

Plataforma Producción Predial

PROYECTO ACTUALIZACIÓN DE PARÁMETROS TECNOLÓGICOS PARA RIEGO EN PRADERAS

Código : M2P15

Fuente de Financiamiento: Fundación para Innovación Agraria (FIA)

Región (es) de Ejecución : XIV y X Regiones

Agente Ejecutor : Universidad Austral de Chile, Valdivia.

Agente(s) Asociado(s) : Ramón Morales Pino, Empresa Vórtice Ingeniería,
Linares.

Coordinador del Proyecto : Juan Nissen Mutzenbecher

Costos (en pesos) : \$7.600.000

I. RESUMEN EJECUTIVO

Para implementar el riego de praderas sembradas del Sur de Chile interesa definir básicamente el tipo de equipo de riego por aspersión más conveniente, el tipo de energía a usar, la fuente de agua más apropiada, las magnitudes de superficie convenientes de regar, la frecuencia de riego y la tasa o monto de agua a aplicar en cada riego. Además, resulta importante resolver si existe una dependencia entre los parámetros frecuencia de riego, tasa de riego y frecuencia de corte de la pradera. Con la finalidad de conocer más acerca de estas temáticas, se llevaron cabo cuatro estudios en la Universidad Austral de Chile, a través del Proyecto M2P15 :

-El objetivo de la **primera investigación** 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 y se analizó la calidad del forraje obtenido, usando por una parte un tratamiento con riego y otro sin, combinados con dos diferentes dosis de fertilización nitrogenada y dos frecuencias de corte de la pradera. La mayor producción se obtuvo usando riego, con corte cada 45 días y 250 kg de N (promedio 12.735 kg MS/ha) y la menor producción con ausencia de riego, con corte frecuente (15 días) y 150 kg de N (promedio 14.011 kg MS/ha). Con respecto a los parámetros de calidad nutricional, el riego no produjo modificaciones significativas.

-En la actualidad resulta importante generar antecedentes sobre la factibilidad técnica y económica de la inversión en equipamiento de riego por aspersión en praderas artificiales, para las condiciones del Sur de Chile. Para esto, en un **segundo estudio** se formularon 60 proyectos de riego, de acuerdo a diferentes combinaciones de factores como: a) tipo de equipo de riego por aspersión (acople rápido, carrete automático, pivote central y K-Line); b) fuente de energía (caída de agua, electricidad y petróleo); c) fuente de agua (superficial y subterránea); c) superficie regada (10 y 25 ha) y d) financiamiento por parte de Ley 18.450 (0 y 50%). En cada proyecto se calcularon aspectos técnicos y económicos, analizando costos de inversión y anuales por hectárea. En el caso de los costos de inversión ($\$ \text{ha}^{-1}$), los menores fueron del sistema K-Line y los del pivote central fueron los más costosos. En cuanto a la fuente energética, los sistemas con una caída de agua (gravitacionales) y diesel fueron los con menor inversión; mientras que los eléctricos fueron los más costosos. En general, proyectos sin bonificación (Ley 18.450) no son un negocio rentable, exceptuando algunos energizados por gravedad. Por otra parte, al ser bonificados, algunos proyectos en 25 ha son atractivamente rentables, destacando los sistemas K-Line y pivote central, que presentaron los mayores ingresos marginales de este estudio, llegando a $\$173.229 \text{ ha}^{-1}$. Los proyectos con mayores pérdidas correspondieron a los sistemas que usan aguas subterráneas, aun cuando estos usen la bonificación.

-El objetivo general del **tercer estudio** fue evaluar el efecto de distintas frecuencias de riego y de corte en la producción de una pradera sembrada de ballica perenne. El diseño experimental combinó dos frecuencias de riego (Riego frecuente, aplicando 40mm y Riego menos frecuente, aplicando 80mm) y dos frecuencias de corte (cada 15 y 45 días). La máxima producción se obtuvo en el tratamiento Riego Frecuente-

Corte 45 días, con 18.022 kg MS ha⁻¹ y la más baja para el tratamiento Sin Riego-Corte 15 días, con 6.279 kg MS ha⁻¹. En relación a las producciones, el tratamiento Sin Riego presentó diferencias significativas con los tratamientos regados. Estos últimos entre sí no presentaron diferencias. También se evaluaron parámetros nutricionales del forraje, donde no se observaron diferencias significativas atribuibles al riego

-Con el objetivo de estudiar el efecto del riego sobre la composición botánica de la pradera, se realizó una **cuarta investigación** en la comuna de Mariquina, provincia de Valdivia, en la temporada 2009/2010. Se usó una pradera sembrada de ballica perenne Nui y trébol blanco Huia, la que fue sembrada a fines de marzo de 2009 sobre un suelo de la serie San José. La tasa de riego bruta fue calculada en 40 mm. Esta se entregó mediante 4 diferentes criterios de reposición de agua (tratamientos) usando bandeja de evaporación, cuando ésta era equivalente al 80, 120 y 180% del consumo de bandeja; además se usó un testigo, que correspondió al aporte natural de agua.

Durante el estudio, debido a las abundantes precipitaciones que se produjeron, se aplicó un solo riego al tratamiento 80%, un riego al tratamiento 120% y tres riegos al tratamiento 180%. En primer lugar, fue posible observar que la precipitación durante la temporada del experimento fue abundante. Entre octubre y mediados de mayo cayeron 434 mm de lluvia, cifra que se distribuyó con cierta uniformidad, sin crear épocas de sequía ni grandes necesidades de riego. Por lo anterior, el efecto del riego no fue significativo. En cuanto a frecuencia de especies, por la misma causa, no se presentaron grandes variaciones por efecto del riego.

II. OBJETIVOS.

Objetivo general:

Obtener aumentos de producción rentables y ventajas del uso de riego en praderas.

Objetivos específicos:

-Desarrollar estudios tendientes a conocer la dependencia de los factores frecuencia de riego y frecuencia de corte respecto a la productividad de la pradera.

-Relacionar los diferentes equipos o diseños de riego por aspersión, junto con otros factores implicados, para obtener ingresos marginales económicos positivos por parte de proyectos.

-Evaluar el impacto del riego sobre la composición botánica de la pradera.

III. METODOLOGÍA.

3.1 Metodología del primer estudio :

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. Se llevó a cabo mediante una tesis de pregrado, desarrollada por el alumno de Agronomía Felipe Robert. El periodo de ensayo abarcó desde el 1 de noviembre de 2006 hasta el 1 de abril de 2007. El suelo usado correspondió a un Typic Hapludults de la Serie Cudico, formado a partir de cenizas volcánicas pleistocénicas puras o mezcladas. Moderadamente profundo a profundo, de textura franco arcillosa a arcillosa y bien estructurado. Mediante un pluviómetro artesanal y una bandeja de evaporación artesanal se registraron las lluvias y los montos de evaporación en el mismo lugar y durante el período que duró el estudio. El registro de evaporación fue diario y los registros de pluviometría se realizaban después de producido un evento. El horario de todas las mediciones fue a las 20:00 horas. 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 fueron sembradas a fines de agosto de 2006 con cultivo previo.

Descripción del ensayo. Las dimensiones de las parcelas fueron de 3 x 2 (6m²). 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 sulpomag 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 las parcelas respectivas y aplicadas 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. 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 el 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. La tasa

de riego consistió en 30 mm de altura de agua. Esto equivale a un volumen de 180 L/ parcela. El sistema de riego estaba compuesto por un estanque de 5000 L, conectado a una motobomba (para mantener un caudal constante) y una manguera de jardín provista de un rociador. La distribución del agua fue homogénea en los 6 m² de cada parcela de riego. A este sistema de riego se le conocía y comprobaba periódicamente su caudal. El volumen de 180 L de agua se aplicó mediante el control del tiempo de riego. 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 atrasó el riego en la medida que lograban evaporarse efectivamente los 37,5 mm desde la bandeja.

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 m². El control de malezas se realizó mediante una aplicación con 0.7 L de MCPA y 30 cc de Silwet® (copolímero de poliéter y silicona) en octubre, específicamente para el control de malezas de hoja ancha.

Se midió la producción de materia verde, materia seca y calidad de forraje. 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 m² de los 6 m² 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.

Para conocer la calidad del forraje, se efectuaron análisis en laboratorio, mediante espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS). Para este estudio 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.

De la combinación de las variables resultan los siguientes 8 tratamientos:

Riego – Corte frecuente - 150 kg N	(R-CF-150)
Riego – Corte menos frecuente - 150 kg N	(R-CMF-150)
Riego – Corte frecuente - 250 kg N	(R-CF-250)
Riego – Corte menos frecuente - 250 kg N	(R-CMF-250)
Sin riego - Corte frecuente - 150 kg N	(S-CF-150)
Sin riego – Corte menos frecuente - 150 kg N	(S-CMF-150)
Sin riego - Corte frecuente - 250 kg N	(S-CF-250)
Sin riego – Corte menos frecuente - 250 kg N	(S-CMF-250)

Donde: S = Tratamiento sin riego (testigo); R = Tratamiento con riego
 CF = Corte frecuente, con intervalos de 15 días (simulación de pastoreo).
 CMF = Corte menos frecuente, con intervalos de 45 días (simulación de ensilaje).

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 y 250 kg de N) y el tercer factor fue la frecuencia de corte de la pradera: corte frecuente (15 días) y menos frecuente (45 días). Para la evaluación de los resultados, estos se sometieron a un Análisis de Varianza. Los valores en % se transformaron a arco seno para su normalización. Al existir significancia, se aplicó además la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, para establecer las diferencias entre medias.

3.2 Metodología del segundo estudio :

Este estudio se realizó mediante una tesis de pregrado, desarrollada por el alumno de Agronomía Sr. Manuel Mancilla. Para analizar la factibilidad técnica y económica de implementar riego por aspersión en pradera, se diseñaron y formularon numerosos proyectos. Para ello, se fijaron supuestos agronómicos representativos de la zona sur de Chile. También se fijaron algunos supuestos hidráulicos. Para la formulación y diseño de proyectos de riego por aspersión se consideraron los siguientes factores y sub-factores (Cuadro B-1).

Cuadro B-1. Variables consideradas para el diseño de proyectos de riego por aspersión.

Variables						
	Fuente energética	Fuente de agua	Sistema de riego	Superficie de riego (ha)	%Bonificación Ley 18.450	
Sub-variables	Caída de agua	Subterránea	Acople rápido PVC	10	0%	
	Diesel	Superficial	Carrete automático	25	50%	
	Electricidad	---	Pivote central	---	---	
	---	---	K-Line	---	---	

El número de proyectos formulados resultó de las combinaciones entre las variables y sub-variables, algunas de las cuales no fueron posibles de formular, por lo que se omitió su creación. Ejemplo: combinación agua subterránea y extracción por gravedad o diesel.

Variable Fuente energética. Se consideraron 3 : Energía gravitacional, diesel y electricidad.

Variable fuente de agua. Se consideraron 2 : Agua subterránea y agua corriente superficial.

Variable sistemas de riego. Los sistemas de riego por aspersión que pueden ser utilizados en praderas y considerados para este estudio fueron siguientes:

-*Sistema de acople rápido.* Es el clásico sistema de aspersión semi-móvil, que presenta tuberías de acople rápido, en PVC. Para el diseño con este sistema, la condición más importante es la selección y disposición de los aspersores, procurando un alto coeficiente de uniformidad.

-*Sistema de carrete automático.* El parámetro de diseño para este sistema fue la selección del cañón de riego, dependiente del caudal y del tiempo de riego. Este sistema sólo se limitó por los tiempos requeridos para los cambios de posición y se programó para regar 2 franjas diarias.

-*Sistema de pivote central.* Para este sistema, debido al alto grado de automatización, se consideró un tiempo de operación de 22 h día⁻¹. Para su dimensionamiento, se calculó el radio de trabajo necesario para las 10 y 25 ha, lo

que determinó el número de tramos necesarios y su respectivo voladizo. Los aspersores seleccionados para este equipo fueron de baja presión. Para el diseño de proyectos con este sistema se programó un cambio diario.

-Sistema K-Line. Es un sistema relativamente nuevo, creado en Nueva Zelanda. Este presenta una línea de riego de polietileno flexible, posible de ser arrastrarlo por una cuádrimotora sin dejar de regar, permitiendo una disminución en los tiempos de cambio de posición y además en la mano de obra necesaria (K-Line Irrigation, 2001).

Variable superficie de riego. Para el estudio se consideraron 2 superficies: 10 y 25 ha.

Variable Ley 18.450. Para los fines del presente estudio se consideró postular a una bonificación de un 50% y la no postulación a ella .

Utilizando los parámetros de diseño y ubicación determinados de acuerdo a los puntos anteriores, se procedió al cálculo de los costos.

Costos de inversión. Son los costos de equipos, construcciones y servicios, requeridos para la implementación de los proyectos de riego. Los equipos fueron de marcas conocidas en el mercado, facilitadas por empresas colaboradoras para este estudio. Para el cálculo de costo de equipos se consideró un valor de US dólar de \$480.- Los honorarios requeridos para la instalación de los equipos fueron de \$20.000 jornada⁻¹ para el maestro instalador y de \$10.000 jornada⁻¹ para el ayudante del instalador. Los costos del estudio topográfico fueron de \$9.000 ha⁻¹ y los honorarios de diseño de proyecto \$60.000 ha⁻¹. Además, se consideraron los costos de un consultor, cuando se postuló a Ley 18.450 y que ascendieron a un 10% de los costos de inversión total de los proyectos.

Costos anuales. Corresponden a los costos por concepto de la implementación de un sistema de riego; estos se obtienen por la suma de costos fijos y costos operacionales.

Costos fijos. Son aquellos producidos independientemente del tiempo de uso anual que tengan los equipos e infraestructura de riego. La depreciación asumida fue la

lineal, o sea, los bienes se deprecian en igual valor cada año. Además no se consideró un valor residual al final de sus vidas útiles. De acuerdo a los sistemas en estudio, estos presentaron distintas vidas útiles: 10 años para los sistemas de acople rápido y K-Line; para los sistemas de pivote central y carrete automático se asumieron vidas útiles de 15 años. Otro costo fue el interés al capital fijo, donde se asumió un 12% de los costos de inversión totales. Para los proyectos con fuente energética eléctrica, se debió asumir el costo fijo correspondiente al pago anual por potencia contratada y el costo fijo correspondiente a la tarifa. Para fines del presente estudio, se consideró un valor de potencia contratada de $\$1.560 \text{ kW}^{-1}$ por mes y un costo fijo de $\$1600$ por mes.

Costos operacionales. Son aquellos relacionados directamente con el nivel de actividad que presente cada sistema. Los costos en energía fueron: para el caso de la fuente eléctrica de $\$50$ por kWh y el litro de combustible diesel de $\$550 \text{ L}^{-1}$, el cual incluye $\$20 \text{ L}^{-1}$ adicionales por concepto de transporte al predio. Para la mantención y reparación de sistemas eléctricos se aplicó el 4% del costo de equipos y construcciones, mientras que para los sistemas diesel fue de un 5%. Los costos de mano de obra son dependientes de la complejidad y de los equipos requeridos por el sistema de riego utilizado. Para el sistema de acople rápido y pivote central la jornada hombre se valoró en $\$5.000$ y $\$7.000$, respectivamente. Para el sistema de carrete automático la jornada tractor se valoró en $\$80.000$ y para el sistema K-Line el valor de la jornada cuadrimoto ascendió a $\$20.000$. Para el caso de interés al costo de operación, que refleja el uso alternativo de los recursos, se consideró un 12%.

Evaluación económica. Esta evaluación se realizó por medio de un presupuesto parcial, en donde se enfrentaron los costos anuales con los ingresos adicionales, ambos productos de la implementación de riego sobre una pradera, lo que se resume en una utilidad marginal. Los ingresos adicionales, producto del aumento de la producción de la pradera por efecto del riego, fueron calculados en base a litros de leche vendida a planta. Para este estudio se consideró un aumento de producción neta de $1.600 \text{ kg MS ha}^{-1}$, que fueron traducidos a 1.600 litros de leche a un precio de $\$200 \text{ L}^{-1}$. De acuerdo a lo anterior, el ingreso producto de la implementación del riego es de $\$320.00 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. La utilidad marginal de cada proyecto se calculó de acuerdo a dos posibles escenarios: uno donde el agricultor

asume los costos de inversión íntegramente y el otro en donde el agricultor se hace acreedor de la bonificación de un 50% de los costos totales de inversión por medio de la Ley 18.450, ley de fomento de la inversión privada en obras de riego y drenaje.

3.3 Metodología del tercer estudio :

El estudio titulado “Manejo de la frecuencia de riego en combinación con la frecuencia de corte en una pradera artificial de la Región de los Ríos” se llevó a cabo en el predio de propiedad del Ingeniero Agrónomo Sr. Jaime Mardones, localizado en el sector de Melefquén, comuna de Panguipulli, provincia de Valdivia, y tuvo una duración de 6 meses (20 de Octubre del 2007 al 18 de Abril del 2008). La investigación se realizó en forma de una tesis de pregrado, ejecutada por el alumno de Agronomía Sr. Héctor Aedo Arteaga (UACH). El experimento se realizó sobre una pradera artificial de Ballica Nui (*Lolium perenne*), la cual fue sembrada en octubre del 2006.

Los tratamientos consistieron en el uso de 2 frecuencias de riego más un tratamiento sin riego, combinado con 2 frecuencias de corte, cada uno con tres repeticiones. Estos fueron aplicados sobre parcelas de 3 m x 3 m (9 m²). Los tratamientos fueron:

T1= Sin riego–corte cada 15 días (SR–15);

T2= Sin riego–corte cada 45 días (SR–45);

T3= Riego poco frecuente–Corte 15 días (RPF–15);

T4= Riego poco frecuente–Corte 45 días (RPF–45);

T5= Riego frecuente–Corte 15 días (RF–15) y

T6= Riego frecuente– Corte 45 días (RF–45).

La pradera tuvo una fertilización básica y general de 50 kg N ha⁻¹ en forma de urea, 300 kg P₂O₅ ha⁻¹ en forma de superfosfato triple, 150 kg K₂O ha⁻¹ en forma de muriato de potasio y 4000 kg ha⁻¹ de magnecal.

El riego se realizó con microjets de 360° y 1,2 m de radio de mojadura. Los niveles de riego se establecieron en base a la evaporación de una bandeja evaporimétrica ubicada en el mismo sector del ensayo y de acuerdo a los siguientes criterios de riego : Sin Riego (SR): el aporte de agua provino sólo de las precipitaciones. Riego Poco Frecuente (RPF): se aplicó una tasa de riego de 80 mm, cuando la bandeja evaporó 40 mm; el agua aplicada correspondió a 360 L/área regada del microjet.

Riego Frecuente (RF): se aplicó una tasa riego de 40 mm, cuando la bandeja evaporó 20 mm; el agua aplicada correspondió a 180 L/área regada del microjet. Los tiempos de riego utilizados fueron : Para riego frecuente= 28 minutos y para riego poco frecuente= 14 minutos.

Se utilizaron dos frecuencias de corte, empleando los tiempos que normalmente se usan para un pastoreo y para corte de conservación de forraje: Corte cada 15 días (C15) y Cortes cada 45 días (C45), respectivamente. El diseño experimental del estudio fue de bloques completos al azar, con el uso de análisis de varianza y test de Tukey.

3.4 Metodología del cuarto estudio :

El estudio se realizó en el Fundo Dollim, comuna de Mariquina, provincia de Valdivia, Región de Los Ríos, ubicado a 60 km al noreste de la ciudad de Valdivia por la ruta 205 a San José de la Mariquina. El periodo de ensayo abarcó desde el 1 de octubre de 2009 hasta el 31 de mayo de 2010.

Se usó una pradera artificial de ballica perenne Nui y trébol blanco Huia, la que fue sembrada a fines de marzo de 2009 sobre un suelo de la serie San José.

A continuación, se describen las características del presente estudio. La pradera en su establecimiento se fertilizó sólo con 80 kg/ha de superfosfato triple, el que fue incorporado junto a la siembra. Al inicio del estudio (27/11/09) recibió 150 kg P₂O₅ en forma de superfosfato triple y 100 kg N/ha en forma de nitromak y 50 kg/ha de K₂O, en forma de muriato de potasio y nitromak. Posteriormente, se aplicaron 50 kg/ha de N el 03/04/2010.

El estudio contempló 4 tratamientos, con 4 repeticiones. Para los tratamientos regados, el agua de riego se entregó mediante 3 diferentes criterios de reposición de agua, usando bandeja de evaporación.

La tasa de riego bruta fue calculada en 40 mm. Esta se entregó mediante 4 diferentes criterios de reposición de agua (tratamientos) usando bandeja de evaporación (80, 120 y 180% del consumo de bandeja), además de un testigo, que correspondió al aporte natural de agua.

El criterio de 80% significa que se reponía la tasa de riego de 40 mm cada vez que esta tasa era equivalente al 80% del consumo de la bandeja de evaporación. Es decir, debían evaporarse efectivamente 50,0 mm desde la bandeja para repetir el riego.

El criterio de 120% significa que se reponía la tasa de riego cada vez que esta era equivalente al 120% del consumo de la bandeja. Debían evaporarse efectivamente 33.3 mm desde la bandeja para volver a aplicar los 40 mm.

El criterio de 180% significa que se reponía la tasa de riego cada vez que esta era equivalente al 180% del consumo de la bandeja. Debían evaporarse efectivamente 22.2 mm desde la bandeja para repetir el riego. Este criterio asume que puede producirse drenaje de las aguas de riego y lluvia aplicadas.

El testigo estuvo representado por el aporte total de lluvia durante la temporada de crecimiento, valor que se expresó como % del total de agua evaporada en la temporada.

Para el riego, se instaló un microjet permanente sobre cada parcela regada. El agua para el riego se obtuvo desde una red de agua para bebida. Las dimensiones de las parcelas fueron de 3m x 3m (9m²). El volumen de agua calculado para cada riego fue de 90 L y el tiempo de riego para cada tratamiento fue de 22 minutos.

Durante el estudio, debido a las abundantes precipitaciones que se produjeron, se aplicó un solo riego al tratamiento 80%, un riego al tratamiento 120% y tres riegos al tratamiento 180%. Por otra parte, durante el mismo período se realizaron 4 cortes a las parcelas (18/12/09, 21/01/10, 17/03/10 y 31/05/10)

Los parámetros a evaluar originalmente programados fueron: Evaporación (desde bandeja); Precipitaciones (con pluviómetro), kg Materia Verde y Seca/ha (por Corte y Total); Producción de la pradera antes del inicio del experimento; Frecuencia de especies de la pradera durante dos épocas del ensayo (10/11/09 y 31/05/10) y el estudio económico (utilidad marginal de los 4 criterios de reposición). De estos, dados los resultados obtenidos, no se efectuará el estudio económico, por las razones que se explican más adelante.

IV. RESULTADOS:

- Aumento significativo de la producción de la pradera por efecto del riego. Producciones entre 14 y 18 t MS/ha con riego.
- Existió relación entre los factores Tasa de riego, Frecuencia de riego y Frecuencia de corte. Cortes frecuentes de la pradera deben asociarse a riegos frecuentes y con tasas reducidas. En cambio, cortes menos frecuentes deben realizarse con riegos menos frecuente y con tasas mayores.
- Es posible obtener ingresos económicos marginales positivos al regar praderas La modalidad de riego por aspersión en praderas que produce el mayor ingreso marginales es usando el sistema neozelandés accionado por gravedad, usando agua superficial y con bonificación de la Ley 18.450 .
- La tasa total de riego óptima por temporada de una pradera sembrada es de 600 mm. Con ella se alcanzó la producción máxima de 18 t MS/ha.

V. IMPACTOS DEL PROYECTO:

En el ámbito productivo:

Los resultados del presente proyecto de investigación contribuirán a incrementar la producción de las praderas del sur de Chile y, como consecuencia de ello, también aumentará la producción de leche al aplicar tecnología de riego.

En el ámbito técnico-económico:

El proyecto arroja directrices en relación a la modalidad de riego por aspersión más conveniente de usar para praderas. Igualmente, entrega recomendaciones en relación a la fuente de agua más conveniente, el tipo de energía a usar, la superficie de pradera a regar y la conveniencia del uso de la bonificación económica ofrecida por el Estado (Ley 18.450). Por último, propone la combinación de todos los factores anteriormente nombrados que ofrece el mejor ingreso marginal.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Bajo las condiciones en que se efectuaron los diferentes estudios, el presente Proyecto permite plantear las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Con Riego es posible obtener rendimientos entre 14 y 18 t MS/ha por temporada en una pradera de ballica en el Sur de Chile.
- La mejor combinación de frecuencia de corte y de riego corresponde al uso de Corte Menos Frecuente con Riego Frecuente (Con la que se obtuvieron 18 t MS/ha).
- Una pradera sembrada y fertilizada debe recibir un monto total de 600 mm de

agua, para obtener los máximos rendimientos.

- El aumento del área de riego reduce los costos de inversión/ha y los costos anuales/ha.
- En general, proyectos sin bonificación de la Ley 18.450 no son un negocio rentable.
- El escenario menos rentable se presenta cuando se usan aguas subterráneas. Estos proyectos, aún cuando se bonifican presentan ingresos marginales negativos.
- La modalidad de riego por aspersión en praderas que produce el mayor ingreso marginal es el sistema neozelandés accionado por gravedad, usando agua superficial y con bonificación de la Ley 18.450 .
- Los costos de inversión/ha y los costos anuales/ha del sistema neozelandés son los más bajos para regar praderas.
- Al energizar por gravedad, se tienen los menores costos de inversión/ha y los menores costos anuales/ha.
- 430 mm de lluvia acumulada/temporada bien distribuida satisfacen medianamente el requerimiento hídrico de una pradera sembrada de ballica y trébol blanco, no produciendo cambios significativos en la frecuencia de las especies presentes.
- Al considerar en conjunto los factores Riego, Tipo de Corte de la Pradera y Fertilización Nitrogenada, el mejor rendimiento de pasto se obtiene aplicando el riego junto con cortes menos frecuentes y 250 kg de N/ha.
- Al realizar Riego no se detiene por completo la producción en verano, especialmente usando Cortes Menos Frecuentes.

VII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ANRIQUE, R., FUCHSLOCHER, R., IRAIRA, S., SALDAÑA, R. 2008. Composición de alimentos para el ganado bovino. Consorcio Lechero - Universidad Austral de Chile - Inia-Remehue - Fundación para la Innovación Agraria. Imprenta América, Valdivia, Chile. 87 p.

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

BUSTAMANTE, J. 1996. Manual de obras menores de riego. Santiago, Chile, Ed. Antártico. 346 p.

CHILE, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACION REMEHUE (INIA). 1989. Ley de fomento a obras de riego y drenaje. Boletín Técnico INIA. N° 148. Osorno, Chile. 30 p.

CHILE, CENTRO DE INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES (CIREN) 2003. Estudio Agro-lógico. Descripciones de suelos, materiales y símbolos, X Región. Publicación N°123. Tomo I. 199p.

CHILE, DIRECCION DE PROMOCION A LAS EXPORTACIONES, Prochile. 2008. Región de los Ríos (On line) http://www.prochile.cl/losrios/ver_oficina.php?id=24

CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION DE RECURSOS NATURALES; UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE. 1978. Estudio de Suelos de la Provincia de Valdivia. Santiago Chile. 178p

CHILE, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS-CORFO. 1994. Manual de Riego para el Sur de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Carillanca. Corporación de Fomento de la Producción. Serie Carillanca N° 39. Temuco, Chile. 151 p.

CHILE, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 2000. Rentabilidad de Rubros Agropecuarios con Riego en la Décima Región. Centro Regional de Investigación Remehue Corporación de Fomento de la Producción. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Osorno, Chile. 58 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.

DEPARTAMENTO DE GEOFISICA UNIVERSIDAD DE CHILE. 2009. Boletín climático (On line). < http://met.dgf.uchile.cl/clima/HTML/BOL_ANT/anterior.htm>

DUMONT, J. 2004. ¿Riego en praderas? Diario Austral Temuco (On line). <http://www.australtemuco.cl/site/apg/campo/pags/20040111022002.html>

GREENWOOD, K.; DELLOW, K.; MUNDY, G.; KELLY, K.; 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

HARRIS, W. 1978. Defoliation as a determinant of the growth persistence and composition of pasture. In: J.R. Wilson Ed. Plant relations in Pastures. Melbourne: CSIRO, p. 67-85.

- HOLMES, C. W.; BROOKES, I. M.; GARRICK, D. J.; MACKENZIE, D. D. S.; PARKINSON, T. J.; WILSON, G. F.. 2002. Milk production from pasture. Massey University, Palmerston North. New Zealand. 601 p.
- HOPKINS, A. 2000. Grass its production & utilization . Published for the British Grassland Society by Blackwell Science Ltd. 440 p.
- JARA, L. 2002. Alternativas de inversión para la puesta en riego de los predios del sistema Laja Diguillín en Yungay. Tesis de Ingeniero Civil Agrícola. Concepción, Universidad de Concepción. 123 p.
- JEREZ, J. 1994. Manual de riego para el sur de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Serie Carillanca N° 39. Temuco, Chile. 149 p.
- K-LINE IRRIGATION. 2001. Sistema de riego K-Line. (On line) <http://www.k-linena.com/new_page_2.htm>. (23-11-2007).
- MONTALDO, P. y MEDEL, F. 1986. Características agroclimáticas del sector Malleco a Llanquihue, Chile. Agro Sur 14 (2): 114-12.
- NEW AG INTERNATIONAL. 2006. Mejores praderas y más verdes. ¿Tiene sentido el riego para producir carne y leche? Revista Octubre 2006. P 22-26.
- NISSEN, J. 1995. Posibilidades del riego en praderas permanentes del sur de Chile. Agro Sur 23(1):76-81.
- NISSEN, J. y SANTELICES, R. 2000. Efecto del riego y la fertilización en una pradera naturalizada la XII Región. Agro Sur 28(2):15-25.
- ORTEGA, L. 1989. Problemática del riego en la Décima Región. In: Seminario Técnicas de riego y conservación de suelo para el Sur de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Remehue. Serie Remehue N° 9. Osorno , Chile. 211 p.
- ORTEGA, L. 2000. Informe Final Estudio “Rentabilidad de Rubros Agropecuarios con Riego en la Xa. Región” (CORFO / INIA). CRI Remehue-INIA. Osorno, Chile.
- ORTEGA, L. s/f. Aplicación de tecnología de riego y drenaje en pradera de la zona sur. Ed. Instituto de Investigación Agraria. Chile. 7 p
- PARSONS, A.J. y CHAPMAN, D.F. 2000. The principles of pasture growth and utilization. In: A. Hopkins Ed. Grass: Its Production and Utilization, 3rd Edition, Blackwell/B.G.S., p:31-89.

- RIVEROS, E.; LANDI, H.; SELLES, G.; WADE, M.; 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.
- ROBERT, L. 2008. Efecto del riego, frecuencia de corte y la fertilización nitrogenada sobre la producción de una pradera artificial de ballica, en la comuna La Unión. Tesis Licenciado en Agronomía. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 62p.
- SHENK, J. 1981. Description and evaluation of near infrared reflectance spectra computer for forage and grain analysis. *Crop Sci.* 3:355-358p
- WEIL, G. 1986. Efecto de la frecuencia de riego y corte sobre la producción de forraje de una pradera mejorada en la comuna de Frutillar. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 45 p.
- WOERNER, G. 1982. Efecto de la frecuencia de riego y manejo de corte sobre una pradera natural mejorada en la provincia de Valdivia. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 48 p.