



# Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Agrarias  
Escuela de Agronomía

## **Efecto del nivel de saturación de aluminio en el suelo, sobre el filocrono y la dinámica de crecimiento de *Lolium perenne* y *Bromus valdivianus***

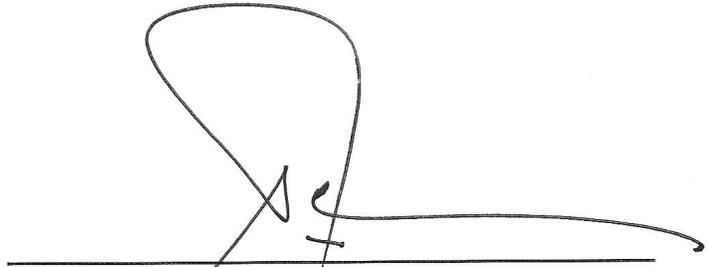
Proyecto de Tesis de Magíster  
presentado como Memoria de Título de  
estudiante vinculado a Magíster, como  
parte de los requisitos para optar al  
título de Ingeniero Agrónomo

**Nicolás Agustín Fröhlich de la Fuente**

Valdivia – Chile

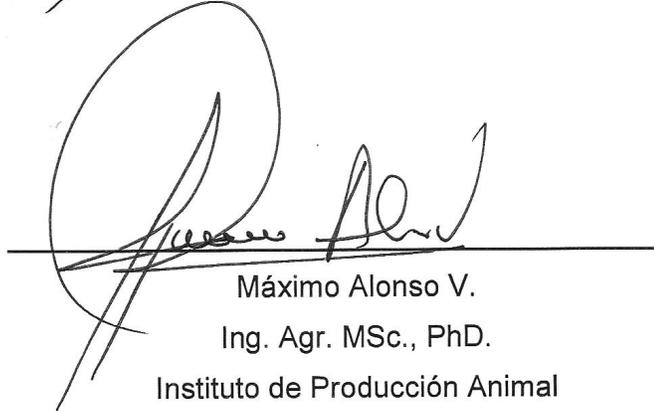
2015

PROFESOR PATROCINANTE:



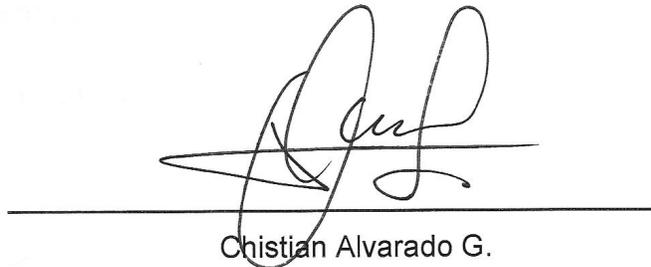
Oscar Balocchi L.  
Ing. Agr., MSc., PhD.  
Instituto de Producción Animal

PROFESOR INFORMANTE



Máximo Alonso V.  
Ing. Agr. MSc., PhD.  
Instituto de Producción Animal

PROFESOR INFORMANTE:



Christian Alvarado G.  
Ing. Agr. MSc., PhD.  
Instituto de Producción Animal

**TIPO DE INVESTIGACION:** FONDECYT 1141016

**ÍNDICE DE MATERIAS**

<b>Capítulo</b>		<b>Página</b>
	RESUMEN	1
	SUMMARY	3
1	INVESTIGACION PROPUESTA	4
2	HIPOTESIS DE TRABAJO	9
3	OBJETIVOS	10
3.1	Objetivo General	10
3.2	Objetivos Específicos	10
4	METODOLOGIA	18
4.1	Ubicación y duración del ensayo	11
4.2	Características del suelo y fertilización	11
4.3	Tipos de pradera	12
4.4	Fuente de datos del experimento	13
4.5	Tratamientos	13
4.6	Variables a evaluar	13
4.6.1	Filocrono	14
4.6.2	Elongación foliar	14

4.6.3	Dinámica de crecimiento	14
4.6.4	Aparición de macollos	14
4.6.5	Producción de materia seca	15
4.6.6	Calidad nutritiva	15
4.6.7	Área foliar e intercepción de luz	15
4.6.8	Diseño experimental y análisis estadístico	16
5	PLAN DE TRABAJO	17
6	RECURSOS DISPONIBLES	18
7	TRABAJO ADELANTADO POR LOS AUTORES	19
8	RECURSOS SOLICITADOS	20
9	JUSTIFICACION DE RECURSOS SOLICITADOS	21
10	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	22

**ÍNDICE DE CUADROS**

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
1	Factores ambientales que afectan al filocrono	8
2	Resultado del análisis de suelo previo al ensayo	12

## RESUMEN

En las regiones de Los Ríos y Los Lagos, en el sur de Chile, se concentra la mayor cantidad de ganado bovino tanto de carne, como de leche, basando su dieta principalmente en la pradera. Estas regiones son muy competitivas en producción de leche y carne a nivel nacional dado por las condiciones climáticas que presentan, favoreciendo el desarrollo de praderas permanente, las que son un alimento de calidad y de bajo costo. Las praderas permanentes sembradas en esta zona son dominadas por *Lolium perenne*, especie forrajera que tiene una alta habilidad competitiva en sitios con un adecuado nivel de nutrientes, alcanzando niveles productivos altos y es de fácil manejo. Por su parte, *Bromus valdivianus* es una especie nativa de la zona sur y tiene características competitivas similares a *Lolium perenne*, con la diferencia que tiene una mayor habilidad de desarrollarse en periodos de déficit hídrico, alcanzando rendimientos similares. Es importante, para optimizar el manejo del pastoreo en ambas especies, conocer la dinámica de crecimiento de estas y como se ve afectado principalmente el filocrono por los niveles de saturación de aluminio en el suelo, que es uno de los principales problemas que presentan los suelos de origen volcánicos de esta zona. El filocrono corresponde al tiempo necesario para que aparezcan dos hojas sucesivas y se ve afectado por las temperaturas y otros factores ambientales. Sin embargo, no existe suficiente evidencia del efecto de la fertilidad del suelo. Por otra parte, los factores ambientales y de manejo pueden afectar la dinámica de crecimiento, producción de materia seca, área foliar y aparición de macollos. Para esto se realizará un estudio en que su objetivo es evaluar el efecto de la saturación de aluminio en el suelo sobre el filocrono y dinámica de crecimiento de *Bromus valdivianus* y *Lolium perenne*. Específicamente determinar el filocrono, la tasa de macollamiento, la producción de fitomasa, la calidad nutritiva, el largo y tamaño de las hojas y la intercepción de luz, según los diferentes niveles de aluminio en el suelo. El estudio se realizará en el campus Isla Teja de la Universidad Austral de Chile, en la ciudad de Valdivia, Región de los Ríos, Chile, desde marzo del año 2014 hasta Junio del 2015. En el ensayo, se establecerán dieciocho minipraderas monofíticas, nueve de *Lolium perenne* y nueve de *Bromus valdivianus* en contenedores plásticos con una superficie de 0,181 m<sup>2</sup> de área, con suelo proveniente de la Estación Experimental

Agropecuaria Austral, de tipo andisol, perteneciente a la serie Valdivia. En el experimento se utilizarán tres niveles de saturación de aluminio para cada especie y tres repeticiones para cada tratamiento. Se utilizará un diseño de bloques completos al azar, con arreglo factorial 2x3, correspondiente a dos tipos de pradera y tres niveles de saturación de aluminio, los datos obtenidos serán sometidos a una prueba de normalidad y análisis de varianza. En caso de existir diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) se utilizará la prueba LSD.

## SUMMARY

In Chile, the southern regions of Los Ríos and Los Lagos, have the highest proportion of cattle both meat and milk. These regions are highly competitive in animal production because of their weather conditions, favoring the development of permanent grasslands, which are a high quality food and low cost for cattle. *Lolium perenne* is the forage species dominant in those regions because has a high competitive ability in places with adequate levels of nutrients for their development. On the other hand, *Bromus valdivianus* is a native species that is competitive as *Lolium perenne* but has a greater ability to develop in periods of water deficit. It is important to optimize grazing management in both species (*Lolium perenne* and *Bromus valdivianus*), know the growth dynamics and how certain parameters are affected by levels of aluminum in the soil, which is one of the main problems in volcanic soils in this zone. The environment and management factors can affect the dynamics of growth, dry matter production, leaf area and appearance of tillers. The phyllochron is affected by temperature and other environmental factors, however for soil fertility there is insufficient evidence. The main objective of this study is to evaluate the aluminum soil saturation on the phyllochron and dynamic growth of *Bromus valdivianus* and *Lolium perenne*. The study will be conducted in Campus Isla Teja, Universidad Austral de Chile, in Valdivia, Los Ríos Region, Chile, from March 2014 to March 2015. In the trial, will be established eighteen mini-swards, half with *Lolium perenne* and the other half with *Bromus valdivianus*, in plastic containers with a surface of 0,181 m<sup>2</sup> with an andisol soil from the Southern Agricultural Experimental Station, belonging to the Valdivia series. In experiment, will be used three treatments for each species and three replicates for each treatment. A complete randomized block design will be used, corresponding to two types of pasture and three levels of aluminum saturation in a 2x3 factorial arrangement. The data obtained will be subjected to a test of normality and variance analysis. In case of significant differences ( $p < 0.05$ ) LSD test was used.

## 1. INVESTIGACION PROPUESTA

En el sur de Chile las praderas constituyen un recurso fundamental para la producción animal. En nuestro país, la producción de carne y de leche se concentran en la región de Los Ríos y Los Lagos, basándose la gran mayoría de los sistemas productivos en praderas permanentes dominadas por gramíneas.

Según Balocchi (1999), la principal fuente alimenticia para los sistemas lecheros en el sur de Chile, es el pastoreo, esto debido a que la pradera representa el recurso alimenticio de menor costo y de mayor abundancia.

Existen antecedentes que indican que el costo de los nutrientes, es mayor en los alimentos concentrados en relación a los forrajes. Además indican que la pradera tiene un costo inferior al compararla con los forrajes conservados. (RUIZ, 1996)

*Bromus valdivianus* tiene rendimientos alcanzables en el primer año de establecimiento de 10 ton MS/ha/año y se esperaría que en un segundo año, estas producciones sean mayores. (DOUSSOULIN, 1999)

INOSTROZA (2010), señala que *Lolium perenne*, con su cultivar Nui, que es el más usado en Chile, presenta rendimientos potenciales de 12 ton MS/ha/año, además agrega que este cultivar tiene mayor tolerancia a la variabilidad de los sitios donde se establece y que es más tolerante que otras variedades de *Lolium perenne*.

Sin embargo, las praderas de alto potencial productivo, se desarrollan en sitios que proporcionan a las plantas las condiciones ideales para que estas crezcan y se desarrollen. *Bromus valdivianus* y *Lolium perenne*, al ser especies altamente productivas, son altamente exigentes en el uso de tecnología e insumos. En sitios que no poseen deficiencias nutricionales, son capaces de competir con otras especies que se caracterizan más por ser especies colonizadoras y que están siempre disponibles para ocupar un espacio que deja una de las especies deseadas en la pradera.

Según Lopez (1997), *Bromus valdivianus* domina en suelos con bajos niveles de saturación de aluminio y que poseen altos potenciales productivos según sus características físicas. Esta especie destaca en sitios de textura media (franco), con profundidades de 90 cm aprox. *Bromus valdivianus* posee poca plasticidad, es poco tolerante a variaciones de las variables físicas que caracterizan a los sitios donde este se desarrolla, tiene baja capacidad de colonización de nuevos sitios.

Los sitios de crecimientos en los que *Lolium perenne* se adapta de mejor forma, son similares a los sitios para *Bromus valdivianus*, debido a que tienen hábitos de crecimiento similares. Requiere suelos con buen drenaje, buena profundidad (90 cm), textura media y niveles bajos de saturación de aluminio.

Según la fertilidad de los suelos, *Bromus valdivianus* domina en sitios con bajos niveles de aluminio intercambiable (0,15 meq/ 100 g. s.), baja saturación de aluminio (2,72%), pH ácido (5,5), contenidos altos de potasio (243,5 ppm), medios de calcio (5,76 meq/100 g. s.), altos en magnesio (1,81 meq/100 g. s.) y medios en suma de bases (6,54 meq/100 g. s.). (LOPEZ, 1997)

El parámetro que se evaluará en el presente estudio, corresponde al filocrono y como este se ve afectado según los niveles de fertilidad en el suelo.

El filocrono corresponde al intervalo de tiempo térmico que ocurre entre la aparición de dos hojas sucesivas, este puede variar según varios factores ambientales. (EGGERS, 2004)

Esta medida se utiliza para estimar y poder programar el día de entrada a pastorear de nuevo sector de pradera, cuando este se basa en el número de hojas por macollo. Con información climática, relacionada con las temperaturas promedio del día y conociendo la temperatura base del cultivo, se puede estimar cuantas hojas tendrá en promedio cada planta al cabo de cierta cantidad de días. Sin embargo, pueden haber factores que alteren el filocrono de las planta, lo que dificultaría este cálculo.

Existen autores que señalan que el filocrono no se ve afectado por las condiciones edáficas ni los criterios de defoliación, al no encontrarse diferencias

significativas en ensayos con diferentes cultivos. Mientras que la dinámica de crecimiento si se modifica según manejos y condiciones de ambiente y del suelo.

Tanto en Bromo como en Ballica, los tratamientos de defoliación no afectan la tasa de aparición de hojas, por lo tanto el filocrono no se modifica por este manejo. Sin embargo, la dinámica de macollamiento en Ballicas se ve afectada por los diferentes tratamientos de defoliación, mientras que el Bromo no se afecta. (BERONE, 2008)

Tanto *L. perenne* como *Agrostis spp.*, sometidas a diferentes criterios de defoliación y diferentes tratamientos de fertilización, no se vieron afectadas. *T. repens* que si bien no se afectó por los tratamientos, en verano, si tuvo diferencias en la tasa de aparición de hojas, relacionado con el estrés que generaron algunos criterios de defoliación (CHAPMAN, 2012).

Por otra parte, hay autores que si han detectado cambios en el filocrono de las plantas. El filocrono se puede ver afectado por una serie de factores, entre las que destacan la temperatura y la concentración de algunos nutrientes. También existen factores que no afectan el filocrono, como la calidad de la luz en las plantas que no son fotosensibles.

Según Valle (2010), en trigo, el número final de hojas y el filocrono, se ven levemente afectados por los cambios en las concentraciones de nutrientes en el suelo. Los elevados valores de saturación de aluminio en el suelo, disminuyen el número final de hojas y aumentan el filocrono. Por otra parte la tasa de macollaje si se ve notoriamente afectada tanto por diferentes rangos de saturación de aluminio, como por deficiencias de fosforo en el suelo.

Jame (1998) indica que la temperatura es el factor que más directamente afecta, tanto al filocrono como al tiempo cronológico (CALDAY), a la tasa de aparición de hojas medido en días (DLAR) y a la tasa de aparición de hojas medido en tiempo térmico (TLAR). La complejidad que presenta el efecto de la temperatura sobre estos parámetros es que se comporta como una función no lineal y que los rangos de crecimiento de las plantas dependen directamente de ella. Esto debido a que las

plantas tienen una temperatura óptima, y ambos extremos de temperatura, tanto baja como demasiado elevada, afectan directamente el metabolismo de las plantas.

McMaster (2003), señala que es ampliamente aceptado decir que la temperatura es la que mayormente controla el filocrono, y que en segundo lugar, el factor que afecta el filocrono en plantas sensible, es el fotoperiodo. Factores como el agua, el CO<sub>2</sub>, salinidad y disponibilidad de nutrientes lo afectan en menor medida, pero generalmente disminuyen las tasas de aparición de hojas. Dice que el filocrono en las plantas tiene un comportamiento lineal en temperaturas ambientales que rodean los 20°C.

Según Rodríguez (1993), el desarrollo de las hojas de las plantas de trigo sí tiene relación con los niveles de fósforo presentes en las raíces de estas y que el nivel de fósforo de las raíces está en directa relación con el fósforo disponible en el suelo. La deficiencia de fósforo atrasa el inicio de floración en trigo y cebada.

En condiciones de campo, las exposiciones a bajas temperaturas prolongadas, la baja humedad y los niveles de nitrógeno en el suelo afectan directamente al filocrono y contribuyen a aumentarlo, siendo necesario mayor cantidad de grados día para la emergencia de una nueva hoja. (BARTHOLOMEW, 2006)

Wilhelm y McMaster (1995) señalan que existen una serie de factores que afectan el filocrono, estos pueden ser temperatura, disponibilidad de nutrientes, disponibilidad de agua, luminosidad y salinidad.

**CUADRO 1** Factores ambientales que afectan al filocrono

Factor	Dirección del cambio
Temperatura	+
Disponibilidad de nutrientes	0
Déficit hídrico	+
Salinidad	+
CO <sub>2</sub>	-
Horas día	-

Calidad de luz (mayor frecuencia)	o
-----------------------------------	---

**FUENTE:** Adaptado de Wilhelm y McMaster (1995)

Aumentos en las temperaturas ambientales, déficit hídrico y salinidad en el suelo, tienden a aumentar el filocrono, esto retrasa la aparición de una nueva hoja. Mientras que la disponibilidad de nutrientes y la calidad de luz que incide sobre la canopia de las plantas, no afecta significativamente el filocrono. El aumento en la concentración de CO<sub>2</sub> y en la duración del día, favorecen la tasa de aparición de hojas, acortando el filocrono. (WILHELM y MCMASTER, 1995)

## 2. HIPOTESIS DE TRABAJO

El nivel de saturación de aluminio en el suelo no afecta significativamente la tasa de aparición de hojas de *Bromus valdivianus* y *Lolium perenne*, medida en tiempo térmico (grados día acumulado). Por otra parte, la dinámica de crecimiento (tamaño de las hojas, tiempo de vida de las hojas, acumulación de Fitomasa y calidad nutritiva) de ambas especies, si se ve afectada significativamente por los niveles de saturación de aluminio presentes en el suelo.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. El objetivo general es:

- Evaluar el efecto de la saturación de aluminio sobre el filocrono y la dinámica de crecimiento de *Bromus valdivianus* y *Lolium perenne*.

#### 3.2. Los objetivos específicos son:

- Determinar el filocrono, medido en tiempo térmico, necesario para la aparición de una nueva hoja, según cada tratamiento, tanto para *Bromus valdivianus* como para *Lolium perenne*
- Cuantificar la tasa de macollamiento para cada especie según el nivel de saturación de aluminio en el suelo.
- Determinar el efecto del nivel de aluminio en el suelo, sobre el largo de las hojas, tamaño de las hojas y porcentaje de intercepción de luz.
- Evaluar el efecto del nivel de aluminio en el suelo sobre la producción de fitomasa y la calidad nutritiva de *Lolium perenne* y *Bromus valdivianus*.

## **4. METODOLOGÍA**

### **4.1. Ubicación y duración del ensayo**

El estudio se realizará entre Marzo del 2014 y Junio del 2015, en el campus Isla Teja de la Universidad Austral de Chile, en la ciudad de Valdivia, Región de Los Ríos, Chile (9 m.s.n.m de elevación, paralelo 39°48'15,62'' Latitud Sur y meridiano 73°15'13,98'' Longitud Oeste, precipitación anual de 2500 mm). Esta investigación formara parte del proyecto FONDECYT 1141016, titulado: "Phyllochron: A tool to determine the optimum defoliation frequency of pasture grasses in a rotational grazing sistem"

### **4.2. Características del suelo y fertilización**

Para la realización de este experimento se establecerán 18 minipraderas, se utilizará un suelo de tipo andisol (Typic Hapludand), proveniente de la Estación Experimental Agropecuaria Austral, de la Universidad Austral de Chile, ubicada en la comuna de Valdivia, Región de los Ríos.

El suelo pertenece a la serie Valdivia y se caracteriza por presentar alto contenido de materia orgánica, un pH bajo y una alta retención de fosforo (CIREN, 2003).

Se realizarán análisis químicos de suelo al inicio y durante el transcurso del ensayo para evaluar la concentración de nutrientes y nivel de acidificación.

**CUADRO 2** Resultado del análisis de suelo original previo a la corrección y posterior a la aplicación de fertilizante y enmienda.

RESULTADOS ANALITICOS			Inicial	0 ton cal/ha	3 ton cal/ha	6 ton cal/ha
pH	en agua (1:2,5)		5,1	5,3	5,7	6,2
pH	CaCl <sub>2</sub> ( 0,01M) (1:2,5)		4,4	4,6	5,0	5,5
N- Mineral	(N-NO <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> )	(mg/kg)	26,6	25,9	23,1	22,4
Fósforo	Olsen	(mg/kg)	2,8	22,3	18,5	20,9
Potasio	intercambiable	(mg/kg)	85	117	106	134
Sodio	intercambiable	(cmol+/kg)	0,20	0,05	0,08	0,09
Calcio	intercambiable	(cmol+/kg)	1,19	1,71	4,57	6,74
Magnesio	intercambiable	(cmol+/kg)	0,85	0,54	0,63	0,68
Suma de bases	intercambiables	(cmol+/kg)	2,47	2,60	5,55	7,86
Aluminio	intercambiable	(cmol+/kg)	1,75	1,66	0,23	0,11
CICE		(cmol+/kg)	4,22	4,26	5,78	7,97
Saturación de Aluminio		(%)	41,5	39,0	3,9	1,4

**FUENTE:** Laboratorio de suelos, Facultad de Ciencias agrarias, Universidad Austral de Chile.

Los tratamientos para modificar la saturación de aluminio en el suelo, se realizarán con dosis equivalentes a cero toneladas de cal por hectárea, tres toneladas de cal por hectárea y seis toneladas de cal por hectárea.

#### 4.3. Tipos de pradera

Se utilizarán para el ensayo, 18 minipraderas monofíticas de dos especies pratenses, 9 minipraderas de *Bromus valdivianus* y 9 de *Lolium perenne*, divididas en 3 bloques, en cada bloque se realizarán 3 tratamientos para modificar la saturación de aluminio, en contenedores plásticos con capacidad de 125 L y con un área superior de 0,181 m<sup>2</sup>.

#### **4.4. Análisis de laboratorio**

Los análisis químicos y calidad nutritiva de las plantas, se realizarán en el Laboratorio de Nutrición Animal, Instituto de Producción Animal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile.

Los análisis químicos de suelo serán realizados en el Laboratorio de Suelos del Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile.

#### **4.5. Tratamientos**

Se evaluarán tres tratamientos para cada especie, *Bromus valdivianus* y *Lolium perenne*, con tres repeticiones cada uno. Los tratamientos corresponden a niveles bajos, medios y altos en porcentaje de saturación de aluminio, con condiciones controladas periódicamente por análisis químicos del suelo.

Las dosis para cada tratamiento respectivamente serán equivalentes a cero toneladas de cal por hectárea, tres toneladas de cal por hectárea y seis toneladas de cal por hectárea.

#### **4.6. Variables a evaluar.**

Las variables a evaluar son el filocrono, producción de materia seca, elongación foliar, macollamiento y calidad nutritiva del forraje.

En cada una de las 18 minipraderas, se identificarán y marcarán tres macollos al azar. Para marcarlos, se utilizarán tres clip de coloración diferente (blanco, azul y rojo) para cada minipradera. Cada tres días se colectará la información y se incorporará en una planilla de registro de datos. Se utilizará un valor por minipradera que corresponderá al promedio de los tres macollos marcados.

Las mini praderas serán cortadas cuando se produzca la acumulación de suma térmica equivalente a la aparición de cuatro hojas. En esta oportunidad se podrá cambiar algún macollo marcado en caso que presente algún problema.

#### **4.6.1 Filocrono.**

Para medir el filocrono, se utilizará el registro de aparición de hojas, que se realizará cada tres días. Para calcular el filocrono medido en tiempo térmico, se utilizará este registro, acompañado de la información entregada por la estación meteorológica, con la que se registraran las temperaturas extremas de cada día para obtener la temperatura media del día. Los grados días acumulados se calcularán con una temperatura base de 5°C, tanto para *Bromus valdivianus* como para *Lolium perenne*.

#### **4.6.2 Elongación foliar.**

Cada tres días se medirá el número y largo de las hojas que tenga cada macollo. La medición se realizará con una regla, considerando como largo de hoja a la distancia entre la lígula de la hoja anterior, hasta la punta de la hoja de la que se desea medir.

#### **4.6.3 Hojas vivas por macollo.**

Cada 3 días se realizarán mediciones, en las que se anotará el número de hojas vivas en cada macollo marcado. Se registrará la muerte de las hojas, esto se considera cuando la hoja presenta el 50% de su tejido senescente.

#### **4.6.4. Aparición de macollos.**

En la planilla de registro, se indicará el día que aparezca un nuevo macollo dentro del clip que marque al macollo de la medición, el nuevo macollo se sacará del clip para no confundir la medición de las hojas del macollo principal. Las mediciones se realizarán cada tres días por lo tanto la detección de un macollo nuevo, será oportuna y

se considerará un nuevo macollo cuando este esté completamente diferenciado, apuntando el día en que apareció.

#### **4.6.5. Producción de materia seca.**

La medición de la producción de materia seca se realizará cada vez que se realice un corte a las minipraderas. Las muestras serán pesadas en una balanza digital y procesadas en el Laboratorio de Forrajeras del Instituto de Producción Animal, perteneciente a la Universidad Austral de Chile, luego de cada corte de las minipraderas.

El corte de las minipraderas, se realizará a cinco centímetros de altura y una vez acumulado 360° día, el equivalente a la aparición de cuatro hojas en *Lolium perenne*, según información previa reportada por CASTRO, 2010.

Para el secado de las muestras se utilizará un horno con ventilación forzada a 60°C, durante 48 horas, identificando el número de minipradera a la que corresponde cada una y la fecha del corte.

#### **4.5.6. Calidad nutritiva del forraje.**

La calidad nutritiva del forraje se realizará luego de cada cosecha. Mediante la utilización de un equipo NIRS (Near Infrared Spectroscopy). Se determinará: Energía metabolizable (EM), Proteína bruta (PB), Fibra detergente neutro (FDN), Fibra detergente ácido (FDA) y Carbohidratos soluble en agua.

#### **4.5.7. Área foliar e Intercepción de luz.**

Para medir área foliar, se cortarán a ras de suelo tres macollos al azar en cada minipradera y se identificarán con el número que corresponda. En Laboratorio de Forrajeras del Instituto de Producción Animal, de la Universidad Austral de Chile se contará el número de hojas por macollo, largo de lámina, área foliar mediante el equipo Area Meter Li-3100 y peso seco de cada macollo.

Previo al corte, cada minipradera será sometida a una prueba de intercepción de luz. Para esto se utilizara el equipo Par Quantum, marca Skye, el cual se ubicará

sobre el follaje para tener una lectura que se considerará como el 100% e inmediatamente después, bajo la canopia para ver el equivalente de luz que llega al suelo, con esta diferencia de intensidad lumínica se obtiene el porcentaje de luz interceptado por las plantas. Este ejercicio se repetirá tres veces en cada minipradera, cada vez que se corte la fitomasa de esta.

#### 4.6.8. Diseño experimental y análisis estadístico:

Se utilizará un diseño de bloques completos al azar, con arreglo factorial 2x3, correspondiente a dos tipos de pradera y tres niveles de saturación de aluminio.

El modelo estadístico a utilizar será:

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + S_j + aS_{ij} + R_k + E_{ijk}$$

Donde:

- $Y_{ijk}$  : Variable dependiente
- $\mu$  : Media de la población
- $a_i$  : Efecto del nivel de saturación de aluminio ( $i= 1, 2, 3$ )
- $S_j$  : Efecto especie ( $j= 1, 2$ )
- $aS_{ij}$  : Interacción entre nivel de saturación de aluminio y especie
- $R_k$  : Efecto del K-ésimo bloque ( $K=1, 2, 3$ )
- $E_{ijk}$  : Error experimental

Los datos obtenidos en el presente estudio serán sometidos a una prueba de normalidad y a un análisis de varianza de acuerdo al modelo experimental descrito. La comparación de medias en el caso de existir diferencias significativas ( $p<0,05$ ) se realizará mediante la prueba LSD.

## 5. PLAN DE TRABAJO

Año	2014					2015												2016											
Mediciones	A	S	O	N	C	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	C	E	F	M	A	M	J	J	A				
Dinámica de crecimiento																													
Temperatura del suelo																													
Corte																													
Materia seca																													
Índice de área foliar																													
Composición química																													
Intercepción de luz																													
Análisis de suelo																													
<b>Fertilización</b>																													
Nitrógeno																													
Potasio																													
<b>Análisis</b>																													
Análisis de datos																													
Análisis estadístico																													
Discusión y conclusión de datos																													
Presentación del proyecto de Magister																													
Presentación Memoria de Pregrado																													
Examen de Pregrado																													
Redacción Tesis de Magister																													
Calificación Tesis de Magister																													
Defensa de Tesis de Magister																													

## 6. RECURSOS DISPONIBLES

Para la realización de este proyecto se dispone de contenedores plásticos con capacidad de 125 L y con un área superior de 0,181 m<sup>2</sup> rellenos con suelo de la Estación Experimental Agropecuaria Austral. Estos contenedores serán sembrados con semillas de *Lolium perenne* y *Bromus valdivianus*, según corresponda en cada tratamiento del ensayo.

Para medir el largo de lámina de las hojas, se posee una regla graduada, proceso que será realizado por un ayudante a cargo del proyecto,

Para realizar los cortes de las minipraderas, se cuenta con tijerones de esquila, pertenecientes al Instituto de Producción Animal, de la Universidad Austral de Chile.

Se dispone también de las salas del Instituto de Producción Animal y acceso a computadores y conexión a internet para la realización del presente proyecto.

Para determinar intercepción de luz y área foliar respectivamente se cuenta con los equipos: Par Quantum, marca Skye y Area Meter Li-3100, pertenecientes al Instituto de Producción Animal, de la Universidad Austral de Chile.

Entre los recursos disponibles, se cuenta con el Laboratorio de Forrajeras y de Nutrición Animal, pertenecientes al Instituto de Producción Animal, con los equipos necesarios y el personal capacitado para realizar el análisis completo de las muestras que se obtengan del proyecto.

## 7. TRABAJO ADELANTADO POR LOS AUTORES DEL PROYECTO

El autor de este proyecto no posee trabajos de investigación anteriores, relacionados con el tema de estudio del presente proyecto. El grupo de trabajo que realiza esta investigación si tienen experiencia con el manejo y desarrollo de proyectos de similares características, habiendo investigado sobre *Lolium perenne* y *Bromus valdivianus* en otras oportunidades.

Las otras investigaciones relacionadas con el filocrono hacen referencia a los criterios de defoliación, manejo del pastoreo y como este afecta al filocrono, en este proyecto se busca obtener respuestas de cómo afectan los niveles de saturación de aluminio al filocrono y las dinámicas de crecimiento de *Lolium perenne* y *Bromus valdivianus*.

## 8. RECURSOS SOLICITADOS

Este presupuesto debe hacerse anual por año de duración del Proyecto de tesis de Magister.

<b>1. Gastos de Operación</b>	<b>Monto(\$) Año 1</b>	<b>Monto(\$) TOTAL</b>
<b>1.1 Honorarios</b>		
1.1.1 Personal Externo a la Universidad	800.000	
1.1.2 Otros Gastos de Personal	500.000	
<b>Total Honorarios</b>	1.300.000	
<b>1.2 Bienes y Servicios</b>		
1.2.1 Materias primas e insumos	500.000	
1.2.2 Materiales y útiles de oficina	20.000	
1.2.3 Impresos y Publicaciones	20.000	
1.2.4 Análisis químicos de suelo	900.000	
1.2.5 Análisis de las muestras	2.400.000	
1.2.6 Viáticos		
1.2.7 Consumos básicos (luz, agua, fono, etc.)		
1.2.8 Otros gastos	250.000	
<b>Total Bienes y Servicios</b>	4.090.000	
	5.390.000	
<b>Total Gastos de Operación</b>		
<b>2. Inversiones</b>		
<b>2.1 Inversión Directa</b>		
2.1.1 Reparaciones de instalaciones		
2.1.2 Reparaciones de instrumentos, máquinas, equipos		
2.1.3 Otras inversiones directas		
<b>Total Inversión Directa</b>		
<b>2.2 Inversión Indirecta</b>		
2.2.1 Capacitación de Personal		
2.2.2 Otras inversiones indirectas		
<b>Total Inversión Indirecta</b>		
<b>Total Gastos e Inversiones</b>		
	5.390.000	
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>		

## 9. JUSTIFICACION DE RECURSOS SOLICITADOS

La totalidad de los gastos del proyecto corresponden a gastos de operación del proyecto. Separados en dos categorías: Honorarios y Bienes y servicios.

En honorarios por mano de obra, se estima un total de \$1.300.000. Esto corresponde a \$800.000 a un ayudante encargado del proyecto y \$500.000 a un ayudante colaborador.

En bienes y servicios es donde el proyecto destina la mayor cantidad de fondos. En materias primas e insumo se consideran \$500.000, correspondientes a las semillas de cada especie, fertilizantes, contenedores plásticos y traslado de estos. En materiales y útiles de oficina, se gastarán \$20.000, para la adquisición de reglas, bolsas de papel y marcadores. En impresos y publicaciones, se considera la impresión de las tablas donde se registran los datos en cada medición y se estima el gasto de \$20.000. En análisis de suelo se considera un total de \$900.000, ya que cada una de las 18 minipraderas requiere dos muestras de suelo y el análisis de cada muestra cuesta \$25.000. El gasto más elevado del proyecto corresponde al análisis de las muestras en el laboratorio, para cada minipradera se analizarán seis muestras con un valor de \$22.000 cada muestra, lo que totaliza \$2.400.000 aprox. En otros gastos, se considera un 5% de los recursos necesarios para el proyecto por cualquier imprevisto en el transcurso de este, para estos se considera un total de \$250.000.

### COMPROMISO DE DEDICACION A ESTE PROYECTO (en horas semanales)

NOMBRE	AÑO 1
NICOLAS FROHLICH DE LA FUENTE	12
OSCAR BALOCCHI LEONELLI	2
MIGUEL ZAPATA CASAS	4

**Nicolás Frohlich de la Fuente:**

Ejecutará las mediciones de dinámicas de crecimiento y temperatura de cada minipradera, en conjunto con el encargado del proyecto. Será responsable del análisis de los datos y posterior escritura del informe final.

**Oscar Balocchi Leonelli:**

Participará en el análisis de los datos y evaluaciones necesarias durante el proyecto, además será responsable de las publicaciones que resulten a partir de este proyecto.

**Miguel Zapata Casas:**

Participará en las mediciones de dinámicas de crecimiento y temperatura y los análisis de las muestras obtenidas en cada corte del forraje. Será el encargado de mantener en buen estado el ensayo y registrar toda la información que se genere en cada medición.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BALOCCHI, O. 1999. Praderas y recursos forrajeros en la zona sur de Chile. Pequeña agricultura en la Región de los Lagos, Chile. Valdivia, Chile. Ediciones de la Universidad Austral de Chile.
- BERONE, G., LATTANZI, F., AGNUSDEI, M., BERTOLOTTI, N. 2008. Growth of individual tillers and tillering rate of *Lolium perenne* and *Bromus stamineus* subjected to two defoliation frequencies in winter in Argentina. Grass and Forage Science, 63, 504–512
- CASTRO, J., BALOCCHI, O., LOPEZ, I. 2010. Dinamica de crecimiento y calidad nutritiva de una pradera de *Lolium perenne* sometida a diferentes frecuencias de defoliación: periodo otoño–verano. XXXV Congreso anual sociedad Chilena de producción animal y I Congreso internacional agroforestal patagónico, 33-35.
- CHAPMAN, D., CLARK, D., LAND, C., DYMOCK, N., 2012. Leaf and tiller growth of *Lolium perenne* and *Agrostis* spp. and leaf appearance rates of *Trifolium repens* in set-stocked and rotationally grazed hill pastures. New Zealand Journal of Agricultural Research, 26: 159-168
- CIREN. 2003 Estudio agrologico X Región. Tomo 2. 412 p. Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), Santiago, Chile.
- DOUSSOULIN, M., BALOCCHI, O., PINOCHET, D., *et al.* 1999. Evaluacion de tres especies de Bromo en la provincia de Valdivia. XXIV Reunion anual Sociedad Chilena de Produccion Animal A.G Temuco, Chile. Pp. 33-34
- EGGERS, L., CADENAZZI, M., BOLDRINI, I. 2004. Phyllochron of *Paspalum notatum* FL. and *Coelorhachis selloana* (HACK) camus in natural pasture. Scientia Agricola 61.

- INOSTROZA, L., ACUÑA, H., INOSTROZA, W. 2010. Rendimiento potencial de nuevos cultivares de *Lolium perenne* introducidos a Chile. Libro de resúmenes. Sociedad Chilena de Producción Animal, SOCHIPA A.G. Coyhaique, Chile 2010.
- LOPEZ, I., BALOCCHI, O., LAILHACAR, P., OYARZUN, C. 1997. Caracterización de sitios de crecimiento de seis especies pratenses nativas y naturalizadas del dominio húmedo de Chile. *Agro Sur* 25 (1) 62-80
- RODRÍGUEZ, D., SANTA MARIA, G., POMAR, M. 1994. Phosphorus Deficiency Affects the Early Development of Wheat Plants. *Journal of Agronomy and Crop Science* 173: 69-72.
- RUIZ, I. 1996. Praderas para Chile. 2ª edición. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 734 p.
- MCMASTER, G., WILHELM, W., PALIC, D., PORTER, J., JAMIENSON, P. 2003. Spring wheat leaf appearance and temperature: Extending the paradigm?. *Annals of Botany*, 91: 697-705
- VALLE, S., CALDERINI, D. 2010. Phyllochron and tillering of wheat in response to soil aluminum toxicity and phosphorus deficiency. *Crop and Pasture Science*, 61: 863–872
- WILHELM, W., MCMASTER, G. 1995. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. *Crop Science* 35: 1-3.