



Mejoramiento de la Gestión y Eficiencia del Riego en la Producción Primaria de Leche de la Región de Los Ríos

Ejecución



Cofinanciamiento





Introducción

El proyecto “Mejoramiento de la gestión y eficiencia del riego en la producción primaria de leche de la Región de Los Ríos” surge de la identificación por parte de Aproval de la oportunidad de abordar conceptos claves para la gestión del riego y del manejo eficiente del recurso hídrico. Lo anterior, considerando la importancia que esta tecnología ha tomado durante los últimos años dentro de los sistemas lecheros de la Región de Los Ríos.

El objetivo de esta iniciativa es contribuir a la transferencia e intercambio de conocimiento y difusión tecnológica del riego en la producción primaria de leche, presentando conceptos básicos, caracterización de los distintos sistemas, enfoque técnico y económico de las diferencias entre praderas de riego y secano y, por último, tecnológicas existentes que apuntan a un manejo más eficiente, a través de la correcta gestión del riego y del recurso hídrico.

Este boletín lo hemos desarrollado con información técnica relevante para los sistemas productivos de la zona, a partir de los antecedentes de 9 predios lecheros asociados a APROVAL que llevan varios años utilizando esta tecnología, manejan registros constantes de la medición de sus praderas y además disponen de control de gestión que han querido compartir para llevar a cabo esta iniciativa y que esperamos sea de utilidad para hacer un mejor uso del recurso hídrico presente en los predios lecheros de la Región de Los Ríos.



Importancia del riego: mantención de la producción de la pradera en verano

La pradera es la base fundamental de la alimentación de las vacas lecheras del sur de Chile. Sabemos que existe una relación entre el aumento de las temperaturas y la presencia de humedad, con el incremento en las tasas de crecimiento de las praderas durante primavera. Sin embargo, a medida que la temperatura continúa aumentando hacia los meses de verano y la humedad en el suelo disminuye, el crecimiento se ve limitado por falta de agua. Sistemas productivos que implementan riego en sus praderas eliminan la limitante de agua en sus potreros y así

logran tener mayores rendimientos de forraje en la época estival, lo que trae como consecuencia mejores retornos económicos.

En el Gráfico N°1 se aprecia que existe una variación anual en el comportamiento de las tasas de crecimiento, tanto de riego como en secano. Esta variación está estrechamente relacionada con las condiciones climáticas, específicamente con las precipitaciones durante el verano.

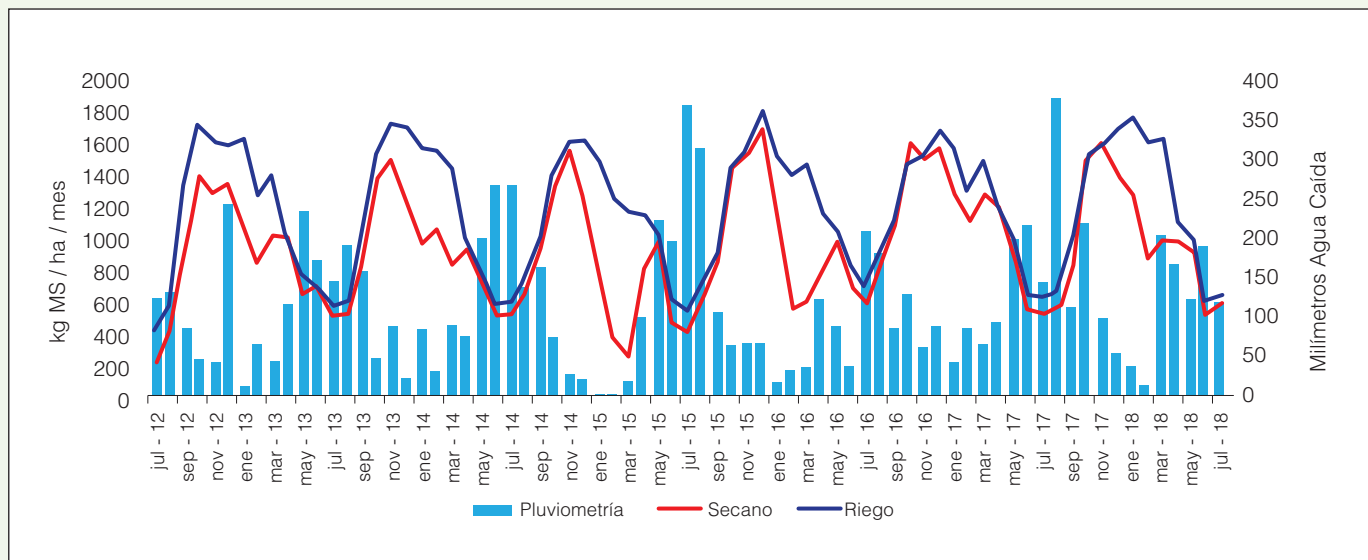


Gráfico N° 1: Producción promedio de materia seca en riego y secano y pluviometría de la Región de Los Ríos.

Si comparamos la producción total de los predios estudiados para las mismas temporadas, de riego y seco,

en promedio las praderas bajo riego produjeron 3,5 ton. de MS más por hectárea (Gráfico N°2).

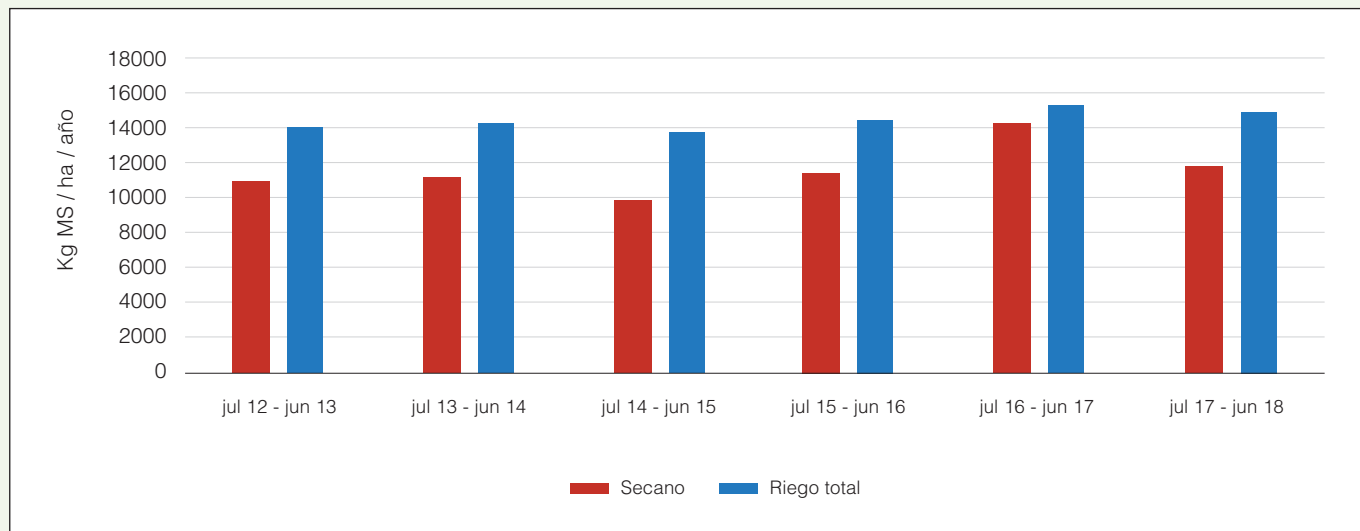


Gráfico N° 2: Comparación producción anual de forraje con riego versus seco.

Si bien las mayores producciones y tasas de crecimiento bajo sistemas de riego son conocidas, existe una variación dentro de las mismas tasas de crecimiento bajo riego de los distintos predios. ¿Por qué al comparar dos predios con riego uno puede tener una menor producción anual y tasas de crecimiento menores?. Esta variación puede explicarse debido a las diferencias de suelo, clima, fertilidad, condición de pradera y también por el sistema de

riego utilizado. Sin bien en el caso de las praderas de la Región de Los Ríos el método de riego más utilizado corresponde al riego por aspersión, la forma en que los diferentes sistemas de riego entregan el agua al cultivo es distinta y por lo tanto se pueden obtener resultados diferentes. El Gráfico N°3 ejemplifica esa situación, donde se aprecia que la tendencia es que las mayores producciones se obtienen con el sistema de riego bajo pivote.

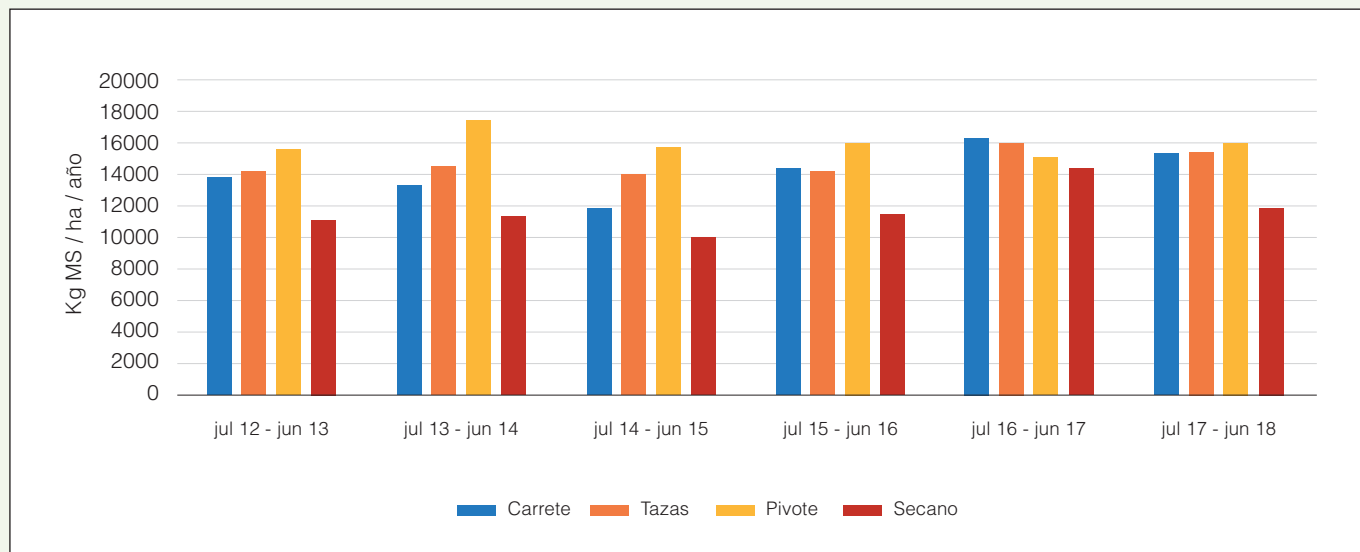


Gráfico N° 3: Comparación producción bajo distintos tipos de riego.

En el caso del pivote, se esperan mejores resultados ya que este sistema corresponde a un equipo que prácticamente no depende de la intervención humana para su funcionamiento, además aplica una lámina de agua pareja y constante (uniformidad). La uniformidad en un pivote alcanza valores sobre el 90%.

Además, este equipo nos entrega en detalle cuál es la lámina de agua que se está aplicando, a diferencia del sistema por tazas o por carrete. Por último, el tamaño de la gota de los aspersores es de menor tamaño, sobre todo si lo comparamos con el carrete, y por tanto la similitud con la gota de lluvia es mayor.

En el caso de las tazas, este sistema depende fuertemente del personal encargado de riego, que debe estar debi-

damente capacitado para su manejo. La uniformidad que alcanza el sistema depende, en gran medida, del operador. Debe saber muy bien las posturas y no exceder o limitar el tiempo de riego en cada una de ellas, ya que esto genera diferencias en la lámina de agua aplicada.

Finalmente, en el caso del carrete existe una mayor pérdida de agua por deriva. La altura a la que debe llegar el agua para alcanzar mayores distancias genera que esté más expuesto al viento. Además, la tasa de aplicación de agua es mucho mayor que en los otros dos sistemas; es decir, se aplica una lámina de agua mayor en un tiempo más acotado, lo que genera pérdidas en la producción debido a que se originan períodos de saturación y falta de oxígeno en el suelo.

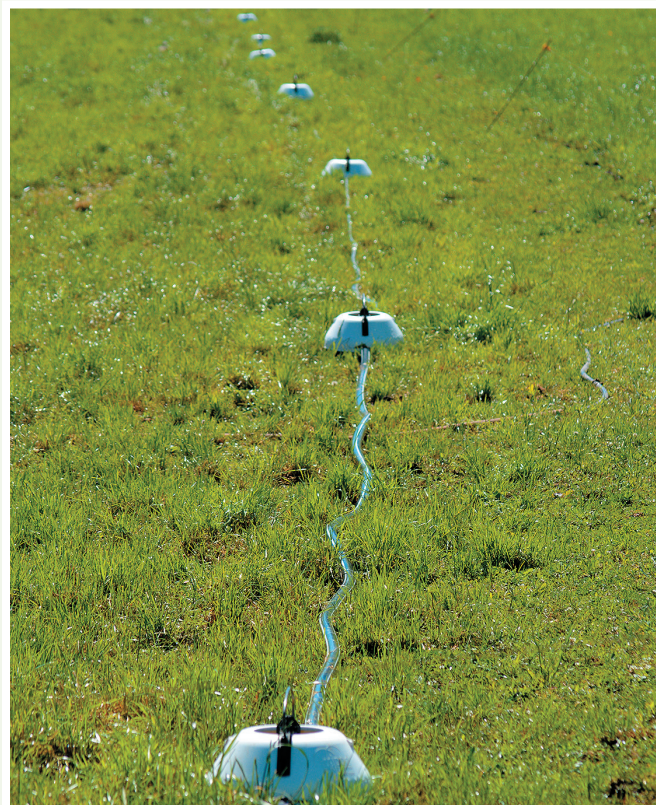
Costos de producción y análisis económico

Analizar la producción de praderas desde un ángulo económico es bastante sensible debido a que depende de una serie de variables propias de cada sistema productivo.

Uno de los temas más relevantes y difíciles de cuantificar es el costo de la energía eléctrica que tendrá cada productor. Esto, debido a que está determinado por una serie de variables: tipo de energía contratada (a mayor potencia, el precio es mayor), uso o no uso de energía eléctrica en horario punta y el uso o no uso de potencia de demanda máxima contratada.

Otro dato importante es que además del consumo eléctrico propio del sistema de riego, también hay que considerar la energía que requieren las bombas para trasladar el agua desde su origen hasta el sistema de riego, que suele ser mucho mayor que la del sistema de riego propiamente tal. A una mayor distancia y/o pendiente, el requerimiento de la bomba será mayor. Éste ítem también tiene una tremenda variabilidad según el trayecto que deba recorrer el agua desde su fuente de extracción hasta llegar al sistema de riego.

Un patrón que se mantiene en todos los predios es que el equipo que gasta más energía eléctrica para su operación es el carrete, luego las tazas y el más barato es el pivote. Esto se debe a que cada equipo de riego requiere de cierta presión para funcionar.



A continuación, en la Tabla N° 1 se exponen los datos económicos reales entregados por socios de Aproval que poseen control de gestión:

Tabla N° 1: Costos de producción anual de Materia Seca por hectárea.

Ítem	Tazas	Carrete	Pivote	Secano
Producción anual de forraje (kg MS / año)	14.500	13.200	16.500	10.000
Depreciación establecimiento de pradera	\$130.000	\$130.000	\$130.000	\$ 162.500
Costo mantención	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 290.000
Costo mantención equipo	\$ 29.388	\$ 50.000	\$ 38.333	\$ -
Costo energía eléctrica de riego*	\$176.088	\$ 373.353	\$ 154.533	\$ -
Mano de obra y movilización	\$ 257.960	\$ 85.987	\$ -	\$ -
Depreciación anual equipos y bombas	\$ 175.000	\$ 150.000	\$ 420.000	\$ -
Bonificación Estado (35%)	- \$ 61.250	- \$ 52.500	- \$ 147.000	\$ -
Costo total por ha / año	\$ 1.057.186	\$ 1.086.840	\$ 945.866	\$ 452.500
Costo kg MS	\$ 72,9	\$ 82,3	\$ 57,3	\$ 45,3

* Este ítem se debe analizar caso a caso según las condiciones de cada predio. Es extremadamente variable. Los datos expuestos en este ítem se pueden tomar solo de manera referencial. Fuente: Datos obtenidos socios Aproval con control de gestión.

- **Producción anual (kg MS / año):** datos promedio obtenidos de 9 productores lecheros socios Aproval de las últimas 6 temporadas.
- **Depreciación establecimiento de pradera:** corresponde a la mano de obra, maquinaria, productos fitosanitarios, semillas de ballica perenne y petróleo necesarios para establecer una hectárea de praderas. Este valor depreciado a 5 años. Para las praderas en secano se considera una depreciación a 4 años.
- **Costo mantención pradera:** mano de obra, maquinaria, fertilizantes y petróleo. Las praderas de secano tienen un menor costo de mantención porque en la época estival generalmente no se fertilizan.
- **Costo energía eléctrica de riego:** es el costo de energía eléctrica destinada únicamente para riego.
- **Mano de obra y movilización:** corresponde a las horas/hombre necesarias para hacer las posturas de riego y el valor de la moto depreciado a 5 años. Esto solo aplica para el riego de tazas.
- **Depreciación anual:** corresponde a la inversión inicial del riego depreciada a 10 años.
- **Bonificación estatal:** subsidio de riego CNR 35% (Ley 18.450).

Los datos entregados en la Tabla N°1 corresponden a predios que riegan las 24 horas durante la temporada y solo se detiene el riego en caso de lluvia que sea capaz de cubrir las demandas hídricas. Los campos analizados poseen puntos de captación de agua cercanos y con mínimos diferenciales de nivel. Esto se traduce en que no hay un elevado costo en conducción de agua a los puntos de acumulación. Si bien el costo de inversión del pivote es el más alto de los tres, el costo de operación por hectárea del carrete es un 15% mayor y el de las tazas es de un 12% superior.

Con estos datos podemos concluir que el costo de producción de MS es diferente en los distintos tipos de riego.

El sistema que tiene el costo más alto es el riego por carrete, luego tazas y finalmente el pivote.

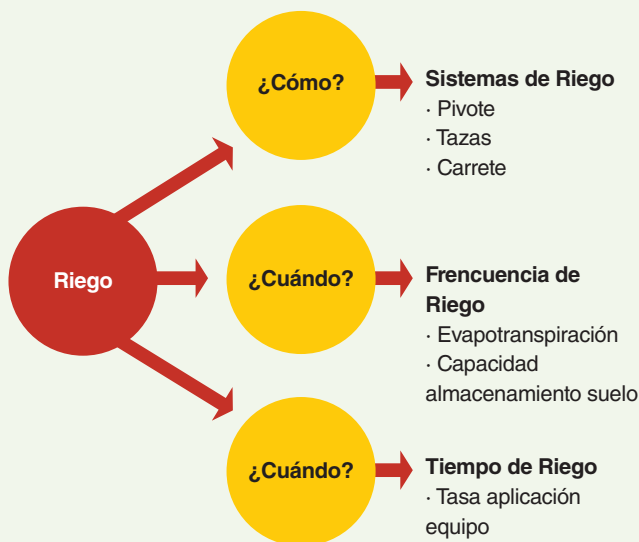
Realizando el ejercicio de comprar forraje conservado o elaborarlo en el predio, se obtienen los siguientes valores:

Ítem (\$ x kg. MS)	Tazas	Carrete	Pivote	Secano
Costo elaboración bolo	\$ 70	\$ 70	\$ 70	\$ 70
Costo producción forraje propio	\$ 73	\$ 82	\$ 57	\$ 45
Costo total	\$ 143	\$ 152	\$ 127	\$ 115
Valor bolo (externo)	\$ 187	\$ 187	\$ 187	\$ 187
Diferencia compra vs elaboración propia	- \$ 44 (-30%)	- \$ 34 (-22%)	- \$ 59 (-46%)	- \$ 71 (-62%)

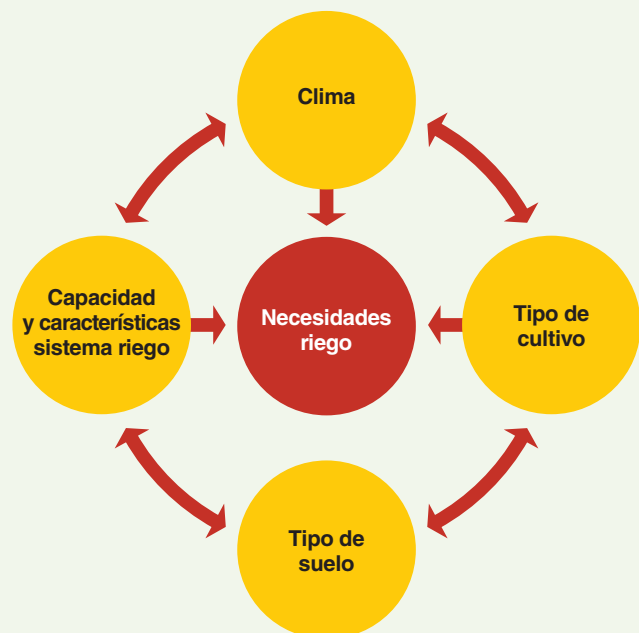
Estas diferencias ocurrirían suponiendo condiciones climáticas normales. En casos de sequía, estos valores varían, ya que el precio del bolo externo aumenta producto de la escasez de forraje. Este caso ocurrió la temporada jul 14- jun 15 donde el precio el bolo de 150 kg de materia seca se llegó a transar en \$35.000 + \$40.000 + IVA cada uno. En cualquiera de los escenarios, siempre es más barato producir el forraje en el predio que comprarlo.

El costo total de producción está dado principalmente por la cantidad de toneladas MS/ha/año que se logran producir. Esto, debido a que los costos se diluyen en más o en menos toneladas producidas. Mientras se produzcan más toneladas por hectárea, los costos fijos se diluyen y el valor por tonelada disminuirá.

→ **¿Cómo contestamos las preguntas de cómo, cuándo y cuánto regar?**

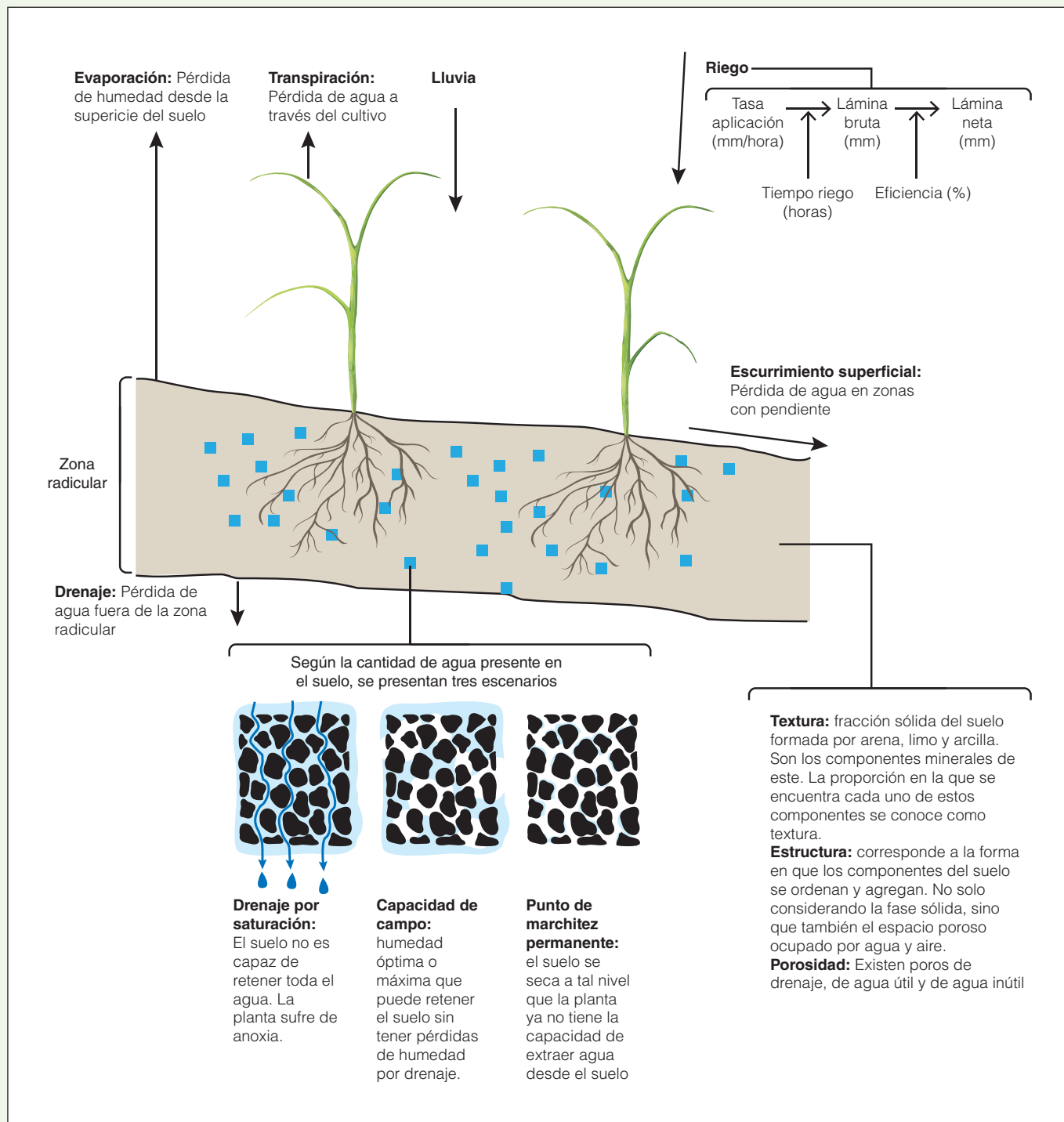


→ **Lo primero es entender algunos conceptos básicos que influyen nuestras necesidades de riego.**



Lo segundo es comprender que un sistema de riego se basa en un balance entre las entradas, pérdidas y movimiento del agua dentro del sistema (balance hídrico).

El riego se basa en el balance hídrico de las entradas (precipitaciones y riego) y las salidas (evaporación, transpiración, escurrimiento superficial y drenaje) las cuales se explican en la siguiente imagen:



→ ¿Cómo?: distintos sistemas de riego y antecedentes para su elección

Criterios e información necesaria para poder elegir un método de riego:

- 1) Disponibilidad de agua
- 2) Tipo de cultivo y su respuesta al riego
- 3) Tipo de suelo
- 4) Topografía
- 5) Capital de inversión, costos de operación
- 6) Clima
- 7) Experiencias y/o manejo de información

→ Sistemas de riego

Existen distintos métodos de riego, los cuales tienen relación con la forma en que el agua es entregada al cultivo. En el caso de la praderas, el método corresponde al riego por aspersión. Una de sus ventajas más importantes es que, en su mayoría, puede adaptarse e instalarse en cualquier topografía. Por el contrario, una de sus principales limitantes corresponde al viento, el cual genera problemas de deriva.



→ Riego por tazas



Ventajas

- ⊕ Bajo costo inversión
- ⊕ Fácil instalación
- ⊕ Fácil traslado posturas
- ⊕ Adaptable a distintas geografías
- ⊕ Eficiente uso del agua - baja tasa aplicación (2 a 5 mm/h)
- ⊕ No es necesario eliminar árboles

Desventajas

- ⊖ Sistema que no se puede automatizar
- ⊖ Aumento de mano de obra y tiempos para cambio posturas con mayores superficies
- ⊖ Implementación limitada solo a riego praderas

→ Riego por pivote



Ventajas

- ⊕ Se adapta a todo tipo cultivo
- ⊕ Tasa de aplicación adaptable por su velocidad de rotación
- ⊕ Se adapta a distintos tipos de suelo
- ⊕ Riegos de alta uniformidad
- ⊕ Escalable a alto nivel de automatización
- ⊕ Bajo costo operación
- ⊕ Requiere bajas presiones (bajo costo energía)

Desventajas

- ⊖ Adaptar predio para su correcto funcionamiento: eliminar árboles, mover cercos, etc.
- ⊖ Considerado para grandes superficies
- ⊖ Topografías relativamente planas
- ⊖ Alta inversión inicial
- ⊖ Uniformidad es afectada en lugares con mucho viento

→ Riego por carrete



Ventajas

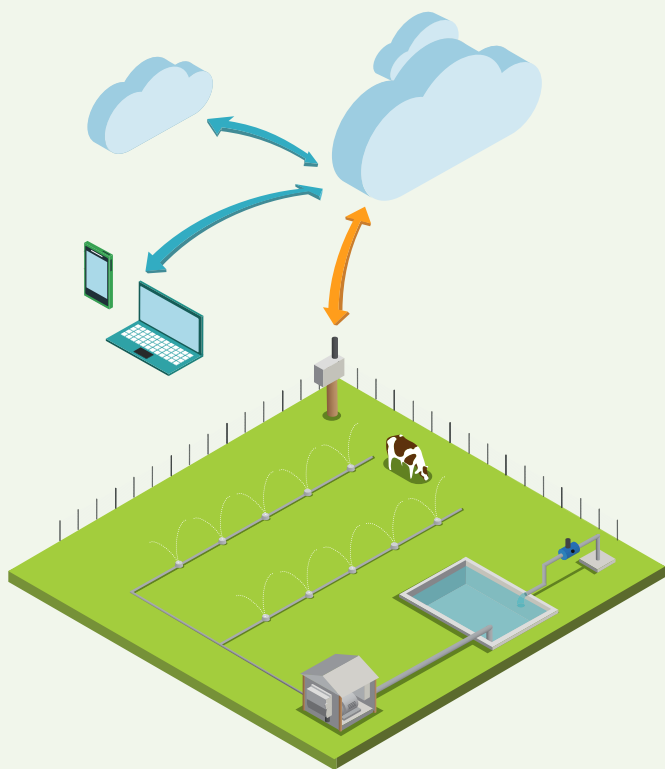
- ⊕ Poca mano de obra
- ⊕ Ideal para riegos suplementarios o eventuales
- ⊕ Opción aplicación purines
- ⊕ No es necesario eliminar árboles

Desventajas

- ⊖ Para riegos continuos posee costos de operación y consumo de energía muy altos
- ⊖ Requiere mayores presiones (4 a 8 bar)
- ⊖ Tasa de aplicación de agua mayor, posibles problemas de anegamiento

→ ¿Cuánto y cuándo regar?

La programación y utilización de los distintos sistemas de riego se deben basar en información climática, de suelo y de cultivo, pero también debe ser complementada con observaciones y mediciones en terreno. Esta es la única manera de asegurar que la cantidad y la forma en que estamos regando sea la adecuada. Para ello existen distintos instrumentos o herramientas, desde equipos completamente manuales a sensores y estaciones meteorológicas conectadas a través de sistemas de telemetría, que entregan la información de manera automática y a la palma de la mano. Estas herramientas buscan evitar la aplicación de cantidades inadecuadas de agua. La telemetría corresponde a un sistema que realiza mediciones a distancia y permite transmitir los datos obtenidos a un observador lejano. De esta forma es que a través de la telemetría se puede obtener de manera remota, inmediata y automática la información de distintos sensores y controladores. Por ejemplo, sondas de humedad, programadores de riego, estaciones meteorológicas, etc. Esta información puede ser revisada en tiempo real desde cualquier dispositivo con acceso a internet.



→ Monitoreo del clima

Una de las variables más importantes para determinar la demanda de riego, la cual se relaciona con el cuánto y cuándo, es la evapotranspiración y la precipitación. Estas variables se pueden determinar de forma automática a través de una estación meteorológica o realizando mediciones manuales a través de la bandeja de evapotranspiración y pluviómetro.

→ Monitoreo del suelo

La capacidad de almacenamiento del suelo va a determinar cuánto es lo máximo que el suelo puede almacenar y por lo tanto recibir a través del riego. Estos datos se pueden obtener a partir de tablas estándares para cada serie de suelo o a través de un análisis físico de suelo.

De forma adicional, las sondas de humedad permiten ver la forma en que el agua se mueve dentro del suelo y poder determinar algunos puntos críticos en base a la forma de la curva (capacidad de campo, punto de marchitez permanente) y de información tomada en terreno. El cálculo de la humedad de suelo por tacto requiere de experiencia; sin embargo, es un método válido y recomendado para la determinación de la humedad del suelo y validación de la información entregada por las distintas sondas de humedad. Éste se basa en presionar o exprimir el suelo con las manos y de esta manera obtener una sensación de cuál es su contenido de humedad.

Otra herramienta importante entregada por las sondas es que permiten determinar las frecuencias de riego y si la tasa de aplicación es la adecuada al mostrar a qué profundidad se está llegando con el agua. En el Gráfico N°4 se puede apreciar el contenido de humedad del suelo a los 10, 20, 40 y 60 cm. de profundidad, la suma de humedad de los primeros 40 cm. y los puntos críticos de capacidad de campo (en azul) y punto de marchitez permanente (rojo). Se aprecia la frecuencia con la que se realiza el riego y cómo al regar aumenta la humedad en el suelo en las distintas profundidades.

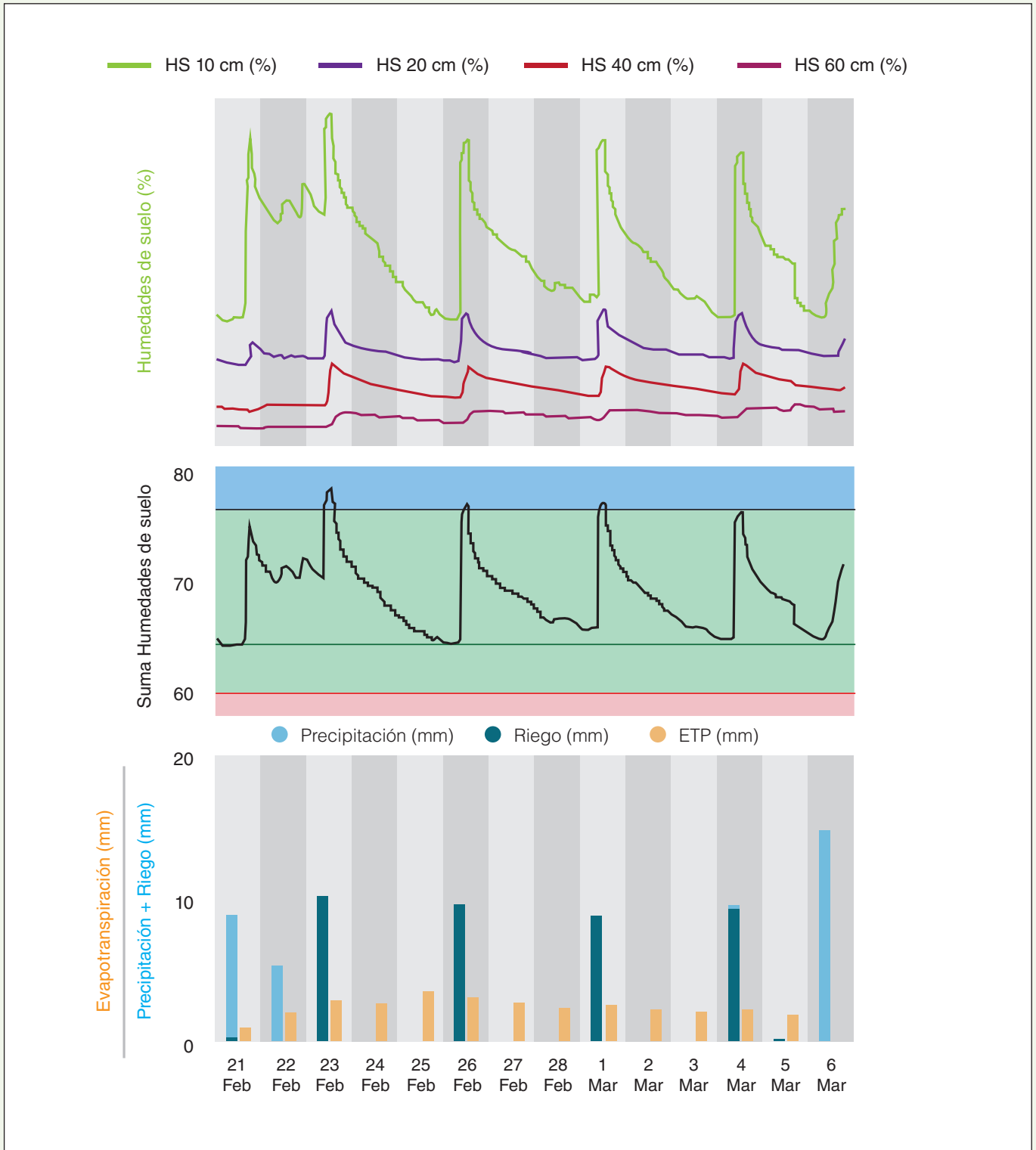


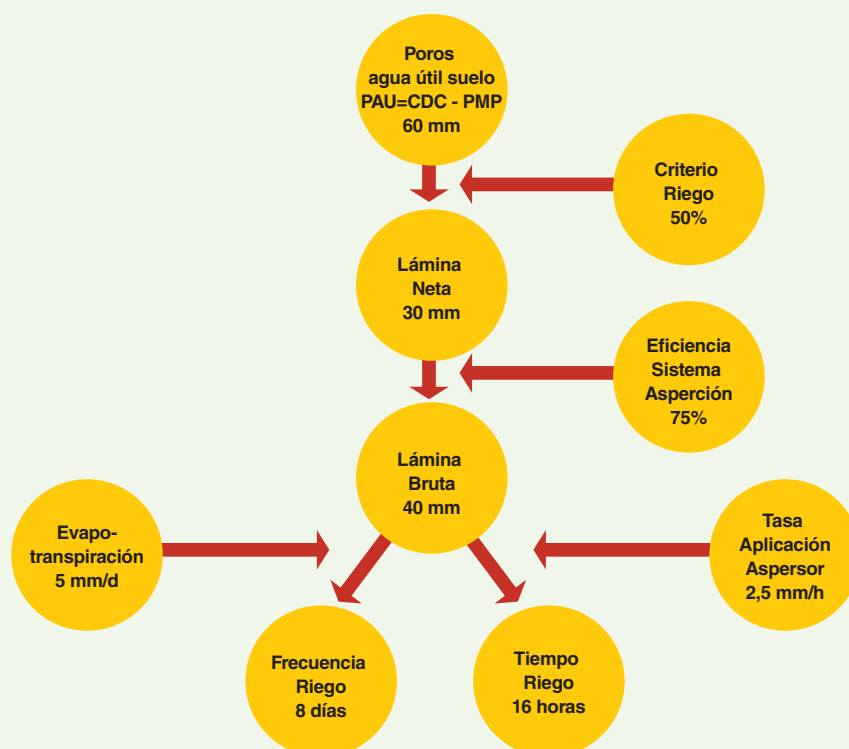
Gráfico N° 4: Monitoreo de humedad del suelo (herramienta DropControl de WiseConn). Fuente: Herramienta DropControl de WiseConn.

→ Monitoreo de riego

Los distintos programadores de riego corresponden a equipos de gestión que permiten optimizar el momento y cantidad de agua aplicada, aumentando la eficiencia del uso de ésta. A través del monitoreo de riego y fertirriego se puede saber exactamente la cantidad de agua y unidades de fertilizantes utilizadas por hectárea durante

la temporada y si fue realmente aplicada en el momento correspondiente (nuevamente cuánto y cuándo). Adicionalmente, los sistemas de telemetría permiten automatizar el inicio y término de un riego y/o fertirriego facilitando el manejo diario.

Para ejemplificar con números cuándo y cuánto regar se expone el siguiente ejercicio:



*CDC: Capacidad de Campo; PMP: Punto de Marchitez Permanente

Conclusiones

Durante las últimas 6 temporadas, en la Región de Los Ríos la utilización de riego como herramienta para la producción de forraje ha resultado rentable tanto productiva como económicamente. Hay que destacar que existen diferencias en las tasas de crecimiento en riego debido a condiciones edafoclimáticas y dependiendo del sistema de riego utilizado, donde destaca el pivote con mayores tasas de crecimiento.

Antes de tomar la decisión de la implementación del riego y obtener los beneficios mencionados, es importante

tener claridad e información sobre los conceptos básicos. Estos no solo tendrán un efecto en el diseño y elección del sistema, sino que ayudarán durante su ejecución y gestión. Además, es importante contar con herramientas que permitan realizar una adecuada gestión del riego y el monitoreo del mismo, para así tener claridad sobre cómo está funcionando y dónde se encuentran los puntos que se pueden mejorar para realizar un manejo más eficiente del recurso hídrico.



Ejecución



Cofinanciamiento



Región de Los Ríos
GOBIERNO REGIONAL
Corporación Regional de
Desarrollo Productivo



Región de Los Ríos
GOBIERNO REGIONAL

Iniciativa cofinanciada por el Consejo Regional y Gobierno Regional, a través de la Corporación Regional de Desarrollo Productivo, mediante su Programa Iniciativas de Bienes Club.