2000).

Ambos tipos de metodologías para evaluar ensayos de producción o calidad de pasturas, bajo pastoreo y bajo corte, presentan ventajas y limitantes.

Los experimentos que se realizan bajo corte, son realizados en parcelas de pequeñas dimensiones y con un fácil manejo, esto lleva a que una de las principales ventajas de este tipo de metodologías sea la sencillez, ya que tiene pocos requerimientos de mano de obra y el costo operativo es relativamente bajo; luego de que el experimento se establece y se encuentra en las condiciones en las que se quiere estudiar, lo único que debe realizarse es cortar la pastura periódicamente. Esta sencillez permite que se puedan hacer simultáneamente varios experimentos y probar simultáneamente varios tratamientos, gracias a que se precisa poco espacio y escasos recursos.

Si se tiene en cuenta que estos ensayos se realizan en espacios reducidos, aparece una limitante y es que se debe tener en cuenta que las inferencias que se realicen acerca de ese ensayo serán ampliadas a una gran gama de suelos, por lo tanto se deben aplicar sobre suelos representativos de la región en donde se realiza la investigación.

Otra de las críticas realizadas a los ensayos bajo corte, apuntan al apartamiento de las condiciones reales de producción, debido a que en algunos casos se toman muestras que no son representativas de la selectividad animal y por otro lado cuando se analizan muestras tomadas de parcelas donde no ingresan animales a pastorear, no se produce el normal reciclaje de nutrientes a

través de los animales en pastoreo. Este reciclaje de nutrientes tiene una magnitud muy importante en animales en pastoreo, siendo la mayor parte de los nutrientes consumidos devueltos a las pasturas a través de heces y orina (During, 1984).

En el caso que la evaluación comprenda combinaciones de leguminosas y gramíneas, se debe tener en cuenta que además del reciclaje de nutrientes que ocurre en la parcela por la orina de los animales, las leguminosas mediante la fijación aportan nitrógeno que es utilizado por las gramíneas. Elliot y Lynch (1958), al realizar sus investigaciones devolvían parte del forraje cortado a la parcela como forma de simular de la mejor manera las condiciones reales de reciclaje de nutrientes. Esta forma de manejo de la parcela no ha tenido mucha aceptación por parte de los investigadores, debido a que no asegura realmente la reproducción de las condiciones reales de producción y por otro lado la aplicación de forraje seco, puede impedir o limitar el normal rebrote de las pasturas luego del corte.

Tomando en cuenta el punto anterior, existen argumentaciones en contra de los ensayos bajo corte, en lo que refiere a no considerar realmente los efectos del animal sobre la pastura. Por ejemplo, puede no existir homogeneidad de la fertilidad en el suelo debido a manchas de orina, en las que se concentran altos niveles de nitrógeno, afectando al competencia de las leguminosas contra las gramíneas; también la no presencia de animales elimina el efecto del pisoteo y por ende la compactación del suelo es menor, afectando en menor medida la absorción de nutrientes y el desarrollo radicular.

Otro punto a tener en cuenta en ensayos bajo corte, es el efecto que tiene el mismo sobre el rebrote y el crecimiento posterior de la pastura. El manejo normal de estos ensayos consiste en realizar un corte, luego dejar crecer durante un periodo, para luego realizar otro corte y así sucesivamente, esto influye directamente sobre la composición botánica ya que predominaran las especies que se encuentren mejor adaptadas a este tipo de manejo y no aquellas que mejor se adaptan al pastoreo. A su vez, al no ser las parcelas pastoreadas por animales, no se expresa la selectividad de los mismos, siendo esta otra forma de afectar la composición botánica; las especies que predominen en estos ensayos probablemente no sean las que predominarán en las condiciones reales de producción.

Como último punto a tener en cuenta como desventaja para este tipo de ensayos, es la evaluación económica de los mismos, ya que resulta muy difícil realizarla, debido a que se deben suponer relaciones entre la producción de forraje y la producción animal obtenida.

Los experimentos realizados bajo pastoreo de animales son capaces de levantar varias de las limitaciones que presentan los ensayos bajo corte, ya que las condiciones experimentales son mucho más parecidas a las condiciones reales de producción. El tener a los animales dentro de la parcela permitirá que exista pisoteo, afectando las condiciones del suelo y a su vez permitirá un normal reciclaje de nutrientes dentro del sistema. Al ser el animal quien selecciona que tipo de pastura comer, se podrán determinar con mayor precisión la composición botánica luego de cada pastoreo, así como la palatabilidad de cada especie que conforma la mezcla.

Los experimentos bajo pastoreo presentan como ventaja adicional que no solo permiten integrar la producción sino la calidad de las pasturas, con respecto a la respuesta animal (Mackay y Wewala, 1990). Se puede concluir que la respuesta de los tratamientos tanto en rendimiento como en composición botánica de las pasturas será mejor evaluada en ensayos bajo que pastoreo que bajo corte.

Como desventaja de los ensayos de calidad nutricional de pasturas en condiciones de pastoreo se puede mencionar en primer lugar, que para realizar este tipo de experimentos se debe contar con extensiones relativamente grandes de suelo y es importante que el mismo presente condiciones homogéneas de suelos y que a su vez ese tipo de suelos sea representativo de la región. Los campos experimentales requieren de una adecuada infraestructura y el manejo de los animales requiere mucha mano de obra, debido a que deben ser controlados continuamente. Esto lleva a que los costos sean elevados y que solo sea posible evaluar un número limitado de tratamientos.

Otro problema que surge en estos ensayos es que se debe especificar bien la especie animal a utilizar en la evaluación, la categoría dentro de la misma y las condiciones de manejo del pastoreo, debido a que todas estas especificaciones pueden interactuar con los tratamientos aplicados y deben ser tenidos en cuenta. Se deben priorizar aquellos tipos de animales que

predominen en los sistemas de producción a los cuales está dirigida la investigación. Respecto al manejo de los animales, Mc Lachlan (1968) concluyó que la presión de pastoreo afecta la producción de la pastura, pudiendo obtenerse diferentes respuestas dependiendo de la carga animal con la que se trabaje, para esto se recomienda testear los tratamientos bajo diferentes cargas animales.

Al ser bastante complejo utilizar diferentes cargas, principalmente cuando se trabaja con un número considerable de tratamientos, se toma como aceptable el utilizar una única carga por tratamiento, teniendo como referencia experimentos previos similares, de manera de optimizar los recursos forrajeros y las performances animales. Moore, citado por Hofer (1985), estima que el animal es una herramienta biológica excelente para la evaluación de este carácter; la medida del producto animal brinda una estimación confiable, en tanto la disponibilidad de forraje sea suficiente para asegurar consumo ad libitum.

Diferencias en la morfología y en la fisiología de las diferentes especies forrajeras, llevan a que tengan diferentes respuestas frente al manejo del pastoreo; por ejemplo algunas especies requieren de un alta área foliar remanente para tener un rebrote adecuado, otras especies pueden tener alta tolerancia a pastoreos intensivos y frecuentes y otras puede presentas mejor adaptación o no a pastoreos continuos o rotativos. Todas estas alternativas, llevan a que se recomiende realizar manejos del pastoreo lo más similares a las condiciones reales de producción.

Para condiciones exploratorias en donde se busca tener una idea general del comportamiento de diferentes especies en términos de calidad nutricional, el uso de experimentos realizados bajo corte permitirán testear un número importante de tratamientos, aunque no sería recomendable extender la evaluación de este tipo de experimentos más allá del segundo año, ya que las limitantes discutidas respecto al reciclaje de nutrientes y a cambios de composición botánica, adquieren mayor importancia a medida que pasa el tiempo. En el caso de los experimentos bajo pastoreo, se podrán evaluar unos pocos tratamientos ya que facilitan la evaluación de los resultados físicos y económicos. A su vez, esta modalidad permite brindar resultados que son fácilmente visibles a los productores y permite que los mismos sean realizados durante varios años, lo cual brindaría en el largo plazo robustez a los datos,

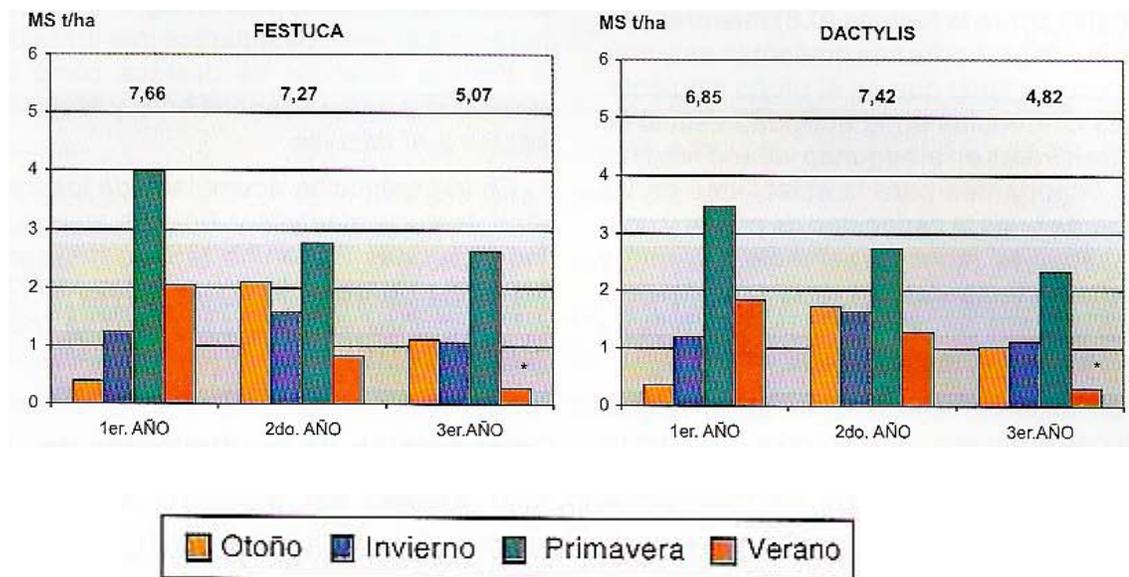
teniendo en cuenta que la variabilidad de las condiciones climáticas año a año, incide directamente sobre la pastura, ya sea en rendimiento como en calidad.<sup>1</sup>

### 2.3. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS QUE INCIDEN EN EL VALOR NUTRITIVO DE GRAMINEAS

#### 2.3.1 Producción, tasa de crecimiento y variación estacional

Es de gran importancia conocer las características del crecimiento de una pastura a lo largo del año y entre años, para de esa manera poder vincular la disponibilidad de forraje con la demanda que ejerce la producción animal. La producción de forraje con gramíneas perennes presenta sus picos de producción en la primavera, pero a diferencia de especies bianuales, existen comportamientos bastante diferentes entre especies. Las mismas se presentan en el siguiente gráfico, realizado por García (2003) con información recabada en el país.

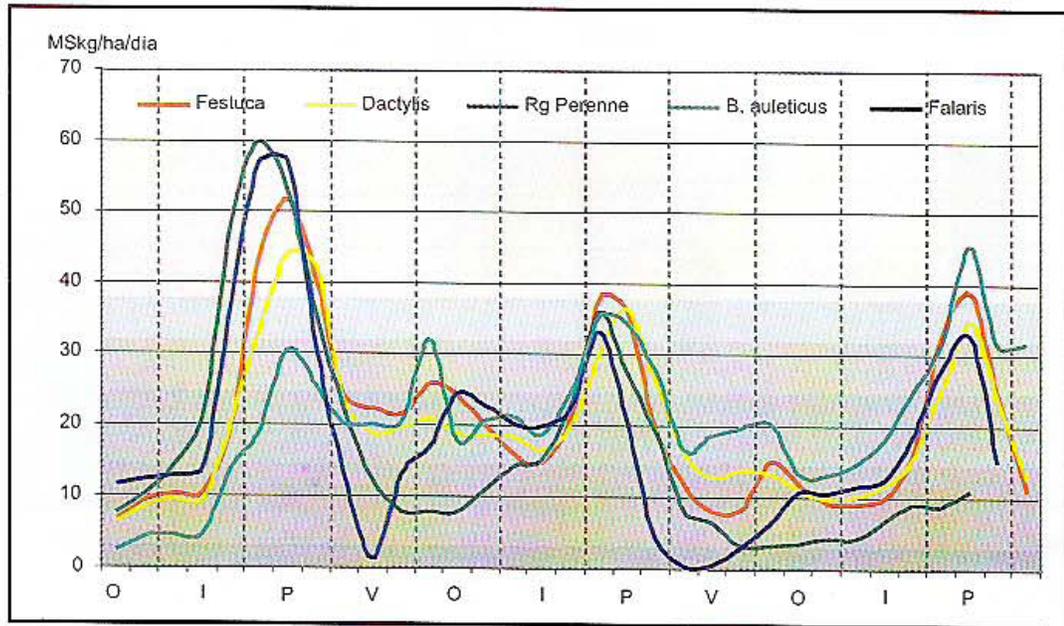
**Figura 1.** Distribución estacional de la producción de gramíneas perennes



Fuente: García (2003).

<sup>1</sup> del Pino, A. 2008. Com. personal.

**Figura 2.** Tasas de crecimiento (Kg Ms/Ha/día) de gramíneas perennes



Fuente: García (2003).

Comparando festuca y dactylis en particular, se puede apreciar comportamientos similares para ambas especies, pero con una mayor producción de MS en la primera primavera de la festuca. Ambas se caracterizan por tener producciones estivales por encima de otras gramíneas perennes como falaris y raigrás, dependiendo de las condiciones de humedad del suelo en el verano.

Con respecto a las tasas de crecimiento, las máximas tasas se encuentran en los meses de primavera, y para todas las especies, estas tasas decrecen en segundo y tercer año encontrándose muy por debajo de las observadas en el primer año. Esta diferencia a favor del primer año puede deberse a que las pasturas son sembradas luego de laboreo convencional, lo que cambia las condiciones de compactación del suelo y absorción de nutrientes, sumado a diferencias fisiológicas del primer año. También se puede notar que a medida que pasan los años, la producción anual se reduce y se concentran más las producciones en la primavera.

La variación estacional en la producción de forraje se encuentra determinada fundamentalmente por los cambios de temperatura del ambiente y otras variables asociadas al clima; la temperatura óptima para el desarrollo de gramíneas templadas se ubica entre los 20 y 25°C, con un límite superior de 30-35°C y un límite inferior de 4-5°C (Cooper y Tainton, Mc William, citados por García, 2003). Bajo nuestras condiciones climáticas, las temperaturas estivales por lo general se ubican por encima del óptimo, afectando los rendimientos y en invierno las temperaturas no llegan a ser tan bajas como para detener el crecimiento. El *dactylis* se encuentra como la especie menos variables a las condiciones climáticas estacionales.

En la producción total de forraje acumulado en los 3 años que dura la evaluación se encontró que *festuca arundinacea*, *dactylis glomerata* y *bromus auleticus* rindieron aproximadamente 20 t MS/ha, sin mayores diferencias entre sí; le sigue el *falaris* con 17 t MS/ha y con el de menor rendimiento al raigrás perenne con 15 t MS/ha.

### 2.3.2. Consumo

Existen estudios que permiten identificar altas correlaciones entre características del forraje, como valor nutritivo con consumo voluntario (Barnes, 1973). A su vez gran cantidad de trabajos analizan la relación entre disponibilidad y consumo e indican que ésta es curvilínea (Peyraud y Delaby, 2005). La disponibilidad de forraje es la variable que sigue en importancia a digestibilidad a los efectos de explicar el consumo (Combellas y Hodgson, citados por Dalmas et al., 2005). La cantidad de forraje consumido se reduce cuando disminuye la disponibilidad por hectárea (Jamieson y Hodgson, 1979) aunque el consumo también puede bajar cuando la disponibilidad excede determinados valores (Combellas y Hodgson, citados por Dalmas, 2005).

El bajo consumo de MS ha sido identificado como la principal limitante sobre la producción de vacas lecheras de alto potencial de rendimiento en sistemas pastoriles (Leaver 1985, Kolver y Muller 1998). Sugirieron que utilizando dietas en base a pasto únicamente pueden llegar a tener un consumo total de MS de 3.25% del peso vivo. Mayne y Wright, citados por Bargo (2008)

estimaron que sin restricciones en cantidad y calidad de pasturas, el consumo de MS de vacas de alta producción puede alcanzar el 3.5% del peso vivo. Kolver y Muller (1998) reportaron que en vacas lecheras de lactancia temprana pastoreando una pastura de alta calidad en primavera tuvieron un consumo de MS de 19.0 kg ó 3.4% del peso vivo.

Son muchos los factores que afectan el nivel de consumo, pero la mayoría de las investigaciones coinciden en que la disponibilidad de forraje es una de las principales causas. Bargo et al. (2002) trabajaron con vacas lecheras sin suplementar y obtuvieron como resultado que cuando la oferta fue de 25 kg/MS/vaca el consumo fue de 17.7 kg MS (2.9% del peso vivo), mientras que cuando la oferta aumentó a 40 kg/MS/vaca, el consumo se ubicó en 20.5 kg/MS (3.4% del peso vivo), quedando evidenciado el aumento del consumo por un aumento de la disponibilidad de forraje. Sin embargo poco se conoce acerca del nivel de asignación que maximiza el consumo de forraje. Leaver (1985) propuso que el máximo consumo de MS se obtiene con una oferta de 45 a 55 g MS/kg peso vivo ó 27 a 33 kg MS/vaca/día para una vaca de 600 kg.

Relacionando el comportamiento ingestivo de los animales con parámetros de la pastura, se han estudiado la mayoría de las veces como parámetro la disponibilidad de materia seca, la disponibilidad de forraje verde y la altura de la pastura (cm). Penning et al. (1984), en ensayos con ovinos determinaron que la altura de las láminas verdes fue el mejor indicador para correlacionar los niveles de consumo con parámetros de la pastura. Trabajando con vacas lecheras, Wade et al. (1995), encontró la misma relación sobre raigrás perenne. Más allá de estas conclusiones, la altura de la biomasa total del forraje es un dato importante ya que es factor directamente relacionado con el peso de bocado.

Las preferencias en la selectividad presentadas por los animales, algunas veces reflejan la discriminación de los mismos por sabor, olor o textura de algunas especies en particular o partes de la planta. Estudios realizados por Blond y Dent, citados por Minson (1990), muestran que existe correlación entre el contenido de carbohidratos solubles y la preferencia en el consumo por parte de animales que consumieron dactylis.

En lo que refiere a alturas de pastoreo, ensayos realizados sobre raigrás perenne a diferentes alturas de pastoreo, muestran que se detectaron

niveles de consumo similares a las alturas de 6, 9 y 12 cm; pero con una altura de pastoreo de 3 cm el consumo fue reducido aproximadamente a la mitad (Penning et al., 1984).

Varios estudios han mostrado que las leguminosas son consumidas en mayor cantidad que las gramíneas debido a la menor resistencia de las leguminosas a la ruptura durante la masticación y a que son retenidas por menor tiempo en el rumen.

Se han encontrado diferencias en el consumo entre diferentes especies de gramíneas cuando fueron pastoreados por bovinos y ovinos en ensayos experimentales. La información de la mayoría de los trabajos es insuficiente como para realizar un ranking entre especies, pero a continuación se presentará un cuadro resumen comparativo de niveles de consumo de gramíneas.

**Cuadro 1.** Consumo relativo de animales pastoreando diferentes gramíneas.

| Especies comparadas                        | Especies | Consumo relativo | Referencia               |
|--|----------|------------------|--------------------------|
| Bromus inermis vs. Festuca arundinacea     | Ovinos   | 1.27             | Forbes y Garrigus (1950) |
| Dactylis glomerata vs. Festuca arundinacea | Bovinos  | 1.31             | Forbes y Garrigus (1950) |
|  | Ovinos   | 1.2              | Forbes y Garrigus (1950) |
| Lolium hybridum vs. Lolium perenne         | Ovinos   | 1.05             | Ulliyat (1969)           |
| Lolium hybridum vs. Dactylis glomerata     | Bovinos  | 1.13             | Alder y Cooper (1967)    |
| Lolium rigidum vs. Phalaris aquatica       | Ovinos   | 1.07             | Freer y Jones (1984)     |
| Poa pratensis vs. Festuca arundinacea      | Bovinos  | 1.03             | Forbes y Garrigus (1950) |

Fuente: adaptado de Minson (1990).

En el cuadro se muestran los consumos relativos comparativos de 2 especies de gramíneas para diferentes especies animales; del mismo se desprende que cuando se compararon consumos entre festuca y dactylis, la festuca fue inferior ya sea para ovinos como para bovinos. La festuca fue inferior también en valores similares con respecto al bromus, mientras que dactylis presentó un consumo 13% superior cuando se comparo con raigrás.

### 2.3.3. Digestibilidad

La digestibilidad del forraje – ya sea que se la exprese en términos de materia seca o de materia orgánica – es un buen estimador de su valor nutritivo, e influye directamente sobre el consumo de forraje. Trabajando con un amplio rango de dietas se ha podido determinar un aumento del consumo a medida que la digestibilidad se incrementa hasta valores de 82 % (Cangiano et al., 1996).

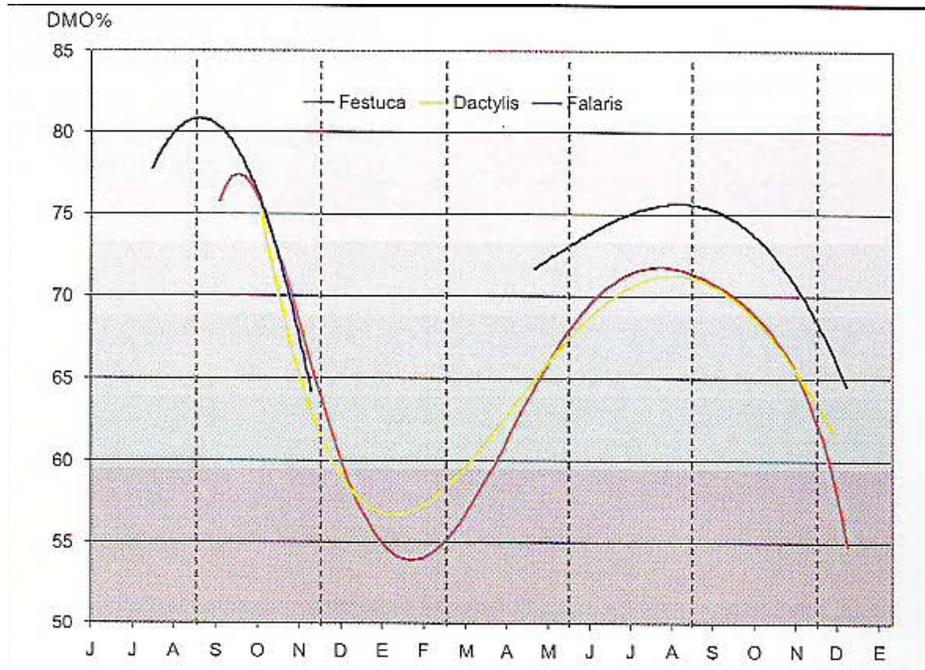
Una mejora en la digestibilidad del forraje confiere una doble ventaja en el pastoreo, ya que resulta en un aumento en la concentración de nutrientes aprovechables de la dieta y al mismo tiempo ocurre un incremento en la cantidad de MS ingerida (Hodgson, citado por Elizondo et al., 2003).

Las variaciones en la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) pueden tener implicancias prácticas importantes. Si bien el consumo y la utilización de nutrientes por parte de los animales en pastoreo depende de muchos factores, se ha sugerido que por cada aumento de un 1% en la digestibilidad de una pastura, se puede visualizar un aumento de un 3.2% de la ganancia diaria de peso vivo en ganado de carne (Casler, citado por García, 2003) y en 1litro/vaca/día de aumento en producción de leche (Holmes, citado por García, 2003).

En ensayos realizados con gramíneas se determinó que la respuesta animal en función del consumo de nutrientes digestibles depende del consumo de materia seca y la digestibilidad de ésta (Sollenberger y Burns, 2001).

A continuación se presenta la variación estacional de la digestibilidad de gramíneas perennes según García (2003).

**Figura 3.** Variación estacional de la digestibilidad de la MO (%)



Fuente: García (2003).

En el gráfico anterior se puede ver que los valores de digestibilidad de la materia orgánica (DMO) presentaron valores máximos en invierno y mínimos en verano. En este estudio también se pudieron determinar valores superiores al 80% de DMO para gramíneas anuales y bianuales, mientras que para gramíneas perennes como festuca y dactylis los valores de DMO estuvieron por debajo del 80% (García, 1995).

Analizando las tres especies perennes, se puede ver que falaris (aunque se cuenta con poca información) presenta valores de digestibilidad superiores a los de festuca y dactylis en gran parte del ciclo, lo que coincide con lo reportado por Radoliffe y Cochrane, Kohmann, citados por García (2003). Las curvas de festuca y dactylis presentaron comportamientos similares en gran parte del ciclo de producción. Diversos estudios citan que las diferencias entre ambas especies nunca llegan a ser significativas en lo que refiere a la digestibilidad (García, 2003).

Los análisis realizados demuestran que durante el estado vegetativo dactylis Oberón presenta niveles de digestibilidad (% DMO) de 74 a 77 %,

manteniendo hasta el mes de octubre niveles superiores al 70 %, descendiendo posteriormente mas o menos de manera pronunciada dependiendo del manejo.

**Cuadro 2.** Digestibilidad de gramíneas dependiendo de la calidad.

| Época del año                     | Digestibilidad de la MS |            |            |
|-----------------------------------|-------------------------|------------|------------|
|                                   | Superiores              | Inferiores | Diferencia |
| <b><i>Dactylis glomerata</i></b>  |                         |            |            |
| Abril – Mayo                      | 0.717                   | 0.656      | 0.061      |
| Junio – Julio                     | 0.705                   | 0.658      | 0.047      |
| Agosto – Setiembre                | 0.606                   | 0.544      | 0.062      |
| <b><i>Festuca arundinacea</i></b> |                         |            |            |
| Abril – Mayo                      | 0.700                   | 0.620      | 0.080      |
| Junio – Julio                     | 0.683                   | 0.649      | 0.034      |
| Agosto – Setiembre                | 0.607                   | 0.557      | 0.050      |
| Promedio                          | 0.670                   | 0.614      | 0.056      |

Fuente: Minson (1990).

La DMS de raigrás fue superior que dactylis cuando fue comparada al mismo estado de crecimiento. La mayor DMS de raigrás se encuentra asociada con el mayor nivel de carbohidratos solubles y con una menor proporción de hoja y proteína cruda (Minson, 1990).

El dactylis en etapas iniciales de su desarrollo presenta niveles altos de carbohidratos solubles, si lo comparamos con otras gramíneas perennes, pero en la etapa de floración pierde rápidamente calidad y digestibilidad (Muslera y Ratera, citados por Carámbula, 2002).

Jacobson et al., citados por Reid et al. (1978) no encontraron diferencias significativas en la DMS de cultivares de festuca, dactylis, bromus y poa en ensayos de pastoreo con ganado lechero, mientras que Reid y Jung (1966) publicaron una pequeña diferencia entre DMS de varias especies de gramíneas y leguminosas cosechadas en los mismos datos y alimentado como forraje cortado a corderos.

Reid et al. (1978), realizaron ensayos de digestibilidad de capones donde las medidas de DIVMS sobre todas las fechas de muestreo en los dos años fueron el 70,0% para el raigrás perenne, el 69,8% para bromus, el 67,3% de pasto ovillo y 66,0% de festuca alta.

#### 2.3.4. Contenido energético de la pastura

En sistemas de producción netamente pastoriles, los niveles de energía consumida son el principal factor limitante en la producción de vacas lecheras (van Vuuren, citado por Fulkerson et al., 2007). Los carbohidratos no estructurales (como azúcares de bajo peso molecular, almidón y fructosanos) y polisacáridos estructurales o fibra de la dieta (consistente en celulosa, hemicelulosa y lignina) comprenden los principales componentes de la pared celular (Theander, citado por Fulkerson et al., 2007) y son considerados como la principal fuente energética de rumiantes.

El bajo contenido de carbohidratos (CHOs) no estructurales limita el suministro energético hacia los microorganismos del rumen para transformar el amonio en proteína microbiana. Los CHOs estructurales son producto de la actividad fotosintética que las plantas utilizan como esqueletos carbonados para la generación de nuevos tejidos, es por esto que cuando las condiciones son favorables el contenido de CHOs tiende a bajar por destinar los nutrientes a los meristemas de crecimiento (Agnusdei, 2007).

Los cambios en la composición química asociados a un incremento en la madurez resultan en una reducción de los carbohidratos fácilmente fermentables (contenido celular) y un incremento de los estructurales (celulosa y hemicelulosa) y lignina, disminuyendo de esta forma el contenido energético de la pastura.

Corderos alimentados con raigrás retuvieron más energía y presentaron mayor calidad de carcasa que cuando pastorearon dactylis (Milford y Minson, citados por Minson, 1990). Esta diferencia fue causada por un menor consumo, menor digestibilidad de materia seca y una menor utilización de los nutrientes digeridos.

Elevar el nivel de carbohidratos solubles en el forraje aumenta la proporción de ácido propiónico en el rumen, reduce la pérdida de metano, y

aumenta la cantidad de proteína saliente del rumen. Existen grandes diferencias en los carbohidratos solubles entre *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne* y *Lolium multiflorum* (Bugge, citado por Minson, 1990).

La concentración de carbohidratos solubles en el forraje está generalmente negativamente correlacionada con la concentración de proteína (Hacker, citado por Minson, 1990).

Fulkerson et al. (2007), en un ensayo en vacas lecheras comparó valor nutritivo entre especies de leguminosas y gramíneas, y determinó que las gramíneas presentaron valores muy superiores de hemicelulosa (FDN) con respecto a las leguminosas; a su vez sus resultados indican que el raigrás perenne obtuvo valores algo superiores de energía metabolizable (2.53 Mcal/kg MS) con respecto a falaris, festuca y dactylis que presentaron valores similares que promedian los 2.39 Mcal/kg MS.

En el mismo ensayo Fulkerson et al. (2007), determinó la composición química de gramíneas para todas las estaciones del año, obteniendo valores de FDN de 542 g/kg MS para festuca y 586 g/kg MS para dactylis en primavera. El contenido de FDA fue similar entre ambas gramíneas, 284 g/kg MS en festuca y 279 g/kg MS en dactylis.

### 2.3.5. Contenido de proteína de la pastura

El aporte de proteína por parte de una pastura es de vital importancia ya que el rumiante es capaz de transformar esa proteína en aminoácidos simples mediante la acción microbiana. Los aminoácidos libres constituyen la principal forma de transporte de N en el organismo y pueden ser utilizados como: unidad base para la síntesis de proteína, degradados totalmente para proveer de energía al animal o degradados parcialmente para participar en la síntesis de glucosa cuando el organismo lo requiere.

Los rumiantes a través de la síntesis de proteína microbiana en el rumen tienen la capacidad de utilizar diversas fuentes de nitrógeno para satisfacer al menos parte de los requerimientos. Esta capacidad de síntesis microbiana, cuando la disponibilidad de nitrógeno no es limitante, depende básicamente de la disponibilidad de energía de la dieta. Diversos trabajos realizados en el extranjero indican que, en promedio, el 72 % de la variación

observada en el aporte de proteína microbiana al intestino se debe al nivel energético de las dietas utilizadas (Pigurina y Methol, 1994).

El contenido proteico de las pasturas al igual que la proporción de láminas, decrece con el avance de la edad de la pastura; esto puede apreciarse en igual medida cuando los cultivos reciben o no fertilización nitrogenada. Al aumentar la producción de biomasa de una pastura se da una disminución del porcentaje de proteína cruda, esto se debe fundamentalmente a un efecto de dilución de la proteína y a que el mayor contenido de proteína se encuentra en las laminas de las hojas mejor iluminadas; cuando una pastura acumula niveles importantes de biomasa, las laminas inferiores al ser sombreadas desarman su mecanismo fotosintético y distribuyen su N desde estratos inferiores a los superiores (Charles y Edwards, citados por Agnusdei, 2007).

La comparación entre forrajes es usualmente hecha de manera similar, para evitar un efecto que confunda la etapa de crecimiento de la planta con el verdadero valor. Cuando se realizan este tipo de comparaciones entre especies de gramíneas templadas, las diferencias en contenido de PC son usualmente pequeñas.

La mayor causa de la gran variación existente en los contenidos de proteína cruda (PC) en forrajes se encuentra entre leguminosas y gramíneas. El contenido medio de PC en leguminosas fue de 170 grs/kg MS comparado con los 115 grs/Kg MS que presentan las gramíneas; esta superioridad de las leguminosas se expresa tanto en especies templadas como tropicales.

Fulkerson et al. (2007), analizando festuca y dactylis en primavera determinó contenidos idénticos de proteína cruda (267 grs PC/kg MS), esta información permite indicar que no existieron diferencias entre pasturas, pero en términos absolutos, los contenidos de proteína cruda son altos, esto debido a mayores aplicaciones de nitrógeno.

Sin embargo Minson (1990) en estudios de comparación de especies de gramíneas, se encontraron diferencias en la concentración de PC entre los mismos. Dactylis presentó niveles superiores de PC (entre 5 y 20 grs/kg MS) que raigrás. Sin embargo la posible ventaja del alto contenido de PC en dactylis, puede ser compensado por la menor producción de proteína microbiana en el rumen, debido a los bajos niveles de energía digestible y carbohidratos solubles.

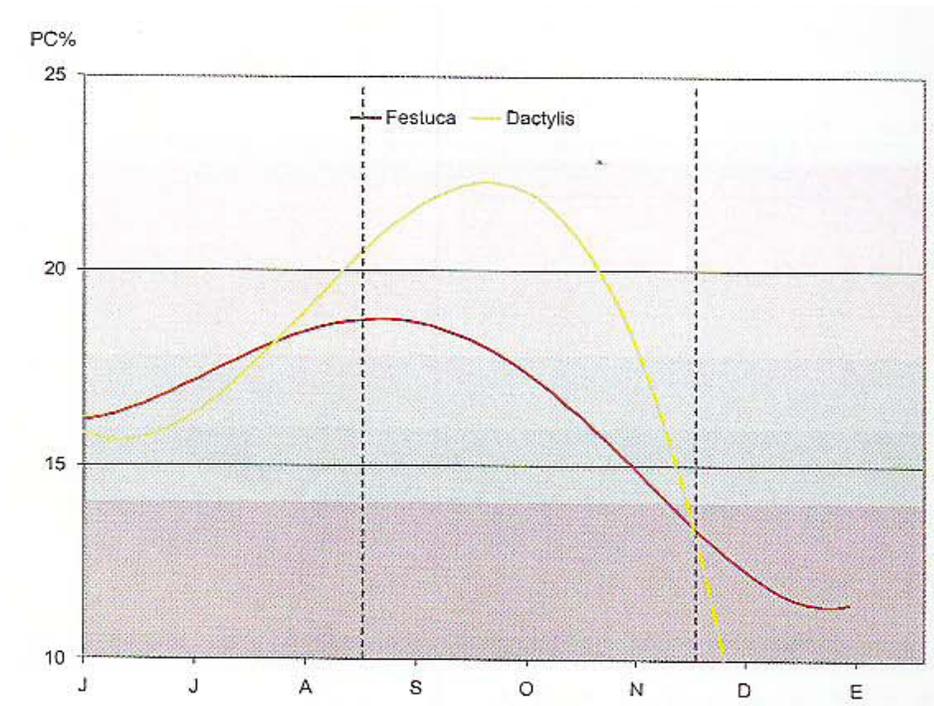
**Cuadro 3.** Contenido de PC (g/kg MS) de cortes regulares de gramíneas templadas

| Especies                   | Sullivan (1956) | Dent y aldrich (1963) | Minson (1964) | Davies y Morgan (1982) |
|----------------------------|-----------------|-----------------------|---------------|------------------------|
| <i>Dactylis glomerata</i>  | 183             | 214                   | 199           | 211                    |
| <i>Festuca arundinacea</i> | 177             |                       | 194           | 183                    |
| <i>Lolium perenne</i>      |                 | 198                   |               | 184                    |

Fuente: adaptado de Minson (1990).

Sin embargo en primavera, según García (1995), el dactylis tiene en general un mayor contenido de proteína cruda que festuca y raigrás perenne.

**Figura 4.** Variación del contenido de PC en gramíneas perennes



Fuente: García (2003)

Minson, citado por García (2003), también reporta que el contenido de proteína cruda es superior en dactylis con respecto a festuca a lo largo de todo

el ciclo de producción. Esta diferencia se expresa fundamentalmente en la fracción hoja (cuadro 4).

**Cuadro 4.** Contenido de PC según parte de la planta para diferentes gramíneas

| <b>Especies</b>            | <b>Hoja</b> | <b>Tallo</b> | <b>Referencia</b>                     |
|----------------------------|-------------|--------------|---------------------------------------|
| <i>Cynodon dactylon</i>    | 165         | 92           | Burton (1968)                         |
| <i>Dactylis glomerata</i>  | 148         | 59           | Jhonston y Waite (1965), Mowat (1965) |
| <i>Festuca arundinacia</i> | 140         | 64           | Gueguem y Fauconneau (1960)           |
| <i>Lolium perenne</i>      | 126         | 54           | Jhonston y Waite (1965)               |

Fuente: Minson (1990)

#### 2.4. EFECTO DE LA CALIDAD DE LAS GRAMINEAS PERENNES SOBRE LA PRODUCCIÓN ANIMAL

Los experimentos realizados in vivo con animales de producción, brindan información acerca de la respuesta que tienen los tratamientos que evaluamos sobre las variables de interés, siendo una de las formas que más se aproximan a las condiciones reales de producción. Es posible vincular las producciones de leche en sistemas netamente pastoriles al consumo y valor nutritivo del forraje disponible, así como el número y productividad de los animales utilizados (Mayne y Thomas, 1986).

Un ensayo realizado por Strahan et al. (1987), compara la performance animal en vacas lecheras que pastorean dactylis y festuca libre de endófitos, concluye que existieron diferencias significativas en el consumo de materia seca, siendo superior en dactylis (10.4 kg MS/día) contra un 8.8 kg MS/día en festuca. No existieron diferencias en producción de leche (21.8 kg en dactylis y 20.4 kg en festuca), como tampoco hubieron diferencia en el cambio de peso de los animales durante el periodo de ensayo (12.1 kg de ganancia en dactylis y 7.1 kg de ganancia en festuca). A nivel de composición de leche no existió tampoco un efecto del tipo de pastura teniendo 3,5 % para dactylis y 3.0 % para festuca en grasa y 3.0 % de proteína para ambas pasturas

Reid et al. (1978) determinó que las ganancias diarias de peso en festuca sobre corderos (0.08 kg/día) fueron menores que en bromus (0.16

kg/día) y en dactylis (0.13 kg/día) pero no diferentes que las obtenidas en raigrás perenne (0.11 kg/día). En ambos años de evaluación, los corderos que pastoreaban festuca mostraron ganancias significativamente más pobres a través de la temporada de pastoreo, y a fines de octubre pesaban 36 a 37 kg. Esto en comparación con un peso vivo de 52 a 55 kg de corderos alimentados con bromus, 46 a 48 kg con dactylis, y 44 a 47 kg con raigrás perenne.

Otros estudios han indicado pobres ganancias de peso corporal o de producción de leche en los animales pastoreando festuca. Harris et al., citados por Reid et al. (1978), encontró que la ganancia diaria en festuca era menor que sobre dactylis.

Alder y Cooper (1967), sin embargo, informaron que el raigrás perenne tenía una digestibilidad sistemáticamente superior a dactylis en la alimentación de los ensayos con terneros (Bush et al., Bush y Buckner, citados por Reid et al., 1978) han sugerido que los pobres rendimientos del ganado de pastoreo festuca en verano puede ser consecuencia de una depresión de la digestión ruminal de la celulosa, debido a la influencia de alcaloides así como de perlolinas en la pastura.

Reid et al. (1966), muestran un menor consumo de festuca con respecto a otras gramíneas perennes con niveles similares de digestibilidad.

El potencial agronómico de producción de festuca arundinacea fue 20 por ciento mayor que dactylis en estudios realizados en Nueva York. En ensayos entre 1994 y 1996, los rendimientos de festuca fueron 34% superiores a dactylis (Kuhn y Johnson, citados por Cherney et al., 2004).

Estudios realizados por Reid et al. (1978) indican que las ganancias de peso de los corderos durante la temporada de pastoreo de festuca no fueron diferentes de los de raigrás perenne, pero fueron más bajos que los de dactylis.

## 2.5. INFECCION ENDOFITICA DE HONGOS EN FESTUCA

La presencia de hongos endófitos en gramíneas han sido conocidos desde la década de 1930, su importancia económica no fue reconocida hasta una asociación que se hizo a finales de 1970 entre *Acremonium coenophialum* y un síndrome de toxicidad en animales consumiendo festuca (Hoveland, citado por Odriozola et al., 2002).

*Acremonium coenophialum* es un hongo infeccioso cuando se encuentra presente en festuca arundinacea. Es un hongo que vive en los tejidos de la planta, de ahí el calificativo de endófito (Émile et al., 1996).

Este hongo vive en simbiosis con festuca, obteniendo beneficios de la planta para su desarrollo; mientras que el hongo proporciona ciertos beneficios como un mayor crecimiento, mayor durabilidad y resistencia a estrés biótico o abiótico (Joost, citado de Emile et al., 1996).

La simbiosis mutualista de la endófitos y la pastura confiere una serie de beneficios en la planta huésped, tales como resistencia a insectos y nematodos, tolerancia a la sequía, y una mayor competencia con otras especies vegetales.

La infección con endófitos de los céspedes confiere la mejora del crecimiento y la resistencia al estrés ambiental (Hoveland, citado por Odriozola et al., 2002).

La presencia de *Acremonium coenophialum* está relacionada con la producción de ergocaloides que resultan tóxicos para los animales que pastorean praderas con determinado nivel del hongo. El grado de infección de una festuca puede ser determinado a través del análisis de laboratorio de una muestra representativa de macollos. La misma se vuelve tóxica (con sintomatología clínica) cuando el 50% o más de los tallos se encuentran infectados por el endófito (Altier, 1991).

### 2.5.1 Efecto sobre performance animal

A pesar del elevado potencial de rendimiento, hay preocupaciones sobre la festuca de calidad para el ganado lechero, en parte debido a los principales problemas relacionados con la infección con el hongo endofítico (Baxter et al., Strahan et al., citados por Cherney, 2002).

Osborn, citado por Odriozola (2002), demostró que dicha alteración se produce tanto en invierno como en primavera. Los animales consumiendo festuca tóxica en la estación fría tuvieron una reducción del 36 % de la ingesta, mientras que la temperatura corporal y la tasa respiratoria no se vieron alteradas; sin embargo durante la estación cálida la disminución de la ingesta fue más pronunciada (60 %), con aparición de signos clínicos de síndrome distérmico.

La pobre performance animal producida por el consumo de festuca tóxica, se atribuye a una menor ganancia diaria de peso debida a la disminución de la ingesta voluntaria, existiendo una gran cantidad de autores que lo observaron y demostraron (Stuedemann et al., Osborn et al., citados por Odriozola et al., 2002); otros autores lo atribuyen principalmente a cambios hormonales, como la disminución de la prolactina sérica (Thompson et al., 1987).

Los ganados que pastorean festuca infectada con el hongo endófito o con dietas de heno y semillas que contiene el hongo muestran signos de toxicosis. Estos signos se agudizan por un ambiente caluroso e incluyen hipertermia, falta de apetito, pelo áspero, la reducción de las ganancias, bajó las tasas de concepción, la supresión de la producción de leche y hipoprolactinemia. Como resultado de la hipertermia, el ganado busca la sombra y permanecer en el agua (Schmidt, Osborn, citados por Odriozola, 2002).

En Uruguay se han encontrado escasos estudios acerca de este problema. Altier (1991), realizó un estudio sobre la presencia de este hongo endofítico en semillas de la variedad Tacuabé. De este estudio se concluye que se ha detectado la presencia de *Acremonium* en semillas fundación y registrada, siendo el promedio de infección en semillas fundación del 36,5 %.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LOCALIZACIÓN Y PERIODO EXPERIMENTAL

El trabajo se llevó a cabo en el Centro Regional Sur (CRS), Camino Folle Km 35.500, Facultad de Agronomía, Progreso, departamento de Canelones. El periodo experimental abarcó los meses de setiembre y octubre del año 2008.

#### 3.2. PASTURAS

Las pasturas que se utilizaron para el ensayo fueron 2 especies de gramíneas perennes, *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata*. Las mismas fueron sembradas en el otoño de 2005, en parcelas contiguas, bajo las mismas condiciones de siembra y manejo. El dactylis es una pastura compuesta únicamente por la variedad INIA LE Oberón, mientras que festuca es una mezcla de las variedades Resolute y Vulcan.

#### 3.3. ANIMALES

Para la evaluación de las 2 pasturas se utilizaron: capones Corriedale para caracterizar el valor nutricional (digestibilidad y consumo potencial) de las mismas y vacas lecheras para evaluar la respuesta en producción de leche.

##### 3.3.1. Ensayo de digestibilidad con capones

Se utilizaron 12 capones Corriedale, los cuales se dividen en dos grupos de 6 animales para la evaluación de las pasturas en el periodo de ensayo.

Los animales fueron pesados y confinados en jaulas de digestibilidad y se les suministró un antiparasitario (1cc de ivermectina por animal) al inicio de cada período experimental.

Se determinó el consumo y la digestibilidad “in vivo” (D) de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), fibra detergente neutro (FDN), fibra

detergente ácido (FDA) y lignina detergente ácido (LDA) de cada uno de los cultivos.

El cálculo se hizo por diferencia entre la cantidad de cada fracción consumida (C) y excretada en las heces (H):

$$D = \frac{\text{Consumo (MS o fracción química)} - \text{Heces (MS o fracción química)}}{\text{Consumo (MS o fracción química)}}$$

### 3.3.2. Ensayo con vacas lecheras

El ensayo con vacas lecheras se realizó desde el 24 de setiembre al 10 de octubre, siendo los primeros 7 días de acostumbramiento a la nueva dieta y retirando la suplementación que se les venía ofreciendo en la sala de ordeño.

El diseño experimental es de bloques al azar con 6 repeticiones. Se emplearon 12 vacas Holando paridas en otoño y se conformaron los bloques teniendo en cuenta las siguientes variables en orden decreciente de prioridad: producción previa al experimento (l/v/d), días de lactancia y peso vivo.

Las características de los grupos de vacas conformados es el siguiente:

**Cuadro 5.** Descripción del lote 1.

| Caravana | Total | Parto      | Días | Peso  | Bloque |
|----------|-------|------------|------|-------|--------|
| 402      | 27    | 21/03/2008 | 185  | 616   | b1     |
| 337      | 24.8  | 11/04/2008 | 164  | 602   | b2     |
| 812      | 30.6  | 28/02/2008 | 207  | 606   | b3     |
| 927      | 25.4  | 18/03/2008 | 188  | 554   | b4     |
| 400      | 26    | 14/02/2008 | 221  | 560   | b5     |
| 121      | 25.8  | 07/03/2008 | 199  | 570   | b6     |
| Desvío   | 2.1   |            | 19.7 | 26.5  |        |
| promedio | 26.6  |            | 194  | 584.7 |        |
| CV (%)   | 8     |            | 10   | 5     |        |

**Cuadro 6.** Descripción del lote 2

| Caravana | Total | Parto      | Días | Peso  | Bloque |
|----------|-------|------------|------|-------|--------|
| 402      | 27    | 21/03/2008 | 185  | 616   | b1     |
| 337      | 24.8  | 11/04/2008 | 164  | 602   | b2     |
| 812      | 30.6  | 28/02/2008 | 207  | 606   | b3     |
| 927      | 25.4  | 18/03/2008 | 188  | 554   | b4     |
| 400      | 26    | 14/02/2008 | 221  | 560   | b5     |
| 121      | 25.8  | 07/03/2008 | 199  | 570   | b6     |
| Desvío   | 2.1   |            | 19.7 | 26.5  |        |
| promedio | 26.6  |            | 194  | 584.7 |        |
| CV (%)   | 8     |            | 10   | 5     |        |

La alimentación consistió en:

- Pastoreo de festuca o dactylis en 2 turnos, con una asignación de 25 Kg MS/vaca, con una eficiencia de utilización estimada del 50 %.

### 3.4. DETERMINACIONES EN LA PASTURA

#### 3.4.1. Medición de biomasa acumulada y altura de planta

Se cosecharon diariamente 2 bandas al azar de aproximadamente 8 x 0,5 m dentro de cada parcela experimental. El material verde cosechado fue recogido en bolsas y fue pesado, para determinar la producción por metro cuadrado y luego calcular la disponibilidad de forraje por hectárea.

Posteriormente dentro de cada banda de corte se tiraron al azar 2 cuadros de 0,3 x 0,3 m donde el remanente de pastura fue cortado con tijera, que también fue recogido en bolsas, para ser pesado y luego determinar la biomasa disponible presente por debajo de la altura de corte de la pastura.

De las mediciones anteriores se extrajo una muestra de cada bolsa, que fue llevada a estufa a 60°C durante 48 horas para determinar el contenido de materia seca.

### 3.4.2. Composición morfológica

Se tomaron muestras de cada una de las pasturas, de aproximadamente 100 tallos representativos que fueron cortados con tijera al ras del suelo. Esas muestras luego fueron pesadas y colocadas sobre una tabla graduada, se cortaron en estratos de cada 5 centímetros.

Cada estrato fue dividido en tallo, hoja, espiga y restos secos, luego cada fracción se secó en estufa durante 48 horas a 60°C, y se pesó para determinar el contenido de materia seca y la composición morfológica de cada estrato de la cubierta vegetal, determinando relación hoja/tallo.

## 3.5. DETERMINACIONES EN LOS ANIMALES

### 3.5.1. Ensayo con capones

El periodo de acostumbramiento fue de 9 días, con el objetivo de estabilizar el consumo de los animales, de manera de obtener un rechazo de aproximadamente el 10% del ofrecido.

Durante este período se determinó ofrecido y rechazo para cada animal. La dieta se suministró una vez al día a las 10:00 hrs. de la mañana.

Previo al suministro del ofrecido de la mañana se retiró y se pesó el rechazo y las heces del día anterior. Tanto de las heces como de los rechazos se sacó una submuestra equivalente al 20% del peso, para determinar el contenido de materia seca, las que fueron colocadas en estufa a 60°C, durante 48 horas. Estas muestras fueron guardadas, para conformar una muestra compuesta de heces y una muestra compuesta de rechazo, por animal por cultivo para realizar las determinaciones de composición química.

Luego se procedió al suministro del ofrecido de la mañana. Del ofrecido se sacó una submuestra de 500 g, la cual se pesó y se llevó a estufa a 60°C, durante 48hs. para determinar el contenido de materia seca. Como con las heces y rechazos, las submuestras fueron guardadas para conformar una

muestra compuesta del ofrecido por cultivo y por periodo para analizar composición química.

### 3.5.2. Ensayo con vacas lecheras

#### 3.5.2.1. Producción de leche y composición

Dentro del periodo de evaluación, se tomó registro diario de la producción de leche en cada turno y 2 veces durante el ensayo, se tomaron muestras de leche de tres días consecutivos de manera individual, para su posterior análisis de laboratorio donde se determinaron los contenidos de proteína y grasa (Laboratorio de leche, INIA LE).

#### 3.5.2.2. Pesaje de los animales

Para determinar cambios en el peso de los animales durante el periodo experimental, se procedió a pesarlos en tres momentos:

- Previo al inicio, con el objetivo de conformar los bloques.
- A la mitad del periodo de mediciones.
- Al final del ensayo, para calcular la diferencia de peso durante el mismo.

Para homogeneizar las mediciones, todas fueron realizadas luego de efectuarse el ordeño de la mañana.

## 3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el experimento se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, donde la unidad experimental fue cada vaca; las mismas fueron bloqueadas según producción previa de leche, días de lactancia y peso vivo.

Para las determinaciones en la pastura, se tomó como unidad experimental la parcela, tomando como dato el promedio de las mediciones en

el periodo de ensayo. Para las variables de calidad de las pasturas, los datos obtenidos son del análisis de una muestra obtenida a lo largo del ensayo.

Para el análisis de las mediciones en respuesta animal, las parcelas las constituyeron el grupo de animales que recibió cada tratamiento. Los análisis de medidas repetidas en el tiempo se utilizaron como repeticiones en cada animal.

La disponibilidad y rechazo de las pasturas, se analizó mediante el siguiente modelo lineal generalizado:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$ : Variable de interés

$\mu$ : media general

$T_i$ : es el efecto del i-ésimo tratamiento (especie)

$\varepsilon_{ij}$ : error experimental

Las mediciones realizadas en los capones para determinar consumo y digestibilidad, se analizaron mediante el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$ : Variable de interés

$\mu$ : media general

$T_i$ : es el efecto del i-ésimo tratamiento (especie)

$\varepsilon_{ij}$ : error experimental

El efecto de los tratamientos sobre la producción de leche se estudió a través de un modelo lineal de medidas repetidas en el tiempo, con la siguiente forma general:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + \delta_{ij} + D_k + (T \times D)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ij}$ : Variable de interés

$\mu$ : media general

$T_i$ : es el efecto del i-ésimo tratamiento (especie)

$B_j$ : es el efecto de j-ésimo bloque

$\delta_{ij}$ : es el error experimental (variabilidad entre vacas)

$D_k$ : es el efecto de k-ésimo día

$(T \times D)_{ik}$ : es la interacción entre tratamiento y día

$\varepsilon_{ijk}$ : error experimental

Se modeló la autocorrelación de los errores de medidas repetidas usando un esquema de autocorrelación autorregresiva de orden 1 (AR(1) ).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS PASTURAS

#### 4.1.1. Características físicas

A continuación se presenta en el cuadro No. 7, los datos promedios de oferta y rechazo para cada pastura (en valores totales y en % MS) y la misma información se presenta para el estrato superior a los 7 cm del perfil, debido a que es la fracción de la pastura que se encuentra más disponible para el consumo por parte del animal.

**Cuadro 7.** Oferta y rechazo (total y Kg MS) de las pastura

|   | <b>Festuca</b> | <b>Dactylis</b> |
|---|----------------|-----------------|
| <b>Disponible total (kg MS/ha )</b>             | 4034,3 a       | 2965,4 b        |
| <b>Contenido MS oferta (gr MS/ kg MF)</b>       | 28,3 a         | 24,2 a          |
| <b>Disponible 7 cm (kg MS/ha )</b>              | 1896,9 a       | 1386,1 a        |
| <b>Contenido MS oferta 7 cm (gr MS/ kg MF)</b>  | 22,1 a         | 22,5 a          |
| <b>Rechazo total (kg MS/ha )</b>                | 2797,7 a       | 1911,1 b        |
| <b>Contenido MS oferta (gr MS/ kg MF)</b>       | 27,9 a         | 26,7 a          |
| <b>Rechazo 7 cm (kg MS/ha )</b>                 | 945,9 a        | 511,4 a         |
| <b>Contenido MS rechazo 7 cm (gr MS/ kg MF)</b> | 26,4 a         | 27,5 a          |

Medias seguidas por distinta letra difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).

Ambas pasturas se encontraban en su cuarto año (sembradas en otoño 2005), pero en un estado fenológico diferente al momento del ensayo: la festuca se encontraba en un estado de desarrollo más avanzado debido a que la fecha de floración es en la segunda quincena de setiembre (estado de espigazón), mientras que el dactylis al tener una fecha de floración en la segunda quincena de octubre se encontraba en un estado vegetativo, comenzando la elongación de tallos (García, 2003).

La oferta total de materia seca por hectárea fue significativamente superior en la festuca. Con respecto al contenido de materia seca que presentaban ambas pasturas, se puede observar que fue mayor en la festuca.

En las mediciones de rechazo total también se encontraron diferencias significativas, siendo superior en festuca, esto se debe a que se asignaron las mismas cantidades de forraje en ambas pasturas, por lo tanto las diferencias de rechazo se deben a las diferencias que existían en la oferta.

Analizando el estrato superior a 7 cm, que es el que efectivamente utilizan los animales, no se detectan diferencias estadísticas, en lo que refiere a la oferta de forraje, aunque la oferta de festuca es 500 kg/ha superior que el dactylis. No se encontraron diferencias en los contenidos porcentuales de materia seca de ambas pasturas.

#### 4.1.2. Composición morfológica por estratos

Los cuadros a continuación describen la composición morfológica de ambas gramíneas para el disponible y para el material rechazado por los animales luego del pastoreo.

**Cuadro 8.** Composición morfológica por estrato (g MS/estrato) de oferta de festuca

| <b>Estrato</b> | <b>Hoja</b> | <b>Tallo</b> | <b>Resto seco</b> | <b>Total</b> | <b>Relación hoja/tallo</b> |
|----------------|-------------|--------------|-------------------|--------------|----------------------------|
| <b>0 – 5</b>   | 2.27        | 2.97         | 2.2               | 7.43         | 0.76                       |
| <b>5 – 10</b>  | 2.63        | 1.87         | 0.75              | 5.25         | 1.41                       |
| <b>10 – 15</b> | 2.43        | 1.23         |                   | 3.67         | 1.97                       |
| <b>15 – 20</b> | 1.4         | 0.87         |                   | 2.27         | 1.62                       |
| <b>20 – 25</b> | 1.1         | 0.85         |                   | 1.95         | 1.29                       |
| <b>25 – 30</b> | 0.7         | 0.65         |                   | 1.35         | 1.08                       |
| <b>30 – 35</b> | 0.6         | 1.05         |                   | 1.65         | 0.57                       |
| <b>35 – 40</b> |             | 0.9          |                   | 0.9          |                            |
| <b>40 – 45</b> |             | 0.75         |                   | 0.75         |                            |
| <b>45 – 50</b> |             | 0.55         |                   | 0.55         |                            |
| <b>50 – 55</b> |             | 0.55         |                   | 0.55         |                            |
| <b>Total</b>   | 11.13       | 12.24        | 2.95              | 26.41        | 0.91                       |

El cuadro No. 8 se presenta la descripción morfológica de la oferta de festuca durante el periodo experimental. En el mismo se puede apreciar que la máxima altura alcanzada fue de aproximadamente 55 cm, esto debido a que la pastura se encontraba en estado reproductivo y por lo tanto los 20 cm superiores del perfil se deben únicamente a la presencia de tallos e inflorescencias.

La mayor presencia de hojas se ubicó en los estratos medios del perfil, debido a que en las zonas más cercanas al suelo, se encuentra una gran proporción de restos secos y tallos pertenecientes a la base de las macollas.

**Cuadro 9.** Composición morfológica por estrato (g MS/estrato) de rechazo de festuca

| <b>Estrato</b> | <b>Hoja</b> | <b>Tallo</b> | <b>Resto seco</b> | <b>Total</b> | <b>Relación hoja/tallo</b> |
|----------------|-------------|--------------|-------------------|--------------|----------------------------|
| <b>0 – 5</b>   | 5           | 5.17         | 4.07              | 14.23        | 0.97                       |
| <b>5 – 10</b>  | 3.67        | 1.53         | 0.35              | 5.55         | 2.39                       |
| <b>10 – 15</b> | 2.9         | 0.95         |                   | 3.85         | 3.05                       |
| <b>15 – 20</b> | 2           | 0.65         |                   | 2.65         | 3.08                       |
| <b>20 – 25</b> | 1.37        | 0.5          |                   | 1.87         | 2.73                       |
| <b>25 – 30</b> | 1.1         | 0.4          |                   | 1.5          | 2.75                       |
| <b>30 – 35</b> | 0.6         | 0.3          |                   | 0.9          | 2                          |
| <b>35 – 40</b> | 0.5         |              |                   | 0.5          |                            |
| <b>40 – 45</b> | 0.4         |              |                   | 0.4          |                            |
| <b>45 – 50</b> | 0.2         |              |                   | 0.3          |                            |
| <b>Total</b>   | 17.74       | 9.5          | 4.42              | 31.42        | 1.87                       |

El cuadro No. 9 muestra el rechazo promedio por estrato de festuca, luego de ser pastoreada por las vacas del ensayo. El total de la biomasa del rechazo se concentró en su gran mayoría en los 10 cm inferiores del perfil, presentando casi la totalidad de los restos secos en los primeros 5 cm, con una altura de la pastura a la salida del pastoreo en torno a los 15 cm.

**Cuadro 10.** Composición morfológica por estrato (g MS/estrato) de oferta de dactylis

| Estrato        | Hoja  | Tallo | Resto seco | Total | Relación hoja/tallo |
|----------------|-------|-------|------------|-------|---------------------|
| <b>0 – 5</b>   | 1.3   | 2.83  | 3.6        | 7.73  | 0,46                |
| <b>5 – 10</b>  | 2.67  | 1.4   | 1.7        | 5.57  | 1,90                |
| <b>10 – 15</b> | 2.43  | 1.2   | 0.75       | 4.38  | 2,03                |
| <b>15 – 20</b> | 2.63  |       |            | 2.63  |                     |
| <b>20 – 25</b> | 1.83  |       |            | 1.83  |                     |
| <b>25 – 30</b> | 1.13  |       |            | 1.13  |                     |
| <b>30 – 35</b> | 0.73  |       |            | 0.73  |                     |
| <b>Total</b>   | 12.72 | 5.43  | 6.05       | 23.48 | 2.34                |

La composición morfológica de la oferta de dactylis es presentada en el cuadro No. 10; se puede apreciar el perfil de distribución de las partes de las plantas difiere considerablemente del presentado en festuca.

El dactylis no se encontraba en estado reproductivo, por lo cual las plantas presentan un porte menos erecto, llevando así a tener menos altura total.

Otra diferencia importante se debe a la composición por partes de cada estrato, en dactylis los estratos superiores se encuentran conformados exclusivamente por hojas, a diferencia de festuca que se en esa ubicación se encontraban solo tallos y espigas. Esta mayor proporción de hojas en todo el perfil se puede apreciar en los valores de relación hoja/tallo, en donde son mayores para dactylis. Los tallos del dactylis se concentraban en los estratos más bajos de las plantas, conformando las bases de las macollas que se encontraban bien establecidas, debido a que se trata de una pastura de cuarto año.

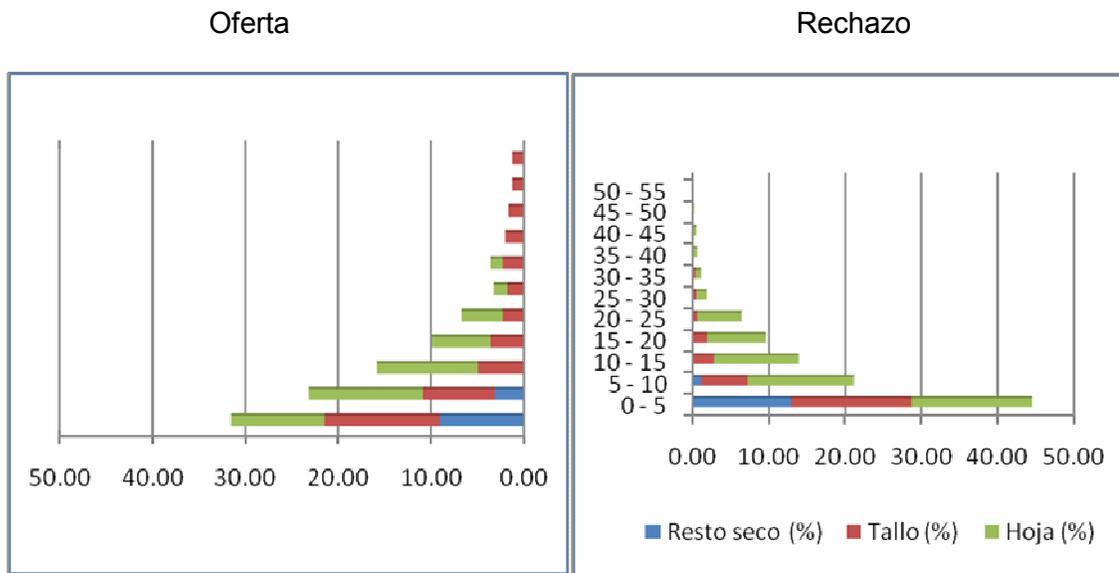
**Cuadro 11.** Composición morfológica por estrato (g MS/estrato) rechazo de dactylis

| Estrato        | Hoja | Tallo | Resto seco | Total | Relación hoja/tallo |
|----------------|------|-------|------------|-------|---------------------|
| <b>0 – 5</b>   | 1.57 | 1.97  |            | 7.73  | 0,46                |
| <b>5 – 10</b>  | 1.93 | 1.0   | 1.7        | 5.77  | 1,90                |
| <b>10 – 15</b> | 1.70 |       | 0.75       | 4.38  | 2,03                |
| <b>15 – 20</b> | 0.47 |       |            | 2.63  |                     |
| <b>Total</b>   | 5.67 | 2.97  | 6.05       | 20.51 | 1.66                |

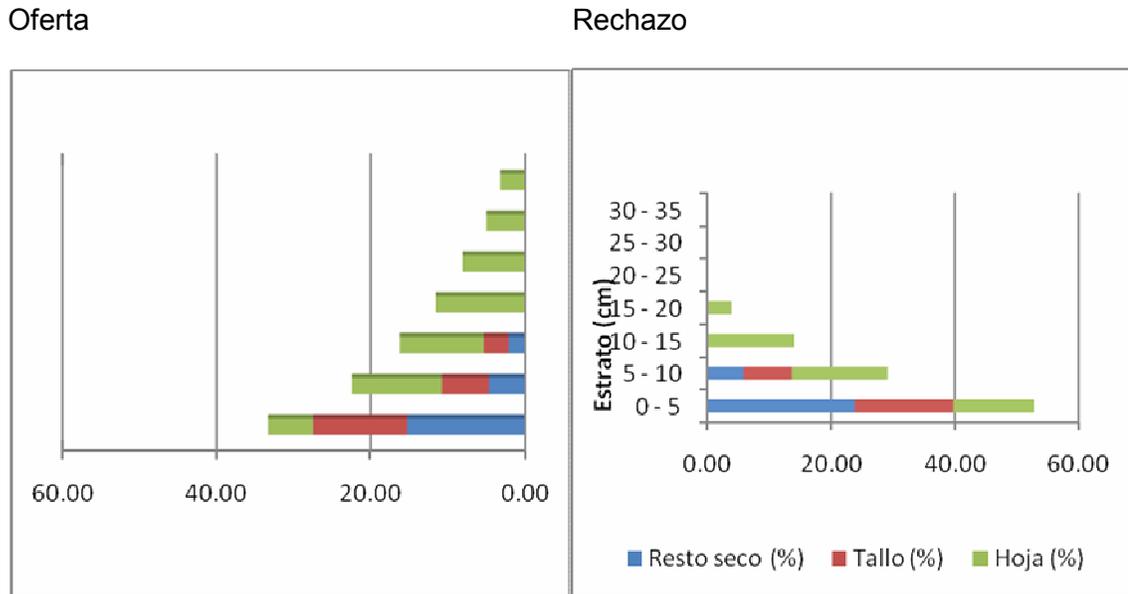
#### 4.1.3. Perfil de distribución de las pasturas

En los siguientes cuadros se presenta en forma gráfica, los perfiles de distribución de ambas pasturas para hojas, tallos y restos secos con respecto a peso total del estrato. Esta forma de presentar los datos permite visualizar la cantidad relativa de biomasa que se acumula en cada estrato, permitiendo así hacer una comparación en lo que respecta a composición morfológica y altura del material disponible y rechazado para cada pastura.

**Gráfico 1.** Perfil de distribución de festuca.



**Gráfico 2.** Perfil de distribución de dactylis.



#### 4.1.4. Composición química de las pasturas

A continuación se presenta la comparación química del material disponible por encima de 7 cm, a partir de una muestra compuesta del material ofrecido a los capones durante toda la duración del ensayo

**Cuadro 12.** Composición química del material disponible

| <b>Análisis</b> | <b>Festuca</b> | <b>Dactylis</b> |
|-----------------|----------------|-----------------|
| MS (%)          | 94.49          | 92.77           |
| Ceniza (%)      | 10.2           | 9.97            |
| PC (%)          | 13.81          | 17.02           |
| FDN mo (%)      | 58.09          | 60.89           |
| FDA mo (%)      | 29.28          | 28.34           |
| LDA (%)         | 2.21           | 4.48            |
| FC (%)          | 28.67          | 27.99           |
| EB (cal/kg MS)  | 3995           | 4186            |

Se puede notar que ambas pasturas presentan valores similares para casi todas las fracciones, a excepción del contenido de proteína bruta que fue mayor en dactylis.

#### 4.2. ASIGNACIÓN DIARIA DE FORRAJE

La asignación de forraje diaria en el ensayo, se realizó mediante la estimación de la disponibilidad de materia seca de la pastura que iban a pastorear los animales en los próximos 2 días, para luego calcular el largo de franja que se le asignaba a cada lote de animales. La misma se presenta en el siguiente cuadro como la superficie (en metros cuadrados) que se asignó diariamente a cada lote de 6 vacas, según las variaciones en el disponible por hectárea de cada pastura.

**Cuadro 13.** Asignación de forraje diario por lote (metros cuadrados).

| <b>Fecha</b>    | <b>Festuca</b> | <b>Dactylis</b> |
|-----------------|----------------|-----------------|
| <b>24-sep</b>   | 612            | 909             |
| <b>26-sep</b>   | 842            | 1013            |
| <b>28-sep</b>   | 927            | 1175            |
| <b>30-sep</b>   | 594            | 1107            |
| <b>02-oct</b>   | 666            | 1085            |
| <b>04-oct</b>   | 711            | 855             |
| <b>06-oct</b>   | 806            | 864             |
| <b>08-oct</b>   | 828            | 887             |
| <b>10-oct</b>   | 909            | 923             |
| <b>12-oct</b>   | 837            | 878             |
| <b>Promedio</b> | 773            | 969             |
| <b>Desvío</b>   | ± 119          | ± 116           |

En el cuadro se puede apreciar que en la totalidad de los días de evaluación, la asignación de superficie de pastoreo fue menor para los animales que pastorearon festuca con respecto a las del dactylis. Esto se debe a que la biomasa acumulada por hectárea fue superior para la festuca en todo el ensayo, lo que lleva a que la franja de pastoreo sea de menor tamaño.

### 4.3. ENSAYO CON CAPONES

Como se explicó anteriormente, en simultáneo al ensayo con las vacas se realizó un ensayo con capones en donde se estimaba niveles de consumo voluntario y de digestibilidad de ambas pasturas

#### 4.3.1. Digestibilidad

En el cuadro siguiente se muestra que la digestibilidad de la MS para ambas pasturas fue similar; a su vez la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) tampoco presento diferencias, pero se ubicó en niveles un poco superiores a los de la MS. La digestibilidad de la fibra detergente neutra (DFDN) y la digestibilidad de la fibra detergente acida (DFDA), fue significativamente superior para la festuca. Contrariamente a esto la digestibilidad de la energía (DE) fue superior en los animales que consumieron dactylis.

**Cuadro 14.** Digestibilidades medidas en capones.

|                 | <b>Festuca</b> | <b>Dactylis</b> |
|-----------------|----------------|-----------------|
| <b>DMS (%)</b>  | 70.58 a        | 70.92 a         |
| <b>DMO (%)</b>  | 73.75 a        | 73.82 a         |
| <b>DFDN (%)</b> | 77.17 a        | 74.20 b         |
| <b>DFDA (%)</b> | 76.33 a        | 72.92 b         |
| <b>DE (%)</b>   | 66.05 b        | 72.84 a         |

Medias seguidas por distinta letra difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).

#### 4.3.2. Consumo voluntario de forraje

Se presenta en el siguiente cuadro los valores registrados de consumo por parte de los capones, expresados por peso metabólico.

**Cuadro 15.** Consumo voluntario (g MS/kg PM) medidos en capones.

|                              | <b>Festuca Dactylis</b> |         |
|------------------------------|-------------------------|---------|
| <b>Consumo MS (g/kg PM)</b>  | 49.19 a                 | 47.42 a |
| <b>Consumo MO (g/kg PM)</b>  | 41.93 a                 | 39.65 a |
| <b>Consumo FDN (g/kg PM)</b> | 26.81 a                 | 26.68 a |
| <b>Consumo MOD (g/kg PM)</b> | 31.05 a                 | 29.28 a |

Medias seguidas por distinta letra difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).

No se encontraron diferencias significativas en el consumo de MS entre festuca y dactylis, así como tampoco se detectaron en el consumo de materia orgánica. El consumo de FDN fue similar entre ambos tratamientos y el consumo de materia orgánica digestible también fue similar.

#### 4.4. ENSAYO CON VACAS LECHERAS

##### 4.4.1. Producción de leche y composición

A continuación se presenta la producción y la composición de leche, que registraron las vacas durante todo el ensayo.

**Cuadro 16.** Producción de leche y composición por día según tratamiento (F: festuca y D: dactylis).

| DÍA                 | Trat | PL      | LCG     | % P     | % G     | Kg P    | Kg G    |
|---------------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 05-oct              | F    | 18.23 B | 17.1 A  | 3.136 A | 3,579 A | 0.571 B | 0.635 A |
|                     | D    | 20.63 A | 19.32 A | 3.293 A | 3,582 A | 0.676 A | 0.738 A |
| 06-oct              | F    | 19.57 A | 19.04 A | 3.113 A | 3,811 A | 0.61 B  | 0.747 A |
|                     | D    | 21.12 A | 19.74 A | 3.289 A | 3,571 A | 0.69 A  | 0.753 A |
| 07-oct              | F    | 18.47 B | 17.89 A | 3.076 B | 3,796 A | 0.58 B  | 0.700 A |
|                     | D    | 21.50 A | 20.62 A | 3.300 A | 3,733 A | 0.707 A | 0.801 A |
| 08-oct              | F    | 19.13 A |         |         |         |         |         |
|                     | D    | 20.90 A |         |         |         |         |         |
| 09-oct              | F    | 18.03 B |         |         |         |         |         |
|                     | D    | 21.53 A |         |         |         |         |         |
| 10-oct              | F    | 19.50 B |         |         |         |         |         |
|                     | D    | 22.47 A |         |         |         |         |         |
| 11-oct              | F    | 18.63 B | 18.74 A | 3.099 B | 4,024 A | 0.577 B | 0.753 A |
|                     | D    | 20.80 A | 21.15 A | 3.315 A | 4,139 A | 0.688 A | 0.855 A |
| 12-oct              | F    | 18.63 B | 18.32 A | 3.312 A | 3.869 A | 0.586 B | 0.725 A |
|                     | D    | 21.37 A | 20.51 A | 3.269 A | 3.71 A  | 0.697 A | 0.798 A |
| 13-oct              | F    | 17.57 B | 17.04 A | 3.117 A | 3.78 A  | 0.577 B | 0.668 A |
|                     | D    | 20.17 A | 19.56 A | 3.304 A | 3.71 A  | 0.667 A | 0.766 A |
| Producción promedio | F    | 18.64 B | 18.02 B | 3.12 A  | 3.81 A  | 0.708 A | 0.579 B |
|                     | D    | 21.16 A | 20.15 A | 3.74 A  | 3.29 A  | 0.785 A | 0.688 A |
| P Trat              |      | 0,0052  | 0,0447  | 0,1315  | 0,622   | 0,0036  | 0,0984  |
| P Bloque            |      | 0,167   | 0,1739  | 0,031   | 0,0517  | 0,044   | 0,1108  |
| P Día               |      | 0,0262  | 0,4896  | 0,332   | 0,403   | 0,2792  | 0,5512  |
| P Trat x día        |      | 0,585   | 0,9     | 0,223   | 0,9833  | 0,947   | 0,619   |

Medias seguidas por distinta letra difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).

Tomando en cuenta los valores promedios de producción de leche para todo el periodo de medición, se puede apreciar una diferencia significativa en la producción de leche diaria entre los dos tratamientos, siendo menor la producción cuando las vacas consumieron festuca. Esta menor producción se

corroborar cuando comparando ambos tratamientos con respecto a la leche corregida por grasa, se siguen manteniendo esos menores niveles, siendo inferior en más de 2 litros/día.

Sin embargo, cuando analizamos los datos tomando en cuenta los porcentajes de grasa y proteína, no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo tanto se puede concluir que la superioridad en LCG, se encuentra dada por la diferencia obtenida en litros de PL y no por diferencias en la concentración de sólidos de las muestras tomadas.

Esto tiene como consecuencia que cuando se calcula la producción de sólidos en valores absolutos (kg/día), la cantidad de grasa producida en ambos tratamientos estadísticamente no es diferente; cuando comparamos en producción de proteína si se detectan diferencias, siendo superior la producción de grasa por día cuando los animales consumieron dactylis.

También se presentan los datos de producción y composición diarios de leche, comparándose día a día las producciones de ambas pasturas y mostrando en la zona inferior del cuadro las significancias estadísticas para cada variable en el total del periodo de ensayo.

En el mismo se puede ver para producción de leche, una superioridad para las vacas que consumieron dactylis en casi todo el periodo de evaluación a excepción de dos días donde no se detectaron diferencias. El efecto día es significativo, esto se debe a la gran variación existente día a día en la producción.

En la LCG, no existió interacción día por tratamiento, así como el efecto día tampoco fue significativo, por lo tanto utilizaremos al efecto de tratamiento, el cual nos indica que existieron diferencias entre tratamientos, la producción diaria de LCG fue superior en los animales alimentados con dactylis.

Para las restantes 4 variables analizadas, en ninguno de los casos fue significativo el efecto día ni el efecto tratamiento por día, por lo tanto no es de interés analizar comparativamente las diferencias en el día a día, sino que nos quedamos con los valores que expresan la significancia del efecto del tratamiento.

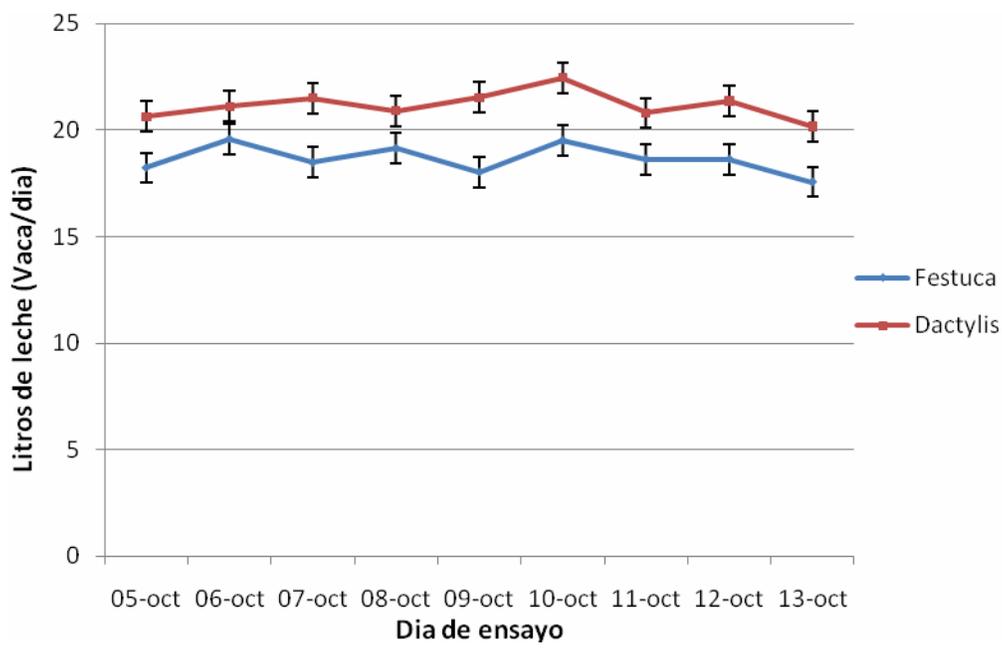
Para % G, %P y producción de grasa (kg G), podemos concluir que no existieron diferencias significativas durante el periodo de evaluación, sin

embargo existieron diferencias cuando se midió la producción de proteína (kg P), siendo superior la producción en vacas alimentadas con dactylis.

#### 4.4.2. Evolución de producción leche y composición durante el experimento

A continuación se presentan gráficamente la evolución diaria junto con las barras de error para las tres variables que se consideraron más importantes desde el punto de vista del análisis comparativo entre ambas pasturas; las mismas son, producción de leche (lts/día), producción de proteína (Kgs/día) y producción de grasa (Kgs/día).

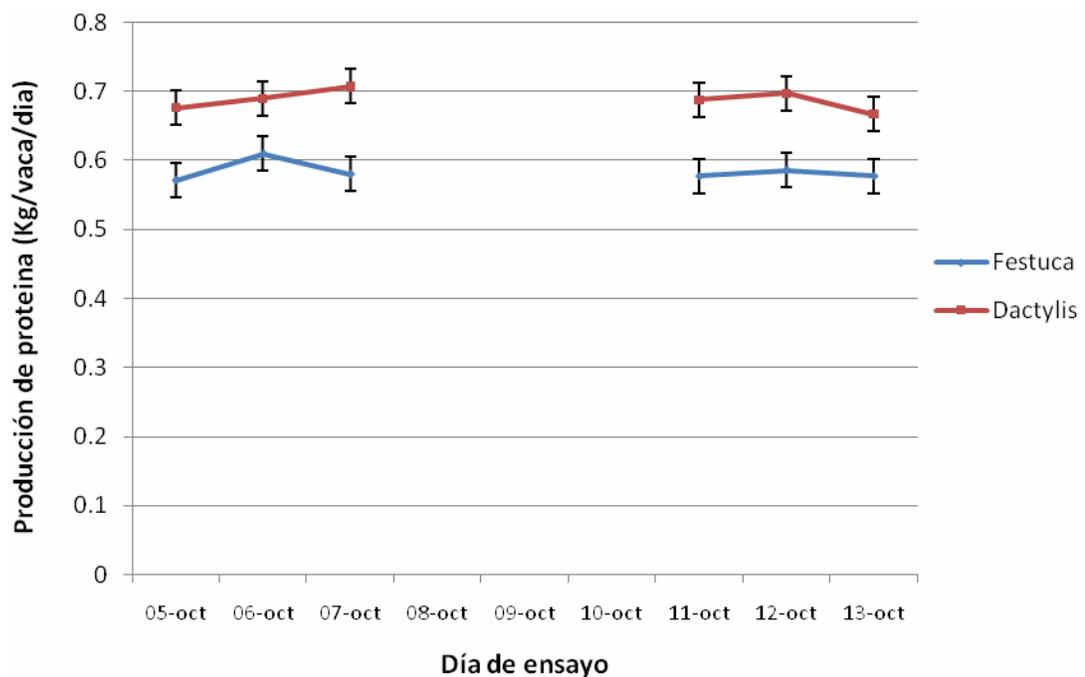
**Gráfico 3.** Evolución diaria de PL



Se puede ver que durante todo el periodo de evaluación existió una superioridad en producción de leche por vaca, por parte de los animales alimentados con dactylis. Cabe aclarar que los animales tuvieron un periodo

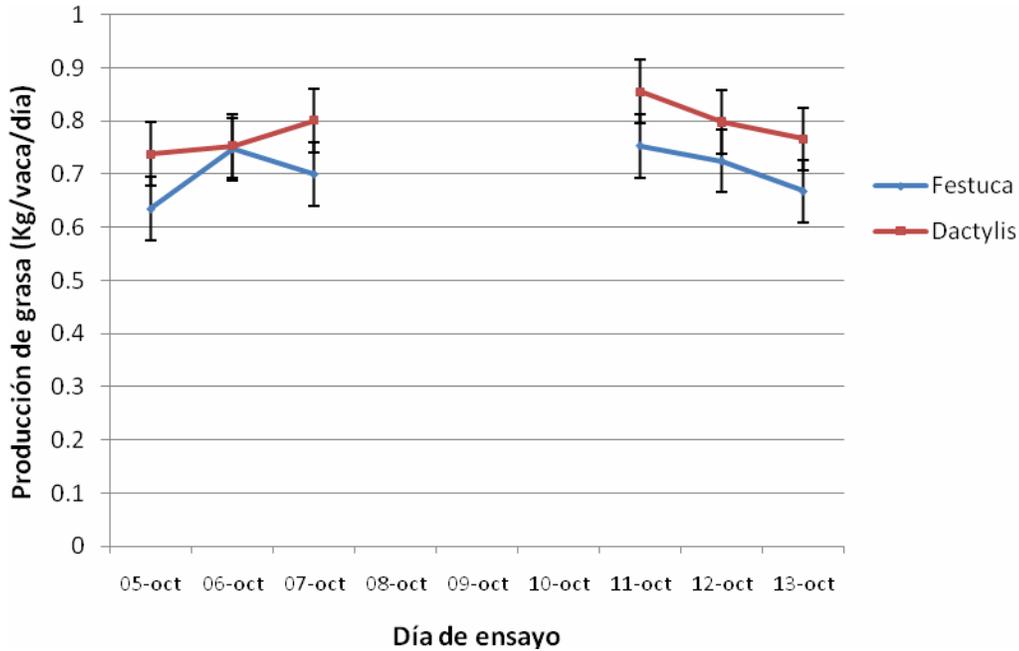
previo de adaptación a la dieta y por lo tanto se asume que los datos obtenidos se deben al efecto de cada dieta en particular. En el caso de existir algún efecto residual de la dieta anterior al ensayo, todos los animales provienen del mismo lote general, por lo tanto tenían la misma dieta. La mayor producción de leche por vaca en dactylis se mantiene durante todo el periodo, siendo la diferencia en producción constante a pesar de que existían cambios día a día.

**Gráfico 4.** Producción de proteína en leche (Kg/vaca/día)



Para la producción de proteína por día se puede ver que las diferencias son significativas: los animales alimentados con festuca presentaron valores significativamente menores a los alimentados con dactylis. Esto sucedió en los 6 días de medición de dicha variable. Las diferencias entre ambos tratamientos fueron relativamente constantes y no variaron los niveles de producción de proteína para cada tratamiento en el ensayo.

**Gráfico 5.** Producción de grasa en leche (kg/vaca/día)



La producción diaria de grasa presentó un comportamiento diferente al de la proteína, en primer lugar en ninguno de los días de evaluación se detectaron diferencias entre tratamientos. A su vez el comportamiento de esta variable presentó mayores variaciones diarias no pudiendo marcarse ningún patrón de comportamiento debido a lo variable de los valores para ambos tratamientos.

#### 4.3.3. Variación de peso vivo

En el cuadro se presenta la información acerca del pesaje inicial promedio para cada tratamiento, el pesaje final y la diferencia de peso vivo que se generó luego del periodo de ensayo.

**Cuadro 17.** Variación de peso vivo

|                   | <b>Pi</b> | <b>Pf</b> | delta |
|-------------------|-----------|-----------|-------|
| Festuca           | 584,66    | 591,66    | 7     |
| Dactylis          | 590       | 595,53    | 5.53  |
| Alfa estimado (p) | 0,162     | 0,731     | 0,893 |

No existieron diferencias en el peso inicial, lo que es importante, ya que muestra que fue bien realizado el bloqueo de los animales por el peso, ya que no fueron asignados grupos más pesados o livianos a determinada pastura. Con los datos de peso finales se calculó la diferencia en el periodo y se determinó que tampoco existieron diferencias y que ambos grupos ganaron entre 5 y 7 kgs. aproximadamente por vaca.

## 5. DISCUSION

### 5.1. CARACTERISTICAS DE LAS PASTURAS

#### 5.1.1. Características físicas

La utilización de las pasturas es uno de los factores principales, que junto a la digestibilidad y el nivel de consumo, inciden en gran medida en la performance de los animales que las consumen. Por esta razón es importante estudiar las características físicas de las mismas, en lo que refiere a disponibilidad y rechazo, para analizar posteriormente de qué forma fueron utilizadas por los animales.

La festuca presentó una mayor biomasa disponible, estando esto asociado a que se encontraba en estado reproductivo (espigazón) y a que presentaba una mayor altura, mientras que el dactylis se encontraba en estado de elongación de tallos con menor porte y menor cantidad de biomasa acumulada. A su vez se pudo notar que la relación hoja/tallo de festuca fue menor con respecto al dactylis (Anexo 1), en particular cuando se analiza la cantidad de hoja disponible por encima de los 10 cm en el perfil. Tomando en cuenta el estrato superior de ambas pasturas (encima de 10 cm), se puede observar que las diferencias en el ofrecido cuando se expresa en cantidad de hojas no son tan acentuadas, ya que el dactylis se encontraba en estado vegetativo y presentaba prácticamente 100 % de hoja.

Si bien en la bibliografía nacional se citan valores superiores de producción de forraje en primavera para festuca con respecto a dactylis (2800 kg/ha para festuca y 2400 kg/ha para dactylis, según García, 2003), la diferencia en este ensayo fue superior (más de un 30 %). Con respecto al rechazo, los animales pastorearon el dactylis más abajo, consumiendo casi en su totalidad las hojas ubicadas en las zonas superiores.

Teniendo en cuenta que el animal utiliza el estrato superior de la misma, se comparó la cantidad de disponible y rechazo utilizando como indicador de consumo el porcentaje de utilización (Ver anexo 2). En ese cuadro de porcentaje de utilización de cada pastura, se observa aproximadamente un 30% más de utilización en dactylis. Ese menor porcentaje de utilización de la

festuca no quiere decir que hubo un menor consumo de la misma, porque si lo analizamos en términos absolutos, fueron similares las cantidades de MS desaparecidas (950 kg en festuca y 900 kg en dactylis).

Cabe mencionar que las pasturas se encontraban en diferentes estados fenológicos como ya se mencionó. Estas diferencias llevaron a que la festuca se presentara con una masa foliar menos tierna que el dactylis, con un mayor componente de tallos con respecto a la biomasa total y con una mayor altura, debido a que se encontraba en estado de espigazón, con tallos elongados. La caída de la proporción de hojas y del contenido de nitrógeno del forraje puede acarrear un deterioro de la calidad nutritiva de una proporción considerable del forraje total de la pastura (Agnusdei y Wade, 2002). Si bien variaciones de este tipo ocurren también como consecuencia de cambios fenológicos, tales como el pasaje al estado reproductivo, los resultados de varios experimentos indican que las pasturas en estado vegetativo están igualmente sujetas a marcadas variaciones en la calidad del forraje, si no son oportuna y adecuadamente pastoreadas (Agnusdei, 2007)

Otra parte importante de la caracterización de una pastura es la descripción de la composición morfológica, debido a que permite conocer valores, tales como la altura máxima alcanzada, proporciones de hojas, tallos y restos secos, así como la relación hoja tallo que es utilizada como indicador del estado fenológico o de la arquitectura de la pastura.

La relación entre el consumo de pasturas y las características morfológicas de las mismas, han sido señaladas desde hace años, sin embargo poco se sabe acerca de los mecanismos que pueden explicar esta relación (Wade y Agnusdei, 2001). A su vez los mismos autores indican que las pasturas con un alto nivel de hojas claramente favorecen el consumo diario de los animales en pastoreo debido a que ese tipo de estructura permite un proceso ágil de cosecha, manipulación y digestión del forraje ingerido. Dalley et al., citados por Aldama et al. (2003), afirman que a medida que los animales bajan la altura del forraje con el pastoreo, selectivamente remueven mas hojas que tallos y material muerto, generando esto cambio en estructura y composición de la pastura. La diferencia en proporción de hojas entre ambas gramíneas, es explicada por una mayor caída en la proporción de hojas en la festuca, esta caída en la cantidad de hojas no es atribuible al pasaje del tiempo luego del pastoreo, debido a que los pastoreos previos al ensayo se realizaron en el

mismo momento. Lamaire y Gastal, citados por Agnusdei (2007), realizaron estudios comparativos entre plantas aisladas y pasturas densas, y observaron que luego de que se cerró el tapiz de la pastura, la proporción de hojas disminuyó considerablemente, esto explicaría que el tiempo no es la variable principal que influye sobre la caída en la proporción de hojas, sino que esa caída se debe a una respuesta plástica de las plantas que se desarrollan frente a una cubierta vegetal densa, ante la acumulación excesiva de forraje. Se puede concluir que el consumo de forraje por parte de las vacas que pastorearon dactylis se caracterizó por tener una mayor utilización de la misma en el estrato superior a los 10 cm y que ese consumo presentó un mayor componente de hojas con respecto al forraje que consumieron las vacas sobre festuca, pudiendo ser esta una de las posibles causas de la diferencia observada en la respuesta animal entre ambas gramíneas.

Finalmente al ser mayor la cantidad de biomasa presente en festuca, el área asignada por vaca fue menor y por lo tanto tenemos como resultado mayores cargas animales sobre esta pastura.

### 5.1.2 Composición química

La principal diferencia en composición química observada entre ambas gramíneas fue el contenido de proteína cruda, asociado fundamentalmente a una mayor cantidad de biomasa acumulada, que produce un efecto de dilución en el contenido de proteína cruda.

Los niveles de proteína que presentaron ambas pasturas fueron de 13.8% aproximadamente para festuca y de 17% para dactylis; los datos encontrados en la bibliografía para esa época del año son bastante variables en lo que refiere a festuca. García (2003), en sus ensayos a nivel nacional estimó contenidos de PC en festuca de aproximadamente 17 % para el mes de octubre; a su vez Soto (2003), encontró valores promedios de PC en primavera de 15.4% para la variedad Vulcan y 14.4% para la variedad Resolute. Mieres (2004) realizó ensayos locales obteniendo para festuca promedios de PC de 13.9 %. Para dactylis, Mieres (2004) estimó niveles de PC de 15.7%, mientras que García (2003) reporta valores promedio de 22 % de PC. García (1995) en

otra evaluación sobre dactylis en el mes de octubre registro 20 % de PC, en este caso específicamente de la variedad LE Oberón.

Según García (2003), el componente más variable dentro de las gramíneas perennes es el de proteína cruda, es muchos casos siendo más variable que los valores de digestibilidad calculados; por lo tanto, esta diferencia puede ser explicada porque el contenido de nitrógeno proteico es afectado por la disponibilidad de nitrógeno en el suelo, el cual es siempre muy variables debido a condiciones edáficas, fertilizaciones, manejo, etc.

Lo que sí es coincidente con otros trabajos como los de Sullivan et al. (1956), Minson (1990), García (2003), es la superioridad en contenido de PC del dactylis con respecto a la festuca. En el caso de nuestro ensayo, existen varias causas posibles que explicarían estas diferencias; una de ellas puede deberse a la diferencia registrada en la producción de biomasa entre una y otra pastura, que llevaría a un efecto de dilución de la PC (Abaunza, Costa y Cruz, Martín, Velazco, citados por Juárez y Bolaños, 2007), en la festuca para este caso. Otra posible causa que puede explicar esta diferencia, es la que tiene en cuenta las diferencias de componente hoja para ambas pasturas; la festuca en todo su perfil de distribución presentó menores proporciones de hoja que el dactylis. Agnusdei (2007) expresó que un aumento en el nivel de biomasa de una gramínea lleva a una disminución de la proporción de láminas foliares en la misma y como consecuencia una disminución del contenido de PC de la pastura, debido a que el componente hoja es muy superior en concentración de PC a los tallos (Gueguem y Fauconneau, Mowat, Jhonston y White, Burton, citados por Minson, 1990).

Según Poppi y McLennan (1990), los datos que surgen acerca de las gramíneas templadas, indican que no existe una completa transferencia de las proteínas microbianas, no degradadas y endógenas hacia el intestino, cuando el contenido proteico de la dieta se encontraba por debajo de 160 g/ kg MOD. Según esta relación, ese sería el nivel de PC limitante para la digestión ruminal, en nuestro caso los contenidos proteicos de las pasturas son de 209 y 257 g/ kg MOD para festuca y dactylis respectivamente, por lo que estarían cubiertos los requerimientos de proteína del rumen por el aporte de las gramíneas únicamente.

Con respecto a la fracción pared celular (FDN), no hubieron diferencias entre gramíneas, sin embargo el contenido de LDA presentó importantes diferencias, siendo el nivel en dactylis más del doble del que presenta la festuca. Si bien la composición química en lo que refiere a la pared celular (FDN y FDA) fue similar entre ambas gramíneas, las digestibilidades para estas 2 fracciones fueron diferentes, siendo superiores para festuca con respecto al dactylis. Un trabajo de Acosta et al. (2003), en donde se estudió la digestión ruminal en capones de festuca y dactylis en primavera, indica que los contenidos de FDN fueron similares para ambas gramíneas y que los niveles de digestibilidad de esta fracción también fueron similares, pero por debajo de los registrados en nuestro experimento (63.5% DFDN para festuca y 65.5% para dactylis). Brink et al. (2008), comparó estacionalmente contenidos de FDN y digestibilidades de esta fracción para festuca y dactylis y observó un mayor contenido de FDN para dactylis, junto a una mayor digestibilidad del FDN por parte de los animales que consumieron festuca.

## 5.2. CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD EN CAPONES

El consumo a voluntad evaluado en capones fue similar entre gramíneas, lo cual llama la atención si se lo compara con los datos obtenidos por Reid et al. (1978), en donde el consumo en capones fue superior al de dactylis con respecto a festuca (68 g/kg PM y 58 g/kg PM respectivamente). Forbes y Garrigus, citados por Minson (1990), mostraron resultados que indican un mayor consumo de dactylis con respecto a festuca en bovinos y ovinos, siendo esta diferencia de consumo de 31% y 27% respectivamente. Si bien en nuestro ensayo no se pudieron encontrar diferencias en consumo por parte de los capones, es probable que hayan existido diferencias en el consumo por parte de las vacas lecheras, debido a diferencias en disponibilidad, estado fenológico y palatabilidad de ambas pasturas.

En el ensayo con capones no se observaron diferencias en la digestibilidad de la materia seca y en la materia orgánica, siendo los valores próximos al 71 y 74 % respectivamente. Estudios realizados por Murdock y Hodgson (1959), en donde se evalúa digestibilidad de dactylis a diferentes estados, muestran para estados vegetativos valores aproximados al 75% de

digestibilidad, en encañazón de 72%, 58.2% en floración tardía y 54.8 en plena floración.

Sin embargo al evaluar la digestibilidad de la energía (DE), fue significativamente superior en dactylis, con un valor de ED, 10 % superior con respecto a festuca, siendo esta superioridad en energía muy similar a la superioridad en producción de leche corregida por grasa (11% superior en dactylis). Según Van Soest (1994) la energía digestible se define como la energía en bruto que tiene ese alimento menos la energía que se pierde en heces. Pigurina y Methol (1994), analizaron el valor nutritivo de pasturas y determinaron para festuca en estado de plena floración 1.33 Mcal/kg MS y para dactylis 1.4 Mcal/kg MS de energía neta de lactación (ENL); estos valores son similares a los calculados en nuestro experimento, con 1.32 Mcal/ kg MS para festuca y 1.38 Mcal/ kg MS. Fulkerson et al. (2007), obtuvo en ensayos de primavera valores de energía metabolizable (EM) para festuca de 2.32 Mcal/ kg MS y para dactylis 2.44 Mcal/ kg MS. El contenido energético de una pastura es el principal nutriente limitante si se está trabajando en sistema de producción pastoriles en base a gramíneas templadas, por lo tanto deben de tenerse en cuenta los contenidos de carbohidratos no estructurales, así como el de FDN, al momento de elegir pasturas que aporten un mayor contenido de ED para el animal. En nuestro caso, los niveles de FDN de la dieta son similares entre ambas pasturas, sin embargo no se refleja lo mismo en el contenido de ED.

### 5.3. EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE LAS PASTURAS CON VACAS LECHERAS

Es importante tener en cuenta al momento de discutir el desempeño que tuvieron los animales con respecto al consumo de cada gramínea, que ambas dietas se basaron únicamente en la oferta de forraje fresco a los animales dentro de la parcela, no proporcionándole ningún tipo de suplementación, a excepción de sales minerales, con el objetivo de no generar desbalance de minerales en la nutrición de la vaca.

El alimentar a las vacas lecheras en sistemas netamente pastoriles, resulta el sistema de producción de leche de menor costo económico (Peyraud y Delaby, 2001). El principal objetivo de este tipo de producciones es

incrementar las productividades por unidad de superficie, mientras que si lo comparamos con sistemas bajo estabulación, el objetivo principal en el incremento de las productividades por unidad de producción (Clark y Kanneganti, 1998). En nuestro ensayo se obtuvieron valores promedios para ambas gramíneas de 20.5 lt/vaca/día. Un trabajo de Kolver y Muller (1998), compara dos sistemas de alimentación (únicamente pastoreo ó suplementación), en donde previo al ensayo venían siendo suplementadas hasta consumir solo pasto, se registró un descenso en la producción de leche de un 33% en el sistema bajo pastoreo con respecto al sistema de suplementación. Estos valores son similares a los encontrados en nuestro ensayo, en donde las vacas venían de una producción promedio de leche de 26.7 lts/día y descendieron a 21.2 en dactylis y 19.7 en festuca (26% y 35% respectivamente). Kolver (2003), concluyó que la principal causa que limita la producción de leche en vacas consumiendo pastos de alta calidad, fue el suministro de energía por parte de esa pastura, por encima del aporte de proteína metabolizable y/o aminoácidos.

Los niveles de producción de leche por animal, fueron superiores en vacas alimentados con dactylis que en aquellas alimentadas con festuca. Esto es coincidente con un trabajo de Strahan et al. (1987), donde se compararon diferentes variedades de festuca contra un control de dactylis, en el mismo la media de producción para festuca fue de 19.9 lts/día y de 21.3 lts/día para dactylis.

Seath et al. (1956), realizaron un ensayo con el objetivo de comparar valores nutricionales de diferentes gramíneas y para eso analizó la persistencia en producción de leche y la variaciones de peso de las vacas; se determinó que la producción de leche fue más persistente en dactylis (87,6%) que en festuca (72.2 %). También se concluye en este trabajo que las pasturas que tuvieron una menor persistencia en producción, tuvieron mayores pérdidas de peso vivo, esto nos permite concluir que a mayor valor nutritivo existe una mayor persistencia en la producción y ganancias de peso vivo.

Si vinculamos el porcentaje de utilización de las pasturas evaluadas con la producción de leche diaria, nos encontramos con que nuestros resultados no son coincidentes con la bibliografía. Son varios los trabajos que coinciden en que a menor porcentaje de utilización de una pastura en el estrato superior, mayor es la producción de leche diaria (Dalley et al., Wales et al., Bargo et al.,

Kennedy et al., citados por Gonnet, 2007), debiéndose esto a una mayor selectividad por parte de los animales, que consumen las fracciones más nutritivas de la planta. En nuestro ensayo, la festuca presentó una menor utilización por encima de 7 cm en el perfil, pero su producción diaria de leche fue menor a la de dactylis; seguramente esto este vinculado a que los estados fenológicos de ambas pasturas era diferente al momento del ensayo y a que los niveles de disponibilidad eran superiores en festuca.

De los componentes de la leche, la producción diaria de proteína en leche, fue la única que tuvo diferencias significativas entre tratamientos, presentando las vacas que consumieron dactylis una mayor producción. Es importante tener en cuenta que la producción en kg de sólidos está relacionada con la producción total de leche, por lo tanto esta diferencia a favor del dactylis puede deberse a una mayor PL, ya que relativamente (en %) no existió diferencia entre niveles de grasa y proteína. Coulon y Remond, citados por Astigarraga (2007), estudiaron la relación existente entre el contenido energético de una pastura y la respuesta en producción de proteína (kg/día), en este trabajo se indica que el nivel energético de la dieta que se le ofrece al animal es la principal limitante del contenido de proteína de la leche, debido a que un aumento en el aporte de energía favorece la actividad ruminal y por ende un aumento de la producción de proteína microbiana, que es fuente de aminoácidos, para la producción de proteína en la glándula mamaria.

La producción de leche diaria fue mayor cuando las vacas pastorearon dactylis, como también fue superior la producción diaria de proteína, ambas variables se encuentran directamente asociadas a un mayor contenido de energía. Si el consumo en pastoreo hubiese sido similar entre ambas gramíneas, la diferencia en el contenido de energía (+ 5%) por sí sola, no sería suficiente para explicar la diferencia encontrada en producción de leche (+ 10%) entre dactylis, en comparación a festuca. Ello llevaría a pensar que las vacas que pastorearon dactylis, lograron un consumo superior de forraje, que explicaría la diferencia no cubierta por las diferencias en contenido energético entre ambas gramíneas.

Si bien el ensayo no abarcó un periodo considerable de tiempo, se midieron las variaciones de peso vivo de los animales de acuerdo al tratamiento asignado. Se observó que no existieron cambios significativos en el peso vivo, con una ganancia diaria de 0.53 kg para festuca y de 0.44 kg diarios para

dactylis. Estos valores son similares a los encontrados por Greenhalgh y Reid (1968) en un ensayo similar a este con dactylis y raigrás como tratamientos, se observó una ganancia diaria de 0.33 kg en vacas pastoreando dactylis. Por lo tanto el cambio de dieta sobre los animales no produjo ninguna alteración energética en el corto plazo, que hubiese generado una movilización de reservas por parte del animal.

Teniendo en cuenta que las asignaciones de MS diaria son valores fijos para cada animal independientemente del tratamiento, se puede concluir que la festuca con esta disponibilidad tolera mayores cargas animales por hectárea, esto lleva a analizar que tipo de manejo es más conveniente para cada pastura; aquel que lleva mayores cargas animales y tiene mayores producciones de leche por hectárea ó aquellos que no aumentan las cargas animales y apuestan a aumentar las productividades por animal. Si queremos obtener mayores producciones de leche por hectárea, la festuca sería la que nos brinda mayor producción; si por otro lado, nuestro objetivo de producción se basa en la productividad por animal, el dactylis produce más leche de acuerdo a la información obtenida en nuestro ensayo (ver Anexo 3).

## 6. CONCLUSIONES

En el ensayo con capones no se observaron diferencias en consumo voluntario ni en digestibilidad entre festuca y dactylis, a pesar de que festuca presentó una mayor proporción de tallos, lo cual podría estar asociado a similar contenido de pared celular entre gramíneas.

Sin embargo la PL fue mayor al pastorear dactylis, lo cual podría estar explicado por un mayor porcentaje de utilización de esta pastura en comparación a festuca (64% vs. 50%), por una mayor proporción de hojas y por presentar una concentración de energía por kg MS superior.

Se observó una mayor producción de proteína diaria y mayor LCG, en animales que consumieron dactylis; la mayor producción de proteína se debe a una mayor producción de leche en las vacas alimentadas con dactylis y no a una mayor concentración de proteína, ya que fueron similares entre ambas dietas.

No obstante cabe destacar que los buenos valores de producción individual obtenidos en este ensayo, con vacas de lactancia tardía, consumiendo pasto como único alimento.

Si expresamos los resultados de producción de leche por unidad de superficie, las producciones fueron superiores en los animales que consumieron festuca.

## 7. RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la calidad nutricional de dos gramíneas perennes, *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata*, como potenciales alternativas para incluir en las rotaciones forrajeras de predios lecheros. Con este fin se realizó un ensayo entre el 20 de setiembre y el 8 de octubre de 2008 donde se evaluaron estas dos gramíneas utilizando 12 vacas Holando con promedios de peso inicial de 585 kg., producción de leche previa de 26,6 l. y 194 días de lactancia; en un diseño experimental de bloques completos al azar con muestras apareadas, siendo estas características las utilizadas para realizar el bloqueo. En simultaneo al ensayo con vacas y con el objetivo de determinar digestibilidad y consumo de las gramíneas, se utilizaron 12 capones de la raza Corriedale, los cuales fueron agrupados al azar en 2 grupos de 6 animales. Se pudo determinar una mayor producción de biomasa en festuca, con respecto a dactylis (4034 kg MS/ha vs 2965 kg MS/ha). Al momento del ensayo la festuca se encontraba en un estado fenológico más avanzado que dactylis, mostrando una menor relación hoja/tallo y una mayor altura. La composición química de ambas gramíneas fue similar en todos componentes evaluados, excepto en proteína cruda, donde se observó un mayor contenido en dactylis (17%) que en festuca (13.8%). No se observaron diferencias en consumo de materia seca ni en ninguna de las fracciones analizadas, y en las determinaciones de digestibilidad, solo se encontraron diferencia en energía digestible, siendo superior en dactylis (72.8% vs. 66% en festuca). Los resultados en producción de leche mostraron que dactylis presentó una mayor producción por animal (21.2 l/vaca/día vs. 18.4 l/vaca/día en festuca) y una mayor producción de LCG y producción de proteína diaria. Esta superioridad del dactylis podría ser explicada por un mayor contenido energético de esta pastura y un mayor consumo por parte de las vacas. Se lograron obtener buenos valores de producción de leche con una dieta netamente pastoril, siendo superior la producción de leche por hectárea en animales alimentados con festuca (1504 l/ha/día vs. 1255 l/vaca/día), a causa de la mayor biomasa disponible al momento de este ensayo.

Palabras clave: Producción lechera; Nutrición animal; Gramíneas; Pastoreo.

## 8. SUMMARY

This study characterized the nutritional quality of two perennial grasses, fescue (*Festuca aruncinacea*) and orchardgrass (*Dactylis glomerata*), and investigated the potential for these fodder crops to be included in the rotation for dairy farms. To reach this goal, a trial was conducted between September 20 and October 8, 2008 in Progreso, Canelones. These two grasses were evaluated using 12 Holstein cows with average initial weight of 585 kilograms, previous milk production of 26.6 liters and 194 days of lactation. The experimental design was a randomized complete block with paired samples. To determine cows' digestibility and intake of grasses simultaneously, 12 Corriedale capons were used, which were grouped randomly into 2 groups of 6 animals. Greater biomass production was measured in the fescue treatment (4,034kg MS\ ha) compared to the orchardgrass (2,965 k MS/ha). At the time of the trial, fescue was in a more advanced phenological state than orchardgrass observed by lower leaf to stem ratio and greater height. The chemical compositions of both grasses were similar in all evaluated components, except for crude protein, for which orchardgrass showed a greater content (17% vs. fescue 13.8%). No differences were measured in dry matter intake or of the analyzed fractions. In terms of digestibility, only statistical differences were measured in digestible energy, with orchardgrass measuring 72.8% and fescue at 66%. Orchardgrass resulted in statistically greater milk production (21.2 l/cow/day vs. fescue 18.4 l/cow/day), as well as higher production of corrected milk fat (LCG) and daily protein. This superiority of orchardgrass could be explained by a higher energy content of the pasture and increased consumption by the cows. However animals that are fed fescue demonstrated higher milk production per hectare (1504 l/ha/day vs. orchardgrass 1255 l/ha/day) because of the higher biomass available at the time of this trial. This study demonstrated favorable values for both fescue and to be used solely for cow diet in milk production.

Key words: Dairy production; Animal nutrition; Grazing; Grasses.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. ACOSTA, A.; GRIGERA NAON, J.J.; ACOSTA, G.; AYALA TORALES, A.; MILANI, V. 2003. Cinética de digestión ruminal de festuca arundinacea y dactylis glomerata, en distintas edades de rebrote durante la primavera. In: Congreso Argentino de Producción Animal (26°, 2003, Buenos Aires, Argentina). Trabajos presentados. Buenos Aires, Asociación Argentina de Producción Animal. s.p.
2. AGNUSDEI, M.; WADE, M.H. 2002. Factores del crecimiento y del manejo que determinan la estructura de las pasturas. In: Taller Bases para el Manejo del Pastoreo (2002, Buenos Aires, Argentina). Textos. Buenos Aires, Asociación Argentina Producción Animal. s.p.
3. \_\_\_\_\_. 2007. Calidad nutritiva del forraje. (en línea). In: Grupo Producción y Utilización de Pasturas. Agromercado temático. Buenos Aires, INTA E.E.A, Balcarce. pp. 11-17. Consultado 21 abr. 2009. Disponible en <http://www.produccionbovina.com.ar>
4. ALDAMA, A.; SALLE, M.; VIDART, D. 2003. Asignación de forraje y restricciones del tiempo de pastoreo en primavera sobre vacas lecheras en praderas permanentes. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 115 p.
5. ALDER, F.E.; COOPER, E.M. 1967. Comparative studies of perennial ryegrass and cocksfoot food for the calf. *Journal of Agricultural Science*. 68:331-346.
6. ALTIER, N. 1991. Estudios sobre Acremonium en festuca. La Estanzuela, INIA. 17 p. (Serie Técnica no. 8).
7. ASTIGARRAGA, L. 2007. El manejo de la alimentación como herramienta para modificar la composición química de la leche; guía de clase. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 18 p.

8. BARGO, F.; MULLER, L.D.; DELAHOY, J.E.; CASSIDY, T.W. 2002. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *Journal of Dairy Science*. 85:1777-1792.
9. \_\_\_\_\_. 2008. Consumo de materia seca en vacas en pastoreo. *In*: Congreso Argentino de Producción Animal (31º., 2003, San Luis, Argentina). Conferencias. San Luis, Asociación Argentina de Producción Animal. s.p.
10. BARNES, R.F. 1973. Laboratory methods of evaluation feeding of herbage. *In*: Buttler, G. W.; Barley, R. W. eds. *Chemistry and biochemistry of herbage*. New York, Academic Press. s.p.
11. BRINK, G.; HALL, M.; MERTENS, D.; CASLER, M. 2008. Grass yield and quality affect potential stocking rate and milk production. (en línea). Wisconsin, United States Dairy Forage Research Center. 9 p. Consultado 13 oct. 2009. Disponible en <http://www.ars.usda.gov/sp2Userfiles/Place/36553000/publications/2008-Brink-FG-10-1094.pdf>
12. CANGIANO, C.; GALLI, J.; GOMEZ, P.; ROSSO, O. 1996. Producción animal en pastoreo. Balcarce, INTA. 145 p.
13. CARÁMBULA, M. 2002. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para la producción de forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
14. CHERNEY, J.R.; CHERNEY, J.H.; CHASE, L.E. 2002. Performance of lactating Holstein cows as influenced by forage species and maturity, and level of inclusion. *Professional Animal Science*. 18:316-323.
15. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2004. Lactation performance of Holstein cows fed fescue, orchardgrass, or alfalfa silage. *Journal of Dairy Science*. 87:2268-2276.

16. CLARK, D.A.; KANNEGANTI, V.R. 1998. Grazing management systems for dairy cattle. *In*: Cherney, J. H.; Cherney, D. J. eds. Grass for dairy cattle. p.331.
17. DALMAS, C.A.; GONZALEZ, M.A.; ROSTAGNOL, A.L. 2005. Ensilaje de grano húmedo de maíz, sorgo y trigo, como suplemento concentrado para producción de leche y sólidos lácteos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 238 p.
18. DURING, C.,1984. Fertilizers and soils in New Zealand Farming. Wellington, Government Printer. 361 p.
19. ELIZONDO, L.; GIL, A.; RUBIO, L. 2003. Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el consumo y comportamiento ingestivo de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sobre una mezcla de avena y raigrás en estado vegetativo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 93 p.
20. ELLIOT, I.L.; LYNCH, P.B. 1958. Techniques of measuring pasture production in fertiliser trials. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 1:498-521.
21. ÉMILE, J.C.; GHESQUIÉRE, M.; TRAINÉAU, R. 1996. Appétence et valeur alimentaire de foins de féтуque indemnes ou infestés per le champignon endophyte *Acremonium coenophialum*. *Annals of Zootechnie*. 45:401-410.
22. FULKERSON, W.J.; NEAL, J.S.; CLARK, C.F.; HORADAGODA, A.; NANDRA, K.S.; BARCHIA, I. 2007. Nutritive value of forage species grown in the warm temperate climate of Australia for dairy cows; grasses and legumes. *Livestock Science*. 107:253-264.
23. GARCÍA, J. 1995. *Dactylis glomerata* LE Oberón. La Estanzuela, INIA. 16 p. (Boletín de Divulgación no. 49).

24. \_\_\_\_\_. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. La Estanzuela, INIA. 19 p. (Serie Técnica no. 133).
25. GONNET, M. 2007. Efecto de la asignación de forraje sobre la producción y composición de leche en vacas Holando primíparas, durante la primer etapa de lactancia. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 77 p.
26. GOSSELINK, J. M.; DULPHY, P.P.; PONCET, C.; JAILLER, M.; TAMMINGA, S.; CONE, J.W. 2004. Prediction of forage digestibility in ruminants using in situ and in vitro techniques. *Animal Feed Science and Technology*. 115:227-246.
27. GREENHALGH, J.F.; REID, G.W. 1968. The herbage consumption and milk production of cows grazing ryegrass and cocksfoot. *Journal of Agricultural Science*. 72:223-228.
28. HOFER, C. 1985. Evaluación de pasturas: alcances y limitaciones de los métodos de laboratorio. In: Reunión Técnica sobre Manejo de Pasturas Cultivadas y Suplementación para Producción Lechera (10º, 1985, Rafaela, Argentina). Trabajos presentados. Montevideo, PROCISUR. pp. 70 - 83.
29. JAMIESON, W.S.; HODGSON, J. 1979. The effects of variation in sward characteristics upon the ingestive behavior and herbage intake of calves and lambs under continuous stocking management. *Grass and Forage Science*. 34:273-282.
30. JUAREZ, J.; BOLAÑOS, E.D. 2007. Las curvas de la dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. *Universidad y Ciencia*. 23(1):81-90.
31. KOLVER, E.S.; MULLER, L.D. 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*. 81:1403-1411.

32. \_\_\_\_\_. 2003. Nutritional limitation to increased production on pasture-based systems. *Proceedings of the Nutrition Society*. 62:291-300.
33. LEAVER, J.D. 1985. Milk production from grazed temperate grassland. *Journal of Dairy Research*. 52:313-344.
34. MACKAY, A.D.; WEWALA, G. S. 1990. Evaluation of partially acidulated phosphate fertilizers and reactive phosphate rock for hill pastures. *Fertilizer Research*. 21:149-156.
35. MC LACHLAN, K.D. 1968. Stocking rate and superphosphate requirements of sown pasture on an acid soil. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 8:33-39.
36. MAYNE, C.S.; THOMAS, O. 1986. The interrelationship and intake of silage by dairy cows. *Grass and Forage Science*. 41:32-41.
37. MERTENS, D.R. 2000. Interpretation of forage analysis reports. (en línea). In: National Alfalfa Symposium (30<sup>o</sup>., 2000, Las Vegas). *Proceedings*. s.n.t. s.p. Consultado 28 nov. 2009. Disponible en <http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/outlines/2000.html>
38. MIERES J.M. 2004. Guía para la alimentación de rumiantes. La Estanzuela, INIA. 93 p. (Serie Técnica no.142).
39. MINSON, D.J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Sydney, Academic Press. 483 p.
40. MURDOCK, F.R.; HODGSON, S. 1959. A comparison of orchardgrass – ladino clover and orchardgrass and pasture for milking dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 42:1675-1685.
41. ODRIOZOLA, E.; IRAGUREN, I; LLOBERAS, M.; COSENTINO, I.; PORTEY, R.; OROMI, J. 2002. Festuca tóxica; su efecto en diferentes razas bovinas. *Revista Veterinaria Argentina*. 19(181):12-21.

42. PENNING, G.L.; STEEL, R.; JOHNSON, J. 1984. Further development and use of an automatic recording system in sheep grazing studies. *Grass and Forage Science*. 39:345-351.
43. PEYRAUD, J.L.; DELABY, L. 2001. Ideal concentrate feeds for grazing dairy cows responses to supplementation in interaction with grazing management and grass quality. *In*: Gairnsworthy, P.C.; Wiseman, J. eds. *Recent advances in animal nutrition*. Nottingham, UK, Nottingham University Press. pp. 203-220.
44. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. 2005. Combiner la gestion optimale du pâturage et les performances des vaches laitières; enjeux et outils. *INRA Production Animal*. 18: 231-240.
45. FIGURINA, G.; METHOL, M. 1994. I. Tabla de contenido nutricional de pastura y forraje del Uruguay. *In*: Cozzolino, D.; Ligurina, G.; Methol, M.; Acosta, Y.; Mieres, J.; Bassewitz, H. eds. *Guía para la alimentación de rumiantes*. Montevideo, INIA. pp. 3-39 (Serie Técnica no. 44).
46. POPPI, D.; HUGHES, T.; L'HUILLER, P. 1987. Intake of pastures by grazing ruminants. Christchurch, New Zealand Society of Animal Production. pp. 55-64. (Occasional Publication no. 10).
47. \_\_\_\_\_; MC LENNAN, S.R. 1990. Protein and energy utilization by ruminants at pastures. *Journal of Animal Science*. 73:278-290.
48. REID, R.L.; JUNG, G.A.; MURRAY, S.J. 1966. Nitrogen fertilization in relation to the palatability and nutritive value of orchardgrass. *Journal of Animal Science*. 25:636-645.
49. \_\_\_\_\_; POWELL, K.; BALASKO, A.; MC CORMICK. 1978. Performance of lambs on perennial ryegrass, smooth bromegrass, orchardgrass and tall fescue. 1. Live weight changes, digestibility and intake of herbage. *Journal of Animal Science*. 46: 1493-1502.

50. SEATH, D.M.; LASSITER, C.A.; COLE, M.; BASTIN, G.M. 1956. Comparative value of Kentucky bluegrass, Kentucky 31 fescue, orchard grass, and brome grass as pastures for milk cows. I. How kind of grass affected persistence of milk production, tdn yield and body weight. *Journal of Dairy Science*. 39:574-580.
51. SOLLENBERGER, L.E.; BURNS, J.C. 2001. Canopy characteristics ingestive behavior and herbage intake in cultivated tropical grasslands. *In: International Grassland Congress (19<sup>o</sup>., 2001, Sao Pablo). Proceedings. Sao Pedro, Brasil, FEALQ. pp. 321 – 327.*
52. SOTO, P. 2003. Evaluación de nuevas variedades forrajeras en condiciones de riego de la zona centro sur de Chile. (en linea). Chillan, INIA. 13 p. Consultado 15 feb. 2009. Disponible en <http://www.inia.cl/quilamapu/improleche/Convenio%20Anasac-Raihuen.pdf>
53. STRAHAN, S.R.; HEMKEN, R.W.; JACKSON, J.A.; BUCKNER, R.C.; PUSH, L.P.; SIEGEL, M.R. 1987. Performance of lactating dairy cows fed tall fescue forage. *Journal of Dairy Science*. 70:1228-1235
54. SULLIVAN, J.T.; PHILLIPS, T.G.; LOUGHLIN, M.E.; SPRAGUE, V.G. 1956. Chemical composition of some forage grasses. 2. Successive cuttings during the growing season. *Agronomy Journal*. 48:11-15.
55. THOMSON, F.N.; STUEDEMAN, J.A.; BELESKY, D.P.; DEVINE, O.J. 1987. Selected hormonal changes with summer fescue toxicosis. *Journal of Animal Science*. 65:727-733.
56. TILLEY, J. M; TERRY, R.A. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society*. 18:104-111.
57. VAN SOEST, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2<sup>nd</sup> ed. New York. Cornell University Press. 476 p.

58. WADE, M.H.; PEYRAUD, J.L.; COMERON, E.A.; LEMAIRE, G. 1995. The dynamic of daily milk production and sward height under paddock grazing conditions. *Annales de Zootechnie*. 44(1):127-127.
59. \_\_\_\_\_.; AGNUSDEI, M. 2001. Morfología y estructura de las especies forrajeras y su relación con el consumo. (en línea). Buenos Aires, Facultas de Ciencias Veterinarias. s.p. Consultado 5 feb. 2010. Disponible en [http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/76-morfologia\\_y\\_estructura\\_de\\_forrajeras.htm](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/76-morfologia_y_estructura_de_forrajeras.htm)

## 10. ANEXOS

### 1. Cantidad y proporción de hoja en la oferta.

|                                  | <b>Festuca</b> | <b>Dactylis</b> |
|----------------------------------|----------------|-----------------|
| Peso forraje total (Kgs)         | 1896.9         | 1386.1          |
| Kg de hoja 10 cm superiores      | 866.4          | 1134.0          |
| Proporción hoja 10 cm superiores | 0.457          | 0.818           |

### 2. Porcentaje de utilización

|   | <b>Festuca</b> | <b>Dactylis</b> |
|---|----------------|-----------------|
| Disponible (kg MS/ha)                     | 4030           | 3000            |
| Rechazo (kg MS/ha)                        | 2800           | 2000            |
| Disponibles por encima de 7 cm (kg MS/ha) | 1900           | 1400            |
| Rechazo por encima de 7 cm (kg MS/ha)     | 950            | 500             |
| % de utilización (por encima de 7 cm)     | 50             | 64              |

### 3. Cargas animales y productividad por hectárea.

|                               | <b>Festuca</b> | <b>Dactylis</b> |
|-------------------------------|----------------|-----------------|
| Disponibilidad MS/ha          | 4034           | 2965            |
| Asignación MS por animal      | 50             | 50              |
| Vacas día por hectárea        | 80,68          | 59,3            |
| Producción leche por vaca     | 18,6           | 21,2            |
| Producción leche por hectárea | 1504           | 1255            |