

INVESTIGACIÓN

MECANISMOS DE CRECIMIENTO DE *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea* Y *Dactylis glomerata* EN LA ZONA INTERMEDIA DE AYSÉN¹

Growth patterns of *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea* and *Dactylis glomerata* in the Intermediate Zone of Aysén¹

Sebastián Ganderats F.^{2*} y Christian Hepp K.^{2,3}

ABSTRACT

A tissue turnover technique was used to evaluate the growth patterns of three grass species under the edaphoclimatic conditions of the Intermediate Zone of Aysen. Orchardgrass (*Dactylis glomerata*) had a higher rate of leaf extension ($p < 0.05$) than perennial ryegrass (*Lolium perenne*) at the onset of the season, with values of 6.6 and 10.4 mm d⁻¹, and during the summer period, with 5.7 and 11.7 mm d⁻¹, respectively. During early December, ryegrass leaf extension rate was higher ($p < 0.05$) than tall fescue (*Festuca arundinacea*), and similar ($p < 0.05$) to orchardgrass, with 31.7, 12.4 and 26.7 mm d⁻¹, respectively. The higher laminar dry weight observed in orchardgrass and tall fescue, translated into a higher growth rate than ryegrass during the three periods, with averages of 2.1, 1.6 and 1.1 mg d⁻¹, respectively. However, ryegrass plant density was higher than the other two species ($p < 0.05$). This compensated for the smaller plant weight, and registered similar production per unit area for October and early December, and higher productivity ($p < 0.05$) during mid-December ($p < 0.05$), with values of 92.1, 42.8 and 39.6 kg DM ha⁻¹ d⁻¹ for ryegrass, orchardgrass and fescue, respectively.

Key words: tissue turnover, laminar extension, tiller density, tiller size, ryegrass, fescue, orchardgrass.

RESUMEN

Se usó la técnica de flujo tisular para evaluar el crecimiento de tres especies de gramíneas bajo las condiciones edafoclimáticas de la Zona Intermedia de Aysén. El pasto ovillo (*Dactylis glomerata*) mostró mayor tasa de extensión laminar ($p < 0,05$) que ballica perenne (*Lolium perenne*) a inicio de temporada, con valores de 6,6 y 10,4 mm d⁻¹, y durante el período estival, con 5,7, y 11,7 mm d⁻¹, respectivamente. A inicios de diciembre la tasa de extensión laminar de ballica perenne fue mayor ($p < 0,05$) a la de festuca (*Festuca arundinacea*), y similar a la de pasto ovillo ($p < 0,05$), con valores de 31,7, 12,4 y 26,7 mm d⁻¹, respectivamente. El mayor peso seco de lámina observado en pasto ovillo y festuca ($p < 0,05$) se tradujo en mayor tasa de crecimiento por macollo respecto de ballica perenne en los tres períodos, con promedios de 2,1; 1,6; y 1,1 mg d⁻¹, respectivamente. Sin embargo, la ballica perenne registró mayor número de macollos por unidad de superficie que las otras dos especies ($p < 0,05$). Esto permitió compensar el menor peso de los macollos, y registrar similar producción por hectárea durante octubre e inicios de diciembre, y mayor producción durante mediados de diciembre ($p < 0,05$) con valores de 92,1; 42,8; y 39,6 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ para ballica perenne, pasto ovillo y festuca, respectivamente.

Palabras clave: flujo tisular, extensión laminar, densidad de macollos, tamaño de macollos, ballica perenne, festuca, pasto ovillo.

¹ Recepción de originales: 06 de agosto de 2001.

² Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Tamel Aike, Casilla 296, Coyhaique, Chile. E-mail: sgandera@tamelaike.inia.cl *Autor para correspondencia.

³ Realizando estudios de postgrado en la Univesidad de Massey, Nueva Zelandia. E-mail: c.hepp@umassey.ac.nz

INTRODUCCIÓN

El mejoramiento de las praderas de la Región de Aysén ha sido abordado a través del uso de fertilizantes inorgánicos, además de la introducción de especies forrajeras de mayor productividad. Estudios prospectivos desarrollados por distintos investigadores del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Bórquez, 1984; Heppy Martínez, 1993; y Elizalde *et al.*, 1998. Informe Final de cada período. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Tamel Aike, Coyhaique, Chile. Comunicación personal) coinciden en señalar que la ballica perenne (*Lolium perenne*), la festuca (*Festuca arundinacea*) y el pasto ovilla (*Dactylis glomerata*) son las gramíneas de mayor interés forrajero bajo las condiciones regionales. Al respecto, Thiermann *et al.*, 1991; y Elizalde *et al.*, 1998. Informe Final. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Tamel Aike, Coyhaique, Chile. Comunicación personal) informaron que la productividad de estas especies se encuentra entre 8.000 y 11.000 kg MS ha⁻¹, observándose diferencias en comportamiento según la época del año y la composición de la mezcla forrajera utilizada al establecimiento.

Los trabajos realizados hasta el año 1992 en la Región de Aysén, se orientaron a evaluar la productividad y participación de las especies dentro de la pradera. Sin embargo, la metodología asociada a dichos trabajos, no permite señalar nada respecto de los mecanismos utilizados por una determinada especie en su proceso de crecimiento.

En este trabajo se utilizó el método de flujo tisular (Davies, 1993), con el objetivo de evaluar el crecimiento de praderas de ballica perenne, festuca y pasto ovilla, comparando los procesos de extensión laminar, crecimiento de macollos y dinámica de población.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en la Escuela Agrícola, en la Provincia de Coyhaique, ubicada a 45°45'40''

lat. Sur, 72°02'37'' long. Oeste, 280 m.s.n.m. El sitio utilizado corresponde a un suelo Andisol, Sub orden Borands, Gran grupo Halpborands. Pertenece a la Asociación Río Claro, y a la serie Lechería. Es un suelo franco arenoso, moderadamente ácido y de alto contenido de bases de intercambio (Contreras, C. 2003. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Coyhaique, Chile. Comunicación personal; Instituto Geográfico Militar, 1984). Las praderas utilizadas se establecieron en 1985, como mezclas forrajeras simples de ballica perenne cv. Nui, festuca cv. K-31, y pasto ovilla cv. Apanui, con trébol blanco (*Trifolium repens*) cv. Huia, en dosis de semillas de 25; 25; 12; y 4 kg ha⁻¹, respectivamente, en líneas a 20 cm, y dosis de fertilización de 32, 120 y 40 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y S, respectivamente, en forma de fertilizante INIA P-S e INIA-N (Hepp, 2001). Hasta el inicio del ensayo, el manejo de las praderas consistió en un pastoreo rotativo estacional con vacas en ordeña raza Overo Colorado, y una fertilización de mantención de 80 y 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y S, respectivamente, en forma de fertilizante INIA P-S. Este trabajo se inició en septiembre del año 1992, excluyendo una parcela de 6 x 6 m² por pradera, aplicando una fertilización de 40, 120 y 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, S y N, respectivamente, en forma de fertilizante INIA P-S e INIA-N.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, cinco muestras por repetición, tres tratamientos y tres períodos de medición. Las repeticiones correspondieron a subparcelas de praderas de 1,5 x 6 m², las muestras correspondieron a macollos, y los tratamientos a las especies de gramíneas. Los períodos de medición fueron entre: el 8 de octubre y el 5 de noviembre (P1), el 1 de diciembre y el 16 de diciembre (P2), y el 29 de enero y el 12 de febrero (P3). En P1 las fechas de medición fueron el 8, 15 y 21 de octubre, y el 5 de noviembre; en P2, el 1, 10 y 16 de diciembre, y en P3, el 29 de enero, y el 5 y 12 de febrero. Dentro de cada período de medición, el tiempo transcurrido entre una fecha y la siguiente correspondió a una etapa de crecimiento (Cuadro 1).

Cuadro 1. Períodos, etapas y fechas de medición en ensayo sobre mecanismos de crecimiento.
Table 1. Periods, stages and measurement dates in growth pattern trial.

| Período 1 | | | Período 2 | | Período 3 | |
|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
| Etapa 1 | Etapa 2 | Etapa 3 | Etapa 4 | Etapa 5 | Etapa 6 | Etapa 7 |
| 8 oct a 15 oct | 15 oct a 21 oct | 21 oct a 5 nov | 1 dic a 10 dic | 10 dic a 16 dic | 29 ene a 5 feb | 5 feb a 12 feb |

Los macollos fueron seleccionados al inicio de cada período de medición. Para identificar cada macollo se marcó el sector con una varilla enterrada en el suelo, y se unió, por medio de un alambre rojo de 1 mm, con el macollo seleccionado.

El análisis estadístico se realizó mediante ANDEVA y la comparación de medias con la Prueba de Tukey (Cody and Smith, 1991).

Evaluaciones de flujo tisular

En cada una de las fechas de medición se midió el largo de lámina viva o verde de cada una las hojas presentes en los macollos seleccionados. Para ello se utilizó una regla graduada en milímetros diseñada *ad hoc* (Marca Rebone Chesterman, Art. N° 549-280, Inglaterra). La diferencia entre una medición y la siguiente, generó un valor de largo de lámina acumulado para cada macollo, el cual representó el crecimiento neto de cada etapa. Dichos valores fueron divididos por el número de días correspondientes a la etapa, para obtener los valores de tasa diaria de extensión laminar (mm d^{-1}).

Se midió largo y ancho máximo (mm) de lámina, además de la MS (mg) (secado a 60°C durante 24 h), en cada especie. Para ello se utilizó un promedio de 180, 88 y 121 láminas, de ballica perenne, festuca y pasto ovillo, respectivamente, por período. El número de hojas utilizado, fue el obtenido de las muestras tomadas para determinar el parámetro de densidad de macollos, indicado más adelante. Los valores de largo y peso seco de lámina se utilizaron para estimar un coeficiente de conversión (mg mm^{-1}) de tasa de extensión laminar en tasa de crecimiento por macollo (mg d^{-1}). El cálculo de los coeficientes se realizó a través de la suma total de los pesos dividido por la suma total de las longitudes de las láminas por especie (Tallowin *et al.*, 1995). En promedio, los coeficientes de conversión fueron fue 0,087;

0,199; y 0,144 mg mm^{-1} para ballica perenne, festuca y pasto ovillo, respectivamente.

Con el objeto de determinar la densidad de macollos por especie en cada período, se tomaron 8 muestras cortadas a ras de piso, utilizando un marco metálico de $0,25 \times 1 \text{ m}^2$ y una segadora electrónica manual (Gardena, modelo Accu 6, Alemania). Sin embargo, problemas no previstos impidieron el registro de este parámetro en el período 3. Finalmente, los valores de densidad de macollos permitieron transformar los valores de tasa de crecimiento por macollos, en valores de tasa de crecimiento por unidad de superficie ($\text{kg ha}^{-1}\text{d}^{-1}$).

La metodología de flujo tisular referida en este trabajo fue adaptada de Davies (1993), y de acuerdo a lo indicado por Tallowin *et al.* (1995).

Condiciones meteorológicas

En el Cuadro 2 se describe la condición climática bajo la cual se hicieron las mediciones, a través del parámetro de temperatura, con los valores de promedio meteorológico, y el registro de precipitaciones acumuladas, de cada período.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los registros de temperatura presentados en el Cuadro 2, indican que los promedios meteorológicos se ajustaron a los de un año normal, a excepción del segundo período, en que éstas fueron levemente inferiores. Las precipitaciones registradas en los períodos 1 y 2 fueron levemente superiores. Durante el tercer período, correspondiente a época estival, las precipitaciones fueron considerablemente menores a las de un año normal, que sumado a la mayor incidencia de vientos, registrada normalmente entre los meses de diciembre y febrero (Fajardo *et al.*, 1980), permiten asumir una condición de déficit hídrico durante dicho período.

Cuadro 2. Valores de temperatura y precipitación acumulada por período.
Table 2. Temperature and accumulated rainfall data per period.

| Período | Fecha | Temperatura promedio (°C) | | Precipitación acumulada (mm) | |
|---------|-----------------|---------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------|
| | | Año de evaluación | Año normal ¹ | Año de evaluación | Año normal ¹ |
| 1 | 8 oct - 5-nov | 8,9 | 8,8 | 61 | 53 |
| 2 | 1 dic - 16 dic | 9,5 | 11,6 | 53 | 48 |
| 3 | 29 ene - 12 feb | 12,8 | 13,3 | 10 | 34 |

¹ Período 1960-1990.
 Fuente: Aeródromo Teniente Merino, Coyhaique, Chile.

Tasa de extensión laminar

En la Figura 1 se presentan los valores de tasa de extensión laminar promedio por especie. Las cinco primeras etapas corresponden a primavera, y las etapas 6 y 7 al período estival. En los 60 días que transcurrieron entre la etapa 1 y 5, la ballica

perenne quintuplicó y el pasto ovillo al menos duplicó, la tasa de extensión laminar, aumentando de 6,6 a 31,7 y de 10,4 a 26,7 mm d⁻¹, respectivamente. En festuca, en cambio, se observó una curva menos pronunciada, aumentando de 7,0 a 12,4 mm d⁻¹, en el mismo período.

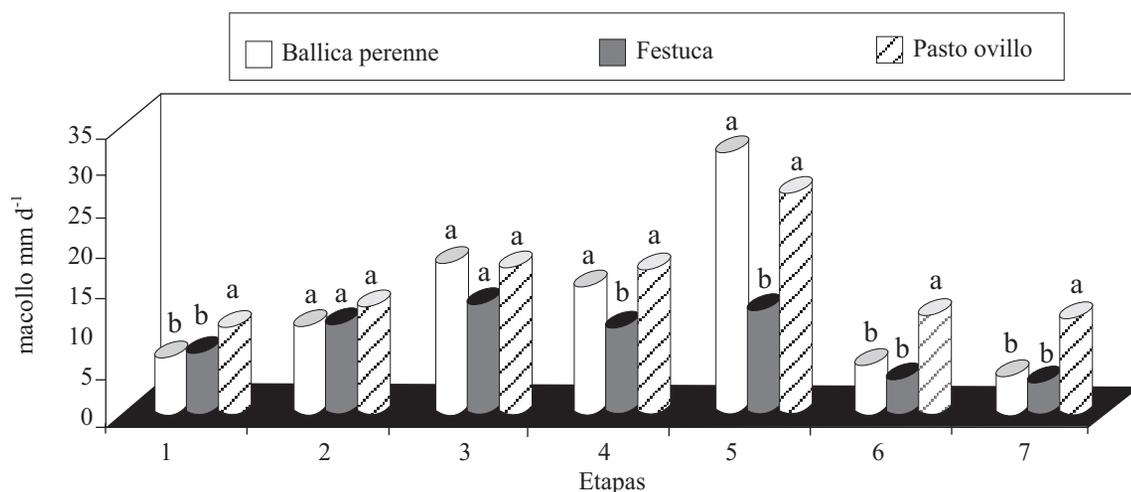


Figura 1. Tasa de extensión laminar (mm d⁻¹) de las siete etapas de medición.

Figure 1. Lamina extension rate (mm d⁻¹) at seven measurement stages.

Promedios con letra diferente dentro de cada etapa difieren estadísticamente, Prueba de Tukey (p < 0,05).

La diferencia observada entre pasto ovillo y festuca durante la etapa 5, fue similar a lo observado por Van Esbroeck *et al.* (1989), quienes indicaron tasas de extensión laminar, para ambas especies, de 31,0 y 16,4 mm d⁻¹, respectivamente. Los resultados observados en ballica fueron superiores a los 5,2 y 5,9 mm d⁻¹ indicados por Tallowin *et al.* (1995), para condiciones equivalentes a las de las etapas 1 y 5, respectivamente.

En los 40 días que separan la etapa 5 de la 6, la tasa de extensión laminar de festuca y ballica perenne disminuyó a valores inferiores al mostrado a inicio de primavera. En este período (estival), el pasto ovillo mostró una tasa de extensión laminar superior (p < 0,05) a la de ballica perenne y festuca, con valores de 11,7; 5,7; y 3,9; y 11,4; 4,4; y 3,4 mm d⁻¹, para las etapas 6 y 7, respectivamente. Los resultados observados en ballica perenne fueron levemente superiores a los

4,1 mm d⁻¹ reportados por Tallwin *et al.* (1995) como promedio de dos períodos estivales. La mayor tasa de extensión laminar mostrada por pasto ovillo durante el período 3 demostró la mayor capacidad de adaptación de la especie a las condiciones de déficit hídrico, como las registradas durante este ensayo.

Se debe destacar que en todos los períodos evaluados, la tasa de extensión laminar de festuca no superó los 13,5 mm d⁻¹. En cambio pasto ovillo y ballica perenne superaron los 26 y 31 mm d⁻¹, respectivamente. En ninguna de las etapas evaluadas, festuca presentó una tasa superior a la de ballica perenne, e incluso en las dos primeras semanas de diciembre, la tasa de extensión laminar de esta última fue mayor ($p < 0,05$) a la de festuca.

Tasa de crecimiento laminar

En la Figura 2 se presentan los resultados de tasa de crecimiento laminar de los tres períodos, expresado como MS por especie. Se indica que los macollos de pasto ovillo registraron mayor crecimiento que los de ballica perenne ($p < 0,05$) en todos los períodos evaluados, particularmente, en los períodos 2 y 3. En el segundo periodo, la tasa de crecimiento de pasto ovillo fue 46% mayor ($p < 0,05$) que la de ballica perenne. En el período estival, si bien ambas especies disminuyeron su tasa de crecimiento, esta diferencia aumentó a 300%. La tasa de crecimiento de festuca fue similar a lo indicado para ballica perenne en los períodos 2 y 3, y mayor ($p < 0,05$) en el período 1.

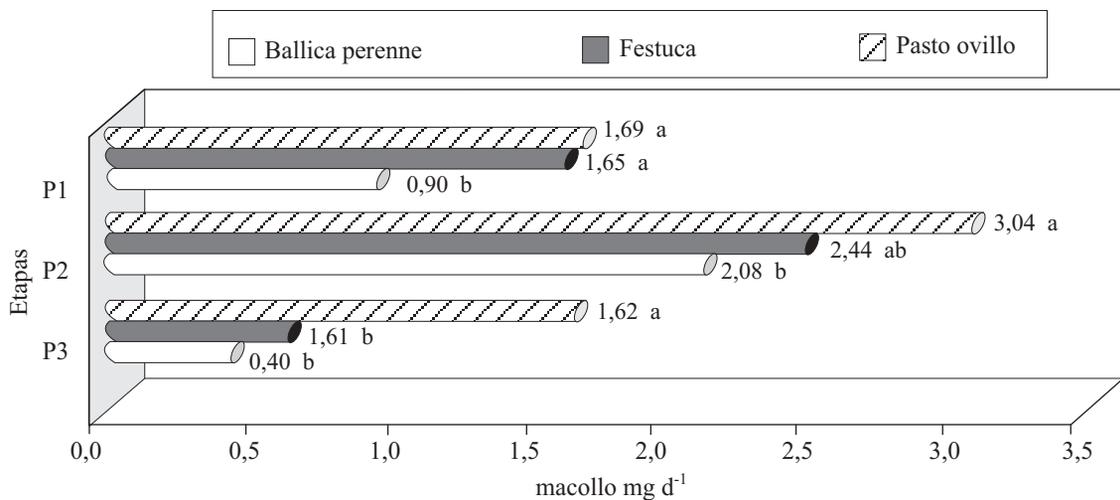


Figura 2. Tasa de crecimiento neto expresados en MS (mg d⁻¹) para los tres períodos de medición.

Figure 2. Net growth rates expressed in DM (mg d⁻¹) for the three measurement periods.

Promedios con letra diferente dentro de período difieren estadísticamente, Prueba de Tukey ($p < 0,05$).

En el Cuadro 3 se presentan los valores de peso unitario y ancho de lámina. Se indica que un milímetro de hoja formada por festuca y pasto ovillo fue 2,2 y 1,7 veces más pesado que el de ballica perenne, respectivamente. El peso unitario de lámina observado en ballica perenne fue similar al indicado por Tallwin *et al.* (1995) de 0,1 mg mm⁻¹. El ancho promedio de lámina de ballica perenne fue menor ($p < 0,05$) a la de pasto ovillo y festuca, en los tres períodos evaluados. Como consecuencia de ello, los macollos de ballica

fueron significativamente más livianos ($p < 0,05$), no observándose diferencias entre festuca y pasto ovillo. Se debe señalar que los valores de peso de macollo observados en ballica y pasto ovillo fueron similares a los indicados por Brock *et al.* (1996), e inferiores a los publicados por Willms and Fraser (1992) para festuca. El mayor peso de las plantas de festuca y pasto ovillo permiten explicar, principalmente, el mayor crecimiento de dichas especies en los períodos 1 y 2.

Cuadro 3. Promedio de peso unitario y ancho de lámina, peso y densidad de macollos, de los períodos 1 y 2.
Table 3. Mean unit weight and width of leaf, weight and density of tillers in periods 1 and 2.

| Especie | Peso unitario de lámina (mg mm ⁻¹) | Ancho de lámina (mm) | Peso de macollo (mg) | Densidad de macollos (N° m ⁻²) |
|-----------------|---|-------------------------|-------------------------|---|
| Ballica perenne | 0,09 c | 2,21 b | 23 b | 3.368 a |
| Festuca | 0,20 a | 3,99 a | 38 a | 1.884 b |
| Pasto ovilla | 0,15 b | 3,95 a | 39 a | 1.810 b |

Promedios con letra diferente dentro de la columna difieren estadísticamente, Prueba de Tukey (p < 0,05).

Tasa de crecimiento por unidad de superficie

En la Figura 3 se presentan los valores de tasa de crecimiento neto por hectárea, de los dos períodos medidos. En el período 1 y en la primera parte del período 2 (etapa 4), la diferencia entre especies no fue significativa. En la segunda parte del período

2 (etapa 5), la ballica perenne registró mayor producción (p < 0,05) que festuca y pasto ovilla. Los resultados indican que las diferencias encontradas en las evaluaciones individuales de tasa de crecimiento, no se observan al incorporar el comportamiento de la población.

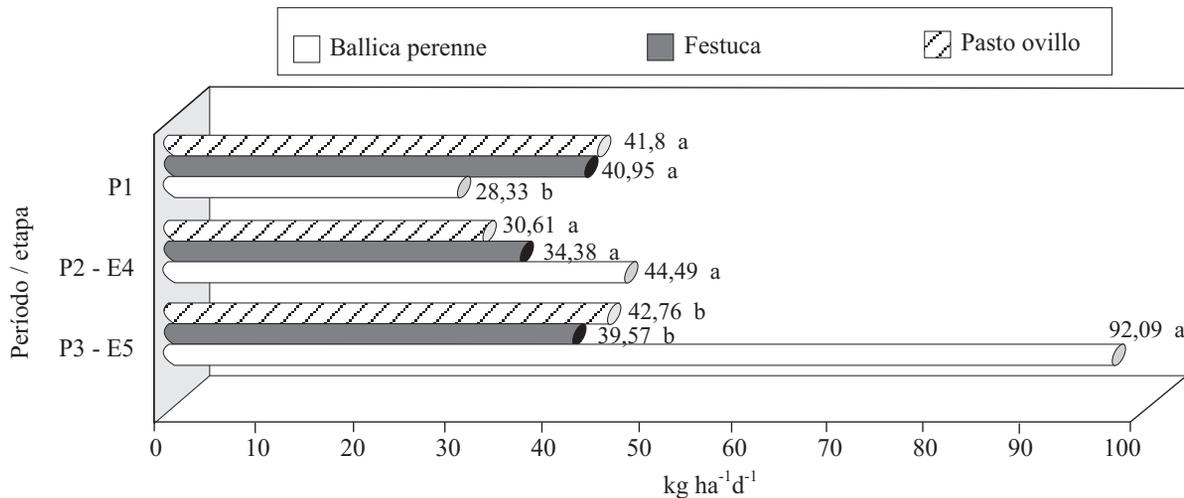


Figura 3. Tasa de crecimiento neto (kg ha⁻¹ d⁻¹) en dos períodos de medición.

Figure 3. Net growth rates (kg ha⁻¹ d⁻¹) in two measurement periods.

Promedios con letra diferente dentro de período difieren estadísticamente, Prueba de Tukey (p < 0,5).

P1: período 1; P2-E-4: período 2, etapa 4; P2 - E5: período 2, etapa 5.

En el Cuadro 3 se presentan los valores de densidad de macollo, en el cual se indica que la población de ballica perenne fue superior (p < 0,05) a la de pasto ovilla y festuca. Los resultados publicados por Brock *et al.* (1996) coinciden con la diferencia entre ballica perenne y pasto ovilla, aunque en relación 4:1, con valores de 6.230 y 1.420 macollos m⁻², respectivamente. Tallwin *et al.* (1995) indicaron valores promedio entre 3.100 y 7.300

macollos m⁻² de ballica perenne, con y sin N (400 kg N ha⁻¹), respectivamente.

Esta característica de población de ballica perenne, tuvo un efecto compensatorio respecto al mayor peso de los macollos de festuca y pasto ovilla, que se traduce en mayor productividad durante el segundo período.

CONCLUSIONES

El crecimiento de ballica perenne se caracterizó por producir mayor número de macollos, aunque de menor tamaño y peso, en comparación con pasto ovilla y festuca. La tasa de extensión laminar de esta especie es superior a la de festuca,

particularmente en los períodos de mayor temperatura y humedad. En este sentido, el pasto ovilla es la especie que mejor se adapta a condiciones de déficit hídrico, lo que se ve reflejado en una mayor tasa de extensión laminar durante el período estival.

LITERATURA CITADA

- Brock, J., D. Hume, and R. Fletcher. 1996. Seasonal variation in the morphology of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and cocksfoot (*Dactylis glomerata*) plants and populations in pastures under intensive sheep grazing. *J. Agric. Sci. (Cambridge)* 126:37-51.
- Cody, R. and J. Smith. 1991. *Applied Statistics and the SAS Programming Language*. 402 p. 3th ed. North-Holland, New York, USA.
- Davies, A. 1993. *Sward measurement handbook*. p. 186. British Grassland Societ, University of Reading, Reading, United Kingdom.
- Van Esbroeck, G.A., J.R. King, and V.S. Baron. 1989. Effects of temperature and photoperiod on the extension growth of six temperate grasses. p. 459-460. *In* Van Esbroeck, G.A. (ed.) *Proceedings of the XVI International Grassland Congress*. Nice, France. 4-11 October 1989. Association Francaise pour la Production Fourragere, Centre National de Recherche Agronomique, Versailles, France.
- Fajardo, M., G. Silva, y H. Valenzuela. 1980. Elementos de clima. p. 4-16. *In* Instituto Nacional de Investigación de Recursos Naturales y Corporación Nacional de Fomento (ed). *Perspectivas de desarrollo de los recursos de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo*. Caracterización climática. Impresos Esparza, Coyhaique, Chile.
- Hepp, Ch. 2001. Programa de bonificación de fertilizantes para las praderas naturalizadas de la Zona Austral de Chile: Evaluación del sexenio 1993-1998. Boletín N° 63. 10 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Tamel Aike, Coyhaique, Chile.
- Instituto Geográfico Militar. 1984. Geografía de los suelos. Tomo V. p. 146-148. *In* Rovira A. (ed.) *Geografía de suelos*. Instituto Geográfico Militar. Santiago. Chile.
- Tallowin, J.R.B., S.K.E. Brookman and G.L. Santos. 1995. Leaf growth and utilization in four grass species under steady state continuous grazing. *J. Agric. Sci. (Cambridge)* 124:403-417.
- Willms, W., and J. Fraser. 1992. Growth characteristics of rough fescue (*Festuca scabrella* var. *campestris*) after three years of repeated harvesting at scheduled frequencies and heights. *Can. J. Bot.* 70:2125-2129.