



## Rendimiento y calidad de praderas de *Lolium perenne* L. bajo riego en la Zona Sur de Chile

Yield and quality of *Lolium perenne* L. pastures under irrigation in the Southern Zone of Chile

Sube, A.<sup>a</sup>, Aguirre, C.<sup>b</sup>, Dec, D.<sup>c</sup>, Balocchi, O.<sup>d</sup>, Alonso, M.F.<sup>d\*</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Desarrollo, Barenbrug Chile, Pilauco 1140, Osorno, Chile

<sup>b</sup> Dairy Trade, Bilbao 1860, Osorno, Chile

<sup>c</sup> Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos, Universidad Austral de Chile, Valdivia 567, Chile

<sup>d</sup> Instituto de Producción Animal, Universidad Austral de Chile, Valdivia 567, Chile.

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 04.08.2016

Accepted 01.12.2016

#### Keywords:

Grazing

Ryegrass

Central pivot

Tiller

#### Original Research Article,

Special Issue: Pastures for

Sustainable Productions Systems

#### \*Corresponding author:

Máximo F. Alonso

E-mail address:

[maximo.alonso@uach.cl](mailto:maximo.alonso@uach.cl)

### ABSTRACT

The objective of this work was to study the effect of irrigation on yield and quality of *Lolium perenne* L. pastures at Southern Chile. The trial was carried out at Cocule, Río Bueno, Los Ríos Region, between November 1<sup>st</sup> 2012 and April 30<sup>th</sup> 2013. Measurements were taken at two sectors, A and B. The unirrigated treatments (control) received water from precipitation (475 mm), and the irrigated treatments received water from precipitation and a central pivot system (895 and 920 mm for sector A and B, respectively). Irrigated treatments were located under the pivot, whereas unirrigated treatments were located 40 m from the pivot. Three sample plots of 10 x 10 m were established at each treatment. Pastures were grazed by dairy cows and dry matter production was estimated by a pasture plate meter with 100 observations per plot. Nine grazing events were conducted during the study period and before each grazing forage samples were taken from the plots to determine dry matter (DM), crude protein, metabolizable energy, neutral detergent fiber and in vitro digestibility. Tiller density was measured on April, at the end of the sampling period. Results showed significant differences on dry matter production with an increment of 3 to 4 ton DM ha<sup>-1</sup>, as effect of irrigation. Tiller density and nutritive value increased significantly in irrigated pastures.

### RESUMEN

El estudio tuvo por objetivo determinar el efecto del riego en el rendimiento y calidad nutritiva de praderas de *Lolium perenne* L. en la Zona Sur de Chile. El ensayo se realizó en el sector Cocule, comuna de Río Bueno, Región de los Ríos, entre el 1 de Noviembre del 2012 y el 30 de Abril del 2013. Las mediciones se realizaron en dos sectores, A y B. Los tratamientos sin riego (control) sólo recibieron agua de las precipitaciones (475 mm) y los tratamientos con riego además recibieron agua mediante un sistema de pivote central (895 y 920 mm para los sectores A y B, respectivamente). Los tratamientos con riego se ubicaron dentro del área de mojado del pivote y los tratamientos sin riego se ubicaron a una distancia de 40 m del pivote. Se establecieron 3 parcelas de muestreo de 10 x 10 m en cada tratamiento. Las praderas fueron pastoreadas por vacas lecheras y la producción de materia seca (MS) se determinó con el plato medidor de praderas con 100 observaciones por parcela. Se efectuaron 9 pastoreos y en cada pre-pastoreo se extrajeron muestras de forraje para determinar contenido de MS, proteína cruda, energía metabolizable, fibra detergente neutro y digestibilidad in vitro. Al final del período de riego, en Abril, se determinó la densidad de macollos de cada tratamiento. Los resultados obtenidos mostraron incrementos significativos de 3 a 4 ton MS ha<sup>-1</sup> por efecto del riego. La densidad de macollos y calidad nutritiva también aumentaron significativamente en praderas regadas.

**Palabras clave:** Ballica, macollo, pastoreo, pivote central.

### INTRODUCCIÓN

La producción bovina de leche es el principal rubro pecuario del Sur de Chile. En el último tiempo los márgenes de utilidad de los sistemas lecheros se han reducido, lo que ha motivado su intensificación y el aumento de su eficiencia productiva (Anrique, 2013).

Las praderas son el recurso forrajero más importante para los sistemas lecheros (Balocchi, 1999; Teuber, 2009), ya que constituyen la principal fuente de alimentación durante todo el año (Anrique, 2013). Sin embargo, la disminución de las precipitaciones registradas en el Sur de Sud América en los últimos años (IPCC, 2013) ha impuesto una fuerte restricción

al crecimiento de éstas en la temporada primavera-verano.

Un alto porcentaje de las praderas de lechería corresponden a praderas permanentes dominadas por gramíneas, entre las cuales destaca *Lolium perenne* L., la especie más utilizada en la siembra de este tipo de praderas (Teuber et al., 2007).

En praderas dominadas por *L. perenne*, más de un 50% de la extracción de agua se concentra en los primeros 20 cm del suelo (Jerez et al., 1994). Según Fuentes (1996), un déficit de una pequeña magnitud o de escasa duración puede tener serias repercusiones en la producción de la pradera, ya que en esta situación la planta empieza a marchitarse, con el consiguiente efecto detrimental tanto en la cantidad como en la calidad del forraje producido.

El déficit de agua en el suelo se puede suplir con riego. Según Heiler (2012), el objetivo del riego es suministrar agua suficiente para el crecimiento de las praderas en épocas del año en que las precipitaciones son insuficientes o poco confiables. En ensayos de riego de largo plazo realizados en la estación experimental de Winchmore, Reino Unido, los resultados indican que los beneficios del riego en el rendimiento de praderas se manifiestan entre finales de primavera y finales de otoño, traduciéndose en aumentos de producción por sobre las 5 ton de materia seca (MS) ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

En un estudio realizado en la Zona Sur de Chile, Provincia de Ranco (Robert, 2008; Nissen y Robert, 2009), el riego incrementó el rendimiento de la pradera durante el periodo estival entre 1.500 y 2.600 kg MS ha<sup>-1</sup> y adicionalmente, tuvo un efecto significativo en la calidad nutricional de la MS. Además, las parcelas regadas mostraron niveles más altos de proteína cruda (PC) y energía metabolizable (EM) que las parcelas sin riego, lo que fue atribuido al activo crecimiento de las plantas bajo riego. Resultados similares fueron presentados por Nissen y Aedo (2009) y Aedo (2010) en un estudio en la Provincia de Valdivia, en el cual tratamientos sometidos a riego presentaron rendimientos más altos de fitomasa, con un efecto máximo de 3.600 kg MS ha<sup>-1</sup> adicionales y un aumento de los contenidos nutricionales, especialmente en PC y EM, ya que bajo riego las praderas presentaron un crecimiento activo por un período más prolongado que las praderas de secano.

Por otra parte, según Jerez et al. (1994), investigaciones desarrolladas en la estación experimental Carillanca, en la Región de la Araucanía, han demostrado que la aplicación artificial de agua aumenta el rendimiento de cultivos y praderas dependiendo de la magnitud del déficit hídrico producto de la diferencia entre la evapotranspiración y las precipitaciones.

El sistema más utilizado para el riego de praderas en el Sur de Chile, es el riego por aspersión (Nissen y Mancilla, 2009). Según Ortíz (2008), este tipo de riego busca aplicar el agua como una lluvia uniforme sobre la pra-

dera con el objetivo que ésta infiltre en el mismo punto donde toca el suelo. Para ello, es necesaria una red de distribución que permita que el agua llegue con una presión uniforme a los emisores encargados de aplicar el riego. En la actualidad, los sistemas mecanizados de riego más utilizados en praderas son el pivote (Tarjuelo, 1995) y el sistema de riego por aspersión K-Line®.

La creciente demanda por forraje de mayor calidad nutricional dado por la intensificación de los sistemas productivos, especialmente de producción de leche (Anrique, 2013), y el actual escenario de cambio climático (DGF, 2006), hacen prever que el riego se convertirá en una práctica habitual y necesaria para mantener el rendimiento y calidad de las praderas durante toda la estación de crecimiento en el Sur de Chile.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del riego mediante un sistema de pivote central durante la temporada primavera-verano, sobre el rendimiento y calidad nutritiva de una pradera de *L. perenne* ubicada en la Región de Los Ríos, Zona Sur de Chile. De esta forma, se espera aportar información cuantitativa de la respuesta al riego en praderas que permita tomar decisiones sobre la base de información generada en las condiciones edafoclimáticas regionales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el predio Santa Marta, sector Cocule, comuna de Río Bueno, Región de Los Ríos, ubicado en 40°20'48,03" S y 73° 3'26,56" O. El periodo experimental se prolongó desde el 1 de Noviembre de 2012 hasta el 30 de Abril de 2013.

El clima de la Región es templado lluvioso con influencia mediterránea y se caracteriza por presentar precipitaciones a lo largo de todo el año, aunque los meses estivales presentan menor pluviosidad que los meses invernales (Köppen, 1948). La temperatura media anual es de 11° C (Dirección Meteorológica de Chile, 2013). El mes más frío es Julio, con una temperatura media de 7,7 °C y el mes más cálido es Enero con una temperatura media de 17°C. Debido a la homogeneidad del relieve y a la influencia moderadora del mar, las temperaturas no sufren una gran variación estacional, siendo la homogeneidad térmica una notable característica de este clima.

Las praderas evaluadas en este estudio pertenecen a dos sectores diferentes ubicados dentro del circuito de un pivote central. El Sector A fue sembrado en agosto de 2011 con 25 kg semilla ha<sup>-1</sup> de *L. perenne* diploide variedad Trojan, de floración tardía (+19 días que Nui) y con endófito NEA2. El Sector B fue sembrado en febrero de 2008 con 25 kg semilla ha<sup>-1</sup> de *L. perenne* diploide variedad Arrow, de floración media (+7 días que Nui) y con endófito AR1. En ambos sectores se establecieron áreas con riego (bajo el pivote) y sin riego (fuera del pivote). Para evitar deriva de agua por vien-

to, las áreas sin riego se ubicaron a 40 m del límite del radio de mojado del pivote. En ambos tratamientos y sectores se establecieron 3 parcelas de muestreo de 10 x 10 m, para un total de 12 parcelas. Toda el área experimental en los sectores A y B provenía de una pradera de origen y manejo homogéneo y por esta razón la aplicación o no aplicación de riego constituyó el único factor diferencial considerando que las parcelas experimentales fueron ubicadas al azar en los sectores con y sin riego.

El suelo del ensayo corresponde a un Typic Dystrandepts (Andisol) de la Serie Osorno, con pendientes dominantes de 2 a 5%. Es un suelo profundo de colores pardo oscuro en superficie a pardo amarillento en profundidad. La estructura es bien desarrollada, desde granular en superficie hasta subangular en profundidad, suelto, friable, ligeramente plástico y adhesivo en superficie y muy firme, plástico y adhesivo en profundidad. El arraigamiento alcanza los 87 cm. Los niveles de materia orgánica son muy altos en superficie y disminuyen gradualmente en profundidad. Las características químicas del suelo de los dos sectores del ensayo, se indican en el Cuadro 1.

La fertilización fue idéntica para todos los tratamientos. Se aplicó una dosis de mantención a fines de agosto 2012 equivalente a 35 kg S, 35 kg N, 25 kg de  $P_2O_5$ , 6 kg Mg, 1,5 kg B, 1 kg Zn y 3 kg  $K_2O$   $ha^{-1}$ . Se realizaron 6 aplicaciones parcializadas equivalentes a 36,8 kg N  $ha^{-1}$  con un inhibidor de volatilización. Los tiempos entre aplicaciones fluctuaron entre 20 y 35 días, dependiendo de la condición de la pradera. Además, se realizó una fertilización de mantención a mediados de Marzo 2013 con una mezcla equivalente a 35 kg N, 35 kg  $P_2O_5$ , 25 kg S y 2 kg Mg  $ha^{-1}$ .

Para determinar el balance hídrico de la pradera se revisó diariamente la bandeja de evaporación del INIA ubicada en el sector El Cardal, a 12,45 km de distancia en línea recta del ensayo, lo que se considera adecuado

para estudios de riego en zonas de clima homogéneo. La precipitación, evapotranspiración y balance hídrico mensual en el lugar del ensayo durante el período experimental se muestran en el Cuadro 2.

El tratamiento sin riego recibió agua sólo a través de las precipitaciones. El tratamiento con riego recibió 20 mm de altura de agua en forma homogénea en toda el área de cobertura del pivote central en cada riego. La altura de agua disminuyó a 10 ó 15 mm en función

**Cuadro 1.** Características químicas del suelo de los sectores A y B, con y sin riego (0-10 cm).

**Table 1.** Soil chemical properties at Sectors A and B, with and without irrigation (0-10 cm).

Propiedad	Sector A		Sector B	
	Secano	Riego	Secano	Riego
P (mg kg <sup>-1</sup> )	22	26	21	28
K (mg kg <sup>-1</sup> )	442	242	426	540
pH (en agua)	5,71	5,83	5,76	5,74
K (cmol+ kg <sup>-1</sup> )	1,13	0,62	1,09	1,97
Na (cmol+ kg <sup>-1</sup> )	0,17	0,15	0,19	0,21
Ca (cmol+ kg <sup>-1</sup> )	10,24	11,12	10,75	10,23
Mg (cmol+ kg <sup>-1</sup> )	2,76	2,95	2,64	2,58
Al (cmol+ kg <sup>-1</sup> )	0,11	0,10	0,1	0,09
Saturación de Al (%)	0,76	0,67	0,68	0,60
CICE (cmol+ kg <sup>-1</sup> )	14,41	14,94	14,77	15,08
S. Bases (cmol+ kg <sup>-1</sup> )	14,30	14,84	14,67	14,99
S (ppm)	5	13	9	16
pH KCl	4,67	4,78	4,73	4,75

**Cuadro 2.** Precipitación, evapotranspiración y balance hídrico mensual en el sitio de estudio desde Noviembre 2012 hasta Abril 2013.

**Table 2.** Precipitation, evapotranspiration and water balance at the study site from November 2012 to April 2013.

Mes	Precipitación (mm)	Evapotranspiración (mm)	Balance (mm)
Noviembre	32,3	82,8	-50,5
Diciembre	190,5	57,0	133,5
Enero	9,7	126,5	-116,8
Febrero	49,0	73,7	-24,7
Marzo	47,2	59,1	-11,9
Abril	146,3	30,3	116,0
Totales	475,0	429,4	45,6

de las precipitaciones, como se muestra en el Cuadro 3. La frecuencia se determinó en base al volumen de agua a suministrar, considerando un tiempo de 42,1 h para que el pivote diera una vuelta completa a una tasa de riego de 20 mm (20 L m<sup>-2</sup>) h<sup>-1</sup>.

Las variables evaluadas durante el período de estudio fueron la producción de fitomasa aérea, la calidad nutritiva del forraje y la densidad de macollos de las praderas de los sectores A y B, con y sin riego.

**Cuadro 3.** Fecha y altura de riego en los sectores A y B desde Noviembre 2012 hasta Abril 2013.

**Table 3.** Date and height of irrigation at sectors A and B from November 2012 to April 2013.

Fecha	Sector A (mm)	Fecha	Sector B (mm)
20/11/2012	20	21/11/2012	20
28/11/2012	20	26/11/2012	20
07/12/2012	10	05/12/2012	10
11/12/2012	20	09/12/2012	20
31/12/2012	20	13/12/2012	20
04/01/2013	20	29/12/2012	20
10/01/2013	20	02/01/2013	20
13/01/2013	20	06/01/2013	20
17/01/2013	20	11/01/2013	20
20/01/2013	20	15/01/2013	20
23/01/2013	20	18/01/2013	20
26/01/2013	20	22/01/2013	20
30/01/2013	20	25/01/2013	10
02/02/2013	20	28/01/2013	20
05/02/2013	20	31/01/2013	20
08/02/2013	20	04/02/2013	20
26/02/2013	10	07/02/2013	20
01/03/2013	15	11/02/2013	20
05/03/2013	15	25/02/2013	10
13/03/2013	15	28/02/2013	15
18/03/2013	15	04/03/2013	15
26/03/2013	15	12/03/2013	15
10/04/2013	15	19/03/2013	15
17/04/2013	10	29/03/2013	15
-	-	05/04/2013	10
-	-	15/04/2013	10
Total	420	Total	445

La fitomasa (kg MS ha<sup>-1</sup>) de la pradera antes y después de cada pastoreo fue estimada a ras de suelo, en base a la altura comprimida, medida por un plato medidor de praderas marca Jenquip® (Filip's folding plate pasture meter, New Zealand), haciendo 100 bajadas de plato por medición. Para la transformación de los datos de altura comprimida a kg de MS se utilizó la ecuación lineal propuesta para praderas permanentes del Sur de Chile por Teuber *et al.*, (2007): Fitomasa (kg MS ha<sup>-1</sup>) = (100 \* altura + 400). Los pastoreos se efectuaron los días 7 y 11 de Noviembre de 7 y 11 de Noviembre de 2012, 1 y 18 de Enero, 13 y 26 de Febrero, 11 de Marzo y, 5 y 23 de Abril de 2013.

Para determinar la calidad nutritiva de la pradera, se colectaron muestras de forraje de cada parcela previo a cada pastoreo (con altura de corte de 4 cm). Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Nutrición Animal y Medio Ambiente del INIA Remehue. Se determinó MS, PC, EM, fibra detergente neutro (FDN) y digestibilidad in vitro (DIV).

Al final de la temporada de riego, en el mes de Abril se determinó la densidad de macollos de cada tratamiento. Para ello se obtuvieron 4 muestras al azar de cada parcela mediante un sacabocado de 10 cm de diámetro.

El diseño utilizado fue de bloques completos al azar con dos tratamientos (niveles de riego) y dos bloques (sectores). Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA) y a la prueba de Tukey (P<0,05) para detectar diferencias entre tratamientos. Los análisis se realizaron usando el paquete estadístico SAS versión 9.2.

## RESULTADOS

### Producción de MS

La producción de MS de los distintos tratamientos durante el período del ensayo se muestra en la Figura 1. Las diferencias en rendimiento entre los sectores con riego y sin riego fueron significativas (P<0,05). Las diferencias promedio entre los tratamientos con y sin riego durante el período del ensayo alcanzaron los 2.993 kg MS ha<sup>-1</sup> en el sector A y los 4.100 kg MS ha<sup>-1</sup> en el sector B.

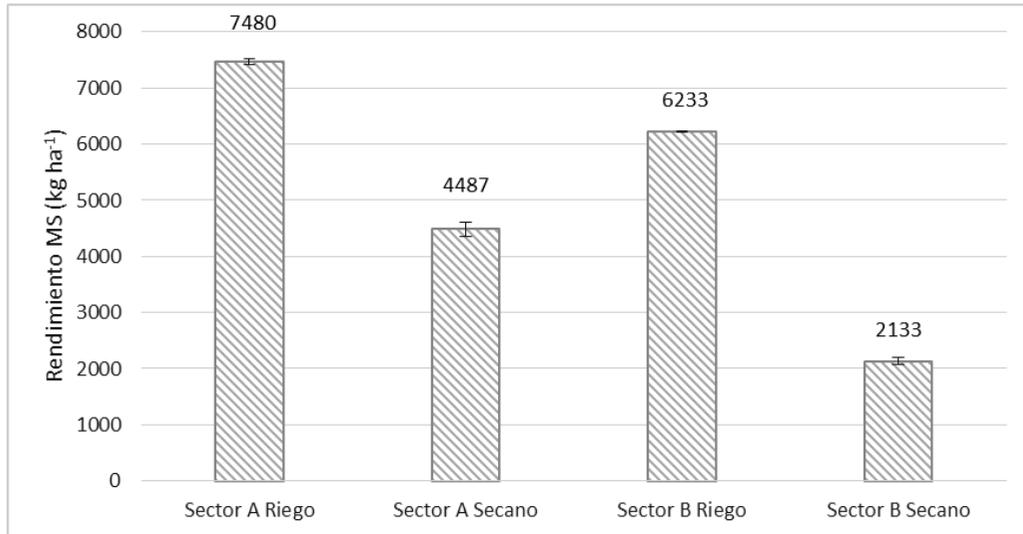
Como se aprecia en las Figuras 2 y 3, las diferencias en producción de MS entre los tratamientos de riego y secano se mantuvieron durante todo el período de muestreo.

### Valor nutritivo

En el Cuadro 4 se presenta el valor nutritivo de la pradera con y sin riego. En este cuadro se incluye valores de calidad nutritiva de la pradera en dos pastoreos anteriores y tres pastoreos posteriores al periodo de riego, con el propósito de visualizar la evolución de la

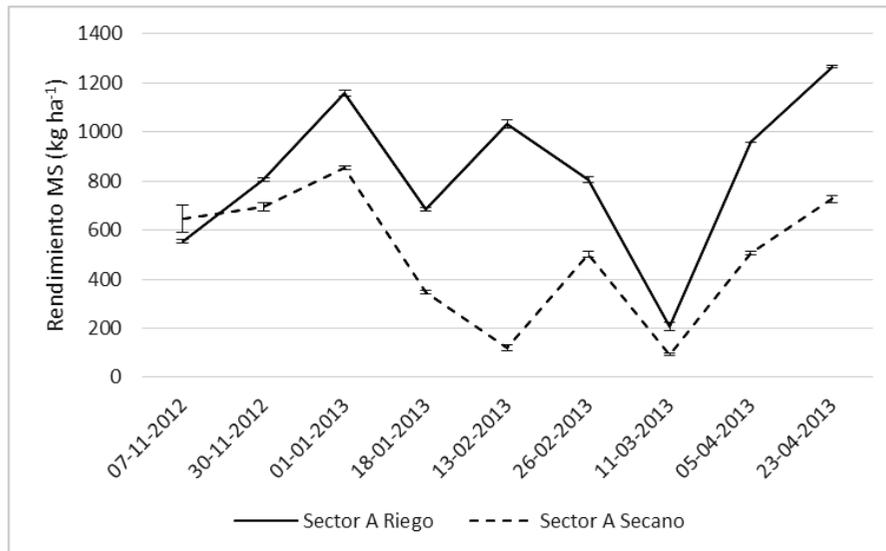
calidad de la pradera en un período mayor y evaluar el efecto residual del riego. En general, el contenido de MS del forraje fue significativamente ( $P < 0,05$ ) modificado con la aplicación de riego, observándose una disminución en el contenido de MS en las praderas regadas, lo que indica que las plantas se mantuvieron en un proceso de crecimiento más activo. Los valores de PC en general

fueron más altos ( $P < 0,05$ ) en las praderas regadas, con la excepción de algunos pastoreos en los cuales las diferencias no alcanzaron a ser significativas. Al igual que en el caso del contenido de MS, este mayor contenido de PC es un reflejo del crecimiento más activo de la pradera durante este período. El contenido de EM y la DIV del forraje fueron en general menos afectados por el riego que



**Figura 1.** Producción de MS promedio de las praderas del ensayo desde Noviembre 2012 hasta Abril 2013. n = 27. Barras representan el error estándar (ES).

**Figure 1.** Mean DM production of the pastures at the trail from November 2012 to April 2013. n = 27. Bars represent the standard error (SE).



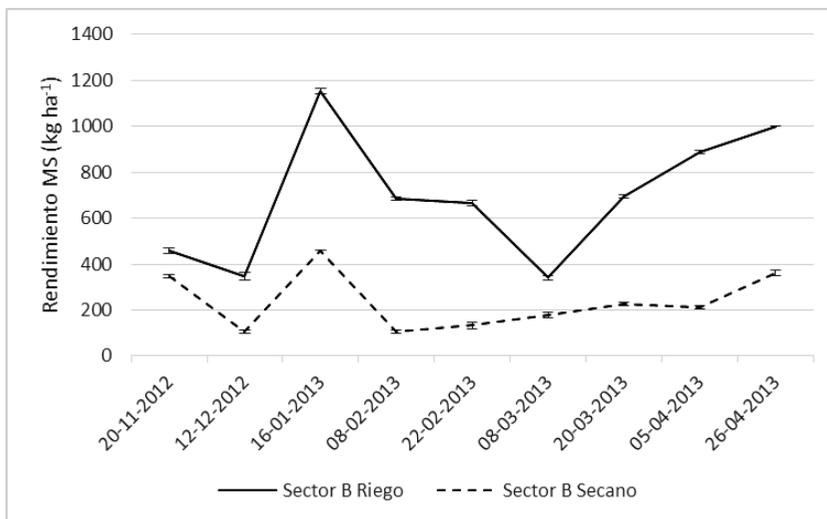
**Figura 2.** Producción de MS en la pradera regada y sin riego del sector A desde Noviembre 2012 hasta Abril 2013. Barras representan el error estándar (ES).

**Figure 2.** Mean DM production of the pasture with and without irrigation at sector A from November 2012 to April 2013. Bars represent the standard error (SE).

las variables anteriores. En el sitio A, en tres pastoreos la EM y DIV fueron significativamente ( $P < 0,05$ ) más altos con riego y en el sitio B sólo en un pastoreo. Respuesta similar es la observada para el FDN, donde los valores en riego son menores. En términos generales no se encontró un efecto residual significativo del riego sobre la calidad nutritiva de la pradera ya que a partir de Mayo los valores fueron similares, con la sola excepción de la PC y la EM en el sitio A, donde las praderas bajo riego mantuvieron una concentración mayor ( $P < 0,05$ ).

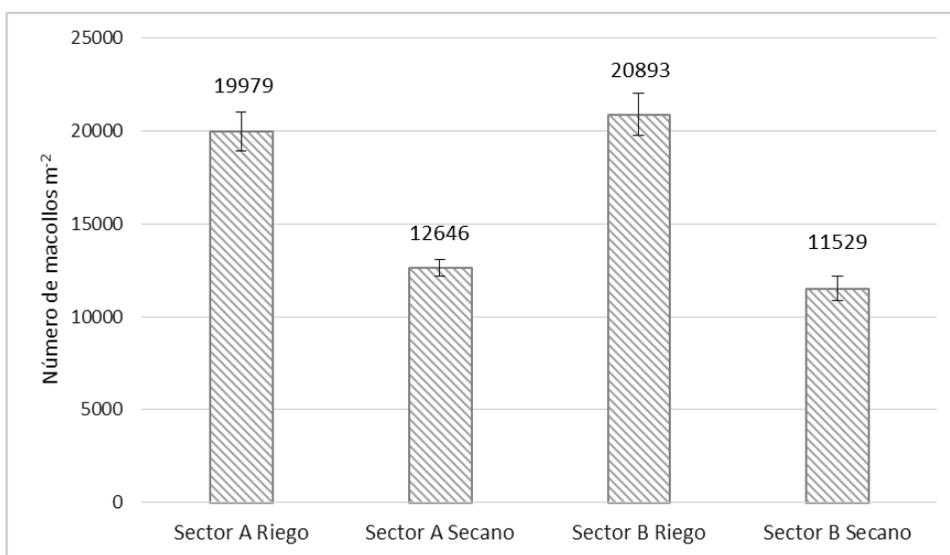
### Densidad de macollos

La densidad de macollos  $m^{-2}$  presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los tratamientos con y sin riego en ambos sectores. Como se muestra en la Figura 4, las praderas con riego tuvieron un promedio de 20.436 macollos  $m^{-2}$ , mientras que los sectores sin riego presentaron una media de 12.087 macollos  $m^{-2}$ , es decir, las praderas de secano presentaron sólo un 59% de la densidad de macollos encontrada en praderas regadas.



**Figura 3.** Producción de MS en la pradera regada y sin riego del Sector B desde Noviembre 2012 hasta Abril 2013. Barras representan el error estándar (ES).

**Figure 3.** DM production of the pasture with and without irrigation at Sector B from November 2012 to April 2013. Bars represent the standard error (SE).



**Figura 4.** Número de macollos  $m^{-2}$  en los distintos tratamientos.  $n = 12$ . Barras representan el error estándar (ES).

**Figure 4.** Number of tillers  $m^{-2}$  in the treatments.  $n = 12$ . Bars represent the standard error (SE).

**Cuadro 4.** Valor nutritivo de las praderas en los sectores A y B, con y sin riego.**Table 4.** Nutritive value of the pastures at sectors A and B, with and without irrigation.

Fecha	Materia seca (%)			Proteína cruda (%)			Energía metabolizable (Mcal kg MS <sup>-1</sup> )			FDN (%)			Digestibilidad (%)		
	secano	riego	sig.	secano	riego	sig.	secano	riego	sig.	secano	riego	sig.	secano	riego	sig.
Sitio A															
12-10-2012	17,1	15,3	ns	23,6	26,7	ns	2,77	2,72	ns	52,5	50,3	ns	87,4	86,7	ns
29-10-2012	19,2	18,7	ns	25,5	25,0	ns	2,87	2,82	ns	51,6	51,1	ns	89,4	87,9	ns
20-11-2012	21,7	17,9	**	21,0	25,2	*	2,84	2,83	ns	48,9	49,2	ns	87,1	88,2	ns
12-12-2012	17,6	11,3	**	28,3	30,4	ns	2,62	2,68	*	56,2	55,4	ns	81,9	84,5	*
16-01-2013	22,6	15,9	**	20,6	27,7	**	2,51	2,65	*	51,9	49,5	*	78,8	84,1	*
08-02-2013	32,3	15,0	**	11,7	26,6	**	2,27	2,61	**	58,2	50,2	**	67,2	82,5	**
22-02-2013	19,1	13,5	**	28,1	27,8	ns	2,72	2,68	ns	54,4	51,2	*	85,6	84,9	ns
08-03-2013	20,3	15,6	*	27,8	30,0	ns	2,62	2,61	ns	54,4	49,7	*	82,7	83,6	ns
20-03-2013	18,2	12,5	**	25,2	26,6	ns	2,49	2,54	ns	54,0	53,7	ns	78,7	81,1	ns
05-04-2013	16,5	14,3	*	29,7	29,3	ns	2,60	2,61	ns	54,7	56,4	ns	82,0	82,6	ns
26-04-2013	11,7	10,8	ns	30,4	31,9	ns	2,48	2,47	ns	61,5	56,1	ns	79,9	79,2	ns
10-05-2013	10,4	11,1	ns	30,9	34,6	*	2,52	2,64	*	58,9	62,2	ns	81,1	84,6	ns
31-05-2013	15,3	15,3	ns	30,1	30,6	ns	2,69	2,72	ns	51,6	51,1	ns	85,6	86,0	ns
21-06-2013	11,5	11,8	ns	30,5	30,5	ns	2,62	2,60	ns	52,8	51,8	ns	83,5	82,0	ns
Sitio B															
12-10-2012	15,4	14,5	ns	23,3	25,1	ns	2,78	2,80	ns	52,0	50,6	ns	87,6	87,6	ns
29-10-2012	18,1	19,1	ns	26,6	26,1	ns	2,84	2,85	ns	53,4	49,3	ns	89,0	89,6	ns
20-11-2012	20,2	19,6	ns	24,9	26,3	ns	2,89	2,85	ns	48,2	49,0	ns	89,8	89,2	ns
12-12-2012	21,0	15,0	**	20,8	26,2	*	2,77	2,78	ns	52,7	51,0	ns	85,5	87,7	ns
16-01-2013	30,4	17,3	**	15,1	20,3	*	2,73	2,71	ns	51,9	51,6	ns	85,0	85,7	ns
08-02-2013	51,9	14,8	**	14,3	24,3	**	2,31	2,52	*	60,2	51,8	*	68,7	79,8	*
22-02-2013	16,8	11,0	**	24,9	29,6	*	2,63	2,60	ns	53,6	56,2	ns	82,5	82,6	ns
08-03-2013	22,0	15,8	**	27,6	29,2	ns	2,64	2,63	ns	53,7	53,7	ns	82,9	82,6	ns
20-03-2013	24,3	15,6	**	27,4	31,3	ns	2,68	2,72	ns	52,3	54,1	ns	84,7	85,3	ns
05-04-2013	15,1	11,7	*	30,5	28,8	ns	2,56	2,56	ns	58,6	55,8	ns	81,3	81,3	ns
26-04-2013	11,6	11,2	ns	31,8	30,9	ns	2,51	2,64	*	59,1	56,8	ns	80,4	83,4	ns
10-05-2013	11,8	14,0	ns	31,3	30,3	ns	2,50	2,54	ns	55,0	57,2	ns	81,2	80,8	ns
31-05-2013	12,3	12,3	ns	30,5	32,6	ns	2,49	2,40	ns	56,7	52,4	ns	80,5	78,1	ns
21-06-2013	15,5	16,1	ns	29,6	30,0	ns	2,67	2,73	ns	54,2	51,0	ns	84,1	86,0	ns

ns, P&gt;0,05; \* P&lt;0,05; \*\* P&lt;0,01

## DISCUSIÓN

Las diferencias en producción de MS entre los tratamientos con y sin riego obtenidas en este estudio son mayores a las presentadas por Nissen y Robert (2009), quienes registraron diferencias de 1.530 a 2.657 kg MS ha<sup>-1</sup> entre praderas regadas y de secano. Las diferencias en rendimiento con y sin riego entre ambos estudios puede deberse a las diferencias en magnitud del déficit hídrico a suplir con riego en los ensayos. Mientras el déficit hídrico en el trabajo de Nissen y Robert (2009) fue de 247,7 mm, en el presente estudio alcanzó los 465,6 mm en el sector A y los 490,6 mm en el sector B. Por otra parte, las diferencias en producción de MS entre praderas regadas y de secano del presente estudio son menores a las observadas por Nissen y Aedo (2009), las que fluctuaron entre 3.647 y 10.154 kg MS ha<sup>-1</sup> en praderas con un déficit hídrico de 496,1 mm entre Octubre 2006 y Abril 2007. En este estudio la mayor diferencia en la fitomasa aérea producida con y sin riego que se obtuvo en el sector B se debió al bajo rendimiento de la pradera de secano de este sector, la cual sólo alcanzó los 2.133 kg MS ha<sup>-1</sup>.

Respecto del valor nutritivo, los resultados de este estudio confirman el efecto positivo del riego sobre el valor nutritivo de la pradera en los meses de verano y concuerdan con lo presentado por Nissen y Robert (2009), quienes sostienen que el riego de praderas prolonga su crecimiento activo, reduciendo los contenidos de MS y FDN del forraje. La mayor densidad de macollos que mostraron las praderas regadas es un reflejo del mayor crecimiento vegetativo de las plantas, el que se relaciona positivamente con el potencial de producción de fitomasa, y especialmente, con la persistencia de la pradera. Analizando en conjunto el efecto del riego en la producción de fitomasa, calidad nutritiva y densidad de macollos, se observa que bajo riego ocurre un cambio positivo en las características de la pradera durante el verano, el que probablemente se prolonga más allá del período estival, produciendo una mayor disponibilidad de alimento y de mejor calidad, lo que es especialmente valioso en sistemas lecheros con vacas de parto primaveral.

## CONCLUSIONES

Los resultados del estudio permiten concluir que el riego tuvo un efecto positivo en la producción de fitomasa aérea, con un aumento en el rendimiento de entre 3 y 4 ton MS ha<sup>-1</sup> para el déficit hídrico producido en el ensayo en la temporada 2012-2013. Los tratamientos regados presentaron un crecimiento activo continuo, con mayores tasas de crecimiento diario que los tratamientos sin riego.

Los resultados en calidad nutritiva mostraron que el riego produce, en general, una pradera con menor

contenido de MS y FDN y con un mayor contenido de PC, EM y DIV.

El riego tuvo un efecto importante en el número de macollos m<sup>-2</sup> de la pradera, lo que sin duda otorga una mayor persistencia a las praderas permanentes.

## REFERENCIAS

- Aedo, H., 2010. Efecto de la frecuencia de riego y el manejo de corte sobre la producción de una pradera sembrada de ballica perenne en la comuna de Panguipulli. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 55 p.
- Anrique, R., 2013. Nutrición y Alimentación de Vacas Lecheras en Pastoreo. CORFO. Osorno, Chile.
- Balocchi, O., 1999. Recursos forrajeros utilizados en producción de leche, in: Latrille, L. (Ed.), Producción Animal, Serie B-22. Universidad Austral de Chile, Valdivia, pp. 186-214.
- Departamento de Geofísica (DGF), Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, 2006. Estudio de la Variabilidad Climática en Chile para el Siglo XXI. Informe Final CONAMA, Santiago, Chile. [http://dgf.uchile.cl/PRECIS/articles-39442\\_pdf\\_Estudio\\_texto.pdf](http://dgf.uchile.cl/PRECIS/articles-39442_pdf_Estudio_texto.pdf)
- Dirección Meteorológica de Chile. 2013. Dirección General de Aeronáutica Civil. <http://www.meteochile.gob.cl/PortalDMC-web/index.xhtml> (acceso, 08.08.2013).
- Fuentes, J., 1996. Técnicas de riego. Segunda edición. Editorial Centro de Publicaciones, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Heiler, T., 2012. Te Ara - The Encyclopedia of New Zealand. Story: Irrigation and drainage, 4. Irrigation after 2000 <http://www.TeAra.govt.nz/en/graph/19607/irrigated-and-non-irrigated-pasture> (acceso, 16.11.2012).
- IPCC, 2013. Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324.
- Jerez, J., Sandoval, J., Peralta, J., Gallardo, J., Ferreyra, R., Varas, E., 1994. Manual de riego para el sur de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Serie Carillanca N° 39. Temuco, Chile.
- Köppen, W., 1948. Climatología, con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de cultura económica. México D.F.
- Nissen, J., Aedo, H., 2009. Combinaciones de frecuencias de riego y de corte en una pradera sembrada de ballica perenne del Sur de Chile. Agro Sur 37, 209-219.
- Nissen, J., Mancilla, M., 2009. Factibilidad técnica y económica de riego por aspersión en praderas artificiales destinadas a leche del Sur de Chile. Agro Sur 37, 110-125.
- Nissen, J., Robert, L.F., 2009. Efecto del riego, frecuencia de corte y fertilización nitrogenada en una pradera artificial de la Región de Los Ríos. Agro Sur 37, 41-51.
- Ortíz, R., 2008. Estudio técnico de un equipo de riego por pivote central y descripciones de su mantenimiento y manejo. Tesis Ingeniero Mecánico. Universidad Austral

- de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Valdivia, Chile. 60 p.
- Robert, F., 2008. Efecto del riego, frecuencia de corte y la fertilización nitrogenada sobre la producción de una pradera artificial de ballica, en la comuna La Unión. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 62 p.
- Tarjuelo, J., 2005. El riego por aspersión y su tecnología. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Teuber, N., Balocchi, O., Parga, J., 2007. Manejo del pastoreo. Proyecto "Validación y difusión de mejores prácticas de pastoreo para el sur de Chile", Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Osorno, Chile.
- Teuber, N., 2009. Praderas permanentes en las zonas lecheras de Chile. Curvas de crecimiento, distribución y producción. INIA Remehue, Osorno, Chile. 61 p.

