

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



**“EFECTO DE CUATRO DOSIS DE NITRÓGENO EN EL RENDIMIENTO DE
CUATRO CULTIVARES DE *Lolium hybridum* EN UN ANDISOL, SERIE FREIRE”**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera. Como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

ERWIN EDUARDO TORRES ABURTO

TEMUCO-CHILE

2009

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



**“EFECTO DE CUATRO DOSIS DE NITRÓGENO EN EL RENDIMIENTO DE
CUATRO CULTIVARES DE *Lolium hybridum* EN UN ANDISOL, SERIE FREIRE”**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera. Como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

ERWIN EDUARDO TORRES ABURTO
PROFESOR GUIA: SR. ROLANDO DEMANET FILIPPI
TEMUCO-CHILE
2009

**“EFECTO DE CUATRO DOSIS DE NITRÓGENO EN EL RENDIMIENTO DE
CUATRO CULTIVARES DE *Lolium hybridum* EN UN ANDISOL, SERIE FREIRE”**

PROFESOR GUÍA:

SR. ROLANDO DEMANET FILIPPI.

Ingeniero Agrónomo.

Departamento de Producción Agropecuaria.

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA.

PROFESOR CONSEJERO:

SRA. CLAUDIA BARCHIESI FERRARI.

Ingeniero Agrónomo. Mg. Sc.

Departamento de Producción Agropecuaria.

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA.

CALIFICACION PROMEDIO TESIS:

INDICE DE MATERIAS

Capitulo		Pagina
1.	INTRODUCCION	1
2.	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Nitrógeno	3
2.1.1	Nitrógeno en el suelo	3
2.2	Ciclo del nitrógeno	4
2.2.1	Entradas de nitrógeno al sistema	5
2.2.1.1	Mineralización	5
2.2.1.2	Nitrificación	6
2.2.1.3	Fertilizantes	7
2.2.1.4	Ingreso de N vía animal	7
2.2.2	Perdidas de nitrógeno	8
2.2.2.1	Lixiviación	8
2.2.2.1.1	Lixiviación de N inorgánico	9
2.2.2.1.2	Lixiviación de N orgánico	9
2.2.2.2	Volatilización	10
2.3	Importancia del nitrógeno en la planta	11
2.4	Fertilización	12
2.4.1	Épocas de aplicación	14
2.4.2	Parcialización	14
2.4.3	Fuentes de nitrógeno	15
3.	MATERIALES Y METODOS	17
3.1	Ubicación del ensayo.	17
3.2	Clima.	17
3.3	Suelo.	17
3.4	Enmienda.	18
3.5	Siembra	18

3.6	Precultivo.	18
3.7	Fertilización.	18
3.8	Control especies residentes.	19
3.9	Control de plagas.	19
3.10	Tratamientos.	20
3.10.1	Belinda.	20
3.10.2	Aberlinnet.	20
3.10.3	Aberstorm.	21
3.10.4	Aberexcel.	21
3.11	Diseño experimental.	21
3.12	Evaluaciones.	21
3.12.1	Materia seca (%)	21
3.12.2	Rendimiento por corte (ton MS ha ⁻¹)	22
3.13	Análisis estadístico.	22
	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y	
4.	DISCUSIÓN	23
4.1	Primera temporada.	23
4.1.1	Producción total especie pura.	23
4.2	Segunda temporada.	24
4.2.1	Producción total especie pura.	24
4.3	Tercera temporada.	26
4.3.1	Producción total especie pura.	26
4.5	Producción especie pura total acumulada tres temporadas	27
5.	CONCLUSIONES	
6.	RESUMEN	
7.	SUMMARY	
8.	LITERATURA CITADA	

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Fertilización nitrogenada de praderas en distintos países.	12
2	Efectos de diferentes fuentes nitrogenadas, sobre las principales características químicas de un suelo Trumao de la IX región. Valores promedio de dos dosis, y dos épocas de muestreo en una experiencia de invernadero.	15
3	Composición química del suelo pre-siembra. Estación Experimental Maquehue 2005.	18
4	Producción de especie pura total temporada (ton MS ha ⁻¹) de cuatro cultivares de <i>Lolium hybridum</i> con cuatro dosis de nitrógeno, en un Andisol serie Freire. Temporada 2005/2006.	23
5	Producción de especie pura total temporada (ton MS ha ⁻¹) de cuatro cultivares de <i>Lolium hybridum</i> con cuatro dosis de nitrógeno, en un Andisol serie Freire. Temporada 2006/2007.	24
6	Producción de especie pura total temporada (ton MS ha ⁻¹) de cuatro cultivares de <i>Lolium hybridum</i> con cuatro dosis de nitrógeno, en un Andisol serie Freire. Temporada 2007/2008.	26
7	Producción de especie pura acumulada y promedio (ton MS ha ⁻¹) de cuatro cultivares de <i>Lolium hybridum</i> con cuatro dosis de nitrógeno, en un Andisol, serie Freire. Temporada 2005/2006; 2006/2007; 2007/2008.	27

Para tí mi Vichito...

AGRADECIMIENTOS

Gracias mi Señor por permitirme terminar esta etapa de mi vida... gracias por permitirme brindarle una alegría a mi mamá, aunque sea pequeña, pero alegría al fin.

Gracias por poder tener la esperanza de brindarle a mi amado Vicentito un mejor futuro, todo esto es solo para él.

Por tener a Karito a mi lado, quien me acompaña en todo momento...

Por todo esto y mas, gracias mi Dios, gracias...

1. INTRODUCCION.

La fertilización nitrogenada es un aspecto que se debe considerar en el establecimiento de una pastura, es un elemento del cual depende la producción, y por ello es importante saber la dosis adecuada.

Fertilizaciones altas con nitrógeno se pueden perder por lixiviación, volatilización y arrastre. Fertilizaciones deficientes causan un efecto negativo ya que la planta no cuenta con este oligoelemento.

Lo anterior determina la necesidad de conocer con mayor exactitud los requerimientos de la fertilización nitrogenada en el desarrollo de cultivares de *Lolium hybridum*.

El no conocer esta adecuada dosis, trae consigo gastos innecesarios en fertilización, y mas importante aun, contaminación al medio ambiente y como ya se menciono anteriormente un perjuicio a la producción.

De acuerdo a lo anterior se plantea como hipótesis que el incremento de la dosis de nitrógeno genera una respuesta productiva diferente entre cultivares de *Lolium hybridum*

El objetivo general de esta investigación es determinar el efecto de cuatro dosis de nitrógeno en la productividad de cuatro cultivares de *Lolium hybridum* en un andisol serie Freire.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Nitrógeno

Es el cuarto elemento más común en la composición de las plantas, ranqueado en el siguiente orden: carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O) de acuerdo a Paul y Clark (1996). Es el mayor elemento esencial encontrado en forma orgánica e inorgánica en las plantas (Benton *et al.*, 1991).

Ha sido ampliamente demostrado que en pasturas y pastizales naturales (sin limitaciones en el abastecimiento de otros nutrientes como fósforo, y agua) la fertilización nitrogenada de fin de invierno permite aumentar la oferta de forraje en un período crítico para los sistemas ganaderos (Marino y Agnusdei, 2005).

En los sistemas ganaderos suelen producirse importantes desbalances entre la demanda de nutrientes de las pasturas y la oferta de formas asimilables de nitrógeno (N) y de fósforo (P) en el suelo. Esto determina limitaciones en el rendimiento de forraje de las pasturas que reducen la productividad y la sustentabilidad de los sistemas productivos (Marino y Agnusdei, 2005).

2.1.1 Nitrógeno en el suelo.

El nitrógeno se encuentra en el suelo en tres formas, principalmente: orgánica, amoniacal y nítrica, que no tienen el mismo valor inmediato para la planta. Para que las plantas absorban el nitrógeno tiene que encontrarse en estado nítrico (CIATA, 1996).

Las reservas nitrogenadas del suelo se encuentran en forma orgánica. El nitrógeno amoniacal es un estado fundamentalmente transitorio, mientras que el nítrico, último estado de la mineralización de las reservas orgánicas, es directamente asimilable por la planta sin que sea retenido por el poder adsorbente del suelo. De ahí la importancia que tiene el empleo de pequeñas dosis de nitrógeno muy frecuentes a lo largo del año (CIATA, 1996).

2.2 Ciclo del nitrógeno.

El ciclo del nitrógeno en el suelo es una parte integral del ciclo global de este elemento. La última fuente de N del suelo es la atmósfera, donde esta molécula (N_2) estable, se encuentra predominantemente como gas (79,1% de volumen) (Stevenson y Cole, 1999).

En adición a la fertilización inorgánica nitrogenada, N orgánico de abonos animales y otros residuos de productos y desde la fijación de N_2 por leguminosas, pueden suplir las necesidades de N para una óptima producción. Para entender el comportamiento del N en el suelo, es esencial conocerlo, para maximizar la producción y probablemente reducir en un espacio de tiempo los impactos de la fertilización nitrogenada (Havlin *et al.*, 1999).

Muchas de las importantes transformaciones de N representan entradas y salidas desde el suelo. Estas entradas de N ocurren a través de la aplicación de fertilizantes y residuos, depositación de excretas de animales en pastoreo y de la fijación de N_2 por microorganismos. Las salidas de N del suelo ocurren a través de la remoción de productos de cosechas y ganado, lixiviación, volatilización de amoníaco y desnitrificación (Whitehead, 1995).

Excepto para la fijación industrial y combustión, todas estas transformaciones ocurren naturalmente; sin embargo, el ser humano influye mucho en los procesos del N a través de las actividades de manejo del suelo y cosechas (Havlin *et al.*, 1999).

Esto se puede observar además en los manejos de producción en sistemas ganaderos, que están siendo uno de los mayores contribuyentes de entradas y salidas de N en las praderas, debido al ingreso de residuos y fertilizantes nitrogenados. Esto, unido a una ineficiente utilización de la ingesta de N por los rumiantes, y los retornos a la pradera, pueden resultar en una acumulación de N móvil con potencial de pérdidas por lixiviación, volatilización de amoníaco y desnitrificación (Jarvis, 1994).

2.2.1 Entradas de nitrógeno al sistema.

2.2.1.1 Mineralización.

El suelo de las praderas es un gran reservorio de N, este se encuentra mayoritariamente en forma orgánica, siendo esta fracción siempre más grande que la fracción mineral (Jarvis *et al.*, 1996).

El nitrógeno del suelo puede ser clasificado en diferentes categorías físicas y químicas, formadas por materiales que pueden haber sido recientemente agregados o reincorporados (estiércol, residuos vegetales), o los que pueden estar presentes desde hace miles de años con una tasa variable de degradación. La proporción relativa de estos materiales es el reflejo de manejos anteriores, de condiciones del suelo y ambientales (Jarvis, 1998).

A través del proceso realizado por microorganismos heterotróficos, conocido como mineralización, la materia orgánica del suelo es transformada, liberando NH_4^+ y luego NO_3^- a la solución del suelo. El N inorgánico liberado en esta vía, está disponible para el subsiguiente reciclaje y utilización por las plantas o microorganismos, o ser perdido del sistema (Jarvis *et al.*, 1996).

Las tasas de mineralización varían significativamente con las fluctuaciones estacionales de temperatura de los suelos, al igual que con el contenido de humedad, por lo que prácticas de manejo como el drenaje y la fertilización nitrogenada, tienen efectos positivos en las tasas de mineralización (Hatch *et al.*, 1991; Gill *et al.*, 1995).

2.2.1.2 Nitrificación.

Corresponde a la oxidación de compuestos nitrogenados reducidos, primariamente amonio (NH_4^+), por la acción de dos grupos de bacterias autotróficas (Nitrosomonas y Nitrobacter), con la formación de nitrato (NO_3^-) (Jarvis *et al.*, 1996).

La fuente de NH_4^+ pueden ser la mineralización de N orgánico o fertilizantes nitrogenados que contienen la forma amoniacal. Los tipos de reacciones asociados con la nitrificación en la mayoría de los suelos bien drenados son NH_4^+ a NO_2^- y NO_2^- a NO_3^- . Como resultado, NO_2^- (nitrito), generalmente, no se acumula en los suelos, lo cual es favorable, ya que es tóxico para las raíces de las plantas. Ambas reacciones requieren oxígeno molecular (O_2); así, la nitrificación ocurre en condiciones aeróbicas en el suelo. El incremento de la acidez de los suelos con la nitrificación es un proceso natural, aunque la acidificación es acelerada con la continua aplicación de NH_4^+ , como en la forma de fertilizantes (Havlin *et al.*, 1999).

2.2.1.3 Fertilizantes.

Además del N orgánico en los residuos de cosecha, el retorno de abonos animales como nutrientes al suelo; el N inorgánico aportado por la fertilización nitrogenada constituye otra entrada de N a los sistemas agropecuarios (Rodríguez, 1993, Chadwick y Pain, 1999). A menudo el uso de fertilizantes representan un medio de entrada para los predios agrícolas comerciales, pero las pérdidas de N hacia el medio ambiente pueden ser considerables (Jarvis, 1994).

Los productos fertilizantes nitrogenados son altamente solubles en agua y de gran eficiencia de utilización, son comúnmente producidos a partir del nitrógeno atmosférico (N_2) que es fijado como amoníaco, mediante la utilización de una fuente de hidrógeno, generalmente, procedente de derivados del petróleo. También existen fertilizantes nitrogenados naturales que provienen de yacimientos de nitrato de sodio y/o potasio en el norte del país (Pinilla y Sanhueza, 2000).

La época y oportunidad de aplicación de la dosis de N tiene por objetivo obtener una máxima eficiencia de la fertilización nitrogenada. Una forma de aumentar la eficiencia de la fertilización nitrogenada es parcializar la dosis de N para evitar el riesgo de lixiviación, especialmente en el período de invierno (Rodríguez *et al.*, 2001).

2.2.1.4 Ingreso de N vía animal.

El N a través del ingreso de abonos animales, representa una vía de reciclaje del N en el sistema Suelo-Planta-Animal. Los suelos pueden contener N orgánico como urea, el cual es constituyente de la orina de animales en pastoreo y a menudo adicionado al suelo como fertilizante. La descomposición de urea hacia la producción de amoníaco (NH_3 ; y CO_2) es catalizada por la enzima ureasa, la cual se encuentra prácticamente en todos los suelos (Stevenson y Cole, 1999).

El retorno del N en excretas es un componente extremadamente importante en el ciclo del N en praderas, teniendo un mayor impacto sobre las pérdidas y en última instancia del N aplicado. Este retorno es el resultado de una ineficiente utilización del N en la dieta, y éste varía con las entradas de N (Jarvis, 1994).

Los residuos animales contienen una apreciable cantidad de nutrientes, particularmente N, P y K, aunque la composición de los efluentes varía con la fuente, tratamiento y fabricación. La aplicación de residuos a los suelos promueve el crecimiento de los cultivos y con eso reduce la necesidad de uso y costos de fertilizantes químicos (Cameron *et al.*, 1995).

La aplicación de residuos se basa en proveer suficiente N para permitir los requerimientos de la pradera, aunque evitando la lixiviación de NO_3^- hacia las aguas subterráneas (Wang *et al.*, 2004).

2.2.2 Pérdidas de nitrógeno.

Los sistemas de agricultura convencional han tenido y siguen teniendo grandes pérdidas de nutriente, que son inadvertidas. Estas pérdidas son numerosas e incluyen la erosión del suelo, escorrentía superficial, lixiviación de nutrientes, bajo la profundidad efectiva de las raíces y las pérdidas gaseosas, como volatilización de amoníaco (Salazar, 2001).

2.2.2.1 Lixiviación.

El nitrógeno en la pradera pastoreada puede ser perdido inorgánicamente en forma de nitrato, y amonio (Heathwait *et al.*, 1993; Jarvis, 2007; Alfaro *et al.*, 2007) y como N-orgánico (Jarvis, 2002).

La lixiviación de N es el proceso a través del cual las diferentes formas nitrogenadas, orgánicas e inorgánicas aplicadas artificialmente o existentes en el suelo, son movilizadas más allá de la zona de las raíces de las plantas, por efecto del movimiento de percolación de las aguas (tanto por flujo de masa como por difusión), el que sería en gran medida el responsable, de las pérdidas de N, pero que ciertamente no explican su totalidad (Silva *et al.*, 1987).

2.2.2.1.1 Lixiviación de N inorgánico.

En praderas pastoreadas las pérdidas de N por lixiviación son de 18 % del fertilizante nitrogenado aplicado, existiendo diferencias en $\text{kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ dependiendo del tipo de pastura (Jarvis, 1993). La lixiviación dependerá además de las formas de N en el suelo y de los cambios en los minerales presentes ($\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$). Otros factores influyentes en la lixiviación son la textura y estructura del suelo (Jarvis *et al.*, 1999), cobertura radical (Nissen *et al.*, 1991), dosis de aplicación y tipo de fertilizante utilizado (Baeza, 2001; Salazar, 2001; Ordóñez, 2003).

Investigaciones han demostrado que la naturaleza química de los NO_3^- , los hacen más susceptibles a la lixiviación, en comparación con el NH_4^+ . En la pradera el NH_4^+ aparece a bajas concentraciones, las cuales son consideradas como trazas y éstas dependen del tipo de fertilizante aplicado y patrón de distribución de los parches de orina y estación del año (Di y Cameron, 2004).

Resultados encontrados por Di *et al.* (1998) plantean que la lixiviación de NO_3^- es afectada por diferentes condiciones de suelo, manejo y condiciones del medioambiente y las fuentes de fertilización de N aplicada. Múltiples investigaciones han reportado niveles de lixiviación del N

en la pradera, esto permite definir la pradera como un ecosistema sujeto a las pérdidas de N por lixiviación si no se realiza un buen manejo de la misma (Kohn *et al.*, 1997; Di y Cameron, 2000; de Klein, 2001; de Klein y Ledgard, 2001; Monaghan *et al.*, 2002; Smith y Monaghan, 2003; Francis *et al.*, 2003; Cameron y Di, 2004; Houlbrooke *et al.*, 2004).

2.2.2.1.2 Lixiviación de N orgánico.

Las pérdidas de N-orgánico en la pradera están asociadas a la carga animal utilizada (Hubbard *et al.*, 2004; Alfaro *et al.*, 2007), dosis de fertilizante utilizada (Jarvis, 2002) y tipo de suelo (Alfaro *et al.*, 2007), tipo de fertilizante aplicado y cantidad de lluvia caída (Barkle *et al.*, 2001).

Hawkins y Scholefield (2000) y Murphy *et al.* (2000) en investigaciones realizadas en el Reino Unido, reportan valores de N-orgánico de hasta un 30 % del total de N perdido por lixiviación, equivalentes a 89-272 kg ha⁻¹, en praderas de alta producción bajo pastoreo, en suelos con altos porcentaje de M.O. En sistemas no intensivos (con bajo uso de fertilizantes nitrogenados) estas pérdidas pueden llegar hasta un 50% del total de N perdido debido al movimiento del agua (Jarvis, 2002).

2.2.2.2 Volatilización.

Las pérdidas de nitrógeno (N) debido a estas emisiones pueden significar a los agricultores una eficiencia reducida del fertilizante nitrogenado, contribuyendo a una más baja eficiencia total del nitrógeno aplicado; esto es, 50% en el trópico y 70% en zonas templadas (Malhi *et al.*, 2001). Para evitar las consecuencias negativas de las pérdidas amoniacales, el agricultor tiende a aplicar fertilizante en exceso, incrementando las pérdidas, sus costos de producción y, al ser un gas químicamente activo que se deposita, causa acidificación y eutroficación de los ecosistemas naturales (Fenn *et al.*, 2003; Galloway *et al.*, 2003).

En el mundo, la urea es el fertilizante nitrogenado sólido más barato y más empleado para la producción agrícola. Su utilización en aplicaciones en cobertera constituye una forma de manejo

normalmente no recomendada, al existir condiciones particulares en las cuales esta fuente presenta una efectividad inherente baja; aconsejándose su incorporación para evitar las pérdidas amoniacales (Fenn y Hossner, 1985; Sommer *et al.* 2004). Sin embargo, la ventaja económica (45-46% N) asociada a su uso se ve reducida en varias situaciones comunes y/o de creciente importancia en Chile, en las que la incorporación no es factible; entre otras, la segunda aplicación en cultivos anuales no escardados, la fertilización de mantención en praderas, su aplicación tanto en cero como en mínima labranza, las aplicaciones aéreas en silvicultura. En estas condiciones, la posibilidad de emplear urea queda supeditada al nivel de riesgo de volatilización existente, particularmente en el horizonte superficial de los suelos (Casanova *et al.*, 2009).

Las pérdidas de NH_3 a partir de urea son de entre un 18-30% del N aplicado con contenidos de agua suficientes en el suelo para la hidrólisis de la urea. Estos valores son comparables a los informados por Reynolds y Wold (1987) con pérdidas entre un 10-46%, los que correlacionan con el porcentaje de arcilla, N total, capacidad de intercambio catiónico, C orgánico, ión H^+ , capacidad tampón y actividad de la ureasa del suelo.

Considerando que la pérdida real de NH_3 , a partir de urea, depende de factores del cultivo, de suelo y meteorológicos (Sommer *et al.*, 2004), su medición ha sido abordada por métodos diversos que en general presentan inconvenientes operativos, costos de ejecución altos e incertidumbre seria en la cuantificación de las tasas de pérdidas reales; esto último particularmente, debido a los errores que suelen asociarse entre la información obtenida en un laboratorio y su representación en condiciones de campo (Shirmohammadi *et al.*, 2005).

2.3 Importancia del nitrógeno en la planta.

El N es un nutriente del suelo cuya escasez restringe el crecimiento de los cultivos, siendo un factor limitante en sistemas agrícolas (Bohn *et al.*, 1993; Bellows, 2001).

El N es el nutriente más deficiente en los sistemas agrícolas, debido a las grandes cantidades absorbidas por los cultivos en las cosechas y por otro lado está la susceptibilidad del N a perderse

como gas desde el suelo, lixiviación, escurrimiento o erosión (Rufino *et al.*, 2006). La fertilización nitrogenada ha contribuido significativamente a la productividad de los cultivos, en especial a las praderas, produciendo un incremento en la cantidad de kg MS ha⁻¹, hasta el nivel de máximo rendimiento (Peyraud y Astigarraga, 1998).

El nitrógeno en las plantas hace que la planta se desarrolle bien y que tenga un intenso color verde en sus hojas. También es constituyente de la clorofila (Taiz y Zeiger, 1998)..

Funciones del nitrógeno en la planta: Favorece la multiplicación celular y estimula el crecimiento. Componente de proteínas y otras sustancias proteicas. Forma parte de compuestos que permiten que las plantas realicen sus funciones biológicas. Esencial para la formación de la clorofila y la actividad fotosintética (Taiz y Zeiger, 1998).

La deficiencia de N inhibe rápidamente el crecimiento de las plantas y si la deficiencia persiste, muchas especies muestran clorosis (amarillamiento de las hojas), especialmente en los bordes y en las hojas cerca de la base de la planta. Si la deficiencia es muy severa las hojas se tornan amarillas y caen de la planta, pero las hojas jóvenes podrían no demostrar este síntoma inicial, ya que el N puede ser movilizado de otras hojas adultas (Taiz y Zeiger, 1998).

Por otro lado, un exceso de N disponible puede ocasionalmente resultar en una baja producción, o también podría producir un excesivo crecimiento de las partes vegetativas de las plantas, con ocurrencia de caída de algunas plantas (exceso de peso). Además un excesivo nivel de NO₃⁻ y NO₂⁻ en las plantas puede causar muerte de la planta y también podría causar problemas en la salud animal y humana (McLaren y Cameron, 1996)

2.4 Fertilización.

Los niveles óptimos de N en el suelo son variables en el tiempo, ya que los requerimientos de los cultivos también son diferentes, por lo tanto es difícil indicar una única dosis global de N para la fertilización de la pastura. En ese sentido, investigadores coinciden con este planteamiento, ya

que el crecimiento de estas plantas en la pradera depende del tipo de fertilizantes nitrogenado, dosis y tiempo de aplicación, tipo de suelo, fertilidad, tipo de pradera y condiciones de manejo, así como del sistema de pastoreo utilizado, tipos de animales y alimentación (Nuñez, 2008).

La aplicación inconveniente de fertilizantes puede provocar perjuicios económicos y contaminación ambiental. Por lo tanto, para obtener los mayores beneficios de la fertilización nitrogenada, es necesario considerar algunos aspectos relevantes que permitan maximizar la eficiencia en el uso de este insumo (Marino y Agnusdei, 2005).

La fertilización va a estar determinada por el contenido de materia orgánica y las propiedades biológicas de suelos, así como por la temperatura y el nivel de suministro de urea al sistema suelo-planta (Cartes *et al.*, 2009), como se puede observar en el cuadro 1.

Cuadro 1. Fertilización nitrogenada de praderas en Chile y Europa según diferentes autores (Nuñez, 2008).

Referencia	País	Dosis de N aplicada (kg ha⁻¹ año⁻¹)
Alfaro y Salazar, (2005)	Chile	45-150
Alfaro <i>et al.</i> , (2005b)	Chile	70
Alfaro <i>et al.</i> , (2006c)	Chile	150
Burnhill <i>et al.</i> , (1996)	Inglaterra-Gales	200-250
Herrmann <i>et al.</i> , (2005)	Alemania	100-600
Laws <i>et al.</i> , (2000)	Reino Unido	185-280
Lunnan y Nesheim, (2002)	Noruega	120-240
Mora <i>et al.</i> , (2007)	Chile	150-300
Nuñez <i>et al.</i> , (2007a, b)	Chile	230
Oenema, (2006)	Reino Unido	50-500
Ordoñez, (2003)	Chile	200
Ten Berge <i>et al.</i> , (2002)	Belgica-Holanda	0-600

En las pasturas templadas de Chile, los productores utilizan diferentes dosis de fertilización que varía con la región, el tipo de pradera, especies, tipo de fertilizante, tipo de suelo y sistema de producción. En general, se utiliza urea como fertilizante nitrogenado en las praderas de Chile, donde las dosis de aplicación varían entre 45-300 kg N ha⁻¹, sin embargo, la dosis recomendada fluctúan entre 150-200 kg N ha⁻¹ (Nuñez, 2008).

Dosis superiores a 200 kg N ha⁻¹ aplicado, puede causar una pérdida de este nutriente por diferentes procesos. Scholefield *et al.* (1993) demostraron que cuando las praderas permanentes son fertilizadas con 400 kg N ha⁻¹ año⁻¹, las pérdidas pueden llegar a ser 2,5 veces más altas que cuando éstas se fertilizan con 200 kg N ha⁻¹ año⁻¹, y que el factor fertilización genera pérdidas 1,4 veces más altas que la intervención del suelo en la regeneración de la pradera. Una dosis de 200 kg N ha⁻¹ es suficiente para una producción óptima de la pradera, y dosis sobre este nivel, tendrían el riesgo de producir escapes de N ya sea por lixiviación o emisiones de gases. No obstante, la dosis de fertilizantes a aplicar dependerá de las características físicas, químicas y biológicas de cada suelo y el tipo de cultivo, así como del tipo de fertilizante y tiempo de aplicación. Según Demanet *et al.*, (2006) la aplicación de nitrógeno tiene un efecto en el rendimiento de materia seca, sin embargo la eficiencia disminuye a medida que la dosis es mayor.

2.4.1 Épocas de aplicación de nitrógeno.

Para la zona Centro-Sur lo más indicado es aplicar nitrógeno en la primera quincena de agosto. La aplicación de otoño presenta riesgos, no sólo porque la temperatura y humedad del suelo pueden ser menos favorables para el crecimiento que en agosto, sino también porque en algunos años, especialmente en aquellos con veranos calurosos, el nitrógeno del suelo aumenta notoriamente en otoño y, por lo tanto, no habrá respuesta a la aplicación de este elemento (Acuña *et al.*, s.f.).

2.4.2 Parcialización del nitrógeno.

El uso de 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 ha⁻¹ año⁻¹, lo que significa aplicar 220 a 440 kg de urea o 625 a 1250 kg de salitre sódico. En general, la eficiencia de aplicación de los fertilizantes nitrogenados se estima corrientemente en un 50%. Este comportamiento puede ser mejorado a través de la parcialización de las aplicaciones en dos o más oportunidades durante el periodo de crecimiento, dependiendo de las condiciones ambientales imperantes (Undurraga, 2001).

2.4.3 Fuente de nitrógeno.

Frente a la variada oferta de fertilizantes nitrogenados del mercado local, la elección del fertilizante a utilizar se hace cada vez más compleja. Los fertilizantes ofrecidos contienen formas químicas de N de distinta naturaleza, las que reaccionan en diferentes formas en el suelo, afectando con ello la respuesta de la planta. Por ejemplo, las formas amoniacaes como urea y fosfato de amonio puede producir severas caídas en el pH del suelo, en cambio los nitratos tienen una reacción alcalina es decir aumentos en el pH. Los amoniacaes tienen menores precios por unidad de N que los nitratos, pero tienen una reacción acida en el suelo. La urea es el fertilizante nitrogenado de mayor concentración de N y el más barato por unidad, sin embargo presenta un alto índice de acidez, lo que puede restringir su uso, como se puede observar en el cuadro 2.

Cuadro 2. Efectos de diferentes fuentes nitrogenadas, sobre las principales características químicas de un Andisol de la región de La Araucanía (Pinilla, 1994).

Fertilizantes	CARACTERISTICAS QUIMICAS			
	pH	SB cmol+/kg	Al cmol+/kg	Sat. Al %
Nitrógeno Nítrico	6,03	5,65	0,07	1,22
Mezcla Nítrico Amoniacal	5,74	4,91	0,09	1,80
Nitrato Amonio Calcico	5,59	5,02	0,10	1,95
Nitrógeno Amoniacal	5,48	3,88	0,13	3,20
Testigo	5,64	5,10	0,09	1,75

El empleo de fertilizantes nitrogenados de reacción acida es la forma de manejo que mas rápidamente puede llevar aun suelo que esta en una condición adecuada a una inadecuada. Sin embargo, estos fertilizantes son los productos que aportan nutrientes a menor costo, especialmente nitrógeno, por lo que se debe posibilitar su uso pero sin acidificar el suelo. Lo anterior es posible utilizando mezclas de productos acidificantes con productos que neutralicen dicha reacción. Con el conocimiento del efecto acidificante de un fertilizante y el poder neutralizante de una cal, es posible diseñar mezclas moderadamente acidas, neutras o moderadamente alcalinas, de acuerdo a los intereses del productor (Undurraga, 2001).

En un suelo en que se ha neutralizado la acidez, el uso de fertilizantes de reacción acida no debe presentar restricción alguna, por lo tanto, esta alternativa de fertilización nitrogenada es una de las mas convenientes debido al bajo precio que mantiene la urea, con relación a otros fertilizantes nitrogenados (Bernier y Undurraga, 2001).

En suelos ácidos, el uso de fertilizantes amoniacales acelera los procesos de acidificación y disminuye la producción y persistencia de las pasturas (Mora *et al.*, 2007).

Existen antecedentes que confirman que en suelos ácidos se incrementa el nivel de aluminio de intercambio, lo que provoca un aumento en el porcentaje de saturación de aluminio. Por lo tanto,

el efecto del uso de fertilizantes de reacción acida va a estar fuertemente influenciado por las características químicas del suelo, y la sensibilidad de los cultivares a la presencia de aluminio (Pinilla, 1993).

Finalmente, se hace necesario destacar que la acidificación rizosférica lograda con la adición de fuentes amoniacales es independiente de aquella acidificación lograda en el suelo como producto de la oxidación bacteriana (nitrificación) del ión amonio (Borie y Gallardo, 1993).

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del ensayo.

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Maquehue, de la Facultad de ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera, Temuco (38°50' LS, 72°42' LO).

3.2 Clima.

El clima predominante en la zona de estudio es mediterráneo frío, con temperatura media anual de 12 °C y máxima media mensual para enero de 24,5 °C y mínima para julio de 4,1°C. El período libre de heladas es en los meses de enero y febrero. El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación anual promedio de 1.328 mm, siendo junio el mes más lluvioso. La estación seca abarca el período comprendido entre los meses de noviembre a marzo (Rouanet, 1983).

3.3 Suelo.

Suelo Andisol de la serie Freire, se caracteriza por poseer una topografía plana a suavemente ondulada, con pendientes que no superan el 1% a una altura de 70 m.s.n.m. Son suelos moderadamente profundos de texturas medias y de colores pardos muy oscuros en la superficie y de texturas finas a muy finas en profundidad, y que poseen un alto contenido de materia orgánica (Cid, 2008).

Cuadro 3. Composición química del suelo pre-siembra. Estación Experimental Maquehue de la Facultad de ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de la Frontera. Temuco, 2002.

Componente	Unidad	Contenido
Fósforo	mg/kg	22
Potasio	mg/kg	270
pH	--	5.71
Materia orgánica	%	17
Calcio	cmol+/kg	6.42
Magnesio	cmol+/kg	1.14
Suma de bases	cmol+/kg	8.48
Saturación de Aluminio	%	0.70

Fuente: Laboratorio Análisis Químico Suelos y Plantas. Instituto de Agroindustria-Universidad de la Frontera.

3.4 Enmienda.

La enmienda se realizó con 1 ton sulfato de calcio ha⁻¹ (Fertiyeso).

3.5 Siembra

La siembra fue realizada el 22 de abril del año 2005, se utilizó una dosis de semilla de 22 kg. de *Lolium hybridum* por hectárea. Con el sistema de siembra manual en línea, a distancia entre hileras de 17,5 cm.

3.6 Precultivo.

El precultivo correspondió a una siembra de avena.

3.7 Fertilización.

La fertilización se realizó según los tratamientos y requerimientos de la especie.

Temporada 1:

300 kg P_2O_5 ha⁻¹ (Superfosfato triple) + 300 kg K_2O ha⁻¹ (Sulpomag + Cloruro de potasio) + 110 kg S ha⁻¹ (Sulpomag) + 90 kg MgO ha⁻¹ (Sulpomag) + 2 kg B ha⁻¹ (Boronatrocaltita) + Nitrógeno según tratamiento.

Temporada 2:

322 kg P_2O_5 ha⁻¹ (Superfosfato triple) + 358 kg K_2O ha⁻¹ + (Sulpomag + Cloruro de potasio) + 198 kg S ha⁻¹ (Sulpomag) + 162 kg MgO ha⁻¹ (Sulpomag) + 2 kg B ha⁻¹ (Boronatrocaltita) + Nitrógeno según tratamiento.

Temporada 3:

184 kg P_2O_5 ha⁻¹ (Superfosfato triple) + 328 kg K_2O ha⁻¹ + (Sulpomag + Cloruro de potasio) + 88 kg S ha⁻¹ (Sulpomag) + 72 kg MgO ha⁻¹ (Sulpomag) + 1,6 kg B ha⁻¹ (Boronatrocaltita) + Nitrógeno según tratamiento.

3.8 Control especies residentes.

Durante la 1° Temporada se utilizó 1 L sal dimetil amina de MCPA (MCPA)/ha y la 2° Temporada se utilizaron 62,5 cc Flumetsulam (Preside) ha⁻¹ + 500 cc sal dimetil amina de MCPA (MCPA) ha⁻¹.

3.9 Control de plagas.

Durante la 1ª Temporada se utilizaron 400 g Imidacloprid (Punto) ha⁻¹ + 150 cc Flufenoxuron (Cascade) ha⁻¹.

Durante la 2^o Temporada se utilizaron 400 g Imidacloprid (Punto) ha⁻¹ + 150 cc Flufenoxuron (Cascade) ha⁻¹.

Durante la 3^a Temporada se utilizaron 400 g Imidacloprid (Punto) ha⁻¹ + 150 cc Flufenoxuron (Cascade) ha⁻¹.

3.10 Tratamientos.

Los tratamientos corresponden a cuatro cultivares de *Lolium hybridum*, fertilizados con cuatro dosis de Nitrógeno: 0 – 100 – 200 – 400 u ha⁻¹.

Cultivar	Ploidía	Endófito	Precocidad
Belinda	4n	Sin endófito	Intermedia
Aberlinnet	4n	Sin endófito	Intermedia
Aberstorm	4n	Sin endófito	Precoz
Aberexcel	4n	Sin endófito	Intermedia

3.10.1 Belinda.

Cultivar tetraploide de ballica híbrida, se destaca su alta producción por su rápido establecimiento, gran capacidad de macolla, resistencia a roya y muy buena persistencia. Sus principales características son: Muy alta producción de forraje, rápido establecimiento, gran capacidad de macollamiento, espigadura concentrada, alto contenido de azúcar, hábito de crecimiento semi-erecto.

3.10.2 Aberlinnet.

Ballica híbrida, tetraploide, con alto contenido de azúcar, buenas producciones y excelente digestibilidad, resistencia muy buena a enfermedades.

3.10.3 Aberstorm.

Ballica híbrida, tetraploide, con alto contenido de azúcar, de crecimiento temprano excepcional, combinando excelente condiciones para corte y pastoreo y buena resistencia a enfermedades.

3.10.4 Aberexcel.

Ballica híbrida, tetraploide, con alto contenido de azúcar, producciones similares a *Lolium multiflorum*, con crecimiento temprano, excelente establecimiento.

3.11 Diseño experimental.

Los tratamientos se dispusieron en un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 9m².

3.12 Evaluaciones.

Los tratamientos fueron evaluados bajo la modalidad de corte con tijeron, con una superficie de muestreo de 3 m² parcela⁻¹. Las evaluaciones realizadas fueron las siguientes:

3.12.1 Materia seca (%)

La evaluación se realizó en forma manual utilizando un cuadrante de 0,6 m² dejando un residuo de aproximadamente 5 cm. La muestra fue tomada al azar en cada parcela.

Para determinar el porcentaje de MS se obtuvieron sub-muestras del total de materia verde muestreado, las cuales fueron secadas en un horno a ventilación forzada a 65°C por 48 h.

3.12.2 Producción total de materia seca (ton MS ha⁻¹)

Se obtuvo al multiplicar la producción de materia verde (ton MS ha⁻¹) por el contenido de materia seca (%), el resultado se expresó en ton MS ha⁻¹.

3.13 Análisis estadístico.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza y a una Prueba de Comparación Múltiple de Tukey, con un nivel de significancia de 5%. Para tal efecto se utilizó el software JMP 8.0.

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS.

4.1 Primera temporada.

4.1.2 Producción total especie pura. La producción de *Lolium hybridum* se presenta a continuación en el cuadro 4.

Cuadro 4. Producción de especie pura total temporada (ton MS ha⁻¹) de cuatro cultivares de *Lolium hybridum* con cuatro dosis de nitrógeno, en un Andisol serie Freire. Temporada 2005/2006.

Tratamiento	0	100	200	400
BELINDA *	2,57 e	4,11 bcde	4,06 bcde	9,22 a
ABERLINNET	2,07 e	2,89 e	5,33 bcd	6,19 bc
ABERSTORM	2,17 e	2,40 e	3,99 cde	6,21 bc
ABEREXCEL	1,75 e	3,00 de	4,03 bcde	6,45 b
PROMEDIO	2,14	3,10	4,35	7,02

*Testigo.

Cifras con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas, según prueba de comparación múltiple de Tukey ($p < 0,05$).

Al término de la primera temporada, no se observaron diferencias significativas entre los cultivares a los que no se les aplicó nitrógeno (0 kg ha⁻¹), dando como promedio 2,14 ton MS ha⁻¹. Ya para la segunda dosis (100 kg ha⁻¹), se observaron diferencias significativas, en donde el cultivar Belinda con 4,11 ton MS ha⁻¹, superó a Aberlinnet con 2,89 ton MS ha⁻¹, Aberstorm con 2,4 ton MS ha⁻¹ y a Aberexcel con 3,0 ton MS ha⁻¹. Los cultivares en que se aplicó la tercera dosis de nitrógeno (200 kg ha⁻¹) se pudo observar diferencias, en donde el cultivar Aberlinnet superó en más de una tonelada a su más cercano competidor Belinda (5,33 ton MS ha⁻¹ versus

4,06 ton MS ha⁻¹ respectivamente), Belinda muy por debajo según lo que demostró Soto *et al.*, (2003), en donde obtuvo rendimientos que superaron las 5,7 ton MS ha⁻¹, atribuible esta diferencia quizás a factores de nutrición de suelo; el promedio de los cuatro cultivares con aplicaciones de 200 kg u N ha⁻¹ es de 4,35 ton MS ha⁻¹. En los tratamientos en que se aplicaron 400 u N ha⁻¹, se pudo observar una diferencia en la producción que tuvo el cultivar Belinda versus los otros cultivares en donde Belinda con 9,22 ton MS ha⁻¹ superó a Aberlinnet, Aberstorm y Aberexcel con 6,19; 6,21; 6,45 ton MS ha⁻¹ respectivamente. En general, en todos los cultivares al término de la temporada 2005/2006 se observó una tendencia muy marcada, que es que a medida que se incrementaron las dosis de nitrógeno, los cultivares respondieron positivamente, significando esto, un aumento en los rendimientos por cultivar.

4.2 Segunda temporada.

4.2.2 Producción total especie pura. La producción de *Lolium hybridum* se presenta a continuación en el cuadro 5.

Cuadro 5. Producción de especie pura total (ton MS ha⁻¹) de cuatro cultivares de *Lolium hybridum* con cuatro dosis de nitrógeno, en un Andisol serie Freire. Temporada 2006/2007.

Tratamiento	0	100	200	400
BELINDA *	2,93 f	7,39 cd	8,35 bc	14,11 a
ABERLINNET	2,65 f	6,13 de	9,19 b	9,67 b
ABERSTORM	3,01 f	5,16 e	8,78 bc	12,97 a
ABEREXCEL	2,75 f	6,12 de	8,87 b	12,85 a
PROMEDIO	2,84	6,20	8,80	12,40

*Testigo.

Cifras con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas, según prueba de comparación múltiple de Tukey (p<0,05).

En los tratamientos en que la dosis de nitrógeno fue 0 kg ha^{-1} , no se observaron diferencias significativas dando un promedio de $2,84 \text{ ton MS ha}^{-1}$. En los tratamientos con aplicaciones de 100 kg N ha^{-1} ya se pudo observar diferencias entre cultivares, en donde el cultivar Belinda dio el máximo rendimiento con $7,39 \text{ ton MS ha}^{-1}$ muy superior a Aberstorm con $5,16 \text{ ton MS ha}^{-1}$, los cultivares Aberlinnet y Aberstorm no presentaron diferencias significativas con $6,13 \text{ ton MS ha}^{-1}$ y $6,12 \text{ ton MS ha}^{-1}$ respectivamente. Nuevamente el cultivar Aberlinnet volvió a presentar buenos rendimientos con aplicaciones de 200 kg N ha^{-1} con $9,19 \text{ ton MS ha}^{-1}$, pero no presentó diferencias significativas con el cultivar Aberexcel quien dio $8,87 \text{ ton MS ha}^{-1}$, los cultivares Belinda y Aberstorm no presentaron malos rendimientos, pero aun así estuvieron por debajo de Aberlinnet y Aberexcel con $8,35$ y $8,78 \text{ ton MS ha}^{-1}$. En la cuarta aplicación de N que consiste en 400 kg ha^{-1} no se observaron diferencias significativas en tres de los cuatro cultivares, Belinda, Aberstorm y Aberexcel tuvieron rendimientos que superaron las $12 \text{ ton MS ha}^{-1}$.

Los rendimientos obtenidos en esta temporada son notablemente superiores a los de la primera temporada excepto los tratamientos con kg N , los que se mantuvieron relativamente iguales, esto nos puede indicar como esta especie (*Lolium hybridum*) a medida que transcurrió el tiempo, es decir, el transcurso de tiempo desde la primera a la segunda temporada, respondió mejor a las diferentes dosis de nitrógeno.

4.3 Tercera temporada.

4.3.2 Producción total especie pura. La producción de *Lolium hybridum* se presenta a continuación en el cuadro 6.

Cuadro 6. Producción de especie pura total (ton MS ha⁻¹) de cuatro cultivares de *Lolium hybridum* con cuatro dosis de nitrógeno, en un Andisol serie Freire. Temporada 2007/2008.

Tratamientos	0	100	200	400
BELINDA *	7,98 gh	12,12 cd	11,21 def	15,50 ab
ABERLINNET	7,16 h	10,06 ef	11,37 def	13,73 bc
ABERSTORM	7,93 gh	10,88 def	11,45 de	15,94 a
ABEREXCEL	6,86 h	9,60 fg	10,27 ef	15,38 ab
PROMEDIO	7,48	10,67	11,08	15,14

*Testigo.

Cifras con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas, según prueba de comparación múltiple de Tukey (p<0,05).

En los tratamientos que se aplicó 0 kg N ha⁻¹ existieron diferencias significativas, en donde los cultivares Belinda y Aberstorm dieron los mayores rendimientos con 7,98 y 7,93 ton MS ha⁻¹ respectivamente, frente a 7,16 ton MS ha⁻¹ de Aberlinnet y 6,86 ton MS ha⁻¹ de Aberexcel. Para los tratamientos con 100 un N ha⁻¹ el cultivar Belinda obtuvo el mayor rendimiento con 12,12 ton MS ha⁻¹, en los tratamientos con dosis de 200 kg N ha⁻¹ Belinda volvió a tener buenos rendimientos (11,21 ton MS ha⁻¹), pero por debajo de Aberstorm quien obtuvo 11,45 ton MS ha⁻¹. Con dosis de 400 kg N ha⁻¹ el cultivar Aberstorm obtuvo casi 16 ton MS ha⁻¹, los demás cultivares no estuvieron muy por debajo con 15,50 ton MS ha⁻¹ para Belinda; 15,38 ton MS ha⁻¹ para Aberexcel; y 13,73 ton MS ha⁻¹ para Aberlinnet.

4.5 Producción especie pura total acumulada tres temporadas. La producción acumulada de los distintos tratamientos se muestra a continuación en el cuadro 7.

Cuadro 7. Producción de especie pura acumulada y promedio de tres temporadas (ton MS ha⁻¹) de cuatro cultivares de *Lolium hybridum* con cuatro dosis de nitrógeno, en un Andisol serie Freire. Temporada 2005/2006; 2006/2007; 2007/2008.

Tratamientos	2005/06	2006/07	2007/08	Acumulado Tres temporadas	Promedio
BELINDA-0 *	2,57	2,93	7,98	13,49 f	4,50 f
ABERLINNET-0	2,07	2,65	7,16	11,89 f	3,96 f
ABERSTORM-0	2,17	3,01	7,93	13,11 f	4,37 f
ABEREXCEL-0	1,75	2,75	6,86	11,36 f	3,79 f
BELINDA-100 *	4,11	7,39	12,12	23,62 d	7,87 d
ABERLINNET-100	2,89	6,13	10,06	19,08 e	6,36 e
ABERSTORM-100	2,40	5,16	10,88	18,43 e	6,14 e
ABEREXCEL-100	3,00	6,12	9,60	18,72 e	6,24 e
BELINDA-200 *	4,06	8,35	11,21	23,62 d	7,87 d
ABERLINNET-200	5,33	9,19	11,37	25,88 cd	8,63 cd
ABERSTORM-200	3,99	8,78	11,45	24,22 d	8,07 d
ABEREXCEL-200	4,03	8,87	10,27	23,17 d	7,72 d
BELINDA-400 *	9,22	14,11	15,50	38,83 a	12,94 a
ABERLINNET-400	6,19	9,67	13,73	29,60 c	9,87 c
ABERSTORM-400	6,21	12,97	15,94	35,12 ab	11,71 ab
ABEREXCEL-400	6,45	12,85	15,38	34,68 b	11,56 b
PROMEDIO	4,15	7,56	11,09	22,80	7,60

*Testigo.

Cifras con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas, según prueba de comparación múltiple de Tukey ($p < 0,05$).

En los promedios y acumulado de las tres temporadas se observó una gran diferencia en los tratamientos que les fue aplicado nitrógeno en comparación a los que no se les aplicó nada, se pudo ver como los tratamientos fertilizados con 400 kg N ha⁻¹ respondieron mejor productivamente, concordando con lo publicado por Demanet *et al.*, (2006), quien obtuvo los mejores resultados productivos con dosis de 400 kg N ha⁻¹ en cinco cultivares ballicas entre

híbridas y perennes, pero también se debe tener en cuenta que fertilizaciones con dosis de 400 kg N ha⁻¹ se suele llegar a tener pérdidas por lixiviación o emisiones de gases 2,5 veces más altas que cuando se fertiliza con 200 kg N ha⁻¹, según lo expuesto por Scholefield *et al.*, (1993); los tratamientos Belinda, Aberstorm y Aberexcel fueron los que mejor respuesta productiva presentaron con un rendimiento acumulado de 38,83; 35,12; 34,68 ton MS ha⁻¹ respectivamente, dentro de estos Belinda demostró ser el cultivar más productivo, mostrando diferencias significativas en cuanto a rendimiento, concordando con Demanet, (2009), quien al cabo de tres temporadas obtuvo los mejores resultados productivos con el cultivar Belinda. Belinda debe estos excelentes rendimientos gracias a su genética, ya que posee la cualidad de establecerse más rápido que otros cultivares, su alto contenido de carbohidratos solubles ayuda bastante en esta tarea. El cultivar Belinda sobresale dentro de los tratamientos a los que les fue aplicado 100 kg N ha⁻¹, con un promedio de 7,87 ton MS ha⁻¹, demostrando diferencias significativas al compararlo con el resto de los cultivares, pero Belinda siguió teniendo el mismo rendimiento promedio al elevar la dosis de 100 a 200 kg N ha⁻¹, lo que nos indicó que Belinda no es eficiente en el uso de 100 kg N más, pero no así al incrementar la dosis en 200 kg N ha⁻¹, en donde aumenta notoriamente su producción, subiendo de 7,87 ton MS ha⁻¹ a 12,94 ton MS ha⁻¹.

Autores como Curll *et al.*, (1985); Molina, (1978); Dumont y Lanuza, (1993), discuten sobre el efecto del nitrógeno en praderas, como por ejemplo, cual es el porcentaje en que se incrementa la producción con distintas dosis de nitrógeno, pero concuerdan en que sí hay un efecto en el incremento de la producción con aplicaciones de nitrógeno.

En general la producción de materia seca aumentó a medida que se incrementaban las dosis de nitrógeno, concordando con lo presentado por Mora *et al.*, (2007), quien señaló que la producción de materia seca aumenta a medida que el suministro de N se incrementa, esto puede explicarse debido al efecto del N sobre el desarrollo de hojas, tallos y estructuras de la planta relacionadas con la producción de materia seca como asegura Arriola, (1992). Las altas producciones que mostraron estos cultivares híbridos en relación a otras especies como pueden ser las perennes o las anuales, son gracias a la alta eficiencia de uso de nitrógeno que posee esta especie en primavera, época en donde están en pleno crecimiento y donde se logran los mayores

rendimientos Hoekstra *et al.*, (2007). Pero esto no significa que si seguimos aplicando mayores dosis de nitrógeno obtendremos mejores resultados, Whitehead, (2000), expone que superando la dosis de 400 kg N ha⁻¹ la respuesta productiva va en descenso, por lo tanto, si sumamos altos rendimientos a altas dosis de nitrógeno, más bajo contenido de materia seca (%) también con altas dosis de nitrógeno, nos encontramos en una situación de mala eficiencia del uso de N por parte de *Lolium hybridum*, pero una mala eficiencia no por culpa de la especie, si no que lograda por un mal manejo.

5. CONCLUSIONES.

- A medida que se incrementaron las dosis de nitrógeno, también lo hicieron los rendimientos de cada cultivar.
- Los mayores rendimientos se alcanzaron con dosis de 400 kg N ha⁻¹, siendo el cultivar Belinda quien arrojó los mejores resultados productivos.

6. RESUMEN.

En la estación experimental Maquehue, perteneciente a la Universidad de la Frontera, Temuco (38°50' LS, 72°42' LO). Durante las temporadas 2005/2006; 2006/2007; 2007/2008, se evaluó el efecto de cuatro diferentes dosis de nitrógeno (0, 100, 200 y 400) en el rendimiento de cuatro cultivares de *Lolium hybridum* (Belinda, Aberstorm, Aberexcel y Aberlinnet), en un andisol de la serie Freire. Los tratamientos se dispusieron en un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 9m². La dosis de semilla utilizada fue de 22 kg. de *Lolium hybridum* por hectárea. Con el sistema de siembra en línea con máquina Planet Jr., a distancia entre hileras de 17,5 cm. Se evaluó contenido de materia seca (%) y producción total especie pura (ton MS ha⁻¹), los que se determinaron realizando un corte manual con un cuadrante de 0,6 m² dejando un residuo de aproximadamente 5 cm. La muestra fue tomada al azar en cada parcela. Para determinar el porcentaje de MS se obtuvieron sub-muestras del total de materia verde muestreado, las cuales fueron secadas en un horno a ventilación forzada a 65°C por 48 hrs. y de este, más la composición botánica, se pudo obtener la producción total de especie pura. Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente a través de un análisis de varianza y los resultados que presentaron diferencias significativas fueron comparados mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey a un nivel del 5%. Al término de cada temporada se observó un efecto de las diferentes dosis de nitrógeno sobre la productividad de *Lolium hybridum*, haciendo que estas se incrementaran.

7. SUMMARY.

In experimental station Maquehue, pertaining to the Universidad de la Frontera, Temuco (38°50' LS, 72°42'). During seasons 2005/2006; 2006/2007; 2007/2008, the effect of four different doses from nitrogen (0, 100, 200 and 400) in the yield of four was evaluated you will cultivate of *Lolium hybridum* (Belinda, Aberstorm, Aberexcel and Aberlinnet), in andisol of the Freire series. The treatments were arranged at random in an experimental design of complete blocks with three repetitions. The size of the parcels was of 9m². The dose of used seed was of 22 kg. of *Lolium hybridum* by hectare. With the system of sowing in line with machine Planet Jr, at a distance between rows of 17.5 cm. I evaluate content of dry matter (%) and total production pure species (ton DM ha⁻¹), those that were determined making a manual cut with quadrant of 0.6 m² leaving a remainder of approximately 5 cm. The sample was taken at random in each parcel. In order to determine the percentage of DM they were obtained sub-you show of the sample total of green matter, which were dried in a furnace to ventilation forced to 65°C by 48 hrs. and from this, plus the botanical composition, the total production of pure species could be obtained. The obtained results were analyzed statistically through variance analyses and the results that presented/displayed significant differences were compared by means of the test of multiple comparison of Tukey at a level of 5%. At the end of each season an effect of the different doses from nitrogen was observed on the productivity of *Lolium hybridum*, causing that these were increased.

8. LITERATURA CITADA

- ACUÑA, H., INOSTROZA, L., OÑATE, J. s/f.** Trébol Blanco-Ballica Perenne: ¿Es conveniente fertilizar con nitrógeno?. INIA Quilamapu. 3 p.
- ALFARO, M. Y SALAZAR, F. 2005.** Ganadería y contaminación difusa, implicancias para el sur de Chile. *Agricultura Técnica* 65, 330-340.
- ALFARO, M., SALAZAR, F., IRAIRA, S., TEUBER, N. Y RAMÍREZ, L. 2005B.** Nitrogen runoff and leaching losses in beef production systems under two different stoking rates in southern Chile. *Guyana Botany* 62, 130-138.
- ALFARO, M. V., SALAZAR, F. S., ENDRESS, D. B., DUMONT J. C. L. Y VALDEBENITO, A. B. 2006C.** Nitrogen leaching losses on a volcanic ash soils affected by the source of fertiliser. *Journal Soil Science Plant Nutrition* 6, 54-63.
- ALFARO, M., SALAZAR, F., IRAIRA, S., TEUBER, N., VILLARROEL, D. Y RAMÍREZ, L. 2007.** Nutrient losses in beef production systems of southern Chile. In: Pinoche, T.D. (Ed.), *Nutrición y Alimentación de Bovinos. Efecto de la Intensificación de Sistemas Ganaderos Pastoriles. Aspectos Técnicos, Ambientales y Sanitarios.* SOCHIPA, Chile, Serie Simposio y Compendio 12-13, 83-92.
- ARRIOJA, L. 1992.** Aspectos relevantes de la fertilización de pastizales. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela.
- BAEZA, G. 2001.** Dinámica del reciclaje de nitrógeno, fósforo y azufre provenientes de excretas animales en un Andisol acidificado., Universidad de Santiago de Chile, Santiago. 84 p.
- BARKLE, G. F., STENGER, R., BROWN, T., N., LEDGARD, S. F. Y PAINTER, D. J. 2001.** Fate of the 15N-labelled faeces fraction of dairy farm effluent (DFE) irrigated onto soils under different water regimes. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 59, 85-93.
- BENTON, J. J., BENJAMIN, J. W. Y MILLS, H. A. 1991.** *Plant analysis handbook: A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide.* 212 p.
- BELLOWS, B. 2001.** Nutrient cycling in pastures. *Livestock Systems Guide.* 64 p.
- BERNIER, P. Y UNDURRAGA, P. 2001.** Estrategias de fertilización de praderas permanentes. INIA Remehue. Osorno, Chile. *Acta* N° 9. , 6 p
- BOHN, H., MCNEAL, B. Y O'CONNOR, G. 1993.** *Química de suelos.* Limusa editores, México DF. 370 p.

- BORIE, F. y GALLARDO, F. 1993.** Fuente de nitrógeno y pH rizosférico. *Frontera Agrícola (Chile)* 1 (2) : 81-84 p
- BURNHILL, P., CHALMERS, A. Y GRIEVE, J. 1996.** The British survey of fertiliser practice 1995. Rep. No. 0114957657. HMSO, London, N.
- CASANOVA, M. y BENAVIDES, C.** Cartografía de las pérdidas potenciales de N-Urea por volatilización en suelos de Chile central. *R.C. Suelo Nutr. Veg.* [online]. 2009, vol.9, n.1 [citado 2009-10-20], pp. 14-25. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27912009000100002&lng=es&nrm=iso>. ISSN . doi: 10.4067/S0718-27912009000100002.
- CAMERON, C., RATE, W., CAREY, L. Y SMITH, P. 1995.** Fate of nitrogen in pig effluent applied to a shallow stony pasture soil. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 38: 533-542.
- CARTES, P., JARA, A., DEMANET, R. Y MORA, M. 2009.** Efecto de la temperatura y dosis de fertilización con urea sobre la actividad ureasa y cinética de mineralización de nitrógeno en Andisoles del Sur de Chile. 14 p.
- CIATA. 1996.** Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria. Boletín Informativo. 4 p.
- CID, I. 2008.** Relación entre el consumo aparente de forraje en primavera y la producción de leche en vacas de pastoreo. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile. 86 p.
- CHADWICK, D. y PAIN, B. 1999.** Transport of Nutrients and Organic Material Following Applications of Animal Wastes to Grassland Soils. In: *Accounting for Nutrients, A Challenge for Grassland Farmers in the 21 st Century. Occasional Symposium N° 33 British Grassland Society, UK.* pp 87-98.
- CURLL, M. L.; R.J. WILKINS; R.W. SNAYDON AND V.S. SHANMUGALINGAM. 1985.** The effects of stocking rate and nitrogen fertilizer on a perennial ryegrass-withe clover sward. 1. Sward and sheep performance. *Grass and Forage Sci.* 40: 129-140.
- DEMANET, R, MORA, M. , ABARZÚA, A. Y CANSECO, C. 2006.** Efecto de la aplicación de dosis crecientes de nitrógeno en la producción y contenido de carbohidratos solubles en cuatro cultivares de *Lolium hybridum* y un cultivar de *Lolium perenne* en la región de La Araucanía. XXXI Reunión Anual Sociedad Chilena de Producción Animal. Temuco, Octubre de 2006. Sepúlveda, N. y Soto, P. (Ed.) pp: 19 – 20.
- DE KLEIN, C. 2001.** An analysis of environmental and economic implications of nil and restricted grazing systems designed to reduce nitrate leaching from New Zealand dairy

- farms. II. Pasture production and cost/benefit analysis. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 44, 217-235.
- DE KLEIN, C., y LEDGARD, S. 2001.** An analysis of environmental and economic implications of nil and restricted grazing systems designed to reduce nitrate leaching from New Zealand dairy farms. I. Nitrogen losses. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 44: 201-215.
- DEMANET, R. Y CANTERO, E., 2009.** Producción de cinco cultivares de *Lolium hybridum* en el secano de la región de La Araucanía. XXXIV Reunión Anual Sociedad Chilena de Producción Animal. Pucón, Octubre, 2009. Alfaro. M. (Ed.). pp:8-9
- DI, H., CAMERON, K. C., MOORE, S. Y SMITH, N. 1998.** Nitrate leaching and pasture yields following the application of dairy shed effluent or ammonium fertilizer under spray or flood irrigation: results of a lysimeter study. *Use and Management* 14, 209-214.
- DI, H. Y CAMERON, K. 2000.** Calculating nitrogen leaching losses and critical nitrogen application rates in dairy pasture systems using a semi-empirical model. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 43: 139-147.
- DI, H. Y CAMERON, K. 2004.** Nitrogen leaching losses from different forms and rates of farm effluent applied to a Templeton soil in Canterbury, New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 47, 429-437.
- DUMONT, L.J.C. AND F. LANUZA. 1993.** Effects of applied nitrogen and rest period on forage production and silage quality. *Proc. XVII Int. Grassland Congress. NZ.*
- FENN, L. Y MIYAMOTO, S. 1979.** Ammonia losses and associated reaction of urea in calcareous soils. *Soil Science Society of American Journal* 45, 527-540.
- FENN, L., HOSSNER, L. 1985.** Ammonia volatilization from ammonium or ammonium-forming nitrogen fertilizer. *Advances in Soil Science* 1, 124-169.
- FENN, M., BARON, J., ALLEN E., RUETH, H., NYDICK, K., GEISER, L. 2003.** Ecological effects of nitrogen deposition in the Western United States. *Bioscience* 53, 404-420.
- FRANCIS, G. S., TRIMMER, L. A., TREGURTHA, C. S., WILLIAMS, P. H. Y BUTLER, R. C. 2003.** Winter nitrate leaching losses from three land uses in the Pukekohe area of New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 46, 215-224.
- GALLOWAY J., ABER, J., ERISMAN, J., SEITZINGER, S., HOWARTH, R., COWLING, E. 2003.** The nitrogen cascade. *Bioscience* 53, 341-356.

- GILL, K., JARVIS, S.C., y HATCH, D.J. 1995.** Mineralization of nitrogen in long-term pasture soils: effects of management. *Plant and Soil* 172: 153-162.
- HATCH, D., JARVIS, S., y REYNOLDS, S. 1991.** An assessment of the contribution of net mineralization to N cycling in grass swards using a field incubation method. *Plant and Soil* 138: 23-32.
- HAVLIN, J., BEATON, J., TISDALE, S. y NELSON, W. 1999.** *Soil Fertility and Fertilizers, An Introduction to Nutrient Management.* Prentice- Hall, Inc. New Jersey, United States of America. 6th Ed. 499. p
- HAWKINS, J. y SCHOLEFIELD, D. 2000.** Leaching of dissolved organic N forms grass-white clover pasture in SW England. In: *Grassland Farming, Balancing Environmental and Economic Demands.* *Grassland Science in Europe* 5: 378-380.
- HEATHWAITE, A. L., BURT, T. P. Y TRUDGILL, S. T. 1993.** Overview- the nitrate issue. In: Burt, T. P., Heathwaite, A. L. and Trudgill, S. T. (eds), *Nitrate: Processes, patterns and management.* John Wiley and Sons, England. pp. 3-21.
- HERRMANN, A., KELM, M., KORNHER, A. Y TAUBE, F. 2005.** Performance of grassland under different cutting regimes as affected by sward composition, nitrogen input, soil conditions and weather - a simulation study. *European Journal Agronomy* 22, 141-158.
- HOEKSTRA, N., SCHULTE, R., STRUIK, P. Y LANTINGA, E. 2007.** Pathways to improving the N efficiency of grazing bovines. *European Journal of Agronomy* 26, 363-374.
- HOULBROOKE, D. J., HORNE, D. J., HEDLEY, M. J. Y HANLY, J. A. 2004.** A review of literature on the land treatment of farm-dairy effluent in New Zealand and its impact on water quality. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 47, 499-511.
- HUBBARD, R. K., NEWTON, G. L. Y HILL, G. M. 2004.** Water quality and the grazing animal. *Journal Animal Science* 82, E255-E263.
- JARVIS, N., VILLHOLTH, K. Y ULEN, B. 1999.** Modelling particle mobilization and leaching in macroporous soil. *European Journal of Soil Science* 50, 621-632.
- JARVIS, S. 1993.** Nitrogen cycling and losses from dairy farms. *Soil Use and Management* 9, 99-105.
- JARVIS, S. 1994.** The Pollution Potential and Flows of Nitrogen to Waters and the Atmosphere from Grassland under Grazing. In: *Pollution in Livestock Productions Systems.* CAB international. UK. 227- 239 p.
- JARVIS, S. C. ; STOCKDALE, E. A. ; SHEPHERD, M. A. y OWLSON, D. S. 1996.** Nitrogen mineralization in temperate agricultural soils: processes and measurements. *Advances in Agronomy* 58:187-235.

- JARVIS, S. 1998.** Nitrogen management and sustentability. In: Grass for dairy cattle. CABI Publishing. UK. 161-192 p.
- JARVIS, S. 2002.** Environmental impacts of cattle housing and grazing. *In* Recent developments and perspectives in bovine medicine. Kaske, M., H. Scholz and M. Höltershinken (eds.). Keynotes lectures of the 22nd World Buiatrics Cong. (WBC), Hannover, Germany.. 10-23 p.
- JARVIS, S. 2007.** Optimising nitrogen managements in livestock systems in Western Europe. In: Pinoche, T.D. (Ed.), Nutrición y Alimentación de Bovinos. Efecto de la Intensificación de Sistemas Ganaderos Pastoriles. Aspectos Técnicos, Ambientales y Sanitarios. SOCHIPA, Chile, Serie Simposio y Compendio 12-13, 19-37.
- JARVIS, S., STOCKDALE, E., SHEPHERD, M. y OWLSON, D. 1996.** Nitrogen mineralization in temperate agricultural soils: processes and measurements. *Advances in Agronomy* 58:187-235.
- KOHN, R., DOU, Z., FERGUSON, J. Y BOSTON, R. 1997.** A sensitivity analysis of nitrogen losses from dairy farms. *Journal of Environmental Management* 50, 417-428.
- LAWS, J. A., PAIN, B. F., JARVIS, S. C. Y SCHOLEFIELD, D. 2000.** Comparison of grassland management systems for beef cattle using self-contained farmlets: Effects of contrasting nitrogen inputs and management strategies on nitrogen budgets, and herbage and animal production. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 80, 243-254.
- LUNNAN, T. Y NESHEIM, L. 2002.** Response to different nitrogen application patterns on grassland in a two-cut system. Taylor and Francis. *Acta Agricultura Escandinavica section b, Soil and Plant Science* 52, 1-7.
- MALHI, S., GRANT, C., JOHNSTON, A., GILL, K. 2001.** Nitrogen fertilization management for no-till cereal production in the Canadian Great Plains: a review. *Soil Tillage Research* 60, 101-122.
- MARINO, M. A. y AGNUSDEI, M. 2005.** Abastecimiento de fósforo y de nitrógeno en pasturas para una ganadería sustentable. *Planteos ganaderos, Revista de la Asociación Argentina de siembra directa*, Marzo de 2005.
- MEZA, P. 2009.** Producción de siete cultivares de *Lolium perenne* L. en el secano de la IX región de La Araucanía. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile. 48 p.
- MCLAREN, R. G. Y CAMERON, K. C. 1996.** Soil Science: Sustainable production and Environmental protection. New Edition / Ed. Oxford University. Melbourne Oxford, New York. 304 p.

- MONAGHAN, R. , PATON, R. Y DREWRY, J. 2002.** Nitrogen and phosphorus losses in mole and tile drainage from a cattle-grazed pasture in eastern Southland. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 45, 197-205.
- MORA, M., CARTES, P., NÚÑEZ, P., SALAZAR, M. Y DEMANET, R. 2007.** Movement of NO_3^- -N and NH_4^+ -N in an Andisol and its influence on ryegrass production in a short term study. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 7, 46-63.
- MOLINA SÁNCHEZ, D. 1978.** Respuesta a la fertilización nitrogenada en campos con 200 mm de precipitación anual en Patagonia austral. Informe anual 1977-1978. INTA Bariloche.
- MURPHY, D., MACDONALD, A., STOCKDALE, K., GOULDING, S., FORTUNE, AND GAUNT, et al. 2000.** Soluble organic nitrogen on agricultural soil. *Biol. Fértil. Soils* 30:374:387.
- NISSEN, J., DAROCH, R., RAMIREZ, E. y PINOCHET, D. 1991.** Efecto del riego sobre la lixiviación de nitrógeno en una pradera de rotación corta para la zona agroclimática de Valdivia. *Agro Sur (Chile)* 19 (2): 124-129.
- NÚÑEZ, R. P., DEMANET, R., JARA, A. Y MORA, M.L. 2007A.** Emisión de amoníaco y óxido nitroso en sistemas de pastoreo en el Sur de Chile. In: XVII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. León Guanajuato, 17-21 septiembre 2007. Documento extenso. Mesa de trabajo 7. pp. 845-848.
- NÚÑEZ, R. P., DEMANET, R. Y MORA, M.L. (2007B).** Pérdidas de nitrógeno por lixiviación y emisiones de gases en sistemas de pastoreo en el sur de Chile. 2do Simposio Internacional Suelo, Ecología y Medio Ambiente. Universidad de La Frontera, Temuco, Chile, 8-9 nov 2007. Boletín 23, pp 329-334.
- NUÑEZ, P. 2008.** Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en las pérdidas de nitrógeno en una pradera permanente del sur de Chile. Tesis de Doctor en Ciencias de Recursos Naturales, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile. 186 p.
- OENEMA, O. 2006.** Nitrogen budgets and losses in livestock systems. *International Congress Series* 1293, 262-271.
- ORDÓÑEZ, G. 2003.** Lixiviación de nitrógeno proveniente de purines en una pastura de *Lolium perenne* de la IX región y su relación con las curvas de producción, estudio en lisímetros. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile. 54 p.
- PAUL, E. Y CLARK, F. 1996.** Soil microbiological and biochemistry. Second/Ed., San Diego, California. 340 p.

- PEYRAUD, J. Y ASTIGARRAGA, L. 1998.** Review of the effect of nitrogen fertilization on the chemical composition, intake, digestion and nutritive value of fresh herbage: onsequences on animal nutrition and N balance. *Animal Feed Science and Technology* 72, 235-259.
- PINILLA, H. 1993.** Efecto del uso sucesivo de nitrógeno nítrico y amoniacal en la acidificación de suelos trumaos. *Frontera Agrícola (Chile)* 1 (1): 18-22 p.
- PINILLA, H. 1994.** Fertilizantes nitrogenados en suelos volcánicos. *Frontera Agrícola (Chile)* 2 (2) : 69-73 p
- PINILLA, H. y SANHUEZA, H. 2000.** Fertilizantes nitrogenados y su impacto sobre la productividad de los suelos volcánicos del sur de Chile. Compendio de investigaciones realizadas entre 1985-1998. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile. 35 p.
- REYNOLDS, C. Y WOLD, D. 1987.** Influenced of urease activity and soil properties on ammonia volatilization from urea. *Soil Science* 143, 418-425.
- RODRIGUEZ, J. 1993.** Manual de Fertilización. Colección en agricultura. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Departamento de Ciencias Vegetales. 1° Edición. 362 p.
- RODRIGUEZ, J. PINOCHET, D. y MATUS, F. 2001.** Fertilización de los cultivos. LOM Ediciones. Santiago, Chile. 117 p.
- ROUANET, J. 1983.** Clasificación agroclimática Novena Región, Macroárea II. Segunda aproximación. *Investigación y Progreso Agropecuario. INIA Carillanca, Chile* 2, 23-26.
- RUFINO, M. C., ROWE, E. C., DELVE, R. J. Y GILLER, K. E. 2006.** Review: Nitrogen cycling efficiencies through resource-poor African crop-livestock systems. *Agriculture Ecosystems and Environment* 112, 261-282.
- SALAZAR, F. 2001.** Lixiviación de nitrógeno proveniente de urea, en el período de mayor crecimiento de una pradera de *Lolium multiflorum* CV. TAMA. Estudio de lisímetros. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile., 84 p.
- SALAZAR, M. ROUANET, J. L., DEMANET, R. Y MORA, M. 2001.** Lixiviación de N proveniente de urea aplicada a una pradera de *Lolium multiflorum* cv Tama. Estudio en lisímetros. 52° Congreso Agronómico de Chile. Quillota, Octubre 2001. Castro, M., Badilla, L. y Fredes, C. S. (Ed.) pp: 34.
- SILVA, B., MAC DONALD, R. Y NISSEN, H.J. 1987.** Lixiviación del nitrógeno proveniente de fertilizantes. Estudios disimétricos. *Boletín Técnico N° 1. SOQUIMICH-UACH.* 21 p.
- SOMMER, S., SCHJOERRING, J. Y DENMEAD, O. 2004.** Ammonia emission from mineral fertilizers and fertilized crops. *Advances in Agronomy* 82, 558-622.

- SOTO, P., OÑATE, J., Y ORELLANA, M. 2003.** Investigación-demostración en establecimientos manejo de praderas en predios de agricultores lecheros de la provincia del Bio-Bio. Instituto Investigación Agropecuaria. Centro regional de investigación Quilamapu. 13 p.
- SCHOLEFIELD, D., TYSON, K. C., GARWOOD, E., ARMOSTRONG, A., HAWKINS, J. Y STONE, A. 1993.** Nitrate leaching from grazed grassland lysimeters: Effects of fertilizer input, field drainage, age of sward and patterns of weather. *European Journal of Soil Science* 44, 601- 614.
- SHIRMOHAMMADI, A., DJODJIC, E., BERGSTRÖM, L. 2005.** Scaling issues in sustainable management of nutrient losses. *Soil Use and Management* 21, 160-166.
- SMITH, L. C. Y MONAGHAN, R. M. 2003.** Nitrogen and phosphorus losses in overland flow from a cattle grazed pasture in Southland. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 46, 225-237.
- STEVENSON, F.J. y COLE, M.A. 1999.** Cycles of soil: Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulphur, Micronutrients. John Wiley and Sons, Inc, New York , USA. 2 ed. 427 p.
- TAIZ, L. Y ZEIGER, E. (1998).** Plant physiology. Second edition. Sinauer Associates, Inc., publishers, Sunderland, Massachusetts, 792 p.
- TEN BERGE, H. F. M., VAN DER MEER, H. G., CARLIER, L., HOFMAN, T. B. Y NEETESON, J. J. 2002.** Limits to nitrogen use on grassland. *Environmental Pollution* 118, 225-238.
- UNDURRAGA, P. 2001.** Fertilización de praderas, indicadores de fertilidad y nutrientes importantes. Centro regional de investigación Remehue. 6 p.
- WANG, H.; MAGESAN, G.N. y BOLAN, N.S. 2004.** An overview of the environmental effects of land application of farm effluents. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 47: 389-403.
- WHITEHEAD, D. 1995.** Grassland Nitrogen. CAB International, Biddles Ltd, Guildford, UK. 397 p.
- WHITEHEAD, D. 2000.** Nutrient Elements in Grassland Soil-Plant-Animal Relationships. Department of soil science university of reading. UK. 369 p.