

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA DE AGRONOMIA**

**Evaluación de dos fertilizantes foliares en una pradera  
de ballica bianual *Lolium multiflorum* ssp. *italicum***

Tesis presentada como parte de los  
requisitos para optar al grado de  
Licenciado en Agronomía.

**Ricardo Antonio Salvo Márquez**

VALDIVIA-CHILE

2006

**PROFESOR PATROCINANTE:**

Dante Pinochet T.

Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.

---

**PROFESORES INFORMANTES:**

Oscar Balocchi L.

Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.

---

Ricardo Fuentes P.

Ing. Agr., M.Sc.

---

*Dedico esta tesis*

*A mis padres  
Gloria y Ricardo,  
por el trabajo y  
corazón puestos  
todos estos años.*

*A mi hermana  
Carmen Gloria.*

*A la memoria de mi  
abuelo Arturo.*

*y*

*A mis dos amores  
Elisa y Javierita.*

## INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Absorción foliar de nutrientes	3
2.2	Penetración a través de la cutícula: el traspaso de la cera epicuticular y la membrana cuticular	4
2.3	Penetración a través de la pared celular	6
2.4	Penetración a través de la membrana plasmática	6
2.5	Factores que influyen en la absorción foliar	8
2.5.1	Factores inherentes a la planta	8
2.5.1.1	Especies y variedades	8
2.5.1.2	Superficie y edad de la hoja	8
2.5.1.3	Estado nutricional de la planta	9
2.5.2	Factores medio ambientales	9
2.5.2.1	Temperatura y humedad relativa	9
2.5.3	Factores relacionados con la solución aplicada	10
2.5.3.1	Concentración de la solución	10
2.5.3.2	pH de la solución	10
2.5.3.3	Presencia de surfactantes	10
2.6	Beneficios de la fertilización foliar	11
2.7	Fertilización foliar en praderas	12
2.8	Característica de la especie <i>Lolium multiflorum</i>	13
2.8.1	Generalidades	13
2.8.2	Características botánicas	14
2.8.3	Requerimientos edafoclimáticos	14
2.8.4	Utilización	14
2.8.5	Rendimiento	15

Capítulo		Página
3	MATERIAL Y METODO	16
3.1	Ubicación del ensayo	16
3.1.1	Características del sitio de ensayo	16
3.1.1.1	Características químicas del sitio del ensayo	16
3.1.1.2	Características geomorfológicos de la serie utilizada en el ensayo	16
3.1.2	Características climáticas de la zona	17
3.2	Manejo general y establecimiento del ensayo	19
3.3	Fertilizantes foliares evaluados	20
3.4	Diseño y descripción del ensayo	21
3.5	Descripción de los tratamientos	21
3.5.1	Fertilizantes foliares	23
3.5.2	Fertilización al suelo	23
3.6	Dosis, época de aplicación y evaluación del ensayo	23
3.7	Evaluación del ensayo	24
3.7.1	Evaluaciones realizadas en la pradera	24
3.7.2	Relacionadas con el suelo	25
3.8	Método de muestreo y evaluación de los parámetros	25
3.9	Diseño experimental y análisis estadístico	26
3.9.1	Análisis estadístico	26
4	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	27
4.1	Rendimiento de la pradera	27
4.1.1	Primera evaluación	27
4.1.2	Segunda evaluación	28
4.2	Número de macollos	30
4.2.1	Macollos por superficie	30
4.2.2	Macollos por planta	31

Capítulo		Página
4.3	Población de plantas	32
4.4	Largo de planta extendida	34
4.5	Cobertura de la pradera	35
4.6	Concentración foliar de nutrientes	35
4.7	Análisis de suelo	37
4.7.1	Cambios en los niveles nutricionales resultantes de la fertilización base	37
4.7.2	Disponibilidad de los nutrientes en el suelo	39
5	CONCLUSIONES	41
6	RESUMEN	43
	SUMMARY	45
7	BIBLIOGRAFIA	47

**INDICE DE CUADROS**

Cuadro		Página
1	Análisis químico del sitio utilizado para el ensayo de campo	17
2	Antecedentes climáticos de Valdivia desde mayo de 2004 hasta abril de 2005 y promedios de 38 años de los valores mensuales	18
3	Fecha, fuente y dosis de fertilizantes usados en el ensayo al momento de la siembra	19
4	Fecha, dosis y manejos realizados a lo largo del ensayo	19
5	Caracterización de los fertilizantes utilizados	20
6	Resumen de tratamientos y evaluaciones a lo largo del ensayo	22
7	Fechas de aplicación y de evaluación y tiempo comprendido entre ellas	24
8	Rendimiento de materia seca por evaluación en los diferentes tratamientos	27
9	Número de macollos por metro cuadrado por evaluación en los diferentes tratamientos	30

Cuadro		Página
10	Número de macollos por planta por evaluación en los diferentes tratamientos	32
11	Número de plantas por metro cuadrado por evaluación de los diferentes tratamientos	33
12	Largo de planta extendida por evaluación en los diferentes tratamientos	34
13	Cobertura de la pradera en cada evaluación para cada tratamiento	35
14	Análisis foliar (N-P-K) de ballica bianual <i>Lolium multiflorum</i> ssp. italicum en cada evaluación	36
15	Extracción de nitrógeno, fósforo y potasio en el forraje cosechado en la primera y segunda evaluación	37
16	Estado nutricional y condición del suelo en cada bloque después de la fertilización base entregada	38
17	Variaciones de la disponibilidad de nutrientes a través del ensayo de aplicación de fertilizantes foliares, medido al estado de tres macollos	39



Cuadro	Página
18 Disponibilidad de nutrientes al final del experimento de evaluación de fertilizantes foliares Amino Starter y Amino Vegetative	40

**INDICE DE FIGURAS**

Figura		Página
1	Esquema de corte transversal de una hoja indicando las capas que la forman	7
2	Precipitaciones (mm) ocurridas durante el período en que realizo el ensayo y de un año normal	18
3	Diagrama del ensayo y distribución de los tratamientos	21
4	Rendimiento de forraje de cada tratamiento en cada evaluación	29

**INDICE DE ANEXOS**

Anexo		Página
1	Análisis de varianza para rendimiento considerando todos los tratamientos (testigo)	52
2	Análisis de varianza macollos por metro cuadrado considerando todos los tratamientos (testigo)	53
3	Análisis de varianza macollos por planta considerando todos los tratamientos (testigo)	54
4	Análisis de varianza plantas por metro cuadrado considerando todos los tratamientos (testigo)	55
5	Análisis de varianza largo de planta considerando todos los tratamientos (testigo)	56
6	Análisis de varianza cobertura de la pradera considerando todos los tratamientos (testigo)	57
7	Análisis de varianza análisis foliar considerando todos los tratamientos (testigo)	58
8	Condiciones climatológicas del mes de noviembre de 2004, periodo en el cual se realizaron las dos aplicaciones foliares	59
9	Mediciones realizadas a las parcelas (Primera evaluación)	60

Anexo		Página
10	Mediciones realizadas a las parcelas (Segunda evaluación)	61
11	Análisis foliar (% N-P-K) de la pradera	62

## 1 INTRODUCCIÓN

La fertilización foliar es una herramienta agronómica usada por los productores agrícolas para suplementar y/o corregir deficiencias nutricionales puntuales de las plantas, especialmente micronutrientes, favorecer el buen desarrollo de cultivos y aumentar el rendimiento y calidad del producto final.

Si bien, es una práctica muy antigua en el sector agrícola mundial, no fue hasta mediados del siglo XX, cuando se empieza a comprender con claridad los mecanismos que rigen la absorción foliar y la incidencia que tiene ésta en el desarrollo y rendimiento final de los cultivos, logrando con esto el desarrollo de la industria relacionada a estos productos.

La fertilización foliar en ningún caso constituye un reemplazo total a la fertilización al suelo, sino que debe ser usada como lo que es, un complemento a ésta, especialmente en los macronutrientes y en aquellos casos que existan condiciones que limiten la fertilización tradicional, superponiendo los aspectos técnicos por sobre los comerciales. Dentro de estas condiciones limitantes se encuentran las edafoclimáticas, manifestadas en la lixiviación del nitrógeno y la fijación de fósforo, como ocurre en los suelos Trumaos del Sur de Chile, o bien, cuando el desarrollo vegetal sea tal que impida ésta práctica y en la fertilización con micronutrientes en deficiencias puntuales.

En la Décima Región de Chile, gran parte de la superficie está destinada a praderas para la alimentación animal, siendo la fertilidad de los suelos una limitante para la alta productividad de los cultivos y praderas. En particular, en la productividad de praderas, contar con forraje suficiente y de alta calidad nutricional es clave en el desarrollo de la actividad pecuaria, siendo vital en este punto, la búsqueda de nuevas alternativas, para solucionar los problemas de deficiencias nutricionales del suelo. Es por ello que las empresas agrícolas comercializadores y productoras de fertilizantes están desarrollando nuevos fertilizantes foliares; productos tendientes a mejorar la calidad y productividad de las praderas del país.

El objetivo general de esta investigación es evaluar en terreno, la efectividad de dos fertilizantes foliares en el establecimiento de una pradera artificial de ballica bianual *Lolium multiflorum* ssp. italicum aplicados como suplemento a una fertilización tradicional al suelo. En este marco, la hipótesis de trabajo es que el uso de los fertilizantes foliares en el establecimiento de la pradera aumenta el rendimiento y la concentración de nutrientes minerales del forraje al establecimiento y en el primer corte.

Para ello, se desarrollarán los siguientes objetivos específicos:

Evaluar el efecto producido por los fertilizantes foliares comerciales Amino Vegetative SC y Amino Starter SC., aplicados como fertilización suplementaria, sobre el establecimiento y el rendimiento de materia seca al primer corte de una pradera artificial de ballica bianual.

Comparar los efectos producidos en rendimiento y en el establecimiento de la pradera de ballica bianual por ambos fertilizantes foliares.

Determinar los efectos producidos en la concentración de macronutrientes minerales primarios en el forraje producido por la pradera al primer corte.

Evaluar los efectos residuales en el suelo producidos por la aplicación de los fertilizantes foliares.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Absorción foliar de nutrientes

Los primeros reportes de aplicaciones foliares de nutrientes minerales en la producción de plantas provienen de la segunda mitad del siglo XVIII (WEINBAUM, 1988). Sin embargo, solo a partir de la segunda mitad del siglo XX ha comenzado a ser una práctica más usual y complementaria a la fertilización de los suelos. El conocimiento de los mecanismos de absorción por la parte aérea de las plantas es crucial para la optimización de la fertilización, particularmente en especies perennes. Dado que las hojas tienen una gran área superficial en relación a otros órganos de la parte aérea, en general son consideradas como el único órgano relevante en la absorción de la parte aérea y los mecanismos de absorción se discuten en relación a la estructura y la fisiología de las hojas.

MARSCHNER (1995) establece que la absorción a través de los estomas es principalmente en la forma de gases y que los estomas juegan un rol determinante en la absorción de contaminantes aéreos, en forma de gas, como son  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  y  $\text{NO}_2$ , los cuales son rápidamente metabolizados en las hojas. Dependiendo de la concentración de estos gases como contaminantes estos pueden deprimir o aumentar el crecimiento de las plantas.

Sin embargo, la absorción de nutrientes minerales sólidos se realiza atravesando las distintas estructuras que conforman la hoja hasta llegar a los canales de distribución de estos nutrientes en la planta, es decir, xilema y floema (MARSCHNER, 1995). Las estructuras que debe atravesar un nutriente son la cutícula (cera epicuticular y la membrana cuticular), las paredes celulares y la membrana plasmática (WOJCIK, 2004).

El proceso de absorción foliar, en general, comprende dos etapas. En una primera fase los nutrientes contenidos en la solución acuosa aplicada sobre la superficie de la hoja penetran mediante mecanismos de difusión libre o limitada a través de la cutícula, aparentemente impermeable y repelente al agua por su naturaleza lipofílica y la pared celular formada por una mezcla de pectina, hemicelulosa y ceras que forman una estructura de fibras entrelazadas en la que se encuentran canales llamados espacios interfibrilares caracterizados por ser permeables al agua y sustancias disueltas en ella (SANTOS y MANJARREZ, 1999). En una segunda etapa, para completar la absorción foliar se requiere atravesar la membrana celular o plasmática, límite más exterior del citoplasma (GARCIA y PEÑA, 1995).

## **2.2 Penetración a través de la cutícula: el traspaso de la cera epicuticular y la membrana cuticular**

La cera epicuticular es la capa más externa y el componente más hidrofóbico de la superficie de las hojas, consistente en cetonas, ésteres de cadenas de ácidos grasos y alcoholes de cadenas largas colocados en paralelos uno con respecto a los otros. Tal estructura ayuda a limitar la penetración de las moléculas de agua y iones a través de la membrana (MARSCHNER, 1995). Incluso el movimiento browniano que ocurra en la cera epicuticular no facilita la penetración de los solutos. Las ceras "intracuticulares" dentro de la membrana cuticular son consideradas más polares que aquellas de ceras epicuticulares.

La membrana cuticular está bajo las ceras epicuticulares y consiste de la cutícula propiamente tal y la capa cuticular y la capa de pectina (WOJCIK, 2004). La membrana cuticular cubre no solo la superficie de la hoja, sino también las células del mesófilo teniendo contacto con espacios de aire. La cutícula que está bajo las ceras epicuticulares consiste principalmente de cutina construida con ácidos grasos hidroxilados. Sin embargo, la cutina contiene muchos grupos hidroxilos libres, los cuales producen interacciones hidrofóbicas y facilitan la penetración de nutrientes a través de la membrana cuticular.



La capa cuticular está localizada bajo la cutícula y consiste de cutina, pectina y hemicelulosa. Los últimos dos componentes tienen hidroxilos disociados y grupos carboxilos que son los causantes de las propiedades particulares de la capa cuticular. La capa de pectina, ubicada bajo la capa cuticular, está principalmente compuesta de ácidos galacturónicos cargados negativamente, lo que crea un gradiente electroquímico que incrementa el movimiento de cationes y moléculas de agua. El flujo de cationes a través de la membrana cuticular es mucho más fácil que el movimiento de los aniones. Se estima que los cationes penetran cerca de 1000 veces más rápido que los aniones (MENGEL, 2002).

Los nutrientes minerales no entran a las células epidermales a través de la superficie de ceras epicuticulares, sino a través de los ectodermos. Los ectodermos son poros con un diámetro de menos de 1  $\mu\text{m}$  (SHÖNHERR, 1976). Estos poros son rápidamente permeables a los solutos tales como urea (radio de 0.44 nm), pero no a grandes moléculas tales como quelatos sintéticos. Los ectodermos están alineados con cargas negativas fijas (presumiblemente desde ácidos poligalacturónicos) los cuales incrementan la densidad desde fuera de la cutícula hacia su interior (WOJCIK, 2004). En relación a esto, la permeabilidad de los cationes a través de este gradiente es aumentada, mientras que los aniones son repelidos de esta región (TYREE et al., 1990). Se ha reportado que los ectodermos presentan una gran densidad en las hojas a través de las paredes anticlinales de las células basales de tricomas y en las células epidermales alrededor de tricomas y de células de guarda (WOJCIK, 2004). El número de ectodermos en la cara adaxial (superior) de las hojas es usualmente menor que en la cara abaxial (inferior). Por ello, comúnmente, se ha observado una correlación positiva entre el número y distribución de los estomas con la absorción de los minerales (FRANKE, 1971).

ROMÁN (2001) señala que los estomas son la principal vía de absorción foliar de nutrientes en las plantas.

Para que el paso de solutos vía estomática pueda constituir un importante punto de penetración, se requiere que el líquido posea una baja tensión superficial. Esto porque la cavidad estomática se encuentra normalmente saturada de vapor de agua

(HULL et al, 1975). De aquí la importancia de hidratar la cutícula de la hoja con surfactantes para facilitar la penetración del nutriente. (SANTOS y MANJARREZ, 1999)

En número de ectodermos está fuertemente influido por condiciones ambientales y el estado fisiológico de las hojas. Los estreses tales como una alta temperatura del aire, la intensidad de la radiación solar, la sequía y las infecciones patogénicas disminuyen el número de ectodermos en las hojas. En la medida que la hoja se desarrolla, el número de ectodermos por unidad de área superficial decrece.

En general, el movimiento de solutos y moléculas de bajo peso molecular (por ejemplo, ácidos orgánicos, aminoácidos, azúcares) desde la superficie de la hoja hacia las células epidermales de la pared celular no es un proceso metabólico sino que un proceso manejado por la difusión y el potencial electroquímico formados por el incremento de la carga negativa a través de la membrana cuticular (TYREE et al., 1992).

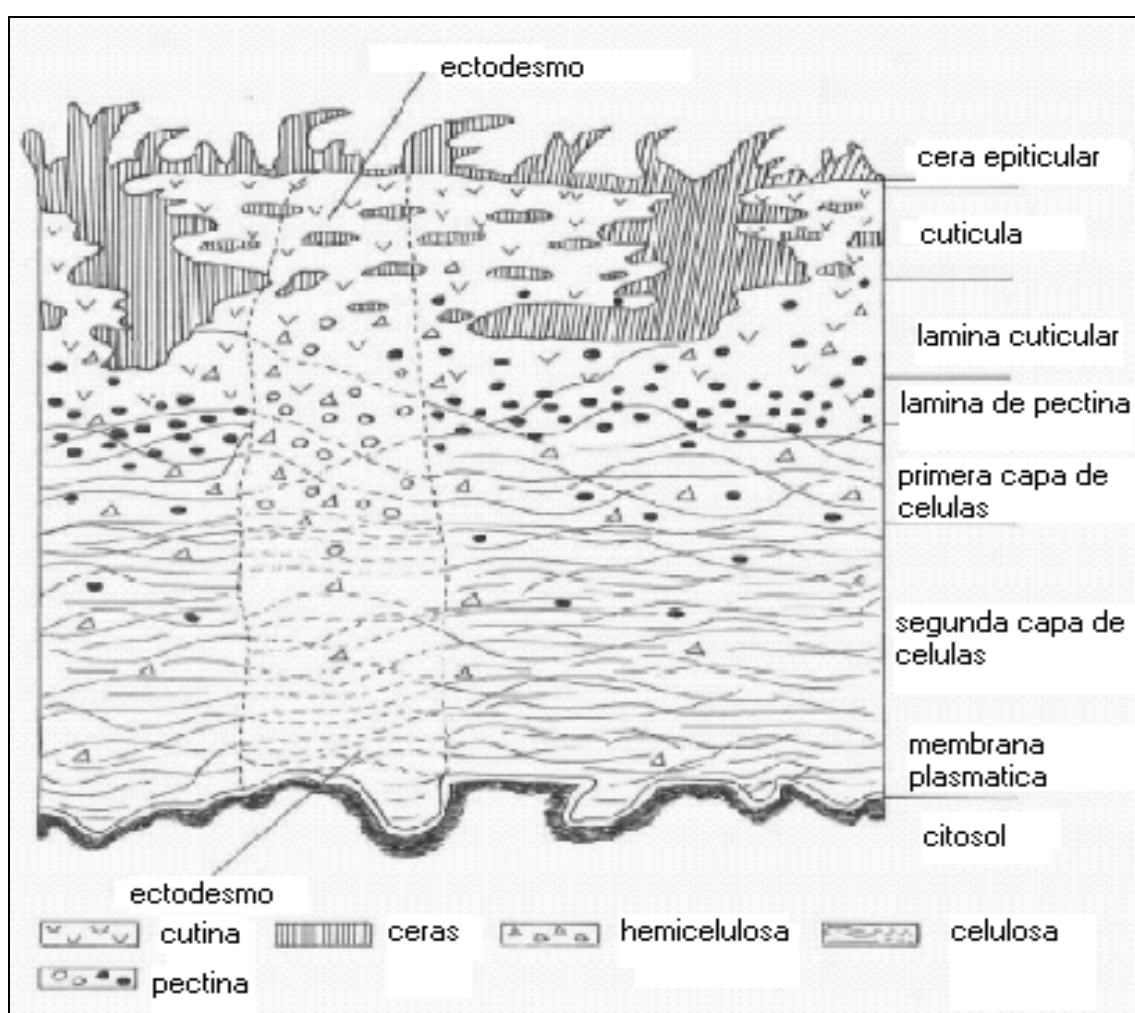
### **2.3 Penetración a través de la pared celular**

Las paredes celulares de las hojas son continuas y sirven de camino de espacio libre (apoplástico) al movimiento de nutrientes. Ha sido demostrado que el espacio libre ocupa el 3 a 5 % del volumen de tejido de las hojas. La pared celular está principalmente constituida por celulosa, hemicelulosa y pectina. Los últimos dos constituyentes poseen gran cantidad de ácido galacturónico rico en grupos carboxilos libre. Valores altos de pH ( $> 7$ ) produce la disociación de los grupos carboxílicos y las paredes celulares se cargan negativamente produciendo adsorción de cationes. El movimiento de minerales a través de las células epidermales de la pared celular ocurre en los espacios interfibrilares y espacios intermicelulares, tanto como ectodermos y es manejado por difusión e intercambio iónico (FRANKE, 1986).

### **2.4 Penetración a través de la membrana plasmática**

La membrana plasmática está principalmente compuesta por proteínas y lípidos. Es una barrera efectiva a los solutos de alto peso molecular (MENGEL, 2002). La membrana plasmática es el sitio de selectividad y de transporte contra el gradiente

de concentración de los solutos (MARSCHNER, 1995). El transporte selectivo de la membrana plasmática requiere de energía y transportadores específicos, permeasas y canales iónicos. El transporte de nutrientes a través de la membrana plasmática puede también ser pasivo manejado a través de difusión. El transporte pasivo a favor de la gradiente (“downhill”), a través de la membrana, es mediado con la ayuda de transportadores y/o poros de agua y es mantenido como el resultado de una baja en la actividad iónica en el citoplasma por la absorción de iones a grupos cargados y/o por la incorporación hacia la estructura orgánica de las células (CLARKSON, 1985).



**FIGURA 1** Esquema de corte transversal de una hoja indicando las capas que la forman.

## **2.5 Factores que influyen en la absorción foliar**

CALLEJAS (2004) sugiere que dentro de los factores relacionados con la eficiencia de las aplicaciones foliares destacan principalmente: las técnicas de aplicación, condiciones climáticas, capacidad de absorción de los tejidos, capacidad de retranslocación de los elementos, limitaciones de las cantidades aplicadas y posibles daños de los tejidos.

En este sentido KOVACS (1986) citado por SANTOS y MANJARREZ (1999) postula que para lograr el éxito en la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores: los de la planta, el ambiente y los relacionados con la solución aplicada.

### **2.5.1 Factores inherentes a la planta**

2.5.1.1 Especies y variedades. De acuerdo con MARSCHNER (1995) la absorción de los nutrientes minerales por la planta depende de la especie, estableciendo que las diferencias en las tasas de absorción foliar de minerales de diferentes especies son resultado no sólo de la estructura específica de la membrana cuticular, sino también de la variación en las cantidades de ectodermos ubicados en la superficie de la hoja. Postula además, que las diferentes tasas de absorción son proporcionales a los requerimientos de la planta, esto es, aquellas especies que requieren más de un elemento específico, poseen mayor habilidad para absorberlo.

Trabajos realizados por WÓJCIK *et al* (1996) citado por WÓJCIK (2004) mostraron diferencias significativas en la absorción foliar de  $\text{Ca}^{++}$  en manzanos de distintas variedades.

2.5.1.2 Superficie y edad de la hoja. Está bien documentado que la absorción foliar de nutrientes minerales es más rápida en la parte inferior de la hoja que en la parte superior. De acuerdo a HULL (1970) la alta dinámica de absorción de nutrientes por la parte inferior de las hojas se debe en parte a la delgada membrana cuticular existente en esa región, de igual manera explica la mayor tasa de absorción foliar de las hojas nuevas que aquellas más viejas.

En este sentido SCHLEGEL y SCHONHERR (2002) citados por WÓJCIK (2004) establecieron que la absorción de  $\text{Ca}^{++}$  en manzanos, luego de la aplicación, es mayor en el envés que en el haz de las hojas.

2.5.1.3 Estado nutricional de la planta. Al igual como sucede con la absorción de nutrientes vía raíces, la absorción foliar está determinada por la cantidad de los mismos presentes en la planta.

Trabajos realizados por CLARKSON y SCATTERGOOD (1982) citados por WÓJCIK (2004) mostraron que la tasa de absorción de P en hojas de cebada (*Hordeum vulgare L.*) deficientes de este elemento fue el doble más alta que en aquellas hojas que poseían niveles normales de P.

NASERI et al. (2002) encontró que la tasa de incorporación vía foliar de B en hojas de manzano se encontraba relacionada con los niveles de B presentes en las hojas.

## **2.5.2 Factores medio ambientales**

2.5.2.1 Temperatura y humedad relativa. La importancia de estos factores es que en forma conjunta o separada afectan la velocidad de secado de la solución aplicada sobre la superficie de la planta.

Una alta humedad relativa y temperatura moderada produce una disminución en la gradiente de presión de vapor de agua entre la cavidad estómatica y el ambiente, favoreciendo la absorción de solutos presentes en la solución aplicada. Por el contrario, cuando las condiciones son de alta temperatura y baja humedad ambiental, se produce una rápida evaporación de la solución aplicada con la consiguiente acumulación de sales a niveles tóxicos y eventuales daños por quema.

Podría darse también una pérdida de elementos desde la planta al exterior, cuando las condiciones sean de alta humedad y baja temperatura, produciéndose condensación sobre la superficie de la hoja y con ello una “inversión estómatica” generando así la salida de iones hacia la superficie de la hoja.

La literatura coincide que bajo condiciones de buena hidratación cuticular, se ven facilitados los procesos de difusión y absorción foliar (HULL et al, 1975 , KANNAN, 1986 , MARSCHNER, 1986).

### **2.5.3 Factores relacionados con la solución aplicada**

2.5.3.1 Concentración de la solución. Una de las principales características de las soluciones foliares, es la de poseer una mayor concentración de sales que los fertilizantes aplicados al suelo.

La capacidad de tolerar la concentración de sales, está dada por el grosor de la capa de cera que recubre las hojas y las características de la membrana celular, características de cada especie. En este sentido, SANTOS y MANJARREZ (1999) reportan que en general los cereales soportan mayores concentraciones de sales que otras especies, por presentar hojas más cutinizadas.

Como la mayoría de los nutrientes se difunden pasivamente a través de las células epidérmicas, la absorción depende de la concentración de los mismos sobre la superficie de la hoja.

2.5.3.2 pH de la solución. Según KANNAN (1980) la máxima incorporación de nutrientes presentes en soluciones foliares se logra en aquellas en que el pH se ubica en el rango de 3,0 y 5,5, lo que es corroborado por otros investigadores posteriormente.

Sin embargo, REED y TUKEY (1978) encontraron que la máxima tasa de absorción de P en hojas de crisantemo (*Dendranthem gradiflora*) se produjo a pH 3-6 cuando el ión acompañante era Na<sup>+</sup> y a pH 7-10 cuando era acompañado por K<sup>+</sup>.

2.5.3.3 Presencia de surfactantes y adherentes. La función de los surfactantes es la de disminuir la tensión superficial de las moléculas de agua, permitiendo con ello el aumento de la superficie de contacto del fertilizante foliar y la superficie de la hoja.

Un adherente permite una mejor distribución del fertilizante en la lámina de la hoja, evitando así concentraciones de nutrientes en ciertos puntos cuando el agua se evapora, reduciendo con esto los daños de quemadura por acumulación de sales (LEECE, 1976)

## **2.6 Beneficios de la fertilización foliar**

Si bien los beneficios de la fertilización foliar son variados ROMÁN (2001) y CALLEJAS (2004) señalan que es una práctica valiosa cuando se presentan:

- Condiciones químicas del suelo que limitan la solubilidad y disponibilidad de nutrientes.
- Excesos naturales o artificiales (por fertilización) de un ión que provoque competencia.
- Condiciones desfavorables para el crecimiento de la raíz y absorción de nutrientes ( temperatura, humedad del suelo, oxígeno en el suelo y pérdidas de estructura del mismo).
- Malas condiciones sanitarias de las raíces por presencia de nematodos y hongos.
- Problemas de déficit de micronutrientes en las plantas, ayudando a corregir problemas puntuales de fertilización.
- Problemas de costos ya que la fertilización foliar permite, por lo general, la aplicación simultánea con agroquímicos, economizando labores.
- Necesidades de ayudar a mejorar en forma rápida el aspecto y tonicidad foliar, aspecto vital en cultivos de tipo ornamental o en aquellos donde la presentación de las hojas tiene valoración comercial.

## 2.7 Fertilización foliar en praderas

La fertilización foliar en praderas ha sido hasta la fecha una práctica poco desarrollada en nuestro país como a nivel mundial, siendo la aplicación de N en forma de urea una de las principales materias de estudio, debido a su velocidad de absorción por parte del follaje como al bajo costo en comparación a otras fuentes nitrogenadas.

Trabajos realizados por BOUMA (1969) efectuados en trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum L.*) mostraron que aplicaciones foliares de  $H_3PO_4$  podían corregir deficiencias de fósforo en las plantas, sin embargo, los mayores rendimientos de materia seca estaban asociados a la fertilización al suelo.

Aplicaciones crecientes de N en forma de urea al follaje como al suelo sobre pasto pangola (*Digitaria decumbens*), después de cada corte evidenciaron que los rendimientos de materia seca, como el contenido de proteína aumentaron proporcional a las dosis de N aplicadas. Sin embargo, en todos los casos se obtuvo mayores rendimientos de materia seca con fertilización al suelo, siendo similares los niveles de proteína en ambos métodos de aplicación (CRESPO, 1972).

Experiencias nacionales destacan trabajos realizados por NISSEN (1977), que usando fosfato diamónico  $(NH_4)_2HPO_4$  en aplicaciones foliares en trébol blanco (*Trifolium repens*) establecido en un suelo altamente fijador de fósforo (truma) bajo invernadero, encontró diferencias altamente significativas en la producción de materia seca, especialmente en aquellas con aplicación temprana. Mostrando además que los rendimientos totales de materia seca se encontraban relacionados directamente con las dosis iniciales de fertilizante aplicadas al suelo.

Trabajos posteriores de NISSEN y ULLOA (1984) sobre una pradera mixta permanente de la Provincia de Valdivia tratada con tres fertilizantes foliares en tres niveles de concentración, mostraron que con el uso de fertilizantes foliares se consiguen rendimientos similares a los obtenidos con fertilización baja y media al suelo, con costos considerablemente más bajos. Sin embargo, los mayores rendimientos de materia seca se obtuvieron con aplicaciones altas al suelo.



Con el objetivo de estudiar la absorción foliar de urea, amonio y nitrato en ballica perenne (*Lolium perenne* L.) BOWMAN y PAUL (1992) diseñaron diferentes tratamientos, que mostraron que la aplicación de  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$  y  $\text{KNO}_3$  causó daños moderados en las hojas a pocas horas de haber sido aplicado, situación que no sucedió con la urea, además se observó que la urea posee una tasa de absorción mayor a las otras dos fuentes de N empleadas.

DUMONT, *et al* (1996) estudiaron el efecto de la aplicación foliar de purines de lechería en el rendimiento y composición botánica de una pradera de trébol blanco (*Trilium repens*) y ballica inglesa (*Lolium perenne*) con tres niveles de concentración, observando un incremento de la producción con la aplicación de purines en comparación al testigo. Mientras que la fertilización inorgánica al suelo sólo mostró una baja de 5.22% en la producción en comparación al mejor tratamiento de purines. Observándose además, que el aumento de la dosis de aplicación de purines aumentaba la concentración de gramíneas en la pradera; no así con el trébol blanco durante la primera temporada.

Investigaciones más recientes efectuadas por HALL (2002) orientadas a la producción de forraje, concluyen que la aplicación de cuatro fertilizantes foliares comerciales en distintas épocas del año sobre una pradera de alfalfa (*Medicago sativa*) no influye en forma significativa en la calidad ni cantidad del material cosechado, cuando el pH y la fertilidad del suelo se encuentran en niveles recomendados. Resultados similares obtuvieron RETHWISCH y REAY (2003) en la misma especie, al evaluar seis tratamientos con fertilizantes foliares en condiciones de ambiente desértico.

## **2.8 Características de la especie *Lolium multiflorum***

Se describirán las características de la especie.

**2.8.1 Generalidades.** El origen de la especie se remonta al norte de África y Asia menor, siendo cultivada luego en la región norte de Italia y de ahí, extendida al resto del mundo (HUGHES *et al.*, 1966).

No se tienen antecedentes exactos de su introducción a nuestro país, pero se estima que fue a comienzos del siglo pasado y de forma casual (AGUILA, 1992). En la actualidad, este recurso forrajero se adapta en el Valle Central de riego desde Aconcagua al Sur y sin riego de Malleco a Aysén (BALOCCHI, 2004).

**2.8.2 Características botánicas.** Considerada como una especie anual, pero que bajo ciertas condiciones adopta un hábito bianual, alcanza alturas de 60 a 90 cm.

Desarrolla abundantes hojas enrolladas en las yemas de color verde y grabas, lígula de uno o dos milímetros de largo, láminas terminadas en punta aguda, enrollada en los tallos nuevos de 6 a 25 cm de largo, más de 10 mm de ancho, brillante y suave en la cara inferior, suave o áspera en la cara superior, con aurículas angostas y abiertas en la base. De tallos cilíndricos, que pueden ser erectos o inclinados, delgados o gruesos. La inflorescencia corresponde a una espiga delgada, erecta o inclinada de 10 a 30 cm de largo (AGUILA, 1992 ; BALOCCHI, 2004).

**2.8.3 Requerimientos edafoclimáticos.** Esta especie se caracteriza por adaptarse preferentemente en suelos de textura media con pH ligeramente ácido (ORTEGA y ROMERO, 1992).

LOPEZ (2004) indica que en general *Lolium multiflorum* no se adapta a condiciones extremas de frío, calor o sequía, siendo aconsejado para el establecimiento de esta especie las zonas con clima templado. De la misma forma señala que para la obtención de buenos rendimientos, se recomienda una alta fertilidad de suelo.

**2.8.4 Utilización.** Puede ser utilizada en el establecimiento de praderas anuales o de duración corta, de pastoreo o de corte, o para aumentar en el primer año la proporción de gramíneas en una mezcla que contenga otra gramínea de vida más larga, pero más lenta en entrar en producción. En zonas de secano, las variedades anuales se pueden utilizar en mezcla con trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*). Pudiendo ser utilizadas las variedades bianuales en rotaciones cortas (AGUILA, 1992; BALOCCHI, 2004).

**2.8.5 Rendimiento.** BALOCCHI (2004) se refiere a esta especie como la de mayor rendimiento potencial en relación a los demás Lolium, indicando que en ensayos regionales se han obtenido rendimientos de 14 a 17.5 T MS/ha/año con los cultivares Tetrone y Sabalan respectivamente, señalando que altos rendimientos sólo son posibles cuando se establece en suelos con alta fertilidad.

### 3 MATERIAL Y METODO

#### 3.1 Ubicación del ensayo

El ensayo de campo se realizó en la Estación Experimental Santa Rosa, perteneciente a la Universidad Austral de Chile, ubicada a 3 km al norte de la ciudad de Valdivia.

Los análisis químicos de suelo y foliares, además de parámetros morfológicos de la especie en estudio, se determinaron en los Laboratorios del Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos, dependiente de la Universidad Austral de Chile.

**3.1.1 Características del sitio de ensayo.** El sitio del ensayo corresponde a un suelo trumao, de la serie Valdivia, clasificado como Typic Hapludand (INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS RENOVABLES (IREN), CORPORACION DE FOMENTO (CORFO), UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE (UACH) (1978).

El sitio del ensayo presentó las siguientes características:

3.1.1.1 Características químicas del sitio del ensayo. El suelo fue muestreado inicialmente de 0 a 20 cm de profundidad y la muestra de suelo estuvo compuesta de 18 submuestras. El análisis químico inicial del sitio del ensayo, para caracterizar el estado nutricional y la condición del suelo, mostró los resultados expuestos en el Cuadro 1.

3.1.1.2 Características geomorfológicas de la serie utilizada en el ensayo. La serie Valdivia se encuentra en la depresión de San José a una altura de 9 a 20 m.s.n.m. Se presenta en forma de cenizas volcánicas sobre depósitos marinos llamados “cancagua”, que corresponde a una toba más o menos cementada mezclada con

clastos alterados. La topografía es compleja con pendientes dominantes de 3 a 8 % y sectores ligeramente ondulados de 2 a 5 % (IREN, CORFO y UACH, 1978).

**CUADRO 1 Análisis químico del sitio utilizado para el ensayo de campo (0-20 cm de profundidad).**

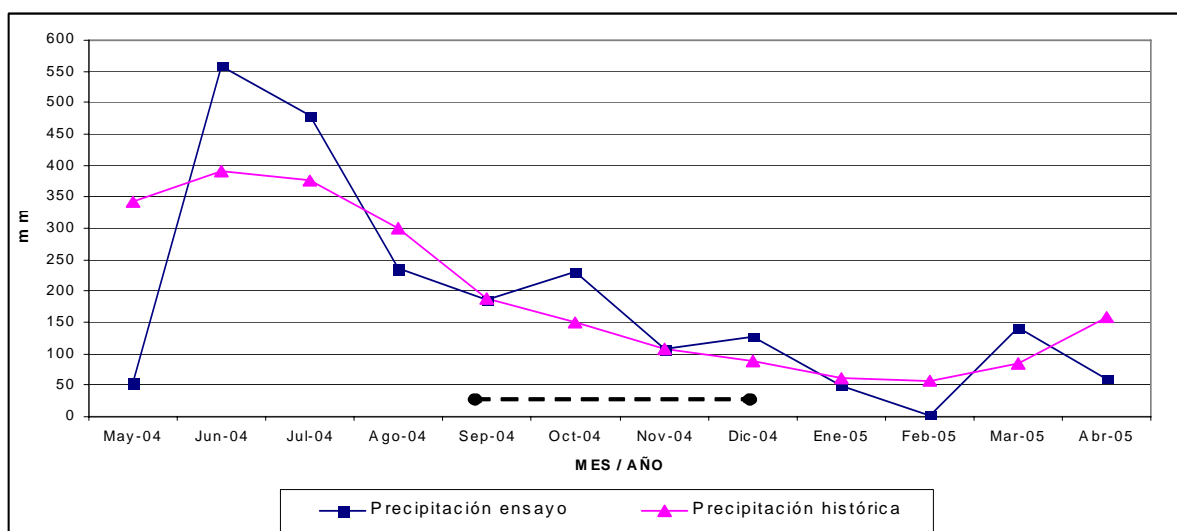
Parámetro	Método	Unidades	Valor
pH en agua	1: 2.5		5.47
pH en CaCl <sub>2</sub> 0.01 M	1: 2.5		4.86
Fósforo disponible	Olsen (bicarbonato de Na)	mg/kg	14.0
Potasio intercambiable	Acetato de amonio pH 7.0	cmol <sub>c</sub> /kg	0.32
Calcio intercambiable	Acetato de amonio pH 7.0	cmol <sub>c</sub> /kg	1.00
Magnesio intercambiable	Acetato de amonio pH 7.0	cmol <sub>c</sub> /kg	0.32
Sodio intercambiable	Acetato de amonio pH 7.0	cmol <sub>c</sub> /kg	0.02
Suma de bases de intercambio		cmol <sub>c</sub> /kg	1.86
Aluminio intercambiable	Cloruro de K 1M	cmol <sub>c</sub> /kg	0.41
Saturación de Aluminio		%	19.7

**3.1.2 Características climáticas de la zona.** La influencia que ejerce la cercanía al mar y la hoya hidrográfica de los ríos Valdivia y Cruces hacen que esta zona tenga un clima de características marítimas (HUBER, 1970). Esta zona se caracteriza por altas precipitaciones que fluctúan entre 1800 y 3100 mm anuales, con un promedio de 2500 mm. La precipitación pluvial presenta una distribución estacional marcada, siendo el invierno la estación más lluviosa. La primavera es de lluvias moderadas con temperaturas que empiezan a subir de los 10 grados como promedio a partir de la segunda quincena de septiembre (MONTALDO y FUENTES, 1980). El verano es una estación con meses frecuentemente secos y temperaturas máximas diarias ocasionalmente superiores a los 25 °C. La temperatura desciende desde comienzos de marzo a fines de mayo cuando los promedios diarios bajan de 10 °C (MONTALDO y FUENTES, 1980). Las temperaturas medias anuales son del orden de los 12 °C con una oscilación anual de 9,2 °C, siendo enero el mes más calido con 16,9 °C y julio el mes mas frío con y 7,7 °C, respectivamente (MONTALDO, 1983).

**CUADRO 2 Antecedentes climáticos de Valdivia desde mayo de 2004 hasta abril de 2005 y promedios de 38 años de los valores mensuales.**

Mes / año	Temperatura				Precipitación		Humedad Relativa	
	Media máxima ensayo	Media mínima ensayo	Media media ensayo	Media Media histórica	Ensayo	Histórica	Ensayo	Histórica
----- ° Celsius -----								
05/2004	14.9	5.9	10.2	10.3	52.7	341.6	86	88
06/2004	12.4	7.5	5.4	8.0	559.7	391.6	94	89
07/2004	12.0	5.6	8.7	7.7	479.4	376.4	92	88
08/2004	13.9	5.0	9.2	8.3	236.8	299.0	88	86
09/2004	15.6	5.4	10.3	9.5	185.6	188.1	80	78
10/2004	16.3	8.1	11.8	11.5	230.4	149.6	85	75
11/2004	20.3	8.9	13.3	13.7	107.8	108.3	75	72
12/2004	21.0	10.8	16.3	15.9	126.5	89.0	74	68
01/2005	22.6	11.1	16.8	16.9	49.1	61.3	67	67
02/2005	26.7	13.4	15.7	16.6	3.0	56.9	70	69
03/2005	20.4	10.3	16.1	14.7	142.3	84.4	79	74
04/2005	17.3	7.1	13.6	12.0	59.0	157.9	82	83

FUENTE: Comunicación personal Dr. Anton Huber. Instituto de Geociencias. Estación meteorológica Teja. Universidad Austral de Chile.



**FIGURA 2 Precipitaciones (mm) ocurridas durante el periodo en que realizó el ensayo y de un año promedio.**

### 3.2 Manejo general y establecimiento del ensayo

A fines de septiembre del año 2004 se estableció una pradera de ballica bianual "*Lolium multiflorum* ssp.italicum", cv. Belinda. Este cultivar fue elegido por sus características de rápido establecimiento y por ser ampliamente utilizado por los agricultores en siembras de primavera. En esta etapa, se efectuó una fertilización basal al suelo del sector del ensayo, considerando una pradera de alto rendimiento en la zona sur.

**CUADRO 3 Fecha, fuentes y dosis de fertilizantes usados en el ensayo al momento de la siembra.**

Dosis	Fertilizante usado como fuente (kg de producto comercia/ha.)	Fecha de aplicación
30 kg N/ha	111 kg como Nitram magnésico.	29 de septiembre de 2004
110 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	239 kg como Superfosfato triple	
50 kg K <sub>2</sub> O/ha	83 kg como Muriato de potasio	

**CUADRO 4 Fecha, dosis y manejos realizados a lo largo del ensayo.**

Manejo	Dosis	Fecha
Encalado	4 Mg CaCO <sub>3</sub> /ha	22 de septiembre de 2004
Siembra Ballica (cv. Belinda)	22 kg/ha	29 de septiembre de 2004
<u>Control de malezas</u>		
Ally (i.a Metsulfuron-metil)	8 g P.C /ha	09 de noviembre de 2004
MCPA 750 (i.a. MCPA)	1000 cm <sup>3</sup> P.C/ha	10 de noviembre de 2004

El sector fue encalado el 22 de septiembre para corregir la acidez del suelo, incorporando la cal en los primeros 15 cm de suelo antes del establecimiento del ensayo. Siete días después se sembró el cv. Belinda usando una sembradora planet junior y al momento de la siembra se aplicó una fertilización basal de 30 kg N/ha, 110 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y 50 kg K<sub>2</sub>O/ha para asegurar la productividad del cultivo. El control de malezas se realizó 12 días después de la siembra para tratar de asegurar un establecimiento adecuado de la especie sembrada (Cuadro 3 y Cuadro 4).

### 3.3 Fertilizantes foliares evaluados

Los fertilizantes foliares evaluados en el ensayo son Amino Starter SC y Amino Vegetative SC pertenecen a la línea de fertilizantes foliares Speedfol, elaborados por SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE (SQM). Amino Vegetative SC se caracteriza por ser un fertilizante foliar nitrogenado al poseer un 24.4 % de N, mientras que Amino Starter SC es un producto fosfatado aportando un 17.8 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Ambos fertilizantes foliares presentan además, microelementos, aminoácidos y fitohormonas. Siendo estas últimas, las que confieren la cualidad de fertilizantes foliares hormonales, por el aporte de auxinas y citoquininas (Cuadro 5).

**CUADRO 5 Caracterización de los fertilizantes foliares utilizados.**

Parámetro	Amino Starter SC	Amino Vegetative SC
Nitrógeno, N (%)	15.7	24.4
Fósforo, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	17.8	13.2
Potasio, K <sub>2</sub> O (%)	19.4	17.7
Azufre, S (%)	2	1.1
Boro, B (ppm)	1500	1500
Zinc, Zn (ppm)	750	750
Hierro, Fe (ppm)	750	750
Manganeso, Mn (ppm)	300	300
Cobre, Cu (ppm)	300	300
Molibdeno, Mo (ppm)	80	80
Aminoácidos, AA (%)	1.2	1.2
Auxinas (ppm)	0.6	0.6
Citoquininas (ppm)	1	2
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	1.5	1.5

FUENTE: SQM



### 3.4 Diseño y descripción del ensayo

El ensayo de campo tuvo un diseño de cuatro bloques completos al azar. Cada bloque contenía las siete parcelas, correspondientes a los tratamientos, con una superficie de 18 m<sup>2</sup> (6m x 3m). El diseño del ensayo contempló la construcción de pasillos de 0,5 m de ancho entre bloques y de 1 m de ancho para los pasillos perimetrales del experimento.

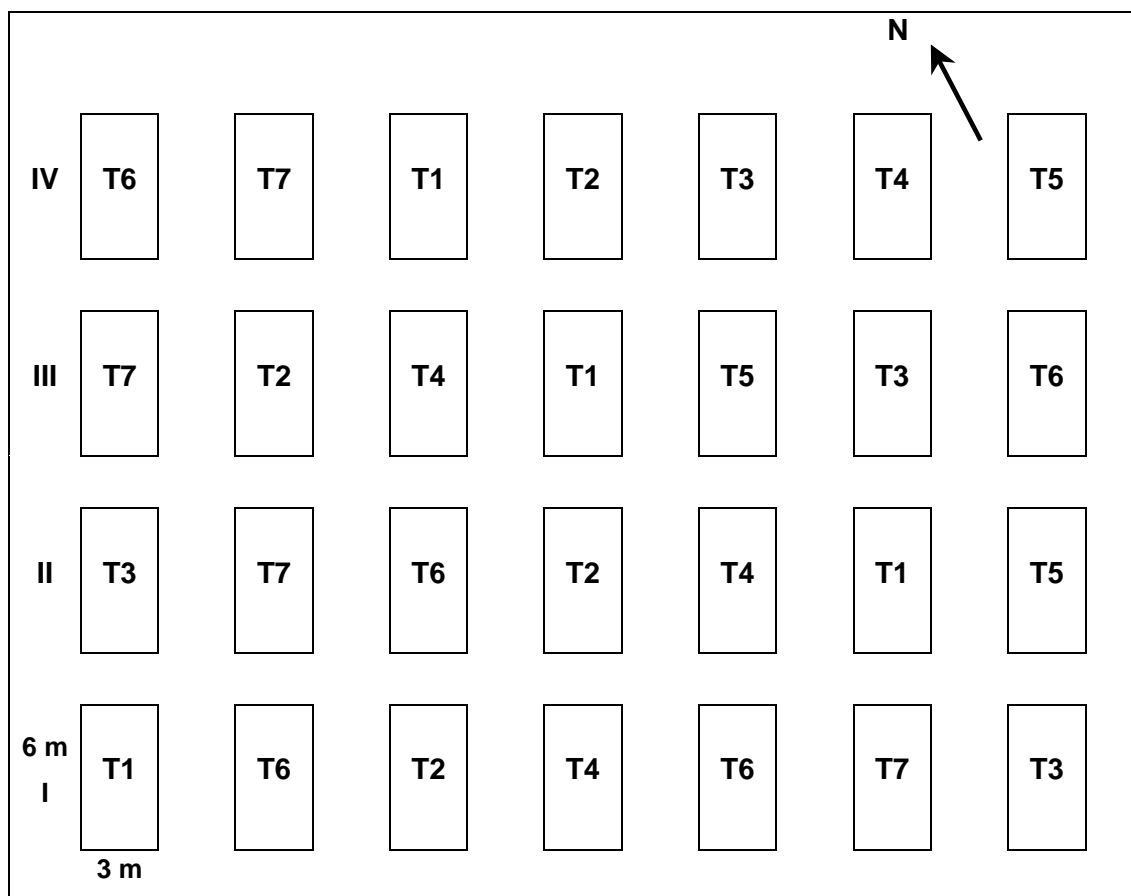


FIGURA 3 Diagrama del ensayo y distribución de los tratamientos.

### 3.5 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos consistieron en la aplicación de los fertilizantes foliares en dos períodos específicos. Al estado de tres hojas verdaderas, para evaluar el efecto de los fertilizantes foliares en el cubrimiento inicial de la pradera y en el estado de tres macollos verdaderos para evaluar el efecto de los fertilizantes foliares suplementarios

en el desarrollo productivo de la pradera hasta el primer corte. El criterio de finalización del ensayo, se estableció cuando la pradera alcanzó 20 cm de altura no disturbada.

Los tratamientos evaluados fueron los resultantes de la aplicación de los fertilizantes foliares, en el estado de tres hojas verdaderas y en el estado de tres macollos presentes, con sus respectivos controles. Se utilizaron dos controles generales: uno sin aplicación en todo el experimento (ambos periodos) y otro control de aplicación de fertilización suplementaria al suelo, en dosis equivalentes a las aplicadas por los fertilizantes foliares en sus nutrientes N, P y K (Cuadro 6).

**CUADRO 6 Resumen de tratamientos a lo largo del ensayo.**

Tratamiento	Estado de desarrollo		20 cm de altura
	Tres hojas verdaderas	Presencia de tres macollos	
1	Starter	Sin aplicación	Cosecha
2	Sin aplicación	Vegetative	Cosecha
3	Vegetative	Sin aplicación	Cosecha
4	Sin aplicación	Starter	Cosecha
5	Starter	Vegetative	Cosecha
6	Al suelo	Al suelo	Cosecha
7	Sin aplicación	Sin aplicación	Cosecha

Es así, como los tratamientos en la primera etapa de desarrollo de la pradera fueron: tratamiento uno y cinco consistieron en la aplicación de fertilizante foliar Amino Starter SC, el tratamiento tres la aplicación del fertilizante foliar Amino Vegetative SC y los tratamientos dos y cinco presentaron sólo la fertilización al suelo inicial, el primer tratamiento control (tratamiento seis) recibió la aplicación de la solución nutritiva sobre el suelo, mientras que el tratamiento siete sólo se mantuvo con la fertilización basal efectuada al inicio del ensayo. En el segundo estado de desarrollo de la pradera (tres macollos), los tratamientos uno y tres no tuvieron aplicación alguna de fertilizantes foliares, mientras que los tratamientos dos y cinco recibieron fertilización foliar con Amino Vegetative SC y el tratamiento cuatro con Amino Starter SC. Los tratamientos control, de igual manera que en el estado fenológico anterior, fueron sometidos a una

fertilización directa al suelo en el caso del tratamiento seis y de sólo la fertilización inicial al suelo para el tratamiento siete.

Los métodos de aplicación de cada uno de los tratamientos y controles, fue de manera similar en cada uno de los estados de desarrollos de la pradera de cada una de las evaluaciones realizadas.

**3.5.1 Fertilizantes foliares.** Los fertilizantes foliares se aplicaron en la tarde, después de las 16 horas, utilizando una bomba asperjadora hidroneumática manual de 15 litros de capacidad. Las aspersiones se realizaron a una altura de 20 a 30 cm sobre la cubierta vegetal, contemplándose el uso de corta vientos para impedir el traslape entre los tratamientos.

**3.5.2 Fertilización al suelo.** La solución que contiene nutrientes equivalentes a los presentes en los fertilizantes foliares, se aplicó del mismo modo, pero a 5 cm del suelo, en una campana al espacio entre hileras, evitando mojar el follaje presente.

### **3.6 Dosis, época de aplicación y evaluación del ensayo**

Los fertilizantes foliares Amino Starter SC y Amino Vegetative SC se aplicaron en dosis comerciales de 2 litros por hectárea, siendo éstas recomendadas por el equipo técnico de SQM.

Para el tratamiento control, de aplicación de una solución nutritiva equivalente a los fertilizantes foliares (tratamiento seis), se utilizó Nitrato de sodio ( $\text{NaNO}_3$ ) y fosfatodipotasio ( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ) como fuentes de N, P, K respectivamente. La formulación de la solución nutritiva fue equivalente al aporte promedio entregado por ambos fertilizantes foliares, sin considerar la aplicación de otros nutrientes como S, B, Zn, Fe, Mn, Cu, Mo, aminoácidos y fitohormonas.

De igual manera que en los fertilizantes foliares, la dosis en el tratamiento seis fue de 2 L/ha.

Los periodos comprendidos entre cada aplicación y evaluación se detallan en el Cuadro 7

**CUADRO 7 Fechas de aplicación y evaluación y tiempo comprendido entre ellas.**

Fecha	1º evaluación	2º evaluación	Total
Aplicación	04/11/04	17/11/04	
Evaluación	16/11/04	8/12/04	
Período	13 días	22 días	
Total duración ensayo en días			35 días

### 3.7 Evaluación del ensayo

Se evaluaron las parcelas en dos etapas. La primera evaluación se realizó cuando las plantas alcanzaron el estado de tres macollos, muestreándose en esta fase la mitad de cada una de las parcelas. La otra mitad se usó para realizar la segunda evaluación, esto es, cuando la parcela control (tratamiento 6), alcanzó 20 cm de altura no disturbada.

#### 3.7.1 Evaluaciones realizadas en la pradera

En cada fase de evaluación del ensayo se midieron aspectos concernientes al desarrollo de la pradera y relacionados al suelo.

Todos los parámetros morfológicos de la especie y nutricionales del forraje, se realizaron en el Laboratorio del Instituto Ingeniería Agraria y Suelos de la Universidad Austral de Chile. En cada fase se midió:

- Rendimiento de materia seca (kg MS/ha).
- Contenido de nitrógeno, fósforo y potasio del forraje cosechado (g/100g).
- Porcentaje de cobertura.
- Número de macollos por planta y por unidad de superficie.
- Largo de planta extendida.

### 3.7.2 Relacionadas con el suelo

- Análisis de suelo completo por cada parcela en cada evaluación.

### 3.8 Método de muestreo y evaluación de los parámetros

La primera evaluación se realizó en la mitad de cada una de las parcelas. Para la estimación de rendimiento de materia seca (kg MS/ha) se muestrearon tres hileras representativas de cada parcela, de un metro lineal cada una, teniendo como superficie total  $0,54 \text{ m}^2$  por parcela. Cada muestra del follaje se secó a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ , con aire forzado, por 72 horas, para determinar el contenido de humedad y expresar la productividad como materia seca.

Para determinar el número de macollos por planta y por unidad de superficie se muestrearon cuatro hileras al azar tomando en cada una de ellas 15 cm lineales de muestra (área total de muestreo por parcela  $0.1 \text{ m}^2$ ).

El largo de planta extendida tomada desde el cuello hasta la punta de ésta se determinó con una regla métrica, usando las muestras recolectadas para medir macollos.

Para estimar el porcentaje de cobertura se usó el método de “point quadrat” (punto cuadrante) que posee un metro lineal de muestreo.

La segunda evaluación contempló la cosecha de todo el material vegetal existente en la mitad de cada una de las parcelas por medio de una segadora de barra marca Bertolini modelo 406, dejando una altura de residuo de 5 cm, previa eliminación de los bordes del área a muestrear, siendo esto necesario para determinar el rendimiento de materia seca por hectárea; la superficie total para este efecto fue de  $3 \text{ m}^2$ . Los parámetros restantes se muestrearon de igual forma que en la primera evaluación.

**3.9 Diseño experimental y análisis estadístico.** Para fines experimentales se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con siete tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. El análisis de datos se realizó usando el modelo lineal general, donde se incluyó los efectos fijos de los tratamientos y bloques.

Modelo Bloques Completos al Azar.

$$Y = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Y: Observación.

U: Media de la población.

T<sub>i</sub>: Efecto fijo del i-enésimo tratamiento (i = 1,2,3 ...7).

B<sub>j</sub>: Efecto fijo del j-enésimo bloque (j = 1,2,3,4).

E<sub>ij</sub>: Error residual.

### **3.9.1 Análisis estadístico**

Los datos se sometieron a un análisis de varianza de Fisher para determinar el efecto de los tratamientos en las variables evaluadas a través de los distintos períodos de muestreos. Se utilizó la prueba de Tukey para evaluar las diferencias entre las medias, cuando sea significativo el efecto de los tratamientos. El programa utilizado para el ANDEVA fue Statgraphics versión 2,0.

## 4 PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

### 4.1 Rendimiento de la pradera

En el Cuadro 8 se presentan los resultados de los rendimientos promedios de materia seca de cada tratamiento y la significancia estadística de la primera y segunda evaluación.

**CUADRO 8 Rendimiento de materia seca por evaluación en los diferentes tratamientos.**

Tratamiento	kg MS/ha	
	1° evaluación	2° evaluación
1	745 ab*	1399 a
2	625 c	1431 a
3	769 a	1352 a
4	658 abc	1406 a
5	757 a	1555 a
6	731 abc	1526 a
7	631 bc	1266 a
Promedio	702	1419

\* En columnas los resultados seguidos de la misma letra no difieren estadísticamente entre sí, según Prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).

**4.1.1 Primera evaluación.** Los rendimientos promedios de materia seca obtenidos en la primera evaluación y presentados en el Cuadro 8, muestran la existencia de una respuesta positiva a la fertilización foliar en el establecimiento de una pradera de ballica bianual, cuando la aplicación se realiza en el estado de tres hojas verdaderas.

Se desprende además de los resultados de la primera evaluación, que no existe diferencia significativa en la producción de materia seca por hectárea al comparar los

fertilizantes foliares Amino Starter SC y Amino Vegetative SC aplicados en el estado vegetativo de tres hojas verdaderas y cosechado en el estado de tres macollos, obteniendo rendimientos de 757 kg MS/ha el tratamiento cinco y 769 kg MS/ha el tratamiento cuatro, mientras que el tratamiento uno alcanzó los 745 kg MS/ha.

Por otra parte, se observa un incremento en el rendimiento de la pradera en aquellos tratamientos que contemplaban la aplicación de fertilizante foliar Amino Starter SC y Amino Vegetative SC en el primer estado fonológico establecido en el inicio del ensayo. Es así, como al comparar los rendimientos de los tratamientos uno, tres y cinco con el del tratamiento dos que no recibió fertilización foliar en la etapa de tres hojas verdaderas, se ve un alza en la producción de forraje de 19 %, 23 % y 21 % respectivamente y de 18 %, 22 % y 20 % al ser comparados con el tratamiento control o testigo (tratamiento siete) que sólo fue tratado con una fertilización inicial al suelo, siendo las diferencias porcentuales descritas significativas estadísticamente.

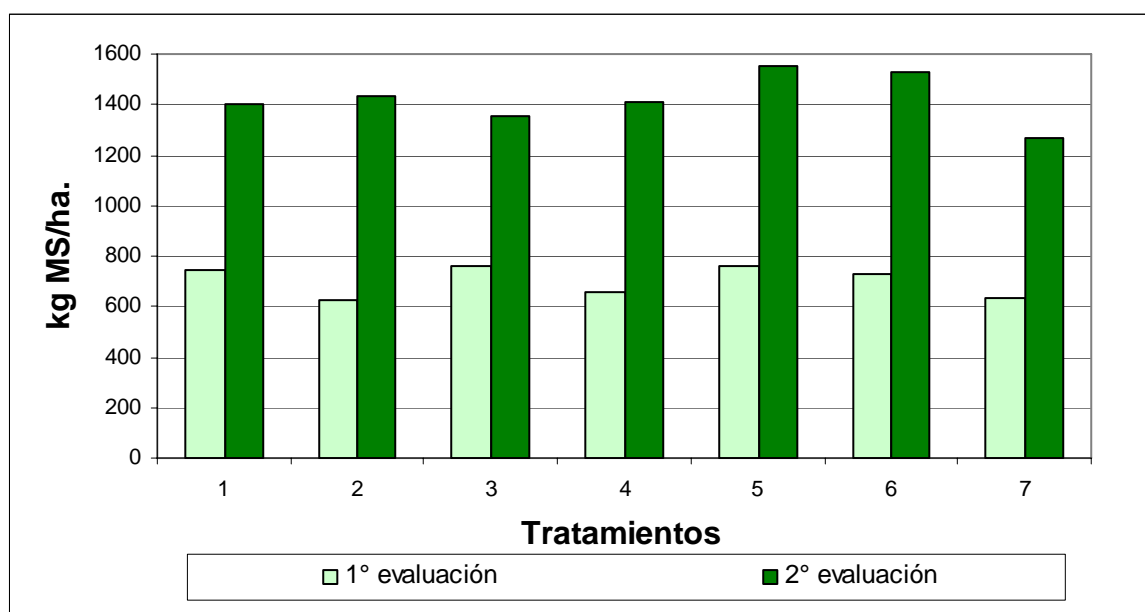
Por otra parte, el tratamiento que contemplaba la aplicación al suelo de una solución nutritiva equivalente al promedio del aporte nutricional de los fertilizantes foliares Amino Starter SC y Amino Vegetative SC excluyendo microelementos y fitohormonas (tratamiento seis), presentó una producción promedio de forraje de 731 kg MS/ha, que si bien no presenta diferencias significativas estadísticamente, ésta es más baja que lo obtenido en los tratamientos uno, tres y cinco (con fertilización foliar) y más alta que la del tratamiento dos (sin aplicación de fertilizante foliar) y la del testigo o control. Situación que se repite con el tratamiento cuatro (sin aplicación).

**4.1.2 Segunda evaluación.** La segunda evaluación de rendimiento de materia seca de la pradera, medida cuando ésta presentaba altura de corte (20 cm no disturbada), muestra que no existe diferencia estadística significativa entre los seis tratamientos incluido el tratamiento testigo o control. Siendo la producción promedio de los siete tratamientos 1419 kg MS/ha que se encuentra dentro de los rendimientos típicos de una pradera artificial de alta calidad.



Sin embargo, es posible observar que el tratamiento con aplicación de fertilizante foliar Amino Vegetative SC (tratamiento cinco) obtuvo la mayor producción de materia seca por hectárea, siendo ésta, un 23% mayor que el tratamiento control tratado sólo con la fertilización inicial al suelo que fue el más bajo en producción. De igual manera, el tratamiento seis (aplicación solución nutritiva al suelo) presenta una diferencia de producción de materia seca con el tratamiento siete de un 20%. Las diferencias porcentuales descritas anteriormente, si bien existieron, pueden ser parte del error experimental del ensayo, por lo que no se puede afirmar con certeza que existan diferencias de rendimiento entre los tratamientos al final de la segunda evaluación.

Probablemente, los tratamientos tratados con los productos foliares en ésta etapa de desarrollo de la pradera (tres macollos), no obtuvieron rendimientos superiores estadísticamente a los tratamientos sin aplicación en el mismo estado fenológico, por la alta tasa de crecimiento de las praderas típica de la estación primaveral, enmascarado así, el real efecto de los fertilizantes foliares usados. Explicado principalmente, por la mayor tasa de mineralización del nitrógeno y el mayor desarrollo del sistema radical de la especie evaluada.



**FIGURA 4 Rendimiento de forraje de cada tratamiento en cada evaluación.**

## 4.2 Número de macollos

**4.2.1 Macollos por superficie.** El número de macollos por metro cuadrado presentados en el Cuadro 9, muestra que la aplicación de fertilizantes foliares en el estado de tres hojas tiene un efecto en el número de macollos por m<sup>2</sup>, observándose diferencias significativas entre los tratamientos.

**CUADRO 9 Número de macollos por metro cuadrado por evaluación en los diferentes tratamientos.**

Tratamiento	N° de macollos/m <sup>2</sup>	
	1° evaluación	2° evaluación
1	2136.6 a	3715.3 ab
2	1523.1 c	4053.2 a
3	2129.6 a	3807.9 ab
4	1618.1 c	3949.1 a
5	1828.7 ab	4173.6 a
6	1784.7 ab	4018.5 a
7	1689.8 ab	3048.6 b
Promedio	1815.8	3823.7

Es así, como los tratamientos 1 y 3 presentan la mayor producción de macollos por superficie en comparación a los demás tratamientos, no existiendo en esto una diferenciación entre los fertilizantes foliares Amino Vegetative SC y Amino Starter SC respectivamente. Por otra parte, los tratamientos 5 y 6 muestran una producción de macollos similar, repitiéndose esto en el tratamiento control (tratamiento 7).

Las menores densidades se observan en los tratamientos 2 y 4, los que no contemplaban la aplicación de fertilización foliar complementaria.

Cabe mencionar además, que se observa una relación entre el rendimiento de materia seca y el número de macollos por superficie medidos en primera evaluación.

Lo anterior permitiría especular que los fertilizantes foliares aplicados tempranamente (tres hojas), estarían estimulando una mejor utilización interna del N, lo que produciría un aumento en la división celular.

Además de un mayor número de macollos, los macollos tendrían un mayor peso (expresado en el mayor rendimiento), lo que permite especular que tiene un mayor desarrollo que los macollos pertenecientes a los tratamientos sin fertilización foliar.

En el Cuadro 9 se puede observar que en la segunda evaluación existe diferencia significativa en el número de macollos por metro cuadrado.

Presentando la mayor densidad, los tratamientos 2 y 4, que contaron con la aplicación de los fertilizantes foliares Amino Vegetative SC y Amino Starter SC respectivamente en el estado de tres macollos y de la acción combinada de ambos fertilizantes para el tratamiento 5.

El tratamiento 6 (aplicación de solución nutritiva al suelo) mostró la misma respuesta que los tratamientos tratados con fertilización foliar.

Los tratamientos 1 y 3 obtuvieron densidades de macollos similares y el tratamiento control mostró el menor número de macollos por unidad de superficie alcanzando un valor promedio de 3048 macollos/m<sup>2</sup>.

Las densidades de macollos/m<sup>2</sup> de la segunda evaluación no se ven reflejadas en los rendimientos de materia seca mostrados en el Cuadro 8, además de no diferenciarse claramente la respuesta de la pradera a la acción del fertilizante Amino Vegetative SC y Amino Starter SC.

**4.2.2 Macollos por planta.** En el Cuadro 10 se observa que no existe diferencia significativa en la producción de macollos por planta, tanto en la primera como en la segunda evaluación, siendo el promedio de todos los tratamientos incluido el control

5,2 macollos por planta para la primera evaluación y de 7,6 macollos por planta para la segunda evaluación.

Cabe mencionar que el promedio de macollos por planta obtenido en este ensayo varía considerablemente de los resultados obtenidos por VYHMEISTER (2000), que obtuvo un promedio de 2,7 macollos por planta en la misma especie, 120 días post-siembra.

**CUADRO 10 Número de macollos por planta por evaluación en los diferentes tratamientos.**

Tratamiento	N° de macollos/planta	
	1° evaluación	2° evaluación
1	5.2 a	8.4 a
2	5.1 a	7.3 a
3	5.4 a	6.7 a
4	5.0 a	7.6 a
5	4.6 a	8.3 a
6	5.0 a	7.8 a
7	5.7 a	7.3 a
Promedio	5.2	7.6

#### 4.3 Población de plantas (N°/m<sup>2</sup>)

En el Cuadro 11 se observa que no existe diferencia significativa en el número de plantas por metro cuadrado entre los tratamientos evaluados en el estado de tres macollos verdaderos, no viéndose reflejada así las diferencias mostradas en el rendimiento de materia seca por hectárea y el número de macollos por superficie presentadas en el Cuadro 8 y 9 respectivamente.

El número de plantas por metro cuadrado evaluado cuando la pradera presentaba altura de corte presentó diferencias significativas estadísticamente entre los tratamientos, destacando el tratamiento 3 que mostró el número de plantas por superficie más alto (517.8 plantas/m<sup>2</sup>).

Los tratamientos 4, 5 y 6 registraron valores similares, mientras que el tratamiento control presentó el número más bajo (414.4 plantas/m<sup>2</sup>).

Estos resultados parecen indicar que la fertilización foliar con Amino Vegetative SC y Amino Starter SC tanto en el estado de tres hojas verdaderas como tres macollos sería una buena alternativa cuando se producen problemas de emergencia de plantas.

SOTO (2002) en un ensayo con ballica cv. Belinda en la Provincia de Bío-Bío con una fertilización al suelo de 72, 110, 60 U de N-P-K/ha obtuvo una población de plantas de 190 (N°/m<sup>2</sup>), siendo un 54 % más bajo que el tratamiento de peor rendimiento (tratamiento 7) de este ensayo.

**CUADRO 11 Número de plantas por metro cuadrado por evaluación en los diferentes tratamientos.**

Tratamiento	N° de plantas/m <sup>2</sup>	
	1° evaluación	2° evaluación
1	414.4 a	444.4 c
2	303.2 a	560.2 ab
3	395.8 a	571.8 a
4	328.7 a	525.5 abc
5	395.8 a	506.9 abc
6	358.8 a	518.5 abc
7	305.6 a	414.4 c
Promedio	357.5	506.0

#### 4.4 Largo de planta extendida

En el Cuadro 12 se presentan los largos de planta extendida de cada una de las evaluaciones realizadas en el ensayo.

**CUADRO 12 Largo de planta extendida por evaluación en los diferentes tratamientos.**

Tratamiento	Largo de planta	
	1° evaluación	2° evaluación
1	15.4 a	32.9 a
2	15.4 a	29.7 ab
3	15.2 a	28.2 ab
4	14.3 a	27.7 b
5	15.4 a	31.5 ab
6	16.5 a	32.7 ab
7	15.8 a	30.2 ab
Promedio	15.4	30.4

En la primera evaluación no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, mostrando un largo promedio de 15,4 cm.

En la segunda evaluación se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Siendo el tratamiento 1 el que muestra la mayor longitud de planta (32.9 cm de largo).

Los tratamientos 2, 3, 5 y 6 muestran respuestas similares, situación que se repite en el tratamiento control (tratamiento 7).

El tratamiento 4 presentó un largo de planta extendida de 27.7 cm, siendo éste el más bajo del ensayo.

#### 4.5 Cobertura de la pradera

Los porcentajes de cobertura de los tratamientos no presentaron diferencias significativas estadísticamente en la primera como en la segunda evaluación.

El Cuadro 13 muestra un 86 % de cobertura promedio de todos los tratamientos en la primera evaluación y de 98 % en la segunda evaluación.

**CUADRO 13 Cobertura de la pradera en cada evaluación para cada tratamiento.**

Tratamiento	Cobertura (%)	
	1° evaluación	2° evaluación
1	87 a	98 a
2	83 a	99 a
3	89 a	98 a
4	84 a	99 a
5	86 a	98 a
6	87 a	98 a
7	85 a	96 a
Promedio	86	98

Las diferencias encontradas en el número de macollos por superficie de cada una de las evaluaciones no se ve manifestado en los porcentajes de cobertura de la pradera. Posiblemente esto se deba a que es difícil diferenciar entre las plantas sembradas y otras gramíneas que puedan haber surgido desde el banco de semillas.

#### 4.6 Concentración foliar de nutrientes

Todos los tratamientos, incluido el control, no presentaron diferencias estadísticas significativas en la absorción de nutrientes, tanto en la primera como segunda evaluación (Cuadro 14), aunque existe una mayor absorción en el tratamiento de fertilización al suelo.

Lo anterior indicaría que el uso de los fertilizantes foliares Amino Vegetative SC y Amino Starter SC en forma complementaria a la fertilización al suelo, no incrementa los niveles de N-P-K foliares de la pradera.

Si bien la concentración de nutrientes dentro de la plata está condicionada a factores climáticos, estacionales y de madurez vegetal. Las concentraciones encontradas en el ensayo están dentro de los rangos típicos de la especie *Lolium. sp* según WHITEHEAD (2000). Siendo N% 2,0 – 3,5 ; P% 0,2 – 0,6 ; K% 1,5 – 3,5.

**CUADRO 14 Análisis foliar (N-P-K) de ballica bianual *Lolium multiflorum* ssp. italicum en cada evaluación.**

Tratamiento	Concentración (g/kg)					
	Evaluaciones					
	----- N -----		----- P -----		----- K -----	
	1°	2°	1°	2°	1°	2°
1	2.79 a	2.48 a	0.17 a	0.17 a	2.95 a	3.12 a
2	2.70 a	2.45 a	0.17 a	0.17 a	3.02 a	3.12 a
3	3.00 a	2.46 a	0.17 a	0.19 a	2.61 a	2.95 a
4	2.94 a	2.62 a	0.18 a	0.18 a	3.10 a	3.15 a
5	2.68 a	2.68 a	0.20 a	0.18 a	2.86 a	3.09 a
6	2.96 a	2.90 a	0.18 a	0.17 a	2.86 a	3.12 a
7	2.84 a	2.53 a	0.17 a	0.16 a	2.85 a	3.23 a

Se desprende además, que los nutrientes aportados por los fertilizantes foliares no tienen la misma relevancia que el efecto producido por las hormonas presentes en los mismos. Ello queda ratificado porque la aplicación al suelo, si bien aumentó la absorción de N de la ballica (Cuadro 15), esto no se manifestó en una diferencia estadísticamente significativa en el peso de la materia seca producida en la primera evaluación.



**CUADRO 15 Extracción de nitrógeno, fósforo y potasio en el forraje cosechado en la primera y segunda evaluación.**

Tratamiento	Extracción (kg/ha)					
	Evaluaciones					
	N		P		K	
	1°	2°	1°	2°	1°	2°
1	20.8	34.7	1.3	2.4	22.0	43.6
2	16.9	35.1	1.1	2.4	18.9	44.6
3	23.1	33.3	1.3	2.6	20.1	39.9
4	19.3	36.9	1.2	2.5	20.4	44.4
5	20.3	41.7	1.5	2.8	21.7	48.0
6	21.8	44.3	1.3	2.6	20.9	47.6
7	17.9	32.0	1.1	2.0	18.0	40.9

#### 4.7 Análisis de suelo.

##### 4.7.1 Cambios en los niveles nutricionales resultantes de la fertilización base.

Como resultado de la fertilización base se produjeron cambios en el suelo al estado de tres hojas de las plantas, como se observa al comparar los valores presentados en el Cuadro 1 y Cuadro 16.

De esta forma el pH del suelo, en promedio de los cuatro bloques, subió a un valor de 6,0 en el pH al agua, produciendo un delta de 0,53 unidades de pH después de la aplicación de 4 T  $\text{CaCO}_3$ /ha. De esta forma, el nivel de aluminio decayó a 0,05  $\text{cmol}_+/kg$  desde el nivel inicial de 0,41  $\text{cmol}_+/kg$ . Esto sumado al aumento del contenido de calcio intercambiable desde 1,00  $\text{cmol}_+/kg$  a 6,31  $\text{cmol}_+/kg$ , produjo una disminución de la saturación de Al desde un valor inicial de 19,7 % a 0,8 %. De esta forma se corrigió cualquier problema potencial de acidez excesiva en el suelo.

Las dosis aplicadas de P y K también incrementaron los niveles en el suelo hasta 17,4 mg/kg a partir de un valor de 14,0 mg/kg en el caso de P, nivel que está por sobre las necesidades nutricionales de la especie en estudio. Los niveles de K se

incrementaron a un valor de 0,37 cmol<sub>c</sub>/kg (145 ppm) desde un nivel inicial de 0,32 cmol<sub>c</sub>/kg (125 ppm).

**CUADRO 16 Estado nutricional y condición del suelo en cada bloque después de la fertilización base agregada.**

Parámetro		I	II	III	IV	Promedio
pH agua		6,20	5,99	6,14	5,79	6,03
pH Ca Cl <sub>2</sub>		5,80	5,80	6,08	5,69	5,84
P- Olsen	mg/kg	18,8	17,8	16,8	16,2	17,4
Ca intercambiable	Cmol <sub>c</sub> /kg	6,50	6,97	6,82	4,93	6,31
Mg intercambiable	Cmol <sub>c</sub> /kg	0,39	0,33	0,31	0,38	0,35
K intercambiable	Cmol <sub>c</sub> /kg	0,39	0,32	0,43	0,34	0,37
Na intercambiable	Cmol <sub>c</sub> /kg	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04
Suma de Bases	Cmol <sub>c</sub> /kg	7,33	7,66	7,60	5,71	7,08
Al intercambiable.	Cmol <sub>c</sub> /kg	0,05	0,05	0,02	0,09	0,05
Saturación de Al	%	0,65	0,69	0,26	1,52	0,78
S extractable	mg/kg	47,9	46,9	25,7	36,4	39,2
B extractable	mg/kg	0,28	0,30	0,35	0,24	0,29
Fe extractable	mg/kg	18,1	19,3	19,0	18,3	18,7
Mn extractable	mg/kg	14,5	15,6	17,2	17,0	16,1
Cu extractable	mg/kg	2,4	2,3	2,1	2,2	2,3
Zn extractable	mg/kg	0,9	0,5	0,5	0,5	0,6

El nivel de S fue alto, alcanzando en promedio valores de 39,2 mg/kg, lo cual está por sobre las necesidades nutricionales de la especie en estudio, los niveles nutricionales de micronutrientes no mostraron diferencias con la excepción del B, que se presentó en un nivel considerado bajo para las necesidades nutricionales de la especie evaluada.

De acuerdo a los niveles nutricionales alcanzados al inicio de la etapa experimental (el estado de tres hojas) sólo el boro pudo haber estado deficiente en el suelo, lo cual eventual pudo ser corregido con la aplicación de los fertilizantes foliares Amino Vegetative SC y Amino Starter SC en evaluación.

**4.7.2 Disponibilidad de los nutrientes en el suelo.** Como se muestra en el Cuadro 17 y 18, no existieron diferencias significativas debidas a los tratamientos en la disponibilidad de los nutrientes medidos, tanto en la primera evaluación como en la segunda evaluación al final del experimento. Estos resultados concuerdan con lo esperado, ya que las aplicaciones de fertilizantes foliares no presentan incidencias en la disponibilidad en el suelo.

**CUADRO 17 Variaciones de la disponibilidad de nutrientes a través del ensayo de aplicación de fertilizantes foliares, medido al estado de tres macollos (T1 a T6 son los tratamientos).**

Parámetro		Inicio	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
pH agua		6,03	5,80	5,92	5,91	5,93	5,64	5,93	5,70
pH Ca Cl <sub>2</sub>		5,84	5,58	5,73	5,60	5,78	5,42	5,77	5,57
P- Olsen	mg/kg	17,4	17,25	17,65	17,77	17,85	19,38	18,16	17,69
Ca Intercambiable	cmol <sub>c</sub> /kg	6,31	5,28	5,46	5,16	6,96	5,30	6,50	5,40
Mg intercambiable	cmol <sub>c</sub> /kg	0,35	0,33	0,37	0,26	0,35	0,29	0,35	0,31
K intercambiable	cmol <sub>c</sub> /kg	0,37	0,36	0,32	0,33	0,34	0,30	0,35	0,35
Na intercambiable	cmol <sub>c</sub> /kg	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Suma de Bases	cmol <sub>c</sub> /kg	7,08	5,98	6,19	5,79	7,69	5,92	7,25	6,11
Al intercambiable.	cmol <sub>c</sub> /kg	0,05	0,11	0,12	0,12	0,08	0,16	0,09	0,16
Saturación de Al	%	0,78	1,98	1,92	2,01	1,22	2,52	1,43	2,66
S extractable	mg/kg	39,2	44,70	36,78	42,21	45,90	35,90	31,53	32,65
B extractable	mg/kg	0,29	0,16	0,15	0,18	0,15	0,15	0,16	0,15
Fe extractable	mg/kg	18,7	21,68	20,35	20,65	21,82	22,21	19,80	20,37
Mn extractable	mg/kg	16,1	16,60	15,38	17,11	17,51	16,68	14,78	15,36
Cu extractable	mg/kg	2,3	2,36	2,27	2,26	2,39	2,33	2,29	2,18
Zn extractable	mg/kg	0,6	0,55	0,67	0,53	0,54	0,55	0,58	0,47

Con esto queda de manifiesto, que no es posible hablar de residualidad de nutrientes por efecto de la fertilización foliar con Amino Vegetative SC y Amino Starter SC. Explicado en gran medida por el bajo aporte nutricional entregado por los productos (Cuadro 5) y por la captación casi total del producto por el follaje.

**CUADRO 18 Disponibilidad de nutrientes al final del experimento de evaluación de fertilizantes foliares Amino Starter y Amino Vegetative (T1 a T6 son los tratamientos).**

Parámetro		Inicio	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
pH agua		6,03	5,71	5,76	5,88	5,63	5,81	5,70	5,86
pH Ca Cl <sub>2</sub>		5,84	5,18	5,25	5,33	5,12	5,28	5,20	5,30
P- Olsen	mg/kg	17,4	12,55	13,77	14,91	13,88	15,30	13,76	13,35
Ca Intercambiable	cmol <sub>c</sub> /kg	6,31	4,58	5,05	5,51	4,56	5,28	5,78	5,20
Mg intercambiable	cmol <sub>c</sub> /kg	0,35	0,28	0,30	0,31	0,31	0,28	0,26	0,30
K intercambiable	cmol <sub>c</sub> /kg	0,37	0,31	0,30	0,35	0,31	0,33	0,34	0,34
Na intercambiable	cmol <sub>c</sub> /kg	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05	0,05
Suma de Bases	cmol <sub>c</sub> /kg	7,08	5,22	5,69	6,21	5,23	5,92	6,42	5,88
Al intercambiable.	cmol <sub>c</sub> /kg	0,05	0,09	0,12	0,09	0,18	0,12	0,09	0,08
Saturación de Al	%	0,78	2,18	2,53	1,80	3,55	2,35	1,79	1,61
S extractable	mg/kg	39,2	41,76	43,37	45,26	38,56	40,53	40,40	32,47
B extractable	mg/kg	0,29	0,33	0,19	0,28	0,27	0,26	0,27	0,26
Fe extractable	mg/kg	18,7	19,38	19,74	18,78	19,42	20,78	20,08	19,17
Mn extractable	mg/kg	16,1	14,90	15,53	15,18	14,99	17,08	14,83	13,29
Cu extractable	mg/kg	2,3	2,25	2,09	1,97	2,07	2,10	2,11	1,91
Zn extractable	mg/kg	0,6	0,97	0,44	0,46	0,44	0,47	0,48	0,42

Sin embargo, su evaluación permite conocer la variabilidad y los efectos producidos por la fertilización base y ratifican que los niveles de disponibilidad de los nutrientes en el suelo fueron suficientes a lo largo del experimento de los nutrientes en el suelo.

Los análisis de suelo muestran que la disponibilidad de B fue baja durante todo el experimento y que la disponibilidad de Zn estuvo en condición límite, lo que ratifica que los efectos producidos por los fertilizantes foliares, en parte pudieron haber modificado la nutrición de las plantas, al menos parcialmente en el caso de la aplicación temprana en el estado de tres hojas verdaderas.

## 5 CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente trabajo es posible concluir lo siguiente:

Los fertilizantes foliares Amino Vegetative SC y Amino Starter SC permiten suplementar la nutrición de praderas de rotación corta si son aplicados tempranamente en estado de tres hojas, estimulando un mayor cubrimiento del suelo y haciendo a las plantas más competitivas para colonizar el espacio. Este mejor cubrimiento se manifiesta en un aumento de la productividad de 20 % en aplicaciones realizadas en el estado de tres hojas evaluadas en el estado de tres macollos, corrigiendo eventuales deficiencias o a través de la estimulación de una mayor división celular y estimulación de un aumento en el número de macollos por superficie

Aplicaciones más tardías en el estado de tres macollos, no produce aumentos en el rendimiento, pero mantiene la ventaja de una mayor población de plantas por unidad de superficie.

No fue posible distinguir un efecto superior del fertilizante foliar Amino Vegetative SC sobre Amino Starter SC, lo que sugiere un efecto mayor de micronutrientes y/o fitohormonas por sobre la utilización de N-P-K de la pradera.

El número de macollos por superficie no está determinado por la concentración de nutrientes en la planta, sugiriendo que obedecería a la acción de fitohormonas, aminoácidos y/o micronutrientes presentes en los fertilizantes foliares Amino Vegetative SC y Amino Starter SC.

El uso de fertilizantes foliares Amino Vegetative SC y Amino Starter SC no afecta la concentración foliar de N-P-K de la especie evaluada.

La fertilización foliar con Amino Vegetative SC y Amino Starter SC no produce ningún grado de residualidad de nutrientes en el suelo.

## 6 RESUMEN

En la Estación Experimental Santa Rosa, en Valdivia, se realizó un ensayo de campo con el objetivo de determinar la respuesta del rendimiento y cubrimiento del espacio medido en el número de macollos, número de plantas, largo de planta, cobertura vegetal y la concentración foliar de N-P-K de una pradera artificial de ballica italiana sometida a fertilización foliar complementaria a la fertilización al suelo.

El ensayo fue diseñado en bloques completos al azar, con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Se emplearon dos fertilizantes foliares aplicados en dosis comerciales de 2 L/ha: Amino Vegetative SC y Amino Starter SC y se compararon con una fertilización tradicional al suelo (30, 110, 50 u de N-P-K), además de un tratamiento control que contemplaba la aplicación al suelo de una solución nutritiva equivalente al aporte promedio de N-P-K de los dos fertilizantes foliares. Las aplicaciones se realizaron en dos estados de la pradera: tres hojas verdaderas, para ser evaluados en tres macollos; y tres macollos para evaluarse cuando las plantas presentaran 20 cm de altura no disturbada.

Los resultados obtenidos muestran que los mayores rendimientos de materia seca en la primera evaluación corresponden a los tratamientos tratados con Amino Vegetative SC y Amino Starter SC. En la segunda evaluación no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

El análisis estadístico permitió determinar que el número de macollos por m<sup>2</sup> en la primera evaluación tuvo diferencias significativas entre los tratamientos, siendo la mayor producción los tratamientos con fertilización foliar. En la segunda evaluación al primer corte se determinaron diferencias estadísticas.

El número de plantas por m<sup>2</sup> presentó diferencias significativas, siendo el tratamiento tratado con Amino Vegetative SC en el estado de tres hojas el de mayor producción.

En tanto, en el porcentaje de cobertura de la pradera, el análisis foliar de la misma y el análisis de suelo, no mostró respuesta a la fertilización foliar.



## 6 SUMMARY

A field test was carried on in Santa Rosa experimental station in order to determine the yielding and covering response of the measured space in the number of tillers, number of plants, plant length, vegetal covering and leaf concentration of N-P-K of an artificial meadow of raygrass italicum under leaf fertilization, additional to soil fertilization.

The test was designed in complete blocks at random, with seven treatments and four repetitions. Two leaf fertilizers were used, applied in commercial doses of 2 L/ha: Amino Vegetative SC and Amino Starter SC, and were compared to a traditional soil fertilization (30, 110, 50 u of N-P-K), besides a control treatment involving the application of a nutritive solution to the soil equivalent to the average application of N-P-K of both leaf fertilizers. The applications were made in two states of the meadow: three real leaves, to be evaluated in three tillers; and three tillers to be evaluated when the plants were 20 cm high, undisturbed.

The results show that the largest yield of dry matter in the first evaluation corresponds to those treatments with Amino Vegetative SC and Amino Starter SC. There were no meaningful differences between treatments in the second evaluation.

Through the statistical analysis it was possible to determine that the number of tillers per square meter in the first evaluation had meaningful differences between treatments, leaf fertilization treatments achieving the largest production. In the second evaluation of the first cut statistical differences were determined.

The number of plants per square meter showed meaningful differences, reaching the Amino Vegetative SC treatment in the three leaves state the highest

production, whereas in the percentage of covering in the meadow, its leaf analysis and the soil analysis did not show a response to leaf fertilization.

## 7 BIBLIOGRAFIA

- AGUILA, H. 1992. Pastos y empastadas. 7°ed. Universitaria. Santiago(Chile). 314 p
- BALOCCHI, O. 2004. Apuntes del curso de forrajeras (PRAN 120). Publicación interna. Instituto de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias, UACH. Valdivia, Chile.
- BOUMA, D. 1969. The response subterranean clover (*Trifolium subterraneum*) to foliar applications of phosphorus. Aust. J. Agric. Res. 20 (3) : 435-445p
- BOWMAN, D y PAUL, J. 1992. Foliar absorption of urea, ammonium, and nitrate by perennial ryegrass turf. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117(1): 75-79 p.
- CALLEJAS, R y ROJAS, C. 2004. Claves para una óptima fertilización foliar. Agroeconómico. Fundación Chile. (81) 19-20 p.
- CHILEIREN-CORFO-UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE. 1978. Suelos de la provincia de Valdivia. 178 pp.
- CLARKSON, D. 1985. Factor affecting mineral nutrient acquisition by plants. Plant Physiol. (36): 77-115p.
- CRESPO, G. 1972. Efecto de tres nutrientes de urea y dos sistemas de aplicación en el rendimiento y contenido de nitrógeno de pasto pangola. Revista Cubana de Cienc. Agric. 6 (2): 235-244

- DUMONT, J., SALAZAR, F y MENESES, G. 1996. Efecto de la aplicación de purines en una pradera de trébol blanco y ballica. In: Resultados de Ensayos de Ganadería Realizados en Predios de Productores G.T.T de la Décima Región. INIA REMEHUE. 135 p.
- FRANKE, W., 1986. The basis of foliar absorption of fertilizar with especial regard to mechanisms. Plant Soil Sci. 17-25 p.
- FRANKE, W. 1971. The entry of residues into plants via ectodesmata. Residue Review. 38: 81-113 p.
- GARCIA, H. y PEÑA, V. 1995. La pared celular, componente fundamental de las células vegetales. UACH. Primera Edición. Mexico. 137 p
- HALL, M . 2002. Alfalfa foliar fertilizers and growth regulators: do they work? <<http://perry.extension.psu.edu/>> (15 junio 2005)
- HUBER, A. 1970. Diez años de observaciones climatológicas en la Estación Teja Valdivia (Chile). Instituto de Geociencias. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 46 p.
- HUGHES, H., HEAT. M., y MERCALFE, D. 1966. Forrajes: La Ciencia de la Agricultura basado en la producción de pastos. Continental. México. 576 p.
- HULL, H., MORTON, H., WHARRIR, J. 1975. Environmental influences of cuticle development and resultant foliar penetration. Botanic Review. 41: 421-453 p.
- HULL, H. 1970. Leaf structure as related to absorption of pesticides and other compounds. Resid. Rev. 31: 1-155 p. Original no consultado.
- KANNAN, S. 1980. Penetratation of ion and some organic substances though isolated cuticular membranes. Plant Physiol. (44): 517-521p.

- KANNAN, S. 1986. Physiology of foliar uptake of inorganic nutrients. Indian Acad. Sci. (96) : 557-470 p.
- LEECE, D. 1976. Composition and ultrastructure of leaf cuticles from trees, relative to differential foliar absorption. Austral. J. Plant Physiol. 3: 833-847p.
- LOPEZ, I. 2004. Apuntes del curso de forrajeras (PRAN 120). Publicación interna. Instituto de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias, UACH. Valdivia, Chile.
- MARSCHNER, H. 1995. Mineral nutrition of higher plant. Academic Press, Londres. 887p.
- MARSCHNER, H. 1986. Mineral nutrition of higher plant. Londres. Academic Press. 674p.
- MENGEL, K. 2002. Alternative or complementary role of foliar supply in mineral nutrition. Acta Hortic. 594: 33-48 p.
- MONTALDO, P. 1983. Características climáticas de la ciudad de Valdivia y alrededores. Agro Sur 11(2):138-139.
- MONTALDO, P. y FUENTES, R. 1980. Caracterización térmica y fotoperiódica para el área de Valdivia, Chile. Agro Sur 8 (Chile) (2) : 94-100.
- NASERI, L., ARZANI, K., BABALAR, M. 2002. Foliar boron, Copper and manganese uptake and concentration of apple leaves cv. Golden Delicious on M9 and B9 rootstocks. Acta Hortic. 597: 237-243p.
- NISSEN, J y ULLOA, E. 1984. Fertilización foliar en praderas mixtas. Agro Sur. 5 (2): 90-96p.

- NISSEN, J. 1977. Fertilización con fosfato diamónico de trébol blanco (*Trifolium repens*). Agro Sur. 5 (2): 90-96 p.
- ORTEGA, F. y ROMERO, O. 1993. Ficha Forrajera para la IX. Región de la Araucanía. Investigación y Proceso Agropecuario Carillanca (Chile). 11(3) : 45-46.
- REED, D y TUKEY, H. 1978. Effect of pH on foliar absorption pf phosphorus compounds by chysanthemum. J. AMER. Soc. Hort. Sci. 103: 337-340
- RETHWISCH, M. y REAY, M. 2003. Effects of Foliar Fertilizers and Carbohydrates on Alfalfa Yields and Quality During the Summer Slump Period. Forage and Grain Report. <<http://cals.arizona.edu/>> (15 junio 2005)
- ROMÁN, S. 2001. Fertilización de cultivos en la zona centro norte de Chile. In: Agenda del Salitre. SOQUIMICH. 1515p
- SANTOS, A. y MANJARREZ, D. 1999. Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimientos de los cultivos. Terra. 17:247-255.
- SCHONHERR, J. 1976. Water permeability of isolated cuticle membranes: The effect oh pH and cations on diffusion , hydrodynamic permeability and size of polar pores in the cutin matrix. Planta (128): 113-126 p.
- SOTO, P. 2002. Ballicas de rotación corta para la zona centro-sur de Chile. Recomendaciones para la Provincia de Bío-Bío. Informativo Agropecuario. BIOLECHE-INIAQUILAMAPU.  
<[www.inia.cl/quilamapu/publicaciones/articulos/bioleche/boletin2002/BOLETIN71.html](http://www.inia.cl/quilamapu/publicaciones/articulos/bioleche/boletin2002/BOLETIN71.html)> (20 julio 2005)
- TYREE, M., SCHERBATSKOY, T., TABOR, C. 1990. Leaf cuticles behave as asymetryc membranes. Evidence from the measurement of diffusion potentials. Plant Physiol. (92): 103-109 p.

- TYREE, M., WESCOT, C., TABOR, C., MORSE, A. 1992. Diffusion and electric mobility of KCl within isolated cuticles of *Citrus aurantium*. *Plant Physiol.* (99): 1057-1061 p.
- VYHMEISTER, C. 2000. Evaluación del rendimiento y calidad nutritiva de cultivares *Lolium perenne* L. y *Lolium multiflorum* Lam, bajo condiciones edafoclimáticas de Valdivia. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 61p.
- WEINBAUM, S. 1988. Foliar nutrition of fruit trees. In: P.M Neumann (ed.), *Plant growth and leaf-applied chemicals*, Boca Raton Florida. 81-100 p.
- WHITEHEAD, D. 2000. Nutrient elements in grassland. *Soil-plant-animal relationship*. CABI Publishing. Department of Soil Science. UK, University of Reading. 369 p.
- WÓJCIK, P. 2004. Uptake of mineral nutrient from foliar fertilization. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. Special edition. 12: 201-218 p.

**ANEXO 1 Análisis de varianza para rendimiento considerando todos los tratamientos (testigo)**

**ANDEVA de materia seca para la primera evaluación**

F. de V.	G.L	S.C	C.M	F.C	F. tabla
Tratamientos	6	91886.9	15314.5	5.90	0.0015
Bloques	3	3223.25	1074.42	0.41	0.7448
Error	18	46684.0	2593.56		
Total	27	141794.0			

**ANDEVA de materia seca para la segunda evaluación**

F. de V.	G.L	S.C	C.M	F.C	F. tabla
Tratamientos	6	234710.0	39118.4	1.42	0.2613
Bloques	3	60485.9	20162.0	0.73	0.5467
Error	18	496270.0	27570.5		
Total	27	791466.0			



**ANEXO 2 Análisis de varianza macollos por metro cuadrado considerando todos los tratamientos (testigo)**

**ANDEVA de macollos por metro cuadrado para la primera evaluación**

F. de V.	G.L	S.C	C.M	F.C	F. tabla
Tratamientos	6	1.3738 10 <sup>6</sup>	228967.0	6.22	0.0011
Bloques	3	939954.0	313318.0	8.51	0.0010
Error	18	663003.0	36833.5		
Total	27	2.79676 10 <sup>6</sup>			

**ANDEVA de macollos por metro cuadrado para la segunda evaluación**

F. de V.	G.L	S.C	C.M	F.C	F. tabla
Tratamientos	6	3.36548 10 <sup>6</sup>	560914.0	4.24	0.0078
Bloques	3	262505.0	87501.6	0.66	0.5860
Error	18	2.37869 10 <sup>6</sup>	132149.0		
Total	27	6.00668 10 <sup>6</sup>			

**ANEXO 3 Análisis de varianza macollos por planta considerando todos los tratamientos (testigo)**

**ANDEVA de macollos por planta para la primera evaluación**

F. de V.	G.L	S.C	C.M	F.C	F. tabla
Tratamientos	6	2.77429	0.462381	1.38	0.2757
Bloques	3	3.09821	1.03274	3.08	0.0537
Error	18	6.03429	0.335238		
Total	27	11.9068			

**ANDEVA de macollos por planta para la segunda evaluación**

F. de V.	G.L	S.C	C.M	F.C	F. tabla
Tratamientos	6	8.24929	1.37488	2.62	0.0527
Bloques	3	5.28964	1.76321	3.36	0.0418
Error	18	9.44786	0.524881		
Total	27	22.9868			

**ANEXO 4 Análisis de varianza plantas por metro cuadrado considerando todos los tratamientos (testigo)**

**ANDEVA de plantas por metro cuadrado para la primera evaluación**

F. de V.	G.L	S.C	C.M	F.C	F. tabla
Tratamientos	6	50591.3	8431.88	2.40	0.0703
Bloques	3	54166.3	18055.4	5.13	0.0097
Error	18	63323.7	3517.98		
Total	27	168081.0			

**ANDEVA de plantas por metro cuadrado para la segunda evaluación**

F. de V.	G.L	S.C	C.M	F.C	F. tabla
Tratamientos	6	79946.0	13324.3	4.84	0.0042
Bloques	3	12017.3	4005.81	1.45	0.2604
Error	18	49585.4	2754.74		
Total	27	141549.0			

**ANEXO 5 Análisis de varianza largo de planta considerando todos los tratamientos (testigo)**

**ANDEVA de largo de planta para la primera evaluación**

F. de V.	G.L	S.C	C.M	F.C	F. tabla
Tratamientos	6	10.3581	1.72635	1.38	0.2742
Bloques	3	9.72907	3.24302	2.60	0.0840
Error	18	22.462	1.24789		
Total	27	42.5491			

**ANDEVA de largo de planta para la segunda evaluación**

F. de V.	G.L	S.C	C.M	F.C	F. tabla
Tratamientos	6	100.733	16.7888	3.67	0.0147
Bloques	3	86.8758	28.9586	6.34	0.0040
Error	18	82.2749	4.57083		
Total	27	269.883			

**ANEXO 6 Análisis de varianza cobertura de la pradera considerando todos los tratamientos (testigo)**

**ANDEVA de cobertura de la pradera para la primera evaluación**

F. de V.	G.L	S.C	C.M	F.C	F. tabla
Tratamientos	6	0.0104857	0.00174762	0.74	0.6246
Bloques	3	0.00758571	0.00252857	1.07	0.3864
Error	18	0.0425143	0.0023619		
Total	27	0.0605857			

**ANDEVA para cobertura de la pradera para la segunda evaluación**

F. de V.	G.L	S.C	C.M	F.C	F. tabla
Tratamientos	6	0.00199286	0.000332143	1.16	0.3693
Bloques	3	0.0021	0.0007	2.45	0.0971
Error	18	0.00515	0.000286111		
Total	27	0.00924286			

**ANEXO 7 Análisis de varianza análisis foliar considerando todos los tratamientos (testigo)**

**ANDEVA de análisis foliar de la pradera para la primera evaluación (% N)**

F. de V.	G.L	S.C	C.M	F.C	F. tabla
Tratamientos	6	0.374286	0.062381	1.51	0.2323
Bloques	3	0.0242857	0.00809524	0.20	0.8982
Error	18	0.745714	0.0414286		
Total	27	1.14429			

**ANDEVA de análisis foliar de la pradera para la primera evaluación (% P)**

F. de V.	G.L	S.C	C.M	F.C	F. tabla
Tratamientos	6	0.600121	0.10002	1.83	0.1501
Bloques	3	0.639671	0.213224	3.90	0.0263
Error	18	0.985279	0.0547377		
Total	27	2.22507			

**ANDEVA de análisis foliar de la pradera para la primera evaluación (% K)**

F. de V.	G.L	S.C	C.M	F.C	F. tabla
Tratamientos	6	0.0025	0.000416667	1.57	0.2137
Bloques	3	0.00201429	0.000671429	2.53	0.0901
Error	18	0.00478571	0.000265873		
Total	27	0.0093			

**ANDEVA de análisis foliar de la pradera para la segunda evaluación (% N)**

F. de V.	G.L	S.C	C.M	F.C	F. tabla
Tratamientos	6	0.00214286	0.000357143	1.99	0.1203
Bloques	3	0.00149643	0.00049881	2.78	0.0708
Error	18	0.00322857	0.000179365		
Total	27	0.00686786			

**ANDEVA de análisis foliar de la pradera para la segunda evaluación (% P)**

F. de V.	G.L	S.C	C.M	F.C	F. tabla
Tratamientos	6	0.638571	0.106429	2.39	0.0709
Bloques	3	0.298571	0.0995238	2.24	0.1191
Error	18	0.801429	0.0445238		
Total	27	1.73857			

**ANDEVA de análisis foliar de la pradera para la segunda evaluación (% K)**

F. de V.	G.L	S.C	C.M	F.C	F. tabla
Tratamientos	6	0.171771	0.0286286	1.11	0.3968
Bloques	3	0.2843	0.0947667	3.66	0.0321
Error	18	0.4658	0.0258778		
Total	27	0.921871			

**ANEXO 8 Condiciones climatológicas del mes de noviembre de 2004, período en el cual se realizaron las dos aplicaciones foliares**

Día	T° máxima (°C)	T° mínima (°C)	T° media (°C)	Precipitación (mm)	H:R (%)
1	16.2	8.8	8.0	20.2	83
2	15.4	7.7	6.5	13.2	76
3	16.1	3.5	6.5	5.2	80
4	16.7	4.7	5.9	9.9	69
5	18.8	4.8	5.7	-	67
6	22.4	7.9	5.3	-	66
7	22.2	9.3	7.8	-	68
8	20.6	7.2	4.5	-	72
9	22.2	7.6	4.8	-	75
10	27.4	9.2	6.3	-	62
11	19.2	12.9	12.7	4.2	80
12	15.8	12.4	12.3	4.7	91
13	16.8	8.0	5.0	31.4	78
14	15.8	7.8	6.0	7.5	82
15	17.8	4.7	2.2	2.9	81
16	20.8	4.7	2.1	2.7	72
17	22.2	8.6	6.6	-	66
18	19.1	8.4	5.4	1.3	76
19	21.2	8.3	5.4	1.4	81
20	21.2	13.3	13.2	0.7	83
21	22.6	12.3	11.8	1.8	70
22	23.9	8.8	5.9	-	62
23	23.6	10.3	6.7	-	60
24	25.6	8.9	4.6	-	62
25	22.4	11.1	8.9	-	70
26	19.4	8.5	4.6	-	70
27	19.6	8.6	5.3	-	79
28	22.7	11.2	10.1	-	84
29	24.6	12.7	9.9	-	80
30	16.4	14.7	14.4	0.7	96
Promedio	20.3	8.9	6.7	107.8	75

FUENTE: Comunicación personal Dr. Anton Huber. Instituto de Geociencias. Estación meteorológica Teja. Universidad Austral de Chile.

**ANEXO 9 Mediciones realizadas a las parcelas (Primera evaluación)**

Tratamiento	Repetición	Kg MS/ha	X	M/m <sup>2</sup>	X	M/P	X	P/m <sup>2</sup>	X	Largo	X	Cobert.	X
1	I	769		2065		5,6		370,4		16,49		81,7	
1	II	782	745	2537	2136,6	4,5	5,2	564,8	414,4	16,00	15,4	90,2	87,2
1	III	693		2102		5,7		370,4		15,26		87,8	
1	IV	735		1843		5,2		351,9		13,81		89,0	
2	I	571		1833		4,7		388,9		15,32		68,3	
2	II	657	625	1389	1523,1	4,8	5,1	287,0	303,2	15,88	15,4	85,4	83,2
2	III	668		1546		4,9		314,8		14,69		89,0	
2	IV	605		1324		6,0		222,2		15,74		90,2	
3	I	768		2491		5,2		481,5		17,77		90,2	
3	II	751	769	2148	2129,6	5,2	5,4	416,7	395,8	12,99	15,2	89,0	89,0
3	III	784		2139		5,5		388,9		15,44		89,0	
3	IV	772		1741		5,9		296,3		14,72		87,8	
4	I	707		1685		5,4		314,8		15,49		87,8	
4	II	614	658	1574	1618,1	4,5	5,0	351,9	328,7	12,12	14,3	81,7	83,5
4	III	664		1593		5,4		296,3		14,80		82,9	
4	IV	648		1620		4,6		351,9		14,65		81,7	
5	I	711		2065		5,6		370,4		16,49		87,8	
5	II	782	757	2120	1828,7	4,3	4,6	490,7	395,8	16,14	15,4	89,0	86,3
5	III	664		1676		4,5		370,4		15,26		89,0	
5	IV	872		1454		4,1		351,9		13,81		79,3	
6	I	718		2111		5,0		425,9		17,84		85,4	
6	II	798	731	2093	1784,7	4,7	5,0	444,4	358,8	16,02	16,5	89,0	87,2
6	III	687		1574		5,9		268,5		16,31		90,2	
6	IV	720		1361		4,6		296,3		15,72		84,1	
7	I	631		1639		7,1		231,5		15,58		81,7	
7	II	639	631	1917	1689,8	4,7	5,7	407,4	305,6	16,66	15,8	85,4	85,4
7	III	663		1833		6,0		305,6		14,73		85,4	
7	IV	592		1370		4,9		277,8		16,04		89,0	

M/m<sup>2</sup> : Macollos por metro cuadrado.

M/P : Macollos por planta.

X : Promedio.

P/m<sup>2</sup> : Plantas por metro cuadrado.



**ANEXO 10 Mediciones realizadas a las parcelas (Segunda evaluación)**

Tratamiento	Repetición	Kg MS/ha	X	M/m <sup>2</sup>	X	M/P	X	P/m <sup>2</sup>	X	Largo	X	Cobert.	X
1	I	1301		3630		8,0		453,7		32,99		100,0	
1	II	1342	1399	4157	3715,3	9,2	8,4	453,7	444,4	35,18	32,9	96,3	98,5
1	III	1305		3509		8,4		416,7		31,71		97,6	
1	IV	1648		3565		7,9		453,7		31,82		100,0	
2	I	1481		3843		6,2		620,4		29,10		100,0	
2	II	1350	1431	4056	4053,2	7,3	7,3	555,6	560,2	29,05	29,7	100,0	98,8
2	III	1574		3750		7,6		490,7		27,26		95,1	
2	IV	1317		4565		8,0		574,1		33,33		100,0	
3	I	1473		3528		5,8		611,1		25,55		97,6	
3	II	1080	1352	3759	3807,9	7,7	6,7	490,7	571,8	29,46	28,2	100,0	98,5
3	III	1305		4204		6,6		638,9		26,22		96,3	
3	IV	1549		3741		6,8		546,3		31,62		100,0	
4	I	1636		3657		6,1		601,9		31,34		100,0	
4	II	1215	1406	4139	3949,1	7,2	7,6	574,1	525,5	25,89	27,7	100,0	99,4
4	III	1351		4380		9,3		472,2		26,36		100,0	
4	IV	1422		3620		8,0		453,7		27,38		97,6	
5	I	1540		4685		8,3		564,8		32,12		100,0	
5	II	1541	1555	4083	4173,6	9,2	8,3	444,4	506,9	29,57	31,5	96,3	98,2
5	III	1673		3824		6,9		555,6		27,66		97,6	
5	IV	1466		4102		8,9		463,0		36,47		98,8	
6	I	1462		4120		7,4		555,6		33,41		100,0	
6	II	1334	1526	4250	4018,5	8,3	7,8	509,3	518,5	30,41	32,7	96,3	98,5
6	III	1759		3426		7,6		453,7		30,19		97,6	
6	IV	1548		4278		7,7		555,6		36,79		100,0	
7	I	1254		2491		6,6		379,6		28,20		97,6	
7	II	1510	1266	3167	3048,6	7,6	7,3	416,7	414,4	30,10	30,2	97,6	96,3
7	III	1109		3176		8,0		398,1		28,02		95,1	
7	IV	1189		3361		7,3		463,0		34,41		95,1	

**ANEXO 11 Análisis foliar (% N-P-K) de la pradera**

Tratamiento	Repetición	N1	X	P1	X	K1	X	N2	X	P2	X	K2	X
1	I	2,5		0,16		3,13		2,4		0,15		2,83	
1	II	2,8	2,79	0,18	0,17	2,76	2,95	2,8	2,48	0,16	0,17	3,34	3,12
1	III	2,8		0,15		2,83		2,4		0,18		3,13	
1	IV	3,0		0,18		3,08		2,3		0,18		3,17	
2	I	2,8		0,16		3,08		2,6		0,14		2,91	
2	II	2,9	2,70	0,18	0,17	3,47	3,02	2,8	2,45	0,16	0,17	2,98	3,12
2	III	2,8		0,17		3,00		2,4		0,19		3,30	
2	IV	2,3		0,17		2,54		2,0		0,18		3,30	
3	I	3,1		0,18		2,66		2,6		0,19		2,83	
3	II	2,8	3,00	0,17	0,17	2,59	2,61	2,3	2,46	0,16	0,19	3,03	2,95
3	III	3,2		0,19		2,61		2,8		0,22		2,86	
3	IV	2,8		0,15		2,56		2,2		0,19		3,08	
4	I	3,0		0,18		3,05		2,7		0,17		3,17	
4	II	3,0	2,94	0,20	0,18	3,71	3,10	2,7	2,62	0,20	0,18	3,30	3,15
4	III	2,7		0,18		2,83		2,6		0,18		3,10	
4	IV	3,1		0,16		2,81		2,5		0,17		3,03	
5	I	2,8		0,20		2,95		2,6		0,16		3,03	
5	II	2,9	2,68	0,21	0,20	2,98	2,86	2,9	2,68	0,18	0,18	3,25	3,09
5	III	2,4		0,19		2,91		2,6		0,20		2,95	
5	IV	2,6		0,18		2,61		2,7		0,20		3,13	
6	I	3,1		0,20		2,83		2,8		0,17		3,08	
6	II	2,8	2,96	0,17	0,18	2,93	2,86	2,9	2,90	0,18	0,17	3,03	3,12
6	III	2,9		0,18		2,78		3,1		0,18		3,25	
6	IV	3,0		0,16		2,88		2,8		0,16		3,13	
7	I	2,8		0,19		2,86		2,8		0,18		2,78	
7	II	2,8	2,84	0,17	0,17	3,39	2,85	2,2	2,53	0,14	0,16	3,56	3,23
7	III	2,8		0,17		2,51		2,7		0,16		3,25	
7	IV	2,9		0,15		2,64		2,4		0,17		3,34	

N1-P1-K1: Análisis foliar de la primera evaluación.

N2-P2-K2: Análisis foliar de la segunda evaluación.