

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

**MANEJO DEL RIEGO, FRECUENCIA DE CORTE Y  
FERTILIZACION NITROGENADA EN UNA PRADERA  
ARTIFICIAL DE LA REGION DE LOS RIOS**

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

**LUIS FELIPE ROBERT SIEGEL**

**VALDIVIA – CHILE**

**2008**

**Profesor Patrocinante**

Juan Nissen Mutzenbecher

Ing. Agr., Dr. rer. hort

-----

**Profesores Informantes**

René Anrique G.

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

-----

Oscar Balocchi L.

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

-----

El presente estudio fue realizado a través del Proyecto M2P15, Convenio Consorcio Lechero – FIA – Universidad Austral de Chile.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis más sinceros agradecimientos al Profesor Dr. Juan Nissen M. por su apoyo y dedicación al desarrollote esta investigación.

A mi familia, en especial y muy cariñosamente a mi padre, madre y hermanos.

No puedo dejar de mencionar la contribución de muchos amigos y amigas, quienes de una u otra forma participaron en la elaboración de esta tesis.

**INDICE DE MATERIAS**

<b>Capítulo</b>	<b>Página</b>
<b>1 INTRODUCCION</b>	1
<b>2 REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</b>	3
2.1 Praderas artificiales	3
2.1.1 Ballicas anuales	3
2.1.2 Ballicas bianuales	4
2.2 Fertilización de praderas	4
2.2.1 Efectos del nitrógeno en praderas	4
2.3 Utilización praderas	5
2.3.1 Pastoreo	5
2.3.2 Rezagos	6
2.4 Aspectos fitosanitarios	7
2.4.1 Cuncunilla negra	7
2.4.2 Babosas	7
2.4.3 Control de malezas	7
2.5 Riego	7
2.5.1 Consumo de agua	8
2.5.2 Tasa y frecuencia de riego	8
2.5.3 Riego por aspersión	9
2.6 Espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS)	9
<b>3 MATERIAL Y METODO</b>	11
3.1 Descripción del área experimental	11
3.1.1 Ubicación y duración del ensayo	11

<b>Capítulo</b>	<b>Página</b>
3.1.2 Suelo	11
3.1.3 Clima	12
3.1.3.1 Registros climáticos: precipitaciones y evaporación	13
3.1.4 Pradera	13
3.2 Descripción del ensayo	14
3.2.1 Actividades previas al ensayo	14
3.2.2 Tamaño de las parcelas	14
3.2.3 Fertilización	14
3.2.4 Riego	14
3.2.4.1 Tasa de riego	14
3.2.4.2 Frecuencia de riego	15
3.2.5 Cortes de la pradera	15
3.2.6 Control fitosanitario	15
3.2.7 Variables evaluadas	15
3.2.7.1 Producción	15
3.2.7.2 Calidad del forraje	16
3.2.8 Diseño experimental y análisis estadístico	16
<b>4 PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS</b>	<b>18</b>
4.1 Análisis de las condiciones climáticas del periodo del ensayo	18
4.1.1 Precipitaciones	18
4.1.2 Evaporación	19
4.1.3 Balance hídrico	19
4.2 Frecuencia de riego	21
4.3 Producción de materia seca (MS)	22
4.4 Calidad de forraje	28
4.4.1 Porcentaje de Materia seca (MS %)	29
4.4.2 Energía metabolizable (EM)	30

<b>Capítulo</b>	<b>Página</b>
4.4.3 Cenizas totales (CT %)	32
4.4.4 Proteína bruta (PB %)	33
4.4.5 Fibra detergente neutro (FDN %)	35
4.4.6 Fibra detergente ácido (FDA %)	36
4.4.7 Proteína soluble (PS %)	37
4.4.8 Carbohidratos solubles (CHSO g/kg)	39
<b>5 CONCLUSIONES</b>	41
<b>6 RESUMEN</b>	43
<b>SUMMARY</b>	
<b>7 BIBLIOGRAFIA</b>	47
<b>ANEXOS</b>	52

**INDICE DE CUADROS**

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
1	Análisis de fertilidad del suelo usado para el estudio	12
2	Tratamientos utilizados en el estudio	16
3	Pluviometría registrada en COLUN (media de 62 años) y pluviometría registrada en el lugar del ensayo (mm)	18
4	Registros de evaporación y de agua recibida (lluvia+ riego)	19
5	Balance de precipitaciones en el sitio del ensayo	20
6	Balance de agua de lluvia en el ensayo, incluyendo el aporte del riego	21
7	Frecuencia de riego para los diferentes tratamientos	22
8	Producción promedio de materia seca total de los tratamientos durante el periodo de ensayo (01/11/06 al 01/04/07)	22
9	Valores promedio para parámetros de calidad de forraje del ensayo	29



**INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Diseño del experimento	17
2	Desarrollo de la producción de materia seca, de los tratamientos que incluyen cortes menos frecuentes	23
3	Desarrollo de la producción de materia seca, de los tratamientos que incluyen cortes frecuentes	24
4	Producción total tratamientos de riego y fertilización (kg MS/ha)	25
5	Promedio total tratamientos de riego y frecuencia de corte (kgMS/ha)	26
6	Producción total tratamientos de fertilización y frecuencia de corte (kg/MS/ha)	27
7	Porcentaje de materia seca (MS) de los tratamientos de riego y fertilización de N	29
8	Porcentaje de materia seca (MS) para los tratamientos de riego y frecuencia de corte	30
9	Energía metabolizable EM(Mcal/kg) de los tratamientos de riego y fertilización	31
10	Energía metabolizable EM (Mcal/kg) de los tratamientos de fertilización y frecuencia de corte	32
11	Porcentaje de cenizas totales (CT%) tratamientos de riego y fertilización.	33
12	Porcentaje de proteína bruta (PB%) tratamientos de riego y frecuencia de corte.	34
13	Porcentaje de proteína bruta (PB%) según tratamientos de fertilización y frecuencia de corte.	34

14	Porcentaje de fibra detergente neutro (FDN%) para tratamientos de riego y frecuencia de corte.	34
15	Porcentaje de fibra detergente ácido (FDA%) para tratamiento de riego y frecuencia de corte.	37
16	Proteína Soluble (PS%) tratamientos de riego y fertilización.	38
17	Proteína Soluble (PS%) tratamiento de riego y frecuencia de corte	38
18	Carbohidratos solubles (CHSO g/kg) en tratamientos de riego y fertilización.	39
19	Carbohidratos solubles (CHSO g/kg) en tratamientos de riego y frecuencia de corte.	40

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo</b>		<b>Página</b>
1	Análisis de varianza para el Total MS (kg/ha)	52
2	Producción de kg/MS por hectárea en cada corte frecuente	53
3	Producción de kg/MS por hectárea en cada corte menos frecuente	54
4	Análisis de varianza para el $\text{ArcoSeno}\sqrt{\text{MS}\%}$	55
5	Análisis de varianza para el EM (Mcal/kg)	56
6	Análisis de varianza para el $\text{ArcoSeno}\sqrt{\text{CT}\%}$	57
7	Análisis de varianza para el $\text{ArcoSeno}\sqrt{\text{PB}\%}$	58
8	Análisis de varianza para el $\text{ArcoSeno}\sqrt{\text{FDN}\%}$	59
9	Análisis de varianza para el $\text{ArcoSeno}\sqrt{\text{FDA}\%}$	60
10	Análisis de varianza para el $\text{ArcoSeno}\sqrt{\text{PS}\%}$	61
11	Análisis de varianza para el CHSO (g/kg)	62

## INTRODUCCION

Las praderas en la Región de Los Ríos son el recurso más abundante e importante para la alimentación animal, tanto para la producción de leche como de carne.

Existe una gran gama de tipos de praderas, ya sean estas naturales, naturales mejoradas, artificiales (perennes, anuales, bianuales), pero todas dependen en gran medida de los factores climáticos.

El déficit hídrico del suelo en los periodos estivales es uno de los principales factores que afecta la disminución de la producción, ya que los demás factores para un óptimo desarrollo pueden estar dados en esta época del año.

Por la mayor sensibilidad que presentan las especies más nobles, una sequía afecta más a una pradera artificial que a una natural, comprometiendo la inversión realizada. Para la Región de los Ríos existe muy poca información científica sobre el efecto del riego sobre la producción de una pradera artificial.

Hoy en día la disponibilidad de nuevas tecnologías y bonificaciones, hace posible pensar en métodos de riego rentables, para así aumentar las producciones y prolongar la vida útil de las praderas. Esta mayor producción gracias al riego, solo es posible si a la vez existe un adecuado aporte de nutrientes al suelo.

El objetivo general del presente trabajo es estudiar el efecto del riego, en combinación con dos frecuencias de corte y dos dosis de fertilización nitrogenada, sobre la productividad de una pradera artificial.

El objetivo específico de este estudio es medir la producción de materia seca de cada tratamiento y analizar la calidad del forraje obtenido (porcentaje de materia seca (MS), energía metabolizable (EM), proteína bruta (PB), fibra de detergente neutro (FDN), fibra de detergente ácido (FDA), cenizas totales (CT), proteína soluble (PS) y carbohidratos solubles (CHSO).

## 2 REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Praderas artificiales.

Son todos los cultivos forrajeros permanentes no mayores a diez años. Son praderas en las que existe poca variedad de especies e incluso sólo una (monocultivo). Se dividen en:

-Pradera de rotación corta: son aquellas que duran no más de dos años (ejemplo: trébol rosado, ballicas anuales y bianuales).

-Pradera de rotación larga: son aquellas praderas que duran más de dos años, denominadas también perennes (por ejemplo: alfalfa, trébol subterráneo, trébol blanco, ballica inglesa, pasto ovilla, festuca, falaris) (UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE, 2007).

**2.1.1 Ballicas anuales.** Gramíneas de hábito de crecimiento erecto, estrictamente anual y de precocidad alta a intermedia. Poseen hojas anchas muy brillantes y sin vellos. Las láminas terminan en una punta aguda enrollada en los tallos nuevos. Las plantas tienen gran capacidad de macollar y presentan un sistema radicular muy superficial, por lo cual no toleran la sequía. No requieren periodo de vernalización, por lo que florecen el año de establecimiento, provocando esto su estricta anualidad (ANASAC, 1997).

Se adaptan a varios tipos de suelo, prefiriendo texturas medias a pesadas de buena retención de humedad, buen drenaje superficial y fértil. Su pH óptimo es entre 6-7, pero puede desarrollarse en un rango de 5-8. En relación al clima, se desarrollan en un amplio espectro, pero si no se cuenta con riego, no es aconsejable su establecimiento en zonas con periodos largos de sequía (ANASAC, 1997).

**2.1.2 Ballicas bianuales.** Similar a la ballica perenne, con hojas más largas y anchas, de color verde más claro, con los nervios de las hojas más marcados y el envés muy brillante. Las hojas aparecen enrolladas en el interior de la vaina y su sistema radicular se caracteriza por ser muy superficial. Es una planta de gran vigor de crecimiento y gran capacidad de macolla pudiendo persistir en condiciones de buen manejo hasta 3 años (ANASAC, 1997).

La ballica bianual es una especie que responde al fotoperiodo y a la vernalización, factores que determinan la ausencia de espigadura durante la primera temporada en las siembras de primavera, en las cuales se establece sola o asociada a trébol rosado. El principal objetivo es la producción de soiling o ensilaje de calidad, dada la ausencia de espigadura en este sistema la pastura tiene la persistencia de 18 meses (DEMANET, 2006).

Se desarrolla bien en suelos de texturas medias a pesadas, con buen drenaje superficial; prospera en suelos relativamente pobres y de amplio rango de pH, respondiendo significativamente a la fertilización nitrogenada. No resiste periodos de sequía prolongados, por lo cual las zonas de mejor adaptación son el Valle Central de riego y en condiciones de secano de Ñuble al sur (ANASAC, 1997).

## **2.2 Fertilización de praderas.**

Las praderas, en general, responden positivamente a la fertilización. En lo siguiente se destacará el efecto que produce la fertilización nitrogenada sobre este cultivo.

**2.2.1 Efectos del nitrógeno en praderas.** El nitrógeno es el nutriente directamente responsable del rendimiento vegetal, pero su respuesta depende del buen nivel de los otros nutrientes (fósforo, potasio, calcio, etc.) y correcciones de la acidez y del aluminio en el suelo (TEUBER, 1995).

La temperatura ambiental presenta un gran efecto sobre la mineralización de la materia orgánica, por esta razón cuando el inicio de la primavera es muy fría, (Agosto - Septiembre) se justifica el uso de nitrógeno estratégico para estimular un crecimiento temprano de la pradera. El contenido de nitrógeno es muy variable, pues depende de muchos factores su permanencia en el suelo. El clima juega un rol de gran trascendencia en su estabilidad y disponibilidad (SIERRA, 1992).

El uso del nitrógeno en praderas se ha ido incrementando en los últimos años, en especial en sistemas de alta producción, alcanzando dosis de 100 a 200 kg de nitrógeno por hectárea al año, lo que significa aplicar 220 a 440 kg de urea (UNDURRAGA *et al.*, 2001).

Del total de nitrógeno aplicado al suelo, sólo una parte es recuperada por el cultivo; la otra parte está sujeta a distintos procesos de pérdidas e inmovilización temporal del N en el suelo. Los principales procesos responsables de las pérdidas de N en el suelo son la volatilización, la desnitrificación y la lixiviación (RODRÍGUEZ *et al.*, 2001).

La respuesta de la pradera al nitrógeno aplicado en el verano es buena, pero muy dependiente de la disponibilidad de agua en el suelo (TEUBER, 1999).

### **2.3 Utilización praderas.**

Dependiendo la utilización a la que sean sometidas las praderas, se verá influenciada su productividad y calidad de forraje. A continuación se enfatizarán las formas de aprovechamiento más comunes.

**2.3.1 Pastoreo.** Según TEUBER, (1993), citado por FERRANDO (2003), la condición de la pradera (calidad y cantidad de hierba disponible) y el manejo, en relación a la altura de la pradera, afectan el consumo de los animales en pastoreo.



El objetivo de un buen manejo de pastoreo es favorecer un alto rendimiento y calidad de la pradera, utilizar una alta proporción del forraje producido y al mismo tiempo lograr un alto consumo de nutrientes por animal (BALOCCHI, 2001).

DUMONT (1992) menciona que, una pradera intensamente pastoreada (entre rangos prácticos), soporta una mayor carga animal, debido a que una proporción más alta de su producción es cosechada. En estas condiciones señala que la pradera presenta una mayor cantidad de hojas y puede llegar al verano con menor producción de macollos reproductivos, ya que estos son controlados mediante este tipo de pastoreo. Por otro lado en un pastoreo liviano, los residuos son altos, la pradera se deteriora y la carga es baja.

El pastoreo prematuro y continuado, especialmente en primavera, genera el agotamiento de las reservas almacenadas en las plantas, disminuyendo su capacidad de rebrote. Por esto último, la población de especies nobles disminuye, dando espacio para el establecimiento de malezas, acelerando la degradación de la pradera. El pastoreo tardío también afecta la capacidad de producción de forraje de la pradera. Bajo esta situación los animales consumen un alimento sobre maduro, lo que hace disminuir su capacidad de producción de carne o leche (PONCE, 2000).

**2.3.2 Rezagos.** Las praderas de la Décima Región presentan una distribución desuniforme de su producción, debido a factores climáticos y fisiológicos (TORRES, s.f.).

El excedente de forraje debe conservarse como ensilaje, cuando las ballicas se encuentran en estado de bota a inicio de espigadura, donde además se logra la mejor relación entre rendimiento y calidad (TEUBER, y BERNIER s.f.).

## **2.4 Aspectos fitosanitarios.**

Las praderas del sur de Chile se pueden ver afectadas por varias plagas y especies vegetales no deseadas en nuestro cultivo (malezas). En lo siguiente se destacarán las más comunes.

**2.4.1 Cuncunilla negra.** *Dalaca pallens*, *Dalaca variabilis* y *Dalaca chiliensis*, son las tres especies que se distinguen, variando entre ellas su época de vuelo. Los daños en la pradera son causados por larvas que consumen las hojas y estolones de las plantas, disminuyendo así las producciones de otoño e invierno, así como también en la producción y calidad futura de la pradera (CISTERNA, 2001).

**2.4.2 Babosas.** Pertenecen a la fauna de los pulmonados (*Gastropoda: Mollusca*); durante el establecimiento de praderas las babosas reducen la densidad de población de las plantas y los daños son causados por horadado de la semilla, corte y ruptura de brotes nuevos y de hojas de plántulas jóvenes (CISTERNA, 2001).

**2.4.3 Control de malezas.** Según TEUBER (2001), el control integral de malezas está compuesto por técnicas culturales, control mecánico, pastoreo con animales y aplicación de herbicidas específicos. Entre la cuarta y sexta semana posterior a la siembra es necesario identificar la presencia y en lo posible estimar la población de plantas de las especies no deseadas (malezas) presentes en el cultivo, con el objeto de realizar el control más adecuado.

## **2.5 Riego.**

El agua que requieren los cultivos es aportada en forma natural por las precipitaciones, pero cuando esta es escasa o su distribución no coincide con los periodos de máxima demanda de las plantas, es necesario aportarla artificialmente (VARAS *et al.*, 1991).

El riego es uno de los factores importantes en la producción de forraje. La falta o atraso en los riegos produce la muerte de las raicillas en la planta, lo cual retarda el crecimiento del follaje (CUEVAS, 1980).

Además del aumento en la producción de la pradera, el riego permite obtener con mayor seguridad los niveles de producción de pasto, mejorando así la planificación de reserva de forraje y la asignación de áreas disponibles para la conservación de forraje (HOPKINS, 2000).

**2.5.1 Consumo de agua.** MILLAR (1976), citado por BILLIARD (1990), en el manejo del agua y en la formulación de proyectos de riego, los requerimientos de agua de los cultivos se calculan en base a la evapotranspiración.

Para estimar la cantidad de agua que requiere un cultivo y la frecuencia con que se debe regar, es fundamental determinar cuánta agua consume el cultivo. Como no se puede determinar directamente la cantidad de agua que entra a la planta, se utiliza la evapotranspiración (EVT), que se refiere a la cantidad de agua que la planta transpira y evapora, vale decir, la cantidad de agua que sale de la planta y que está directamente relacionada con factores climáticos (AVILES, 2003).

**2.5.2 Tasa y frecuencia de riego.** La tasa de riego considera la demanda de agua de la estructura de cultivo por sobre sus necesidades netas e incluye, por lo tanto, los excedentes asociados a la ineficiencia propia de las tecnologías de riego a nivel de potrero. Las necesidades netas de los cultivos corresponden a la evapotranspiración real, ajustada por los aportes de las precipitaciones que quedan almacenados en el suelo y en la zona radicular de los cultivos (precipitación efectiva). Con las tasas de riego estimadas, se puede determinar el volumen total de agua requerida por los cultivos en el área, a nivel de predios (CHILE, MINISTERIO DE PLANIFICACION Y COOPERACION, 2007).

Aspectos relevantes en la determinación de la frecuencia de riego, son el criterio de riego, profundidad efectiva de raíces y cantidad de agua que los cultivos requieren, para los cuales existen tablas diseñadas (JARA *et al.*, 1998).

Según BLAIKIE y MARTIN (1987), citados por BETHUNE y WANG (2004), la optimización de la frecuencia de riego es una opción disponible para mejorar la utilización del riego y reducir el drenaje profundo. En Victoria del Norte, se recomienda que la irrigación sea programada cuando la evaporación acumulada menos la precipitación desde el último riego (E - R) excede 50 mm. Esta recomendación está basada en la acción de maximizar el crecimiento de pasto y no considera el empleo de agua o aspectos de drenaje.

La frecuencia del riego tiene importancia en la composición botánica de las mezclas. Se pueden encontrar (desarrollar) mezclas desbalanceadas por un mal manejo del riego (CUEVAS, 1980).

**2.5.3 Riego por aspersión.** Consiste en aplicar el agua al suelo simulando una lluvia. Este efecto es conseguido gracias a la presión con que fluye el agua dentro de un sistema de tuberías y es expulsada al exterior a través de las boquillas de un aspersor (PERALTA *et al.*, 2001). Con este método de riego no es necesario nivelar el suelo, y se puede regar un potrero recién sembrado sin causar problemas de erosión o de corrimiento de las semillas, si se usa la presión y el aspersor adecuado (VARAS *et al.*, 1991).

## **2.6 Espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS).**

Según ALOMAR y FUCHSLOCHER (1998), FAUGHEY y SHARMA (2000), citados por CUEVAS (2005), la técnica NIRS es una ciencia combinada alternativa a los métodos tradicionales para análisis químicos que, dentro de sus aplicaciones, permite determinar la composición nutricional de distintos forrajes.

SHENK (1981), indica que los forrajes y concentrados químicamente son muy variables y complejos y que NIRS tiene la capacidad de predecir los valores químicos o nutricionales de estas sustancias con un razonable grado de precisión.

Según GIVENS *et al.*, 1997, ALOMAR y FUCHSLOCHER, 1998, citados por FLORES, (2000), la determinación de calidad nutricional por métodos convencionales adolece frecuentemente de imprecisiones y lentitud, que limitan su uso masivo. La espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS), se basa en que la concentración de ciertos enlaces moleculares deja una "huella" espectral, a través de la interacción de estos grupos químicos (absorción) con la energía radiante en esta porción del espectro. Con esta técnica se pueden hacer predicciones múltiples, rápidas y precisas en muchos campos de aplicación incluyendo el de los forrajes.

### 3 MATERIAL Y METODO

#### 3.1 Descripción del área experimental.

En lo que sigue, se describen aspectos del área experimental.

**3.1.1 Ubicación y duración del ensayo.** El ensayo se realizó en el Fundo El Laurel Bajo, comuna de La Unión, provincia del Ranco, Región de los Ríos, ubicado a 2.5 km al suroeste de la ciudad de La Unión por el camino a Trumao, Latitud 40° 18' 42.78'' S Longitud 73° 5' 58.61''W.

El periodo de ensayo abarcó desde el 1 de noviembre de 2006 hasta el 1 de abril de 2007.

**3.1.2 Suelo.** El suelo usado correspondió a la Serie Cudico. Este fue formado a partir de cenizas volcánicas pleistocénicas puras o mezcladas con otros materiales de desgaste de la Cordillera de la Costa, sedimentados sobre antiguas morrenas glaciales y/o sobre rocas metamórficas del basamento de la Cordillera de la Costa. Es moderadamente profundo a profundo, de textura franco arcillosa a arcillosa y bien estructurado. El suelo presenta menor profundidad en las cumbres y laderas altas; la profundidad aumenta en las laderas, especialmente hacia su base cuando esta es cóncava, pero disminuye nuevamente en planos bajos y/o de drenaje natural. Las limitantes que más frecuentemente pueden aparecer son: la profundidad arraigable, de gran variación, y el drenaje interno restringido en el subsuelo; con frecuencia presentan una estructura cerrada y una moderada capacidad de agua aprovechable; acidez y deficiencias de fósforo, potasio y boro; nitrógeno y azufre también son limitantes en terrenos erosionados (GELDRES y SCHLATTER, 2004).

En el Cuadro 1 se presentan las características de fertilidad del suelo usado para el presente estudio.

**CUADRO 1 Análisis de fertilidad del suelo usado para el estudio.**

pH en agua (1:2.5)		= 5.6
pH CaCl <sub>2</sub> (1:2.5) 0.01M		= 4.9
MATERIA ORGANICA	(%)	= 6.1
N-Mineral (N-NO <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> )	(mg/kg)	= 11.9
FOSFORO APROVECHABLE	(mg/kg)	= 7.3
POTASIO INTERCAMBIABLE	(mg/kg)	= 250
SODIO INTERCAMBIABLE	(cmol+/kg)	= 0.11
CALCIO INTERCAMBIABLE	(cmol+/kg)	= 5.90
MAGNESIO INTERCAMBIABLE	(cmol+/kg)	= 1.67
SUMA DE BASES INTERCAMBIABLE	(cmol+/kg)	= 8.32
ALUMINIO INTERCAMBIABLE	(cmol+/kg)	= 0.25
CICE	(cmol+/kg)	8.57
SATURACION DE ALUMINIO	(%)	= 2.9
AZUFRE DISPONIBLE	(cmol+/kg)	= 3.8

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos, Universidad Austral de Chile (2007).

**3.1.3 Clima.** El clima de la Región de los Ríos se caracteriza por ser templado lluvioso con influencia mediterránea, que se extiende aproximadamente hasta la Latitud 42°20', alcanzando el tercio superior de la Isla Grande de Chiloé y su extensión hacia el territorio continental. El aumento de las precipitaciones es el principal factor, que define un clima lluvioso para la Región. Los totales anuales de agua caída son superiores a 1.300 mm y sobrepasan los 2.200 mm en algunos sectores específicos (Panguipulli, Corral), aunque el período más lluvioso continúa siendo el de mayo a agosto.

La temperatura media sólo alcanza a 11° C, lo que ya no corresponde a los climas cálidos. La homogeneidad del relieve, también produce valores reducidos en las amplitudes térmicas, así como similitud en las características térmicas generales de la Región. La amplitud térmica anual es casi idéntica en Valdivia y Osorno (8.8° y 8.7° respectivamente) a pesar que la distancia a la costa desde ambas localidades es muy

diferente. También es similar la amplitud térmica diaria, del orden de 11° C; en cambio en Puerto Montt sólo alcanza a 8.5° C, por cuanto sus temperaturas están moderadas por el seno del Reloncaví. (DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE, 2006)

3.1.3.1 Registros climáticos: precipitaciones y evaporación. Mediante un pluviómetro artesanal y una bandeja de evaporación artesanal se registraron las precipitaciones y los montos de evaporación en el mismo lugar y durante el período que duró el estudio, respectivamente. La bandeja de evaporación era de material plástico, color blanco, de forma cilíndrica y de las siguientes dimensiones: diámetro 50 cm, altura 40 cm, altura sobre el suelo 50 cm. Se le aplicaron 2-3 gotas de cloro al agua periódicamente. El registro de evaporación fue diario. Por otra parte, la superficie de captación del pluviómetro fue de 151,67 cm<sup>2</sup> y los registros se realizaron después de producido un evento. El horario de todas las mediciones fue a las 20:00 horas.

**3.1.4 Pradera.** Para el estudio se utilizó una pradera artificial, la cual correspondió a una mezcla de ballica anual y bianual, específicamente las variedades Tama y Belinda respectivamente, las cuales se sembraron a fines de Agosto de 2006 con cultivo previo. Tama es una ballica tetraploide de alto vigor de plántulas y rápido establecimiento. Dadas sus altas tasas de crecimiento invernal, se le utiliza comúnmente como suplemento alimenticio durante esa época del año. Además, posee un elevado valor nutritivo, alta digestibilidad y palatabilidad para el ganado. Su hábito de crecimiento erecto la hace apta para ser conservada como ensilaje o heno. Belinda corresponde a una ballica híbrida, la cual es obtenida mediante el cruzamiento entre una ballica perenne y una anual o bianual; además es tetraploide, por lo cual posee dos pares de cromosomas ( $4n = 28$ ), obtenidos por manipulación genética. La principal característica de estas ballicas tetraploides, es que presenta un mayor tamaño de semilla y de hoja que las diploides. Al poseer un hábito de crecimiento más erecto, presentan un menor número de grandes macollos con un mayor contenido de carbohidratos solubles, lo cual las hace más aptas para el corte y conservación que las diploides, que presentan un hábito de crecimiento más apto para el pastoreo.



### **3.2 Descripción del ensayo.**

A continuación se describen las características del presente estudio.

**3.2.1 Actividades previas al ensayo.** Se escogió un sector del potrero con una buena homogeneidad de la pradera, delimitándose el área experimental y se demarcaron las parcelas con estacas de 50 cm.

**3.2.2 Tamaño de las parcelas.** Las dimensiones de las parcelas fueron de 3 x 2 (6m<sup>2</sup>).

**3.2.3 Fertilización.** La pradera en su establecimiento (Agosto, 2006) se fertilizó con 250 kg/ha de superfosfato triple, 50 kg/ha de muriato de potasio, 50 kg/ha de sulphomag y 35 kg/ha de semilla (15 kg Tama, 20 kg Belinda), todo lo cual fue incorporado en la siembra. A la emergencia con 2 hojas se aplicaron 200 kg/ha de urea.

Por otra parte, el estudio contempló variar las dosis de nitrógeno, para lo cual se completaron dosis de 150 y 250 kg de N/ha en 8 parcelas respectivas y aplicables en 3 parcialidades (noviembre, diciembre y enero). Además, se aplicaron 50 unidades más de N en marzo, para evitar una clorosis de las plantas por el estrés de rebrote de otoño.

**3.2.4 Riego.** El estudio contempló tratamientos con y sin riego. El tratamiento sin riego sólo recibió los aportes naturales de agua y constituyó el testigo del estudio.

Para los tratamientos regados, se simuló un riego por aspersión mediante el uso de un sistema manual. Se aplicó un volumen controlado de agua uniformemente sobre la superficie de la parcela, cuidando que esta no escurra a parcelas vecinas.

**3.2.4.1 Tasa de riego.** Consistió en 30 mm de altura de agua. Esto equivale a un volumen de 180 L/ parcela. El sistema de riego consistió en un estanque de 5000 L conectado a una motobomba (para mantener un caudal constante), mediante una manguera de jardín provista de un rociador. La distribución del agua fue homogénea en los 6 m<sup>2</sup> de cada parcela de riego. A este sistema de riego se le conocía y chequeaba

periódicamente su caudal. El volumen de 180 L de agua se aplicó mediante el control de tiempo de riego.

3.2.4.2 Frecuencia de riego. Para esta evaluación se utilizó la información que proporcionó una bandeja de evaporación, la cual se instaló al lado del ensayo. El riego utilizó como criterio la aplicación de una tasa de riego de 30 mm, cada vez que esta fue equivalente al 80% del consumo de la bandeja de evaporación. Esto significa que debieron evaporarse efectivamente 37,5 mm desde la bandeja para repetir el riego. Una lluvia atrasa el riego en la medida que lograban evaporarse efectivamente los 37,5 mm desde la bandeja.

**3.2.5 Cortes de la pradera.** El corte inicial de homogenización se realizó el 1 de noviembre de 2006, mediante una orilladora, dejando un residuo de 5 cm. Los cortes posteriores de las parcelas se realizaron con tijera, para lo cual se disponía de un marco de madera de 5 cm de altura y un área interior de 2 m<sup>2</sup>, para así evitar la influencia de posibles traslapes del agua de riego de una parcela a otra.

**3.2.6 Control fitosanitario.** Se realizó una aplicación con 0.7 L de MCPA y 30 cc de Silwet, en octubre, específicamente para el control de malezas de hoja ancha.

**3.2.7 Variables evaluadas.** Se evaluó la producción de materia seca y calidad de forraje (esta última se detalla en el capítulo 3.2.7.2). Complementariamente, se registraron las precipitaciones con pluviómetro y los montos de evaporación desde una bandeja en el mismo lugar del estudio.

3.2.7.1 Producción. Para medir la producción se realizaron cortes frecuentes cada 15 días, simulando la acción de pastoreo y cortes menos frecuentes cada 45 días, simulando una operación de conservación de forraje. Los cortes correspondieron a 2 m<sup>2</sup> de los 6 m<sup>2</sup> de cada parcela y se pesaron en verde, para obtener así la producción de materia verde.

Luego se sacaron sub-muestras, que fueron secadas en horno a 60 °C durante 48 horas, para determinar el porcentaje y producción de materia seca.

3.2.7.2 Calidad del forraje. Para establecer este parámetro, se efectuaron análisis en laboratorio, mediante espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS). Para esto se tomó una sub-muestra por parcela, en proporción a los aportes que realizó cada uno de sus cortes. Los componentes más relevantes obtenidos en laboratorio fueron: porcentaje de materia seca (MS), energía metabolizable (EM), proteína bruta (PB), fibra de detergente neutro (FDN), fibra de detergente ácido (FDA), cenizas totales (CT), proteína soluble (PS) y carbohidratos solubles (CHSO). Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.

**3.2.8 Diseño experimental y análisis estadístico.** El estudio se basó en un diseño factorial de 3 factores (2 x 2 x 2). El primer factor fue el riego (con 2 niveles: con y sin), el segundo factor fue la fertilización (con 2 niveles: 150 kg de N y 250 kg de N) y el tercer factor fue el corte frecuente (15 días) y menos frecuente (45 días), (Cuadro 2 y Figura 1).

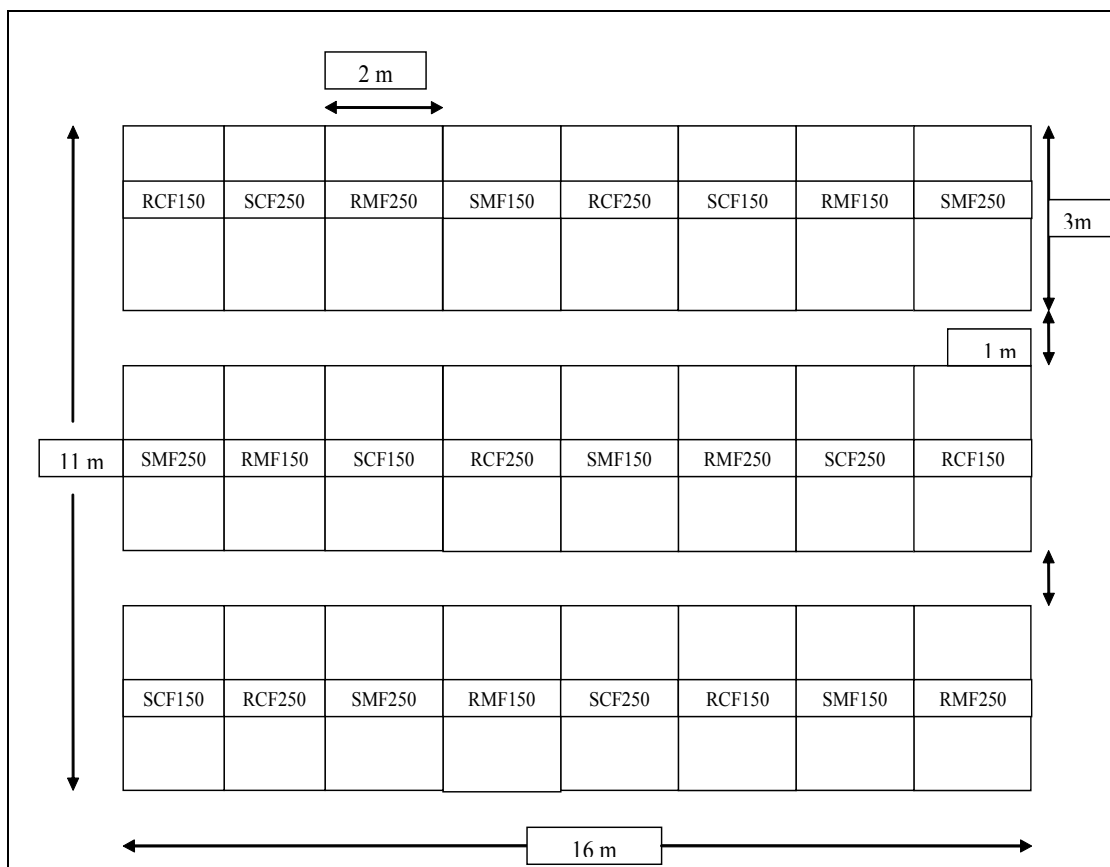
**CUADRO 2. Tratamientos utilizados en el estudio.**

T1 = Riego – corte frecuente - 150 kg N	(R-CF-150).
T2 = Riego – corte menos frecuente - 150 kg N	(R-CMF-150).
T3 = Riego – corte frecuente - 250 kg N	(R-CF-250).
T4 = Riego – corte menos frecuente - 250 kg N	(R-CMF-250).
T5= Sin riego - corte frecuente - 150 kg N	(S-CF-150).
T6 = Sin riego – corte menos frecuente - 150 kg N	(S-CMF-150).
T7 = Sin riego - corte frecuente - 250 kg N	(S-CF-250).
T8 = Sin riego – corte menos frecuente - 250 kg N	(S-CMF-250).

CF = corte frecuente, con intervalos de 15 días (simulación de pastoreo).

CMF = corte menos frecuente, con intervalos de 45 días (simulación de ensilaje).

Los resultados del estudio se sometieron a un Análisis de Varianza (Andeva). Cuando existió significancia, se aplicó además el Test de Duncan.



**FIGURA 1** Diseño del experimento.

## 4 PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

### 4.1 Análisis de las condiciones climáticas del período del ensayo.

A continuación se analizan las condiciones climáticas del período del ensayo, para lo cual se consultaron los registros de la Cooperativa Agrícola y Lechera de La Unión (COLUN), distante a 3 km del lugar del ensayo, además de los recopilados en el mismo sitio.

**4.1.1 Precipitaciones.** En el Cuadro 3 se observa que la pluviometría caída en el sitio del ensayo fue menor en todo el periodo del estudio exceptuando el mes de diciembre, con respecto a la normal registrada por COLUN (Promedio de 62 años).

**CUADRO 3 Pluviometría registrada en COLUN (media de 62 años) y pluviometría registrada en el lugar del ensayo (mm).**

MES	COLUN Promedio 62 años (mm)	Precipitaciones ensayo 2006/07 (mm)
Noviembre 06	48,5	26,8
Diciembre 06	42,3	81,6
Enero 07	39,8	21,7
Febrero 07	35,5	27,4
Marzo 07	49,9	43,8

Fuente: Registros COLUN, La Unión.

**4.1.2 Evaporación.** En el Cuadro 4 se presentan los valores de evaporación medidos en el lugar del ensayo y los valores promedio de 31 años registrados en el INIA Remehue, distante a 20 km del sitio del ensayo, además de los aportes de las precipitaciones, junto con el agua de riego.

**CUADRO 4 Registros de evaporación y de agua recibida (lluvia + riego).**

<b>MES</b>	<b>Evaporación INIA Remehue 31 años (mm)</b>	<b>Evaporación Ensayo (mm) (1)</b>	<b>Lluvia + riego (mm) (2)</b>	<b>BALANCE (mm) (2-1)</b>
Noviembre 06	107,5	81	56,8	- 24,2
Diciembre 06	142,7	99	111,6	+ 12,6
Enero 07	157,0	113	141,7	+ 28,7
Febrero 07	127,7	80	117,4	+ 37,4
Marzo 07	86,8	76	103,8	+ 27,8
<b>TOTALES</b>	621,7	449	531,3	+ 82,3

En el Cuadro 4 se puede observar que entre los meses de diciembre y marzo se produjo un balance positivo de agua al incluir las aguas lluvias y los riegos aplicados. El único mes que produjo un balance negativo fue noviembre (- 24,2 mm).

Además, considerando los datos de INIA, es posible observar que la evaporación durante los meses del ensayo fue menor que los correspondientes valores promedio. Esto conlleva a una menor pérdida de agua del suelo, lo que favoreció a las ballicas.

**4.1.3 Balance hídrico.** En el Cuadro 5 se puede apreciar que los meses de mayor déficit de precipitaciones en relación a valores promedio fueron noviembre y enero, persistiendo este déficit en menor medida en los meses siguientes hasta el final del ensayo.

**CUADRO 5 Balance de precipitaciones en el sitio del ensayo.**

<b>MES</b>	<b>COLUN*</b> <b>Promedio 62 años</b> <b>(mm)</b>	<b>Precipitaciones</b> <b>ensayo 2006/07</b> <b>(mm)</b>	<b>BALANCE</b> <b>(mm)</b>
Noviembre 06	48,5	26,8	-21,7
Diciembre 06	42,3	81,6	+39,30
Enero 07	39,8	21,7	-18,1
Febrero 07	35,5	27,4	-8,1
Marzo 07	49,9	43,8	-6,1
<b>Total Periodo</b>	<b>216</b>	<b>201,3</b>	<b>-14,7</b>

\*Fuente: Registros COLUN, La Unión.

El balance total de la temporada de ensayo relativo a una situación promedio fue de -14,7 mm. El balance acumulado durante enero, febrero y marzo (-32,3 mm), puede haber influido en los rendimientos de los tratamientos de secano.

Al incluir el riego a los aportes naturales, se obtiene un total de 531,3 mm en la temporada, que comparado al promedio histórico (216 mm) arroja un superávit de + 315,3 mm (Cuadro 6).

Este superávit de agua, junto con la baja evaporación de la temporada y las variedades de ballicas utilizadas, llevan a obtener mayores producciones de materia verde y seca en un corto periodo de tiempo, las cuales se analizarán más adelante.

**CUADRO 6 Balance de agua de lluvia en el ensayo, incluyendo el aporte del riego.**

<b>MES</b>	<b>COLUN Promedio 62 años (mm) (1)</b>	<b>Precipitaciones ensayo 2006/07 (mm) (2)</b>	<b>Riego aplicado al ensayo (mm) (3)</b>	<b>Lluvia + riego (mm) (2+3)</b>	<b>BALANCE (mm) (2+3-1)</b>
Noviembre 06	48,5	26,8	30	56,8	+8,3
Diciembre 06	42,3	81,6	30	111,6	+69,3
Enero 07	39,8	21,7	120	141,7	+ 101,9
Febrero 07	35,5	27,4	90	117,4	+ 81,9
Marzo 07	49,9	43,8	60	103,8	+ 53,9
<b>Total</b>	<b>216</b>	<b>201,3</b>	<b>330</b>	<b>531,3</b>	<b>+ 315,3</b>

#### **4.2 Frecuencia de riego.**

En el Cuadro 7 se presentan las frecuencias de riego que resultaron en el presente estudio. Las frecuencias de riego fueron idénticas en los meses de noviembre y diciembre, ya que las precipitaciones en esos meses estuvieron bien distribuidas en el tiempo y solo permitió un riego en cada mes. Durante enero, las lluvias fueron menos intensas y más intermitentes, por lo cual la necesidad del riego fue la máxima. Luego, en febrero y marzo, ésta fue disminuyendo paulatinamente.



**CUADRO 7 Frecuencia de riego para los diferentes tratamientos.**

	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>
N° Riegos	1	1	4	3	2
N° Días/ Mes	30	31	31	28	31
Frecuencia de Riego	30	31	7,8	9,33	15,5

**4.3 Producción de materia seca (MS).**

Al observar las producciones de cada tratamiento durante el período de ensayo, el análisis de varianza para el Total kg MS/Ha, indica que los factores riego, fertilización y frecuencia de corte, resultaron ser significativo al 99% de confianza ( $p < 0,01$ ), es decir, los promedios dentro de riego, fertilización y frecuencia de corte fueron distintos.

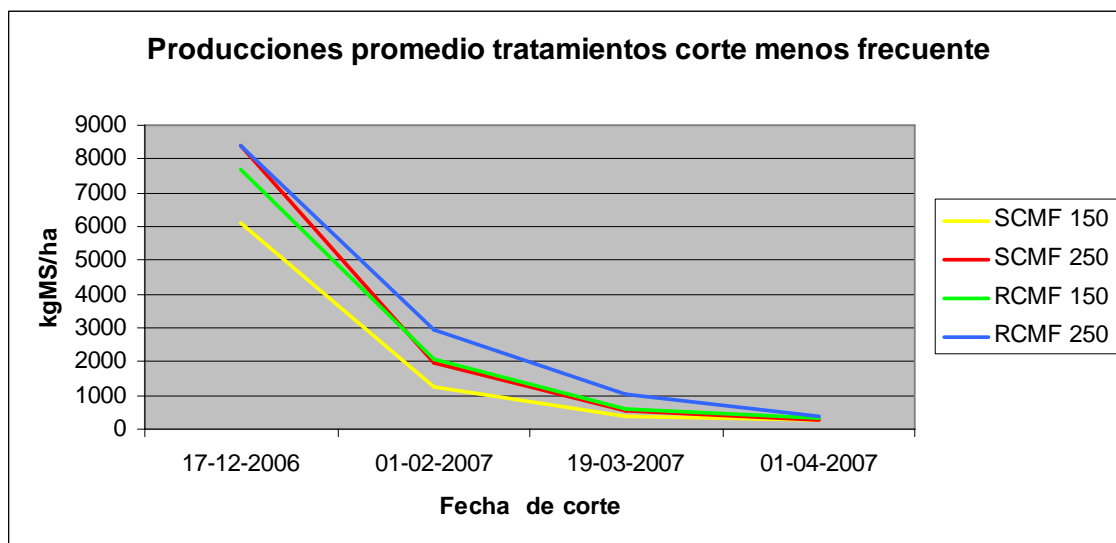
**Cuadro 8 Producción promedio de materia seca total de los tratamientos durante el periodo de ensayo (01/11/06 al 01/04/07).**

<b>Tratamiento</b>	<b>Producción promedio (kg MS/ha)</b>
SCF 150	<b>2.906 f</b>
SCF 250	<b>3.559 ef</b>
RCF 150	<b>4.671 de</b>
RCF 250	<b>5.394 d</b>
SCMF 150	<b>8.009 c</b>
SCMF 250	<b>11.205 b</b>
RCMF 150	<b>10.666 b</b>
RCMF 250	<b>12.735 a</b>

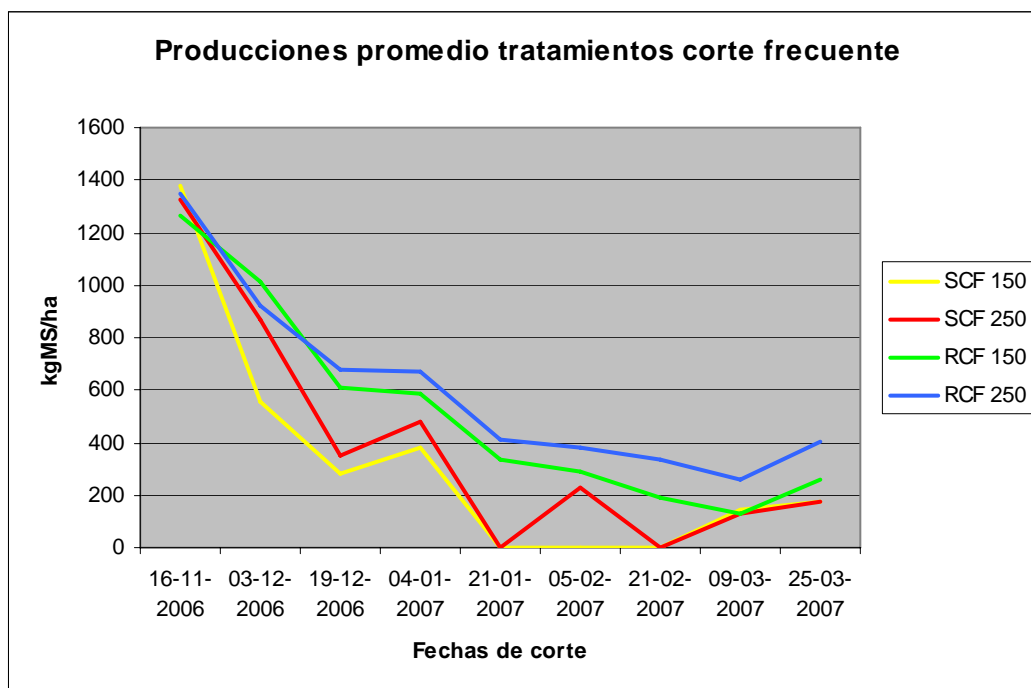
Nota: S = Sin riego, R = Con riego, CF= 15 días, CMF = 45 días, 150 kg de N y 250 kg de N

Del Cuadro 8 se puede observar que las producciones promedio para los cortes frecuentes (15 días) oscilan entre 2.906 - 5.394 kg MS/ha y los cortes menos frecuente (45 días) entre 8.009 – 12.735 kg MS/ha, siendo las mayores producciones, las que recibieron una mayor fertilización nitrogenada y riego.

En las parcelas regadas de corte menos frecuente, la producción de pasto fue decreciendo en forma paulatina durante el ensayo, no así las sin riego de corte frecuente cuyo decrecimiento fue mas irregular con bajas producciones y donde incluso se presentaron parcelas que no tuvieron corte en verano. En las parcelas de corte menos frecuente de secano, las dosis altas de nitrógeno suplió la carencia de agua. La situación anterior se presenta en las figuras 2 y 3.

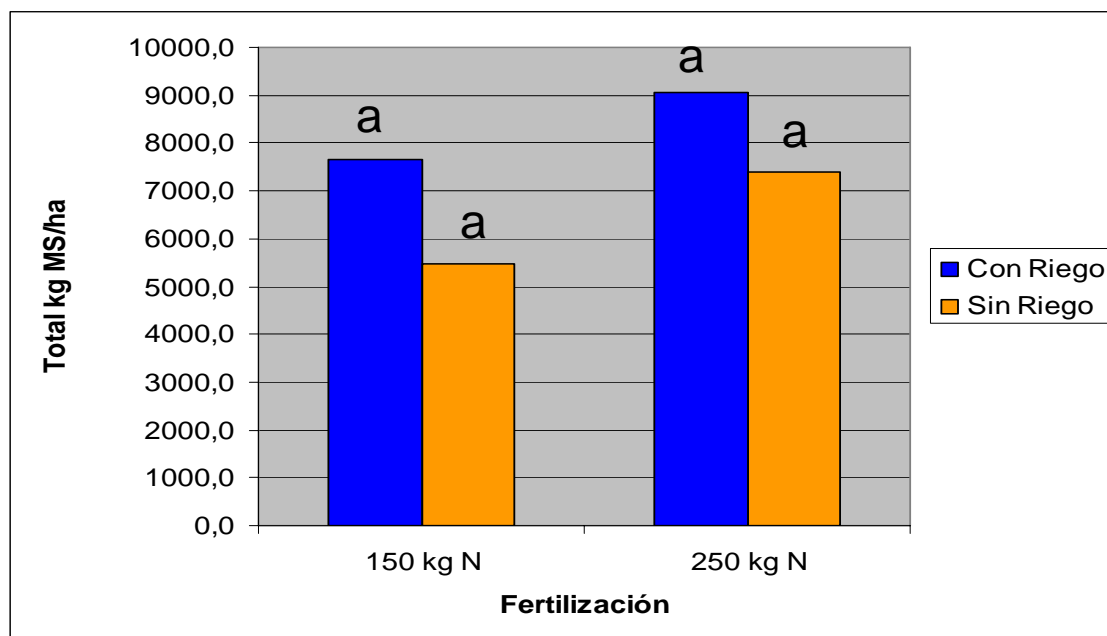


**FIGURA 2** Desarrollo de la producción de materia seca, de los tratamientos que incluyen cortes menos frecuentes.



**FIGURA 3** Desarrollo de la producción de materia seca, de los tratamientos que incluyen cortes frecuentes.

GREENWOOD *et al.*(2006), en Nueva Zelanda, señala que el aumento de la de producción debido a la utilización del riego es entre un 5 y 9 % de la producción anual, la cual se ve influenciada principalmente por la intensidad del estrés de la época estival.



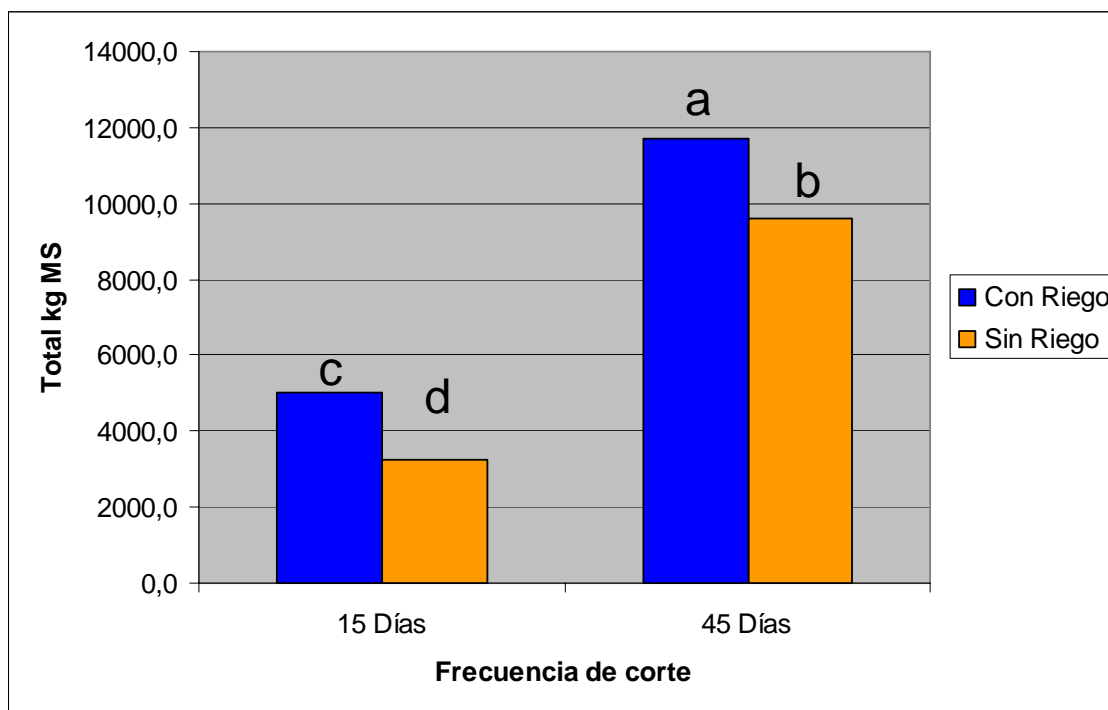
**FIGURA 4 Producción total tratamientos de riego y fertilización (kg MS/ha).**

De la Figura 4 y Cuadro 8 se observa que, las producciones de los tratamientos regados siempre fueron superiores a las de secano, pero no resultaron ser significativas, debido al bajo déficit hídrico de la temporada. De igual modo, se produjo un efecto a causa de las dosis de fertilización nitrogenada, que llevó a obtener mayores rendimientos, dependiendo de los diferentes tratamientos.

También se puede inferir que no existe interacción entre AB (riego y fertilización), AC (riego y frecuencia de corte), ACD (riego x fertilización x frecuencia de corte) al 95% de confianza ( $p > 0,05$ ) y existe interacción entre BC (fertilización y frecuencia de corte) al 99% de confianza ( $p < 0,01$ ) (ver Anexo 1). La ausencia de interacción entre los niveles de riego y fertilización es habitual en los estudios de esta naturaleza<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>NISSEN, J. Docente Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Comunicación personal, 2008.

La no interacción del nivel de riego en los tratamientos puede haber sido atribuida a las altas precipitaciones que recibieron las parcelas durante el ensayo, no superando un déficit hídrico de - 14,7 mm.

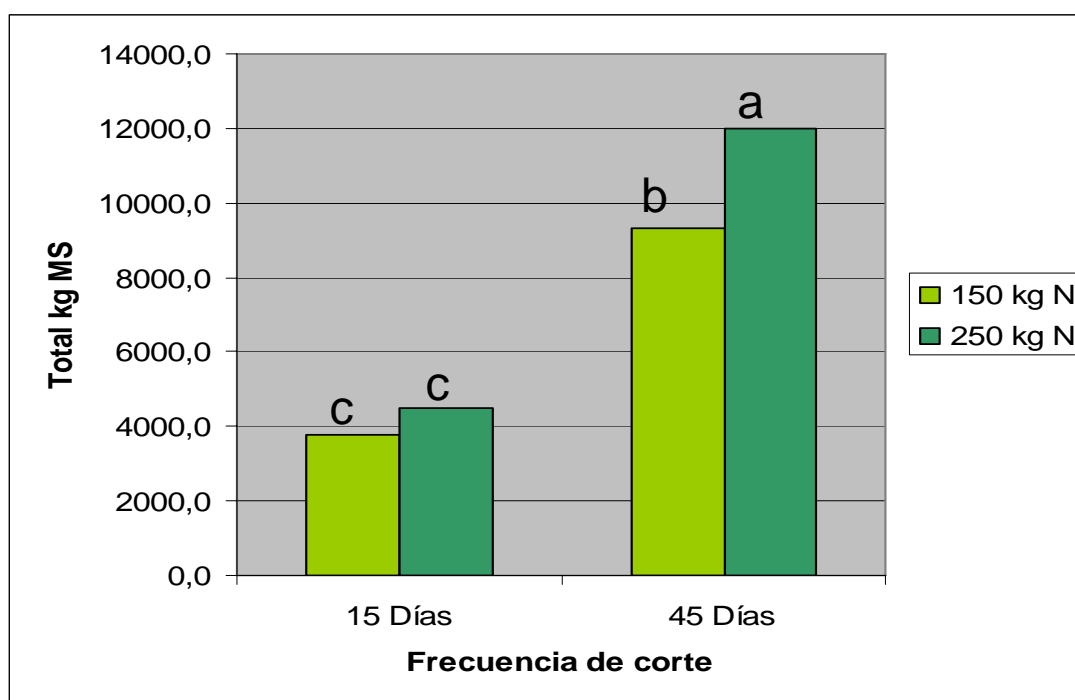


**FIGURA 5 Producción total tratamientos de riego y frecuencia de corte (kg MS/ha).**

De la Figura 5 se puede establecer que las parcelas regadas produjeron más que las sin riego. Además, se observaron diferencias significativas con respecto a las frecuencias de corte, obteniéndose las mayores producciones en los cortes menos frecuentes (45 días).

Según RIVEROS *et. al* (1994) en el Fundo Aromo, Llano Central, X Región (40° 53' Lat. S; 73° 6,5 Long. O), los diferentes regimenes hídricos tuvieron un efecto significativo sobre la tasa de acumulación de MS determinando producciones totales entre 8.000 y 12.100 kg MS/ ha.

En relación a la tasa de riego empleada (80% de la evaporación), al observar los cuadros 4 y 6, se puede concluir que ésta fue suficiente para los requerimientos de la pradera artificial, ya que la evaporación de la temporada evaluada fue menor que el monto total de agua aplicada.



**FIGURA 6 Producción total tratamientos de fertilización y frecuencia de corte (kg MS/ha).**

En la Figura 6 se puede observar que existe un aumento de producción con una mayor fertilización nitrogenada, siendo esta significativamente mayor en los cortes de 45 días. En los cortes cada 15 días no existió significancia.

Con respecto a la interacción entre la fertilización y la frecuencia de corte, esta puede estar influenciada en gran medida por la parcialización del nitrógeno entregado a cada parcela, lo cual nos produce un mejor aprovechamiento del nutriente por parte de la planta.

En términos absolutos, el mejor rendimiento promedio de pasto se obtuvo aplicando riego, corte menos frecuente y 250 kg de N/ha, con 12.735 kg de Materia Seca/ha, evaluando la producción durante 5 meses (noviembre a marzo). La producción de los meses anteriores al inicio del estudio se midió aparte.

En relación a lo señalado en el párrafo anterior, es posible indicar que la producción de pasto entre los meses de septiembre y fines de octubre (antes del corte de homogenización) fue de 1.276 kg/ha de Materia Seca y 5.798 kg/ha de Materia Verde. Considerando esta producción inicial y anterior al período de ensayo, el mejor rendimiento del período estacional (septiembre 2006 – marzo 2007) corresponde al mismo tratamiento Corte Menos Frecuente con Riego y 250 kg de N/ha, con 14.011 kg/ha de Materia Seca.

Analizando los datos correspondientes a la producción por corte (ver Anexo 2 y 3), es posible observar, que en las parcelas regadas de corte frecuente la producción de pasto fue continua durante el ensayo, no así las sin riego de corte frecuente, en que no existió continuidad. Las parcelas de corte menos frecuente presentaron continuidad en su producción, independiente del riego.

#### **4.4 Calidad de forraje**

A continuación se compararán los parámetros de calidad de forraje, obtenidos de las submuestras de los cortes realizados en cada tratamiento, efectuados en el laboratorio de Nutrición Animal del Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, mediante espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS). Las variables que están en % se transformaron a  $\text{ArcoSeno}\sqrt{\%}$  para normalizarlas. En el Cuadro 9 se presenta un resumen con los valores promedio de los diferentes parámetros de calidad de forraje estudiados.

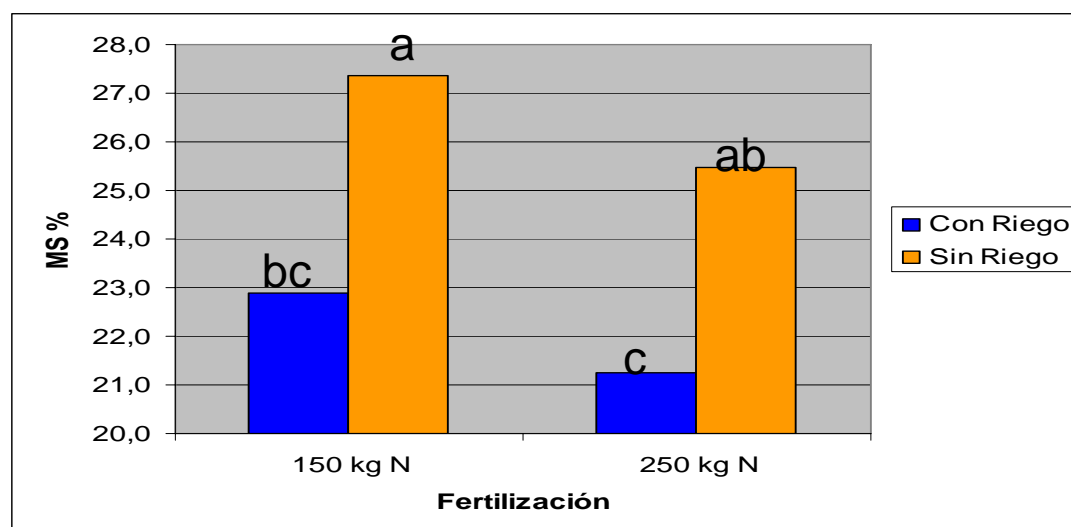
**Cuadro 9 Valores promedio para parámetros de calidad de forraje del ensayo.**

Tratamiento	MS (%)	CT (%)	PB (%)	EM (Mcal/kg)	FDN (%)	FDA (%)	CHSO (g/kg)	PS (%)
SCF 150	25,00	12,00	19,85	2,70	34,97	25,31	127,79	10,49
RCF 150	20,92	11,15	20,18	2,73	32,23	24,43	115,21	10,58
SCF 250	23,18	10,95	21,23	2,71	34,11	24,84	116,98	11,59
RCF 250	19,79	11,14	21,29	2,72	31,80	24,37	110,69	10,95
SCMF 150	29,73	7,97	12,31	2,62	47,75	31,48	117,57	6,70
RCMF 150	24,86	9,22	12,23	2,64	47,14	31,35	118,98	6,20
SCMF 250	27,79	7,88	14,45	2,63	45,73	31,08	106,54	7,75
RCMF 250	22,73	8,78	14,99	2,71	46,03	31,55	97,25	8,20

Nota: MS= Materia seca, CT= Cenizas totales, PB= Proteína bruta, EM= Energía metabolizable, FDN=Fibra detergente neutro, FDA= Fibra detergente ácido, CHSO= Carbohidratos solubles, PS= Proteína soluble. S= Sin riego, R= Con riego, CF= 15 días, CMF = 45 días, 150 kg de N y 250 kg de N

**4.4.1 Porcentaje de materia seca (MS %).** El análisis de varianza (ver Anexo 4), indica que los factores riego y frecuencia de corte, resultaron significativos ( $p < 0,01$ ), es decir, los promedios dentro de riego y frecuencia de corte son distintos. Para el factor fertilización los promedios son distintos al 95% de confianza.

Del análisis se puede inferir que además no existe interacción entre los tres factores (riego, fertilización y frecuencia de corte) al 95% de confianza.

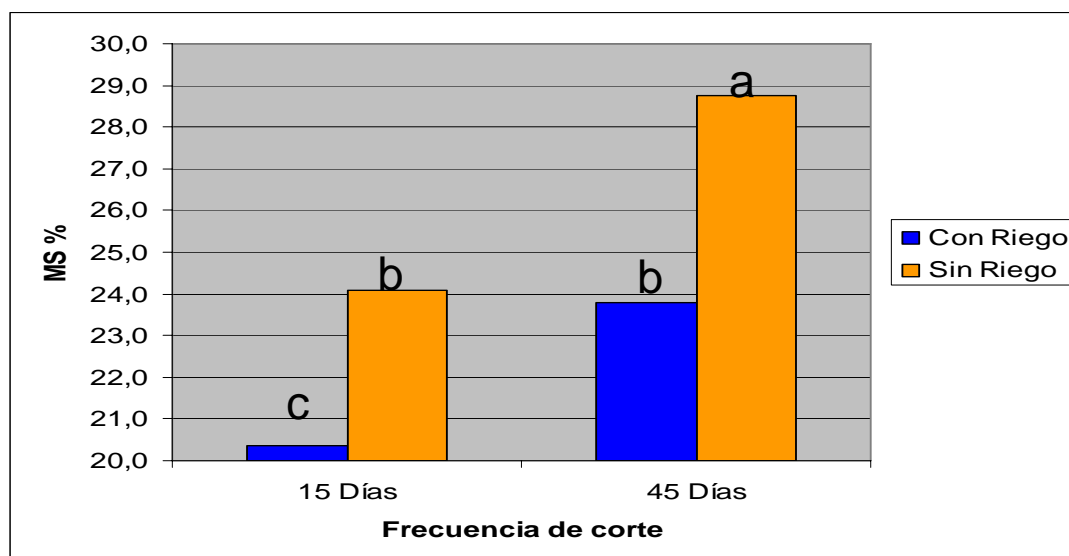




**FIGURA 7 Porcentaje de materia seca (MS) de los tratamientos de riego y fertilización de N.**

En la Figura 7 se puede observar que el riego disminuye el porcentaje de materia seca en ambos niveles de fertilización nitrogenada. Esto puede deberse a que la mayoría de las plantas se encontraban en estado de producción vegetativa, gracias a la mayor disponibilidad de agua presente en las parcelas.

La Figura 8 muestra que los cortes frecuentes (cada 15 días), junto con la utilización del riego, producen porcentajes de MS menores. En cambio, cortes menos frecuentes (cada 45 días) con riego producen niveles similares de %MS con respecto a los tratamientos sin riego de corte frecuente. Por otra parte, por el tipo de mezcla forrajera usada, también se presentaron plantas espigadas, las que incrementaron los niveles de fibra y los porcentajes de materia seca en los sistemas sin riego.

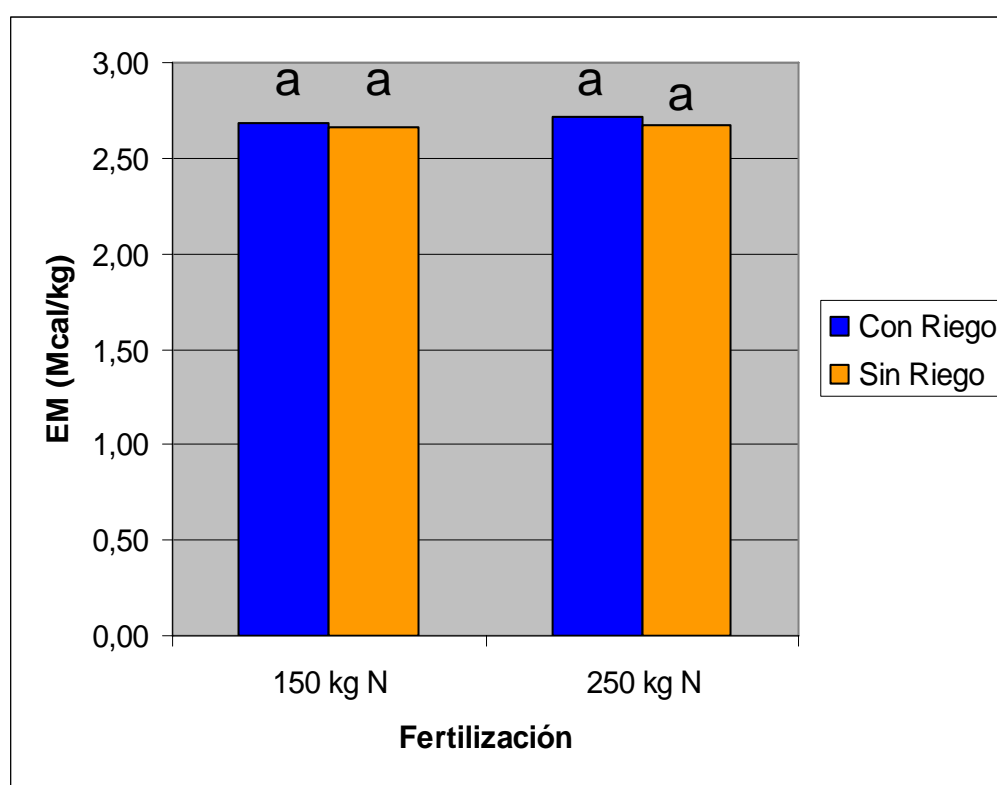


**FIGURA 8 Porcentaje de materia seca (MS) para los tratamientos de riego y frecuencia de corte.**

**4.4.2 Energía metabolizable (EM).** El análisis de varianza (Anexo 5) para EM indica que los factores riego y frecuencia de corte resultaron significativo y altamente

significativo, respectivamente, es decir, que los promedios dentro de riego y frecuencia de corte son distintos. De igual forma, el factor fertilización resultó ser no significativo a ( $p > 0,05$ ), indicando que los promedios en fertilización son iguales.

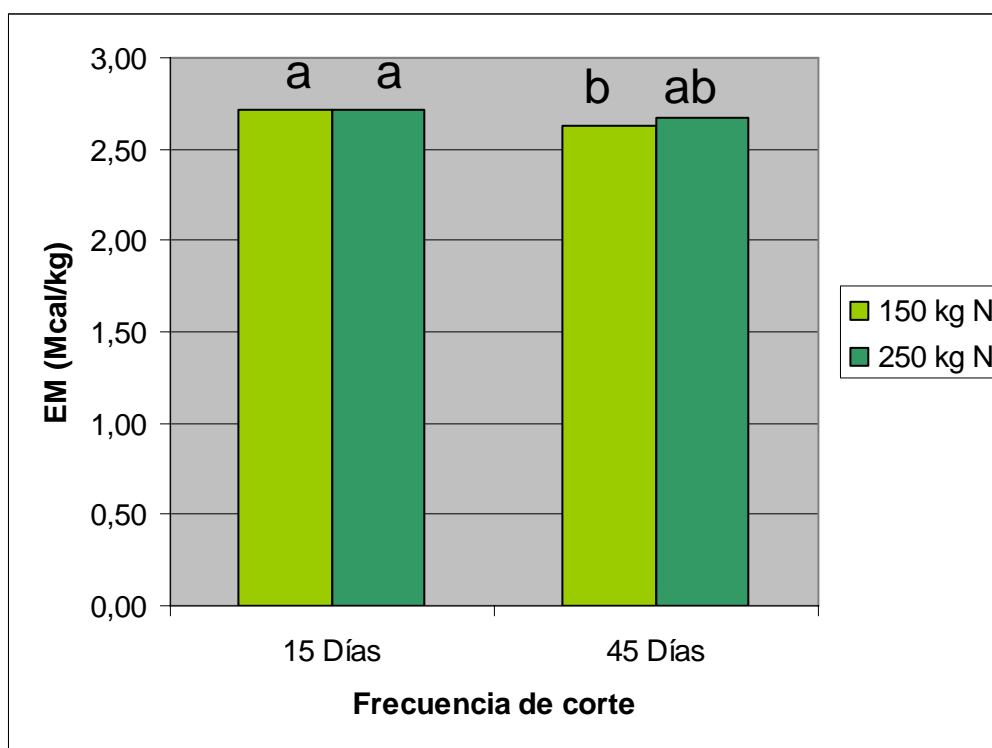
Por otra parte, no existió interacción entre: AB (riego y fertilización), AC (riego y frecuencia de corte), BC (fertilización y frecuencia de corte) y ACD (riego x fertilización x frecuencia de corte), ( $p > 0,05$ ).



**FIGURA 9** Energía metabolizable EM (Mcal/kg) de los tratamientos de riego y fertilización.

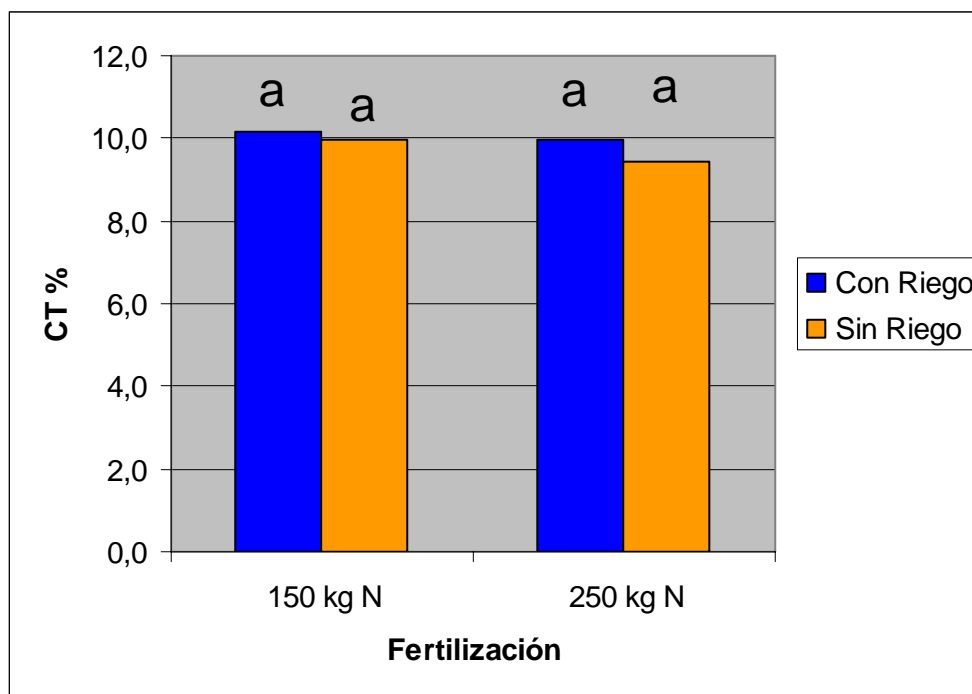
En la Figura 9 se observa que no hay diferencias significativas en el contenido de EM, para los tratamientos analizados. Por otra parte, la cantidad de nitrógeno no produjo diferencias en este factor.

En la Figura 10 se puede observar que existen diferencias en el contenido de EM en relación a la frecuencia de corte. Una menor frecuencia de corte produjo menores contenidos de EM. Además, cabe señalar que las dosis de fertilización nitrogenada no producen diferencias significativas en los niveles de EM.



**FIGURA 10** Energía metabolizable EM (Mcal/kg) de los tratamientos de fertilización y frecuencia de corte.

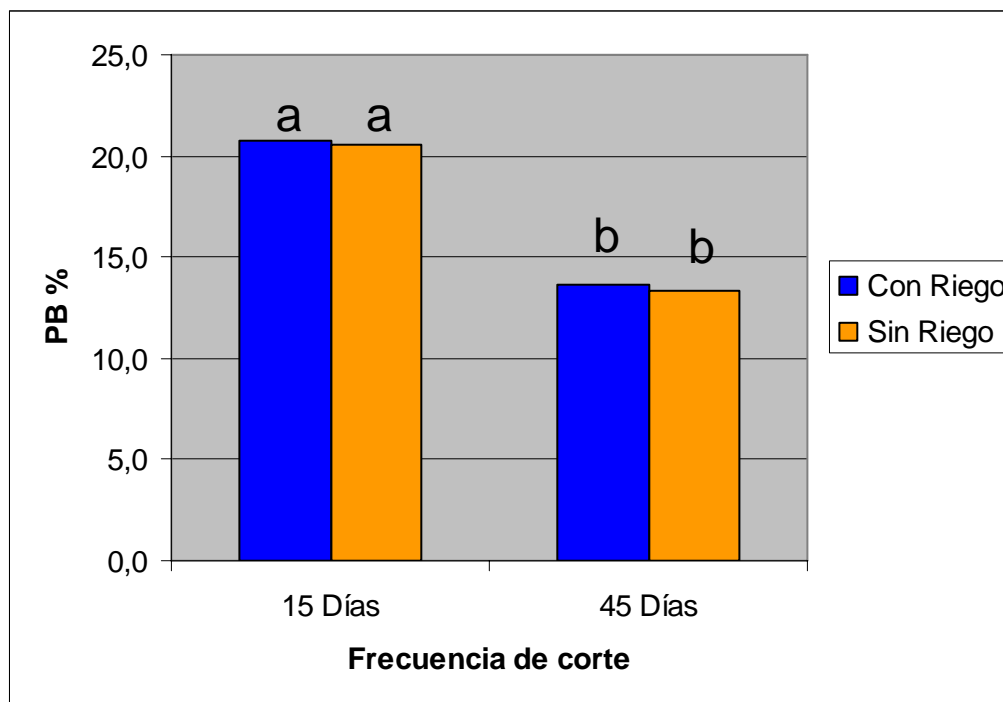
**4.4.3 Cenizas totales (CT %).** El análisis de varianza (ver Anexo 6), indica que los factores riego y fertilización resultaron ser no significativos ( $p > 0,05$ ), es decir, los promedios dentro de riego y fertilización son iguales. Para frecuencia de corte los promedios son distintos ( $p < 0,01$ ). Además, no existe interacción entre riego–fertilización (AB), fertilización–frecuencia de corte (BC) y riego–fertilización–frecuencia de corte (ABC) ( $p > 0,05$ ). Así mismo, existe interacción entre riego – frecuencia de corte (AC) ( $p < 0,01$ ).



**FIGURA 11** Porcentaje de cenizas totales (CT %) para tratamientos de riego y de fertilización.

En la Figura 11 se puede observar que la utilización de riego, independiente de la dosis de nitrógeno, no produce diferencias significativas en el porcentaje de cenizas totales.

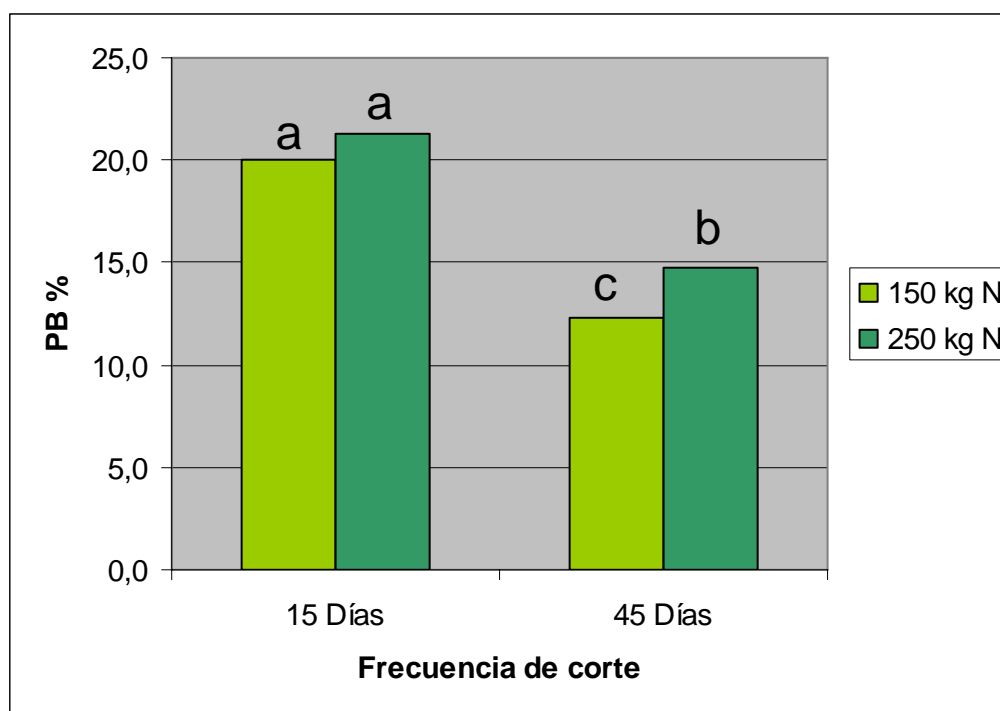
**4.4.4 Proteína bruta (PB %).** El análisis de varianza (ver Anexo 7), indica que el factor riego resultó ser no significativo al 95% de confianza, es decir, los promedios dentro de riego son iguales. No así para los factores de fertilización y frecuencia de corte, cuyos promedios resultaron distintos ( $p < 0,01$ ). Así mismo, se puede mencionar que no existe interacción entre ninguno de los tratamientos al 95% de confianza.



**FIGURA 12** Porcentaje de proteína bruta (PB %) para tratamientos de riego y frecuencia de corte.

De la Figura 12 se puede concluir que los niveles de proteína son significativamente menores en los tratamientos de corte menos frecuente (45 días) y que no existen diferencias entre tratamientos con riego respecto a los sin riego. Se puede destacar que los porcentajes de proteína de corte frecuente (15 días) son mayores, debido a que las plantas se encuentran con un menor nivel de desarrollo.

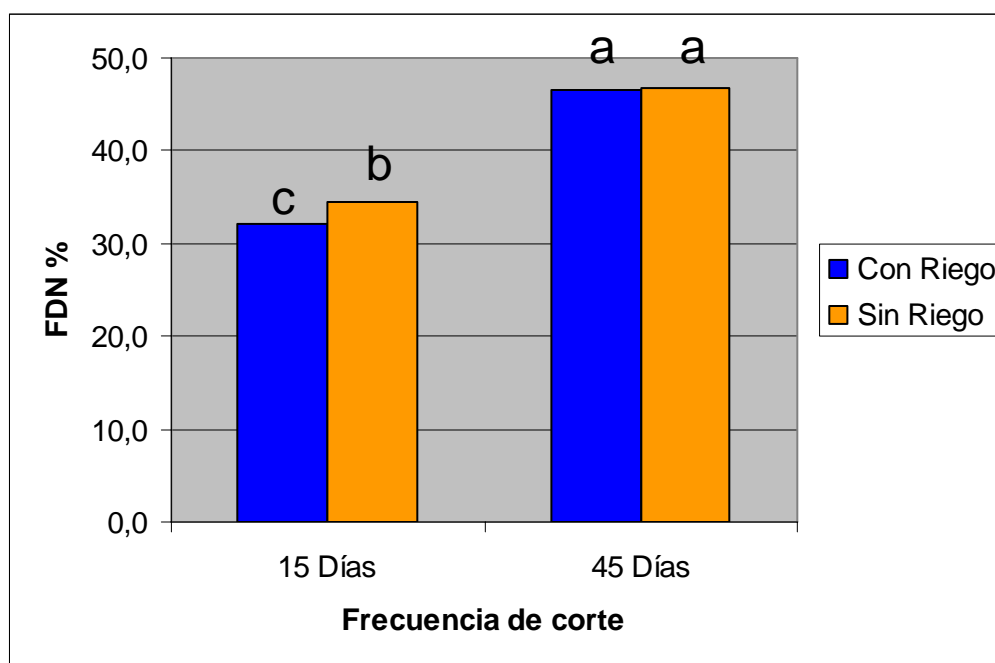
En la Figura 13 se observa que los contenidos de proteína bruta son mayores, pero no significativos con cortes frecuentes, e independiente de la dosis de fertilización nitrogenada. En cambio, en los cortes menos frecuentes los contenidos de proteína bruta son significativamente menores y dependientes a la dosis de fertilización, destacando mayores dosis de N con mejor nivel proteína, por cuanto las plantas presentan un mayor grado de madurez.



**FIGURA 13** Porcentaje de proteína bruta (PB %), según tratamientos de fertilización y frecuencia de corte.

**4.4.5 Fibra detergente neutro (FDN %).** El análisis de varianza (ver Anexo 8), indica que los factores riego y fertilización resultaron significativos ( $p < 0,05$ ) y para frecuencia de corte significativo ( $p < 0,01$ ), es decir, los promedios dentro de riego, fertilización y frecuencia de corte son distintos. No existe interacción entre AB, BC, ABC y existe interacción entre AC al 95% de confianza.

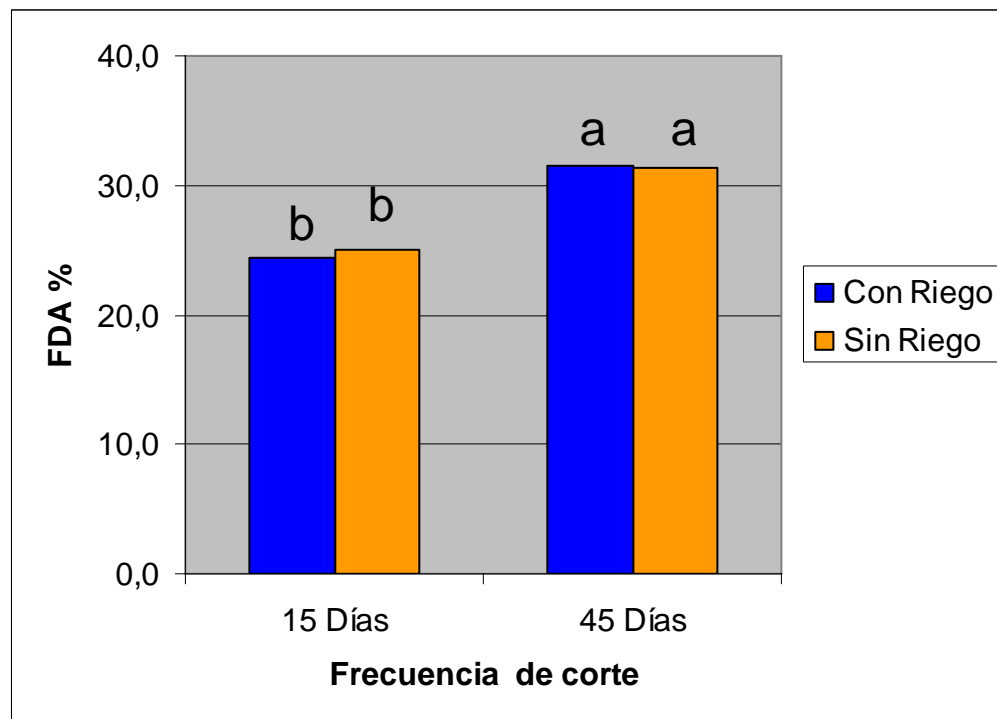
En la Figura 14 se puede apreciar que los niveles de fibra detergente neutro son mayores en los tratamientos de corte menos frecuentes, sin influir el factor riego. En cambio en los tratamientos de corte frecuente, existen diferencias significativas en el porcentaje de FDN, siendo mayor en el tratamiento sin riego. Esto se debe a que a mayor disponibilidad de agua y fertilizante (nitrógeno), las ballicas se encuentran menos fibrosas y así con un nivel de FDN más bajo, lo que favorece el consumo.



**FIGURA 14** Porcentaje de fibra detergente neutro (FDN%) para tratamientos de riego y frecuencia de corte.

**4.4.6 Fibra detergente ácido (FDA %).** El análisis de varianza (ver Anexo 9), indica que los factores riego y fertilización resultaron no significativos al 95% de confianza, es decir, los promedios dentro de riego, fertilización son iguales. Para el factor frecuencia de corte sus promedios son distintos ( $p < 0,01$ ). No existe interacción entre AB, AC, BC y ABC al 95% de confianza.

En la Figura 15 se observa que existen diferencias entre los tratamientos de frecuencia de corte. Además, los porcentajes de FDA son menores al utilizar cortes frecuentes (15 días). Esto se debe a que a medida que las hojas de las ballicas son más fibrosas, van perdiendo digestibilidad.

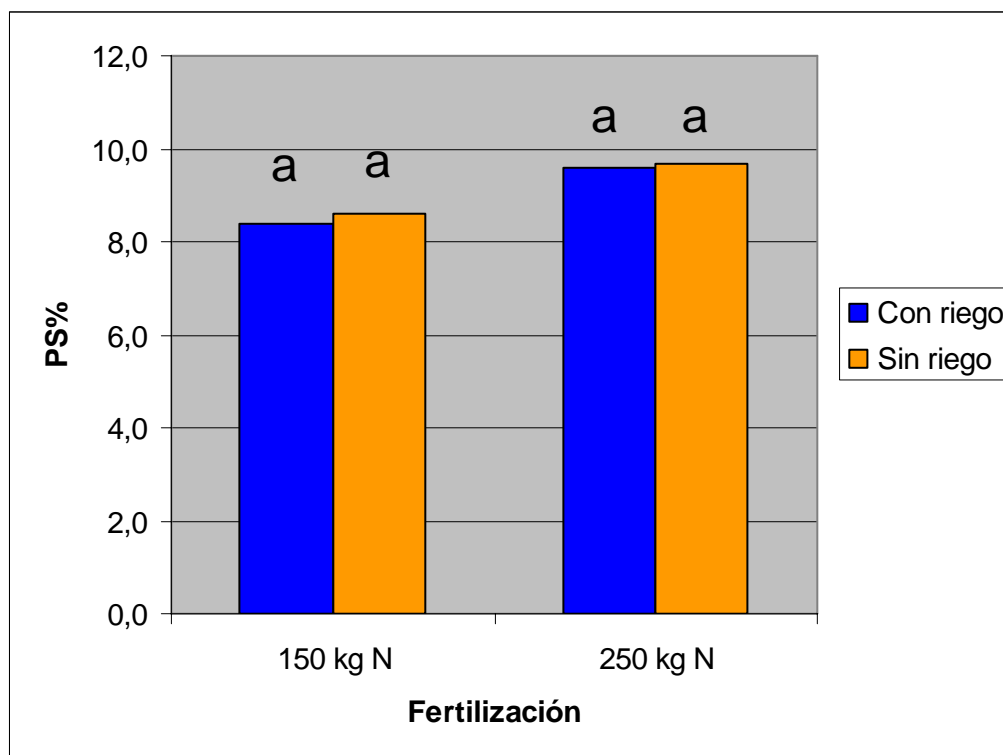


**FIGURA 15** Porcentaje de fibra detergente ácido (FDA%) para tratamiento de riego y frecuencia de corte.

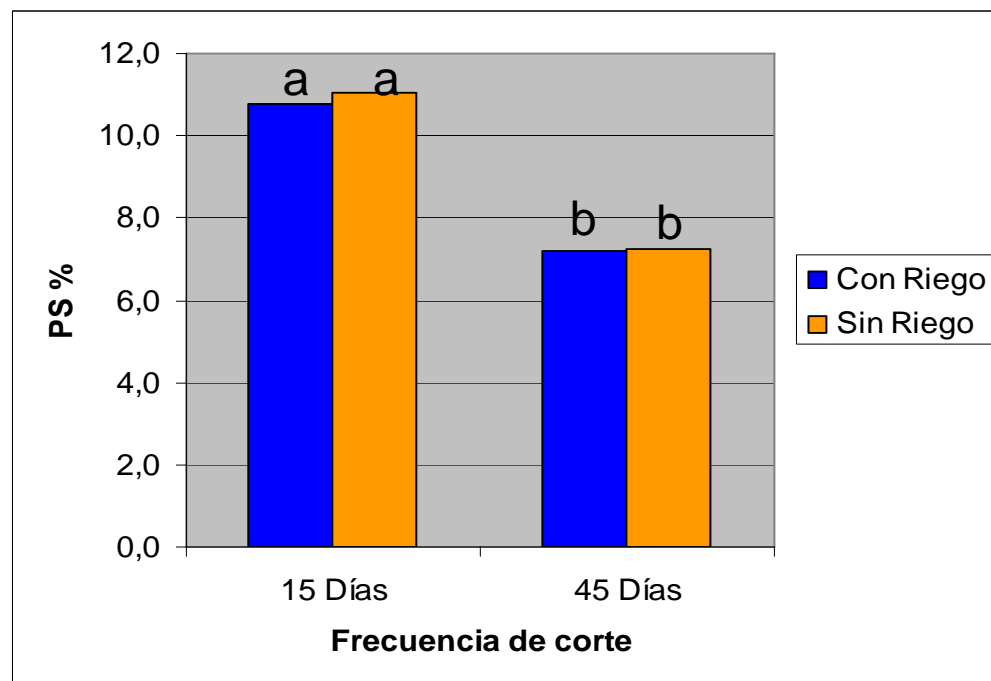
**4.4.7 Proteína soluble (PS%).** El análisis de varianza (ver Anexo 10), indica que en el factor riego los promedios son iguales al 95% de confianza, en tanto que los promedios dentro de fertilización y frecuencia de corte son distintos ( $p < 0,01$ ). No existe interacción entre AB, AC, BC y ABC al 95% de confianza.

En la Figura 16 se puede observar que con riego o sin riego, no existen diferencias significativas utilizando diferentes dosis de fertilización nitrogenada en los niveles de proteína soluble. Al mismo tiempo, el N no es causante de diferencias en este parámetro.





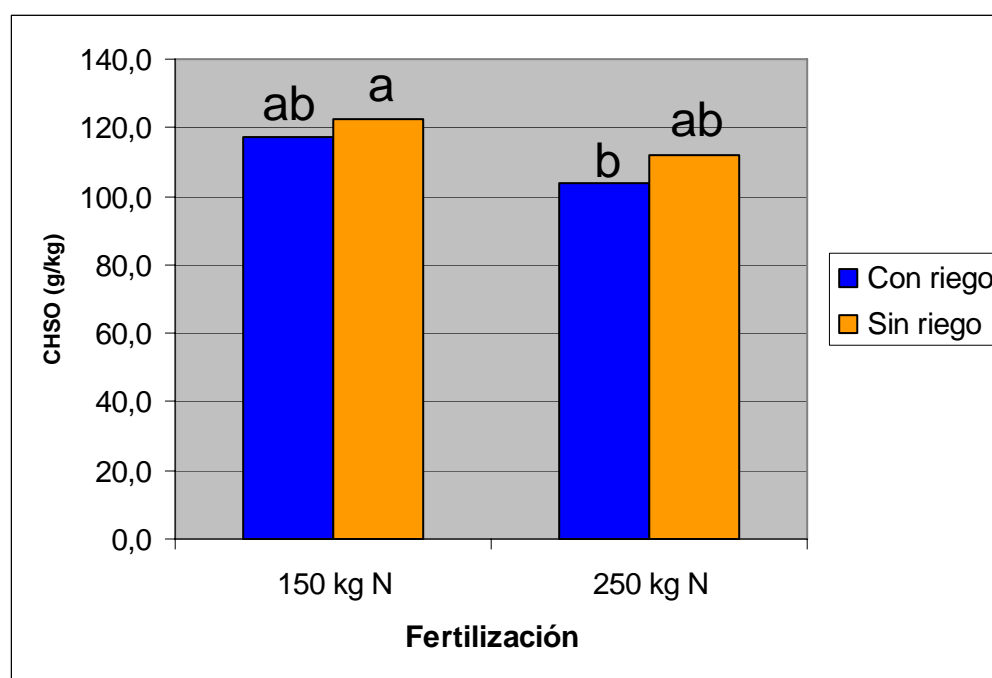
**FIGURA 16** Proteína soluble (PS%) para tratamientos de riego y fertilización.



**FIGURA 17** Proteína soluble (PS%) para tratamientos de riego y frecuencia de corte.

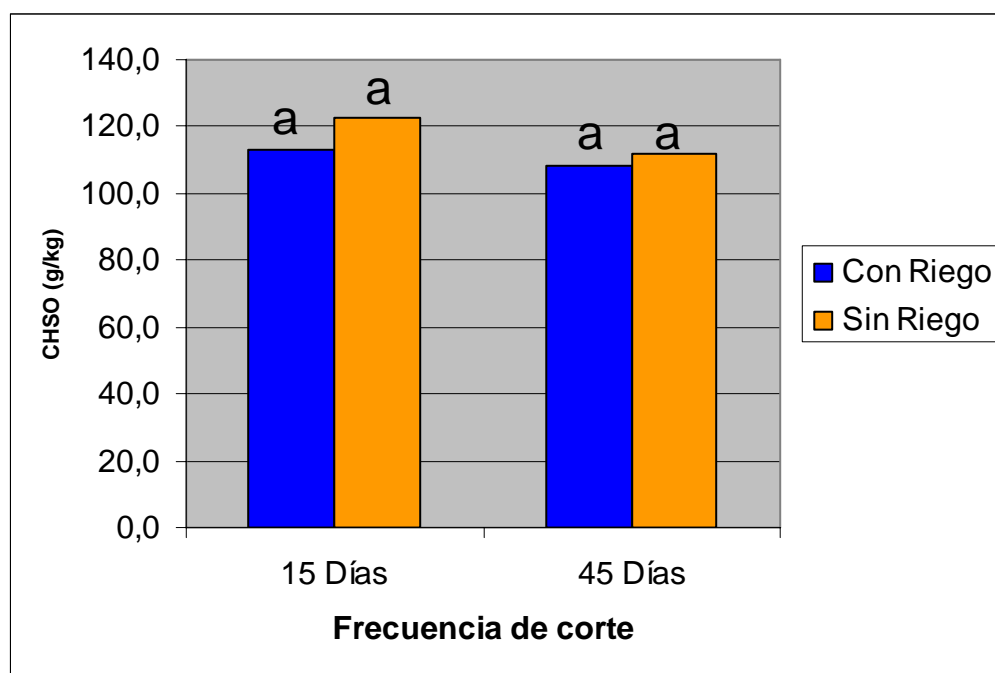
En la Figura 17 se puede apreciar que existe diferencia significativa en el factor frecuencia de corte en las concentraciones de PS, siendo mayor en el tratamiento de corte frecuente. Además, se observa que no existen diferencias en el contenido de PS entre los tratamientos de riego y sin riego.

**4.4.8 Carbohidratos solubles (CHSO g/kg).** El análisis de Varianza (ver Anexo 11) para el CHSO (g/kg), indica que los factores riego y frecuencia de corte resultaron no significativos al 95% de confianza, es decir, los promedios dentro de riego y frecuencia de corte son iguales. En cambio, los promedios para fertilización son distintos ( $p < 0,05$ ). No existe interacción entre AB, AC, BC y ABC ( $p > 0,05$ ).



**FIGURA 18** Carbohidratos solubles (CHSO g/kg) en tratamientos de riego y fertilización.

En la Figura 18 se puede apreciar que los niveles de carbohidratos solubles no presentan diferencias atribuibles al factor riego. Son menores en los tratamientos de riego, independiente de la fertilización. Una mayor fertilización nitrogenada también redujo el nivel de carbohidratos solubles.



**FIGURA 19** Carbohidratos solubles (CHSO g/kg) en tratamientos de riego y frecuencia de corte.

En la Figura 19 se puede observar que los contenidos de CHSO no variaron significativamente en relación al factor riego y frecuencia de corte.

## 5 CONCLUSIONES

- El riego tuvo un efecto significativo, en la producción de materia seca con respecto a los tratamientos sin riego. Pero a su vez no hubo interacción con los demás factores.
- Las parcelas regadas mostraron crecimiento continuo durante el ensayo, pudiéndose cosechar en cada oportunidad establecida, no así las sin riego de corte frecuente (15 días).
- Con respecto a la fertilización, ésta tuvo un efecto positivo, con interacción con el factor frecuencia de corte sobre la producción de la pradera.
- La frecuencia de corte influyó en la producción de MS. Ésta fue la variable de mayor importancia, ya que independiente de la condición de riego y de fertilización, con los cortes menos frecuentes siempre se obtuvieron las mayores producciones.
- La mayor producción se alcanzó con el tratamiento de riego, corte menos frecuente (45 días) y 250 kg de N y la menor con el tratamiento sin riego, corte frecuente y 150 kg de N.
- En relación a la calidad nutricional, y a partir de las sub-muestras analizadas, no se obtuvieron grandes variaciones dentro de los tratamientos, para cada una de las variables analizadas.
- Las parcelas regadas mostraron niveles relativamente más altos en CT (%), PB (%) y EM (Mcal/kg) que las parcelas sin riego, atribuibles principalmente al mejor estado vegetativo de las ballicas.

-Con respecto a la fertilización (150 o 250 kg de N), no hubo diferencias significativas dentro de los análisis de calidad de forraje, sin importar si son con riego o sin riego, lo cual corresponde al caso de %EM, %CT, %PB, %FDN, %FDA y %PS, exceptuando CHSO (g/kg) en el cual se presentaron algunas diferencias.

-La frecuencia de corte influyó principalmente en el %MS, %FDN, %FDA y %PS, obteniéndose los valores mayores en los tratamientos de corte menos frecuente (45días).

-Si bien se encontraron diferencias significativas en relación a la frecuencia de corte, estas no son atribuibles a la utilización de riego ni a la fertilización.

## 6 RESUMEN

El ensayo se realizó en el Fundo El Laurel Bajo, comuna de La Unión, provincia del Ranco, Región de los Ríos, ubicado a 2.5 km al suroeste de la ciudad de La Unión por el camino a Trumao. El periodo de ensayo abarcó desde el 1 de noviembre de 2006 hasta el 1 de abril de 2007.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto del riego, en combinación con dos frecuencias de corte y dos dosis de fertilización nitrogenada, sobre la productividad de una pradera artificial de ballica. Se midió la producción de materia seca de cada tratamiento y se analizó la calidad del forraje obtenido (MS, EM, CT, PB, FDN, FDA, PS y CHSO).

La pradera artificial correspondió a una mezcla de ballica anual y bianual, específicamente las variedades Tama y Belinda, respectivamente, las cuales fueron sembradas a fines de Agosto de 2006. Las dimensiones de las parcelas fueron de 3m x 2m (6m<sup>2</sup>).

El estudio se basó en un diseño factorial de 3 factores (2 x 2 x 2). El primer factor es el riego (con 2 niveles: con y sin); el segundo factor es la fertilización (con 2 niveles: 150 kg de N y 250 kg de N) y el tercer factor es la frecuencia de corte (frecuente, cada 15 días y menos frecuente, cada 45 días). Los resultados del estudio se sometieron a un Análisis de Varianza (Andeva). En el caso que exista significancia, se aplicó además el Test de Duncan.

Las dosis de nitrógeno se aplicaron en 3 parcialidades (noviembre, diciembre, enero). El tratamiento sin riego sólo recibió los aportes naturales de agua y constituyó el testigo del

estudio. Como frecuencia de riego se utilizó la información que proporcionó una bandeja de evaporación. El riego utilizó como criterio la aplicación de una tasa de riego de 30 mm, cada vez que esta sea equivalente al 80% del consumo de la bandeja de evaporación.

Las frecuencias de corte de las parcelas fueron establecidas cada 15 días, simulando pastoreo y cada 45 días, simulando una operación de conservación de forraje.

Se observó que las mayores producciones se obtuvieron en los tratamientos con riego, corte menos frecuente (45 días) y 250 kg de N (Promedio 12.735 kg MS/ha) y las menores con ausencia de riego, con corte frecuente (15 días) y 150 kg de N (Promedio 2.906 kg MS/ha). Sumada la producción de la temporada previa al período del ensayo, (1.276 kgMS/ha) se obtuvo una producción total de 14.011 y 4.182 kg MS/ha respectivamente.

Con respecto a los parámetros de calidad nutricional de los tratamientos a partir de las sub-muestras analizadas, no se obtuvieron grandes variaciones para cada una de las variables analizadas.

Las parcelas regadas mostraron niveles relativamente más bajos en MS (22,07 %), FDN (39,30 %), FDA (27,93 %), PS (8,99 %) y CHSO (110,53 g/kg), en comparación con las parcelas sin riego, exceptuando los contenidos de CT (10,07 %), PB (17,17%) y EM (2,70 Mcal/kg) que fueron mejores en estas parcelas con riego (Valores promedio).

## SUMMARY

A study was carried out in the property “El Laurel Bajo”, in commune of La Unión, Ranco province, Region de Los Rios, located to 2.5 km to the southwest of La Unión city . The period of test reaches from November 1, 2006 until April 1, 2007.

The objective of the present work was to study the effect of irrigation, in combination with two harvesting frequencies and two doses of nitrogenous fertilization, on the productivity of an artificial pasture. The production of dry matter of every treatment and the quality of the forage was analysed (DM, EM, CT, PB, FDN, FDA, PS and CHSO).

The artificial pasture corresponded to a mixture of annual and biannual rye grass, specifically Tama and Belinda varieties, respectively, which were sowed at the end of August, 2006. The dimensions of plots were of 3m x 2m (6m<sup>2</sup>).

The study was based on a design of 3 factors (2 x 2 x 2). The first factor was irrigation (with 2 levels: with and without); second factor was fertilization (2 levels: 150 kg N and 250 kg N) and the third factor was cutting frequently (15 days) and less frequently (45 days). The survey results were submitted to an analysis of variance (Anova). In the case that there was a significance, Duncan test was used.

Nitrogen was applied in 3 doses (November, December, January). Treatment without irrigation receive only natural water and was the witness of the study. As frequency of irrigation was used the information that provided a evaporation tank. Irrigation used as criterion the implementation of an irrigation rate of 30 mm, whenever this was equivalent to 80% of Bin evaporation.



The cut-off frequencies of the plots were established every 15 days, simulating grazing and every 45 days, simulating an operation to conserve forage.

Best yields were obtained in treatments with irrigation, cutting less frequently (45 days) and using 250 kg/ha of N (average 12,735 kg DM/ ha). The minor yield was without irrigation, cutting frequently (15 days) and using 150 kg/ha of N (average 2,906 kg DM/ha). Considering the seasonal production, previous to the study, (1.276 kgMS/ha) a total production obtained of 14.011 and 4.182 kg MS/ha respectively.

Regarding the parameters of nutritional quality of treatments from analysed subsamples, there were wide variations for each of the variables.

Irrigated plots showed relatively low levels in DM (22,07%), NDF (39,30%), ADF (27,93%), PS (8,99%) and CHSO (110,53 g / kg), compared to plots without irrigation, excepting contents of TA (10,07%), CP (17,17%) and ME (2,70 Mcal/kg) which were better in sites with irrigation (average values) .

## 7 BIBLIOGRAFIA

ANASAC, 1997. CATALOGO DE FORRAJERAS. Santiago Chile. 184 p.

AVILES, H. 2003. Cuanta agua necesito. Revista Campo Sureño.  
<http://www.australtemuco.cl/site/apg/campo/pags/20031204053308.html>  
01/12/03.

BALOCCHI, O. 2001. Manejo del pastoreo y utilización de praderas. In: Opazo, L (Ed.). Seminario de praderas. Centro Regional de Investigación Remehue, Osorno. p 58-62.

BETHUNE, M. y WANG, A. 2004. lysimeter study of the water balance of border-check irrigated perennial pasture.  
[www.publish.csiro.au/\\_act=view\\_file&file\\_id=EA03049.pdf](http://www.publish.csiro.au/_act=view_file&file_id=EA03049.pdf) 21/06/07

BILLIARD, J. 1990. Efectos del riego sobre una pradera natural mejorada bajo dos condiciones de fertilización en la comuna de Puerto Varas.. Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 91 p.

CHILE-MINISTERIO DE PLANIFICACION Y COOPERACION. 2007  
[.bip.mideplan.cl/bip-consultas/SEBI/SE2005/metodologias/MetodologiaRiego.doc](http://.bip.mideplan.cl/bip-consultas/SEBI/SE2005/metodologias/MetodologiaRiego.doc)

CISTERNA, E. 2001. Plagas claves en la producción de praderas. In: Opazo, L (Ed.). Seminario de praderas. Centro Regional de Investigación Remehue, Osorno. p: 48-57.

- CUEVAS, E. 1980 Manejo y utilización de praderas. Apuntes de clase. Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal, Universidad Austral de Chile. 141 p.
- CUEVAS, E. 2005. Calibración de espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) para medición de la composición química de praderas (muestras secas) en la Décima Región. Tesis. Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 97 p.
- DEMANET, R. 2006. Cultivos y forrajes suplementarios. PDF. Lácteos. [Watts.cl/imagenes/Img\\_Editor/docAdjuntos/CULTIVOS%20Y%20FORRAJES%20SUPLEMENTARIOS.pdf](http://Watts.cl/imagenes/Img_Editor/docAdjuntos/CULTIVOS%20Y%20FORRAJES%20SUPLEMENTARIOS.pdf)
- DUMONT, J. 1992. Manejo y utilización de praderas. Seminario manejo de praderas permanentes. Serie REMEHUE N°31. p. 119-135.
- FERRANDO, R. 2003. Evaluación de tres sistemas de pastoreo en engorda de novillos. Tesis. Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 86 p.
- FLORES M., ALOMAR D. y BALOCCHI O. 2000. Efecto del periodo de rezago sobre la calidad de cinco gramíneas forrajeras y su predicción por NIRS. *Agro sur*. [online]. ene. 2000, Vol. 28, No. 1 [citado 12 Septiembre 2007], pp. 41-55. Disponible en la World Wide Web: [http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-88022000000100004&lng=es&nrm=iso](http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-88022000000100004&lng=es&nrm=iso). ISSN 0304-8802.

- GREENWOOD, K., DELLOW, K., MUNDY, G., KELLY, K. y AUSTIN, S. 2006. Improved soil and irrigation management for forage production. 2. Forage yield and nutritive characteristics.  
[www.publish.csiro.au/act=view\\_file&file\\_id=EA04096.pdf](http://www.publish.csiro.au/act=view_file&file_id=EA04096.pdf). 21/06/07
- HOPKINS, A. 2000. Grass its production & utilization . Published for the British Grassland Society by Blackwell Science Ltd. 440 p.
- JARA, J. y VALENZUELA A., 1998. Necesidades de los cultivos. Comisión Nacional de Riego (CNR). Universidad de Concepción., Chillán, Chile . 26 p.
- PERALTA, J. y SIMPFENDORFER, C. 2001. Riego por aspersion. Comisión Nacional de Riego (CNR). Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA-Carrillanca. Temuco, Chile . 42 p.
- PONCE, M. 2000. Sistemas de pastoreo. 2001. Informativo N°18. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Remehue. Ministerio de Agricultura. Osorno, Chile. 2 p.
- RIVEROS, E., LANDI, H., SELLES, G., WADE, M. y GARCIA DE CORTAZAR V. 1994. Efecto del déficit hídrico sobre la producción, calidad y proporción de componentes productivos en una pradera permanente de zonas templadas. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. 20 p.
- RODRIGUEZ J., PINOCHET D. y MATUS F. 2001. Fertilización de los cultivos. LOM Ediciones. Santiago, Chile. 117 p.
- SHENK, J. 1981. Description and evaluation of near infrared reflectance spectra computer for forage and grain analysis. Crop Sci. 3:355-358p

- SIERRA, C. 1992. Fertilidad del suelo y praderas permanentes. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Remehue. Osorno , Chile . Serie REMEHUE N° 31. 30 p.
- TEUBER, N. 1995. Establecimiento de praderas permanentes en la Décima Región de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – Centro Regional de Investigación Remehue. Osorno, Chile. Boletín Técnico Remehue N° 243 15 p.
- TEUBER, N. 1999. Forraje extra con nitrógeno. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – Centro Regional de Investigación Remehue. Osorno, Chile. Informativo N° 1. 2 p.
- TEUBER, N. 2001.Énfasis en el establecimiento de praderas permanentes. In: Opazo,L (Ed.). Seminario de praderas. Centro Regional de Investigación Remehue. Osorno, Chile. p. 15-20.
- TEUBER, N y BERNIER, R. s.f. Producción de forraje en diferentes áreas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – Centro Regional de Investigación Remehue. Osorno, Chile. Informativo N° 34 2 p.
- TORRES, A. s.f. Manejo de rezagos para conservación de forrajes. Instituto de Investigaciones Agropecuarias–Centro Regional de Investigación Remehue. Osorno, Chile. Informativo N° 20. 2 p.
- UNDURRAGA, P. y BERNIER, P. 2001 Estrategias de fertilización de praderas permanentes. INIA Remehue. Osorno, Chile. Acta N° 9. , 6 p

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE, 2007.  
[www.puc.cl/sw\\_educ/prodanim/glosario.htm](http://www.puc.cl/sw_educ/prodanim/glosario.htm) 29/05/07

VARAS, E. y SANDOVAL, J. 1991. Manual de riego. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Quilamapu. Ministerio de Agricultura. Chillán, Chile. 51 p.

## ANEXO 1

## Análisis de varianza para el Total MS (kg/ha)

Fuente Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES (FACTORES)</b>					
A: Riego	1	22744900	22744900	44,1	0,000 **
B: Fertilización N	1	16533600	16533600	32,0	0,000 **
C: Frecuencia de corte	1	255180000	255180000	494,4	0,000 **
<b>INTERACCION</b>					
AB	1	419762	419762	0,8	0,381 ns
AC	1	127896	127896	0,3	0,625 ns
BC	1	5672590	5672590	11,0	0,004 **
ABC	1	538202	538202	1,0	0,322 ns
RESIDUOS	16	8257960	516122		
TOTAL (CORREGIDO)	23	309475000			

ns: No significativo al 95% de confianza ( $p > 0,05$ )

\*\* : Significativo al 99% de confianza ( $p < 0,01$ )

## Comparaciones múltiples de Duncan al 95% de confianza para el total MS (kg/ha)

Total MS	Fertilización		Promedio
	150 kg de N	250 kg de N	
Riego			
Con	7668,8 ns	9064,5 ns	8366,7 a
Sin	5457,5 ns	7381,9 ns	6419,7 b
Promedio	6563,1 b	8223,2 a	

Total MS	Frecuencia de corte		Promedio
	15 días	45 días	
Riego			
Con	5032,8 c	11700,5 a	8366,7 a
Sin	3232,1 d	9607,3 b	6419,7 b
Promedio	4132,5 b	10653,9 a	

Total MS	Frecuencia de corte		Promedio
	15 días	45 días	
Fertilización			
150 kg de N	3788,6 c	9337,7 b	6563,1 b
250 kg de N	4476,4 c	11970,0 a	8223,2 a
Promedio	4132,5 b	10653,9 a	

## ANEXO 2

## Producción de kg/MS por hectárea en cada corte frecuente

Tratamiento	16-11-2006	03-12-2006	19-12-2006	04-01-2007	21-01-2007	05-02-2007	21-02-2007	09-03-2007	25-03-2007	TOTAL kg/MS
SCF 150 I	1288	617	315	420	0	0	0	150	140	<b>2930</b>
SCF 250 I	1196	783	350	340	0	230	0	120	160	<b>3179</b>
RCF 150 I	1196	1237	578	605	335	270	144	95	245	<b>4705</b>
RCF 250 I	1056	1131	670	508	435	362	390	280	443	<b>5275</b>
SCF 150 II	1335	563	250	290	0	0	0	127	170	<b>2735</b>
SCF 250 II	1513	946	345	460	0	135	0	115	135	<b>3649</b>
RCF 150 II	1275	961	623	605	350	265	225	183	315	<b>4803</b>
RCF 250 II	1269	922	613	723	414	413	367	265	425	<b>5411</b>
SCF 150 III	1523	477	275	423	0	0	0	149	205	<b>3052</b>
SCF 250 III	1276	874	360	640	0	315	0	152	230	<b>3847</b>
RCF 150 III	1316	841	621	550	310	345	205	109	209	<b>4507</b>
RCF 250 III	1721	720	740	780	375	360	240	224	338	<b>5497</b>

Nota: S = Sin riego, R = Con riego, CF= 15 días, 150 kg de N y 250 kg de N, I, II, III = Repeticiones



### ANEXO 3

#### Producción de kg/MS por hectárea en cada corte menos frecuente

Tratamiento	17-12-2006	01-02-2007	19-03-2007	01-04-2007	TOTAL kg/ MS
SCMF 150 I	5228	1330	405	220	<b>7183</b>
SCMF 250 I	7805	2275	625	295	<b>11000</b>
RCMF 150 I	6720	2187	680	360	<b>9947</b>
RCMF 250 I	8610	2535	863	345	<b>12353</b>
SCMF 150 II	6188	910	350	250	<b>7698</b>
SCMF 250 II	7296	2083	733	330	<b>10443</b>
RCMF 150 II	6784	2385	493	370	<b>10032</b>
RCMF 250 II	7344	3082	1184	512	<b>12121</b>
SCMF 150 III	6862	1575	440	270	<b>9147</b>
SCMF 250 III	10049	1545	355	225	<b>12174</b>
RCMF 150 III	9498	1660	567	295	<b>12020</b>
RCMF 250 III	9185	3292	1013	240	<b>13730</b>

Nota: S = Sin riego, R = Con riego, CMF= 45 días, 150 kg de N y 250 kg de N,

I, II, III = Repeticiones

## ANEXO 4

Análisis de varianza para el ArcoSeno $\sqrt{MS\%}$ 

Fuente Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES (FACTORES)</b>					
A: Riego	1	0,015000	0,015000	36,4	0,000 **
B: Fertilización N	1	0,002817	0,002817	6,8	0,019 *
C: Frecuencia de corte	1	0,014017	0,014017	34,0	0,000 **
<b>INTERACCION</b>					
AB	1	0,000000	0,000000	0,0	1,000 ns
AC	1	0,000267	0,000267	0,7	0,433 ns
BC	1	0,000017	0,000017	0,0	0,843 ns
ABC	1	0,000067	0,000067	0,16	0,693 ns
RESIDUOS	16	0,006600	0,000413		
TOTAL (CORREGIDO)	23	0,038783			

ns: No significativo al 95% de confianza ( $p > 0,05$ )

\* : Significativo al 95% de confianza ( $p < 0,05$ )

\*\* : Significativo al 99% de confianza ( $p < 0,01$ )

## Comparaciones múltiples de Duncan al 95% de confianza para el MS%

MS%	Fertilización		Promedio
	150 kg de N	250 kg de N	
Riego			
Con	22,9 bc	21,3 c	22,1 b
Sin	27,4 a	25,5 ab	26,4 a
Promedio	25,1 a	23,4 b	

MS%	Frecuencia de corte		Promedio
	15 Días	45 Días	
Riego			
Con	20,4 c	23,8 b	22,1 b
Sin	24,1 b	28,8 a	26,4 a
Promedio	22,2 b	26,3 a	

MS%	Frecuencia de corte		Promedio
	15 Días	45 Días	
Fertilización			
150 kg de N	23,0 bc	27,3 a	25,1 a
250 kg de N	21,5 c	25,3 ab	23,4 b
Promedio	22,2 b	26,3 a	

## ANEXO 5

## Análisis de varianza para el EM (Mcal/kg)

Fuente Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES (FATORES)</b>					
A: Riego	1	0,007004	0,007004	5,08	0,039 *
B: Fertilización	1	0,002604	0,002604	1,89	0,188 ns
C: Frecuencia de corte	1	0,024704	0,024704	17,91	0,001 **
<b>INTERACCION</b>					
AB	1	0,000104	0,000104	0,08	0,787 ns
AC	1	0,001504	0,001504	1,09	0,312 ns
BC	1	0,002204	0,002204	1,60	0,224 ns
ABC	1	0,002204	0,002204	1,60	0,224 ns
RESIDUOS	16	0,022067	0,001379		
TOTAL (CORREGIDO)	23	0,062396			

ns: No significativo al 95% de confianza ( $p > 0,05$ )

\* : Significativo al 95% de confianza ( $p < 0,05$ )

\*\* : Significativo al 99% de confianza ( $p < 0,01$ )

## Comparaciones múltiples de Duncan al 95% de confianza para el EM (Mcal/kg)

EM (mcal/kg)	Fertilización		Promedio
	150 kg N	250 kg N	
Riego			
Con	2,69 a	2,71 a	2,70 a
Sin	2,66 a	2,67 a	2,67 b
Promedio	2,67 a	2,69 a	

EM (mcal/k)	Frecuencia de corte		Promedio
	15 Días	45 Días	
Riego			
Con	2,72 a	2,68 b	2,70 a
Sin	2,71 ab	2,63 c	2,67 b
Promedio	2,71 a	2,65 b	

EM (mcal/k)	Frecuencia de corte		Promedio
	15 Días	45 Días	
Fertilización			
150 kg de N	2,71 a	2,63 b	2,67 a
250 kg de N	2,72 a	2,67 ab	2,69 a
Promedio	2,71 a	2,65 b	

## ANEXO 6

## Análisis de varianza para el ArcoSenov√CT %

Fuente Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES (FACTORES)</b>					
A: Riego	1	0,000308	0,000308	3,24	0,091 ns
B: Fertilización N	1	0,000248	0,000248	2,61	0,126 ns
C: Frecuencia de corte	1	0,013814	0,013814	145,09	0,000 **
<b>INTERACCION</b>					
AB	1	0,000041	0,000041	0,43	0,523 ns
AC	1	0,000895	0,000895	9,41	0,007 **
BC	1	0,000019	0,000019	0,20	0,660 ns
ABC	1	0,000189	0,000189	1,99	0,178 ns
RESIDUOS	16	0,001523	0,000095		
TOTAL (CORREGIDO)	23	0,017039			

ns: No significativo al 95% de confianza ( $p > 0,05$ )

\*\* : Significativo al 99% de confianza ( $p < 0,01$ )

## Comparaciones múltiples de Duncan al 95% de confianza para el CT %

CT%	Fertilización		Promedio
	150 kg de N	250 kg de N	
Riego			
Con	10,2 a	10,0 a	10,1 a
Sin	10,0 a	9,4 a	9,7 a
Promedio	10,1 as	9,7 a	

CT%	Frecuencia de corte		Promedio
	15 Días	45 Días	
Riego			
Con	11,1 a	9,0 b	10,1 a
Sin	11,5 a	7,9 c	9,7 a
Promedio	11,3 a	8,5 b	

CT%	Frecuencia de corte		Promedio
	15 Días	45 Días	
Fertilización			
150 kg de N	11,6 a	8,6 b	10,1 a
250 kg de N	11,0 a	8,3 b	9,7 a
Promedio	11,3 a	8,5 b	

## ANEXO 7

## Análisis de varianza para el ArcoSeno√PB %

Fuente Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES (FACTORES)</b>					
A: Riego	1	0,000044	0,000044	0,19	0,666 ns
B: Fertilización N	1	0,003948	0,003948	17,44	0,001 **
C: Frecuencia de corte	1	0,055123	0,055123	243,58	0,000 **
<b>INTERACCION</b>					
AB	1	0,000010	0,000010	0,04	0,835 ns
AC	1	0,000000	0,000000	0,00	0,974 ns
BC	1	0,000626	0,000626	2,77	0,116 ns
ABC	1	0,000056	0,000056	0,25	0,624 ns
RESIDUOS	16	0,003621	0,000226		
TOTAL (CORREGIDO)	23	0,063429			

ns: No significativo al 95% de confianza ( $p > 0,05$ )

\*\* : Significativo al 99% de confianza ( $p < 0,01$ )

## Comparaciones múltiples de Duncan al 95% de confianza para el PB%

PB%	Fertilización		Promedio
	150 kg de N	250 kg de N	
Con	16,2 a	18,1 a	17,2 a
Sin	16,1 a	17,8 a	17,0 a
Promedio	16,1 b	18,0 a	

PB%	Frecuencia de corte		Promedio
	15 Días	45 Días	
Con	20,7 a	13,6 b	17,2 a
Sin	20,5 a	13,4 b	17,0 a
Promedio	20,6 a	13,5 b	

PB%	Frecuencia de corte		Promedio
	Fertilización	15 Días	
150 kg de N	20,0 a	12,3 c	16,1 b
250 Kg de N	21,3 a	14,7 b	18,0 a
Promedio	20,6 a	13,5 b	

## ANEXO 8

Análisis de varianza para el ArcoSeno $\sqrt{\text{FDN\%}}$ 

Fuente Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES (FACTORES)</b>					
A: Riego	1	0,001203	0,001203	8,06	0,012 *
B: Fertilización N	1	0,000761	0,000761	5,10	0,038 *
C: Frecuencia de corte	1	0,112929	0,112929	756,58	0,000 **
<b>INTERACCION</b>					
AB	1	0,000070	0,000070	0,47	0,504 ns
AC	1	0,000961	0,000961	6,44	0,022 *
BC	1	0,000117	0,000117	0,78	0,390 ns
ABC	1	0,000008	0,000008	0,05	0,819 ns
RESIDUOS	16	0,002388	0,000149		
TOTAL (CORREGIDO)	23	0,118437			

ns: No significativo al 95% de confianza ( $p > 0,05$ )

\* : Significativo al 95% de confianza ( $p < 0,05$ )

\*\* : Significativo al 99% de confianza ( $p < 0,01$ )

## Comparaciones múltiples de Duncan al 95% de confianza para el FDN%

FDN%	Fertilización		Promedio
	150 kg de N	250 kg de N	
Con	39,7 a	38,9 a	39,3 b
Sin	41,4 a	39,9 a	40,6 a
Promedio	40,5 a	39,4 b	

FDN%	Frecuencia de corte		Promedio
	15 Días	45 Días	
Con	32,0 c	46,6 a	39,3 b
Sin	34,5 b	46,7 a	40,6 a
Promedio	33,3 b	46,7 a	

FDN%	Frecuencia de corte		Promedio
	15 Días	45 Días	
150 kg de N	33,6 b	47,4 a	40,5 a
250 kg de N	33,0 b	45,9 a	39,4 b
Promedio	33,3 b	46,7 a	

## ANEXO 9

Análisis de varianza para el ArcoSeno $\sqrt{\text{FDA\%}}$ 

Fuente Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES (FACTORES)</b>					
A: Riego	1	0,000053	0,000053	0,39	0,542 ns
B: Fertilización N	1	0,000025	0,000025	0,19	0,672 ns
C: Frecuencia de corte	1	0,032760	0,032760	239,55	0,000 **
<b>INTERACCION</b>					
AB	1	0,000048	0,000048	0,35	0,560 ns
AC	1	0,000142	0,000142	1,04	0,324 ns
BC	1	0,000007	0,000007	0,05	0,825 ns
ABC	1	0,000001	0,000001	0,01	0,933 ns
RESIDUOS	16	0,002188	0,000137		
TOTAL (CORREGIDO)	23	0,035225			

ns: No significativo al 95% de confianza ( $p > 0,05$ )

\*\* : Significativo al 99% de confianza ( $p < 0,01$ )

## Comparaciones múltiples de Duncan al 95% de confianza para el FDA%

FDA%	Fertilización		Promedio
	150 kg de N	250 kg de N	
Riego			
Con	27,9 a	28,0 a	27,9 a
Sin	28,4 a	28,0 a	28,2 a
Promedio	28,1 a	28,0 a	

FDA%	Frecuencia de corte		Promedio
	15 Días	45 Días	
Riego			
Con	24,4 b	31,5 a	27,9 a
Sin	25,1 b	31,3 a	28,2 a
Promedio	24,7 b	31,4 a	

FDA%	Frecuencia de corte		Promedio
	15	45	
Fertilización			
150 kg de N	24,9 b	31,4 a	28,1 a
250 kg de N	24,6 b	31,3 a	28,0 a
Promedio	24,7 b	31,4 a	

## ANEXO 10

## Análisis de varianza para el ArcoSenó√PS%

Fuente Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES (FACTORES)</b>					
A: Riego	1	0,000040	0,000040	0,36	0,555 ns
B: Fertilización N	1	0,002588	0,002588	23,51	0,000 **
C: Frecuencia de corte	1	0,025428	0,025428	231,05	0,000 **
<b>INTERACCION</b>					
AB	1	0,000016	0,000016	0,15	0,708 ns
AC	1	0,000017	0,000017	0,15	0,702 ns
BC	1	0,000481	0,000481	4,37	0,053 ns
ABC	1	0,000339	0,000339	3,08	0,098 ns
RESIDUOS	16	0,001761	0,000110		
TOTAL (CORREGIDO)	23	0,030669			

ns: No significativo al 95% de confianza ( $p > 0,05$ )

\*\* : Significativo al 99% de confianza ( $p < 0,01$ )

## Comparaciones múltiples de Duncan al 95% de confianza para el PS%

PS%	Fertilización		Promedio
	150 kg de N	250 kg de N	
Riego			
Con	8,4 a	9,6 a	9,0 a
Sin	8,6 a	9,7 a	9,1 a
Promedio	8,5 b	9,6 a	

PS%	Frecuencia de corte		Promedio
	15 Días	45 Días	
Riego			
Con	10,8 a	7,2 b	9,0 a
Sin	11,0 a	7,2 b	9,1 a
Promedio	10,9 a	7,2 b	

PS%	Frecuencia de corte		Promedio
	15 Días	45 Días	
Fertilización			
150 kg de N	10,5 a	6,5 c	8,5 b
250 kg de N	11,3 a	8,0 b	9,6 a
Promedio	10,9 a	7,2 b	



## ANEXO 11

## Análisis de varianza para el CHSO (g/kg)

Fuente Variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES (FACTORES)</b>					
A: Riego	1	268,403	268,403	1,68	0,214 ns
B: Fertilización N	1	867,123	867,123	5,42	0,033 *
C: Frecuencia de corte	1	344,890	344,890	2,16	0,161 ns
<b>INTERACCION</b>					
AB	1	7,260	7,260	0,05	0,834 ns
AC	1	45,265	45,265	0,28	0,602 ns
BC	1	113,883	113,883	0,71	0,411 ns
ABC	1	108,460	108,460	0,68	0,422 ns
RESIDUOS	16	2558,340	159,896		
TOTAL (CORREGIDO)	23	4313,630			

ns: No significativo al 95% de confianza ( $p > 0,05$ )

\* : Significativo al 95% de confianza ( $p < 0,05$ )

## Comparaciones múltiples de Duncan al 95% de confianza para el CHSO (g/kg)

CHSO (g/kg)	Fertilización		Promedio
	150 kg de N	250 kg de N	
Riego			
Con	117,1 ab	104,0 b	110,5 a
Sin	122,7 a	111,8 ab	117,2 a
Promedio	119,9 a	107,9 b	

CHSO (g/kg)	Frecuencia de corte		Promedio
	15 Días	45 Días	
Riego			
Con	113,0 a	108,1 a	110,5 a
Sin	122,4 a	112,1 a	117,2 a
Promedio	117,7 a	110,1 a	

CHSO (g/kg)	Frecuencia de corte		Promedio
	15 Días	45 Días	
Fertilización			
150 kg de N	121,5 a	118,3 a	119,9 a
250 kg de N	113,8 ab	101,9 b	107,9 b
Promedio	117,7 a	110,1 a	