

Serie

Gestión Eficiente del Agua en Predios Lecheros Sustentables

Mario Wulf C.

Ingeniero Agrónomo

Introducción



DIMENSIÓN AMBIENTAL

ESTÁNDAR DE SUSTENTABILIDAD PARA PREDIOS LECHEROS



Introducción

Gestión Eficiente del Agua en Predios Lecheros Sustentables

El sector lácteo reconoce que el agua es un recurso natural escaso y de vital importancia. Por ello, promueve el cuidado y utilización eficiente, tanto para los productores como para el resto de la comunidad con la cual comparte el recurso.

La demanda de agua crece y crece cada día, por lo que las buenas prácticas se hacen más relevantes cada día.

Según datos de la industria en Chile las explotaciones lecheras consumen como agua dulce de 1 a 5 veces el volumen producido en leche. Esto pone en valor todo esfuerzo para gestionar el agua.

Este compromiso por mejorar el uso del agua no sólo está en línea con la sustentabilidad ambiental, sino que también con la financiera, pues gestionar el agua implica además manejar energía, optimizar insumos y reutilizar el recurso, lo que redundará en mejores desempeños en la última línea de resultados dentro del campo, mejor reputación y mayor adherencia de los consumidores a los productos lácteos de predios sustentables.

El objetivo de estas fichas es entregar algunos conceptos y herramientas para que usted pueda conocer sus datos de consumo y eficiencia en el uso de agua destinada a diversos usos en el predio, identificar acciones que le permitan minimizar las pérdidas de agua y los riesgos de contaminación del recurso, y maximizar sus posibilidades de reutilización.

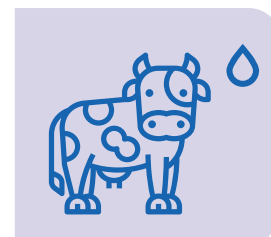
Esperamos con esto contribuir a fomentar una gestión eficiente del agua del predio lechero sustentable.



¿Por qué es importante gestionar eficientemente el agua?

1. Abastecimiento de bebida animal

Una vaca productiva requiere beber de 60 a 80 litros/día de agua, por lo mismo contar con agua en la oportunidad y calidad suficiente es clave.



2. Procesos y lavados en la sala de ordeña

El proceso de ordeña es una labor diaria, repleta de procedimientos, rutinas desde su recolección hasta su refrigeración que garantizan un producto nutritivo e inocuo.

Para mantener este sistema funcionando en forma diaria -refrigeración, lavado de equipos, lavado de sala y patio de espera- la lechería consume alrededor de 20 litros/vaca, en términos conservadores.

Si hacemos un cálculo rápido, en un rebaño de 300 vacas, consumiremos 6.000 litros/día, siendo la clave en este concepto el cómo consumir menos y cómo reutilizar el agua.



3. Riego de cultivos y praderas

El agua de riego es el aporte de lo que la lluvia no puede suplir para la demanda de un cultivo. En el caso de las praderas ballicatrénbol en el sur de Chile los requerimientos de riego son de aproximadamente 250 mm/año. Esto equivale a 2.500 m³/ha, de agua consumida en el periodo estival. Por estas magnitudes, el riego es un gran demandante de este recurso por lo que mejoras en su eficiencia de uso, distribución, gestión y métrica, tienen fuertes impactos.



¿Cómo lograremos estas mejoras?

1. Gestión orientada a datos

Debemos preguntarnos cómo lo estamos haciendo ahora y para dónde queremos llegar.

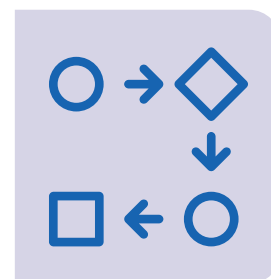
Para esto es fundamental registrar y monitorear las variables claves como lo son caudales, consumo de energía, presiones, etc. Esto nos mostrará dónde están las oportunidades de mejora.



2. Gestión por procesos

Los procesos son la suma de acciones interconectadas, por eso un análisis amplio nos permite encontrar la causa raíz de muchas de nuestras limitaciones.

Una fuga de agua en el campo es la suma de problemas “aguas arriba” que se evidencian en esa fuga, por ende, un análisis del proceso completo nos entregará soluciones de fondo.



3. Gestión proactiva

El compromiso con las mejoras es un espíritu que debe impregnar a todos los colaboradores, por lo mismo un equipo que entiende el objetivo y se compromete con él explica en buena parte el éxito.



¿Con qué herramientas podemos comenzar?

Para la gestión del agua para el Estándar de Sustentabilidad para Predios Lecheros se han preparado una **serie de fichas** que abordan las mejoras en eficiencia del uso de agua en el campo, minimizando pérdidas en el cabezal de riego, controlando riesgos de contaminación, manteniendo el balance hídrico en el riego y propiciar la reutilización del agua. Estas fichas se complementan con las fichas de riego desarrolladas anteriormente por el Consorcio Lechero en donde se evalúan elementos de mantención y uniformidad, entre otros conceptos.

Serie de fichas

- Ficha 1. Balance Hídrico
- Ficha 2. Monitoreo en el cabezal de riego
- Ficha 3. Minimizando pérdidas de agua
- Ficha 4. Uso y reutilización del agua en la sala de ordeña
- Ficha 5. Cómo minimizar los riesgos de contaminación del agua



Serie

Gestión Eficiente del Agua en Predios Lecheros Sustentables

Mario Wulf C.

Ingeniero Agrónomo

Ficha Balance hídrico

1.



DIMENSIÓN AMBIENTAL

ESTÁNDAR DE SUSTENTABILIDAD PARA PREDIOS LECHEROS



Balance hídrico

Gestión Eficiente del Agua en Predios Lecheros Sustentables

¿Qué es un balance hídrico?

El balance hídrico es una **herramienta de gestión** para estimar la cantidad de agua de riego que requiere una explotación. Esta puede ser calculada en términos diarios, semanales, mensuales y anuales, de ser necesario.

El balance, como lo indica el nombre, es una relación de ingresos y egresos de agua, no muy distinto al balance de su cuenta corriente en el banco. Tenemos una entrada de acuerdo a las precipitaciones, eventos de riego, agua acumulada en el suelo al inicio de temporada y un consumo por parte del cultivo en forma de evapotranspiración.

En la siguiente figura se esquematiza el balance con sus entradas y salidas en un cultivo bajo riego.

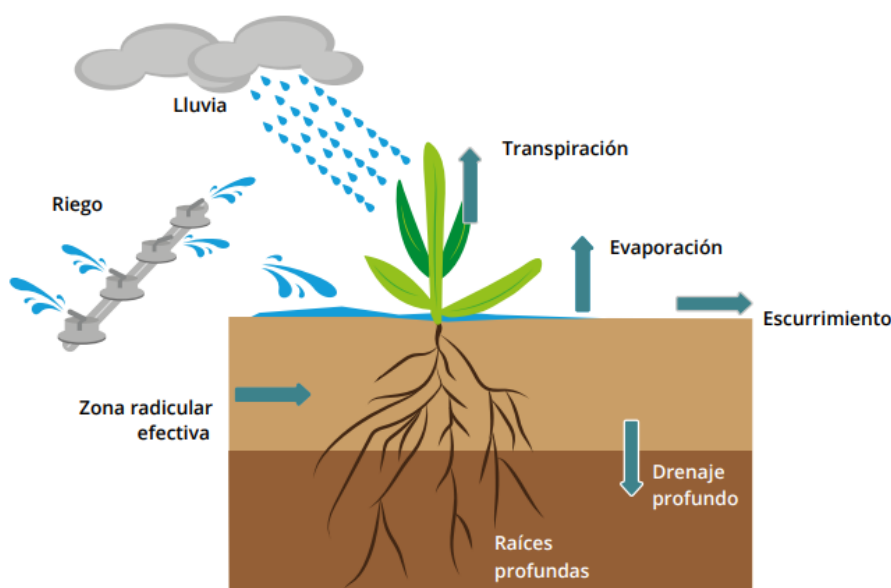
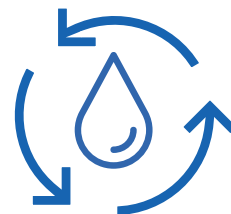


Figura 1. Balance hídrico (elaboración propia).



¿Para qué nos sirve un balance hídrico?

Esencialmente, el balance es la herramienta que utilizamos para la **programación del riego**. Las definiciones sobre la programación de riego en praderas, como capacidad de campo, punto de marchitez permanente, entre otras, se pueden encontrar en la Ficha N°2 de la serie “Yo riego de manera eficiente” en el área de acción Praderas y Riego del sitio web del Consorcio Lechero (<https://www.consorcirolechero.cl/>).



Componentes del balance hídrico

El balance hídrico con sus componentes puede ser representado en la siguiente ecuación:

$$Agua\ suelo_t = Agua\ suelo_{t-1} + PP + Riego - ETc - (DP + ES)$$

Donde:

Agua suelo_t = Agua en el suelo disponible en el actual periodo

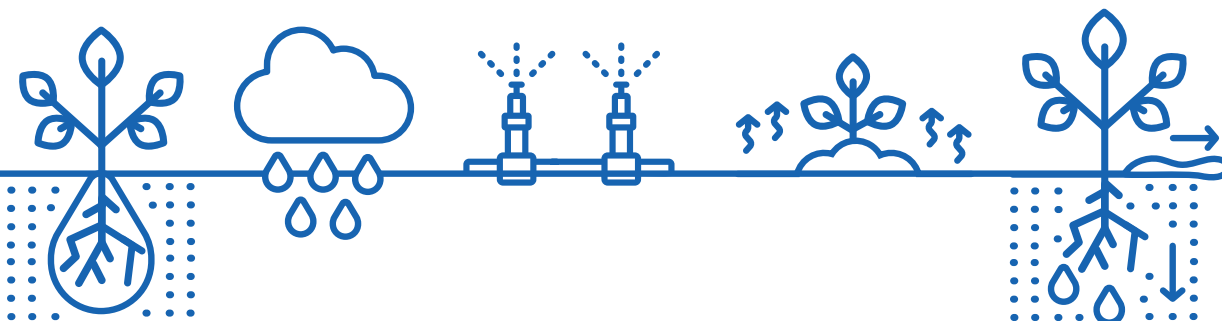
Agua suelo_{t-1} = Agua en el suelo disponible en el periodo anterior

PP = Precipitación efectiva durante el periodo

Riego = Riego como lámina neta durante el periodo

ETc = Evapotranspiración de cultivo durante el periodo

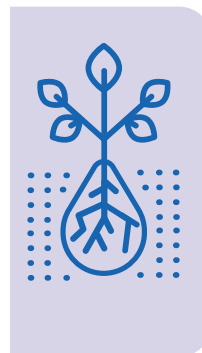
(DP + ES) = Drenaje profundo y escurrimiento



→ Agua en el suelo

Es la cantidad de agua en el rango entre capacidad de campo y punto de marchitez permanente a la profundidad efectiva de exploración radicular del cultivo. Esta es el **agua disponible para las plantas**.

En un suelo trumao del Sur de Chile esta agua disponible ronda los 2,5 mm/cm. Es decir, a una profundidad efectiva de 25 cm el suelo podría contener $2,5 \text{ mm/cm} \times 25 \text{ cm} = 63 \text{ mm}$ de agua disponible para las plantas. Esta variable depende de las **características propias del suelo** y de la **profundidad de exploración radicular del cultivo** a regar.



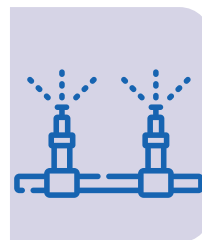
→ Precipitación efectiva

Una parte de la precipitación como agua lluvia queda disponible en el suelo por lo que a esa fracción la denominamos **precipitación efectiva**. Hay varias formas de cuantificarla, pero se aproxima al 80% de la precipitación diaria.



→ Riego

Es la aplicación del riego, pero en forma de **lámina neta**, es decir, la lámina bruta (agua aplicada) corregida por la eficiencia de aplicación del sistema de riego. Los sistemas de riego se diseñan considerando una demanda máxima del cultivo, entonces la lámina bruta máxima es la capacidad límite de aplicación de agua.



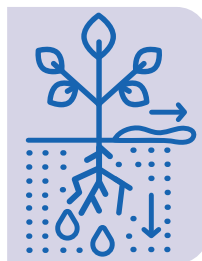
→ Evapotranspiración del cultivo

Es la **demanda de agua de las plantas** la cual conjuga un componente ambiental mediante la evapotranspiración de referencia o ETo y características propias del cultivo y su estado fenológico mediante el coeficiente de cultivo o Kc. La ETo o evapotranspiración de referencia se puede obtener de estaciones climatológicas de la red INIA (<https://agrometeorologia.cl/>).



→ Drenaje profundo (o percolación) y escurrimiento superficial

Esta es el agua que desperdiciamos cuando, por ejemplo, regamos en exceso (sobre riego). Nuestro objetivo es que este valor sea igual a cero.



Ejemplo

Evaluaremos el comportamiento del balance hídrico en una pradera permanente en la zona de Osorno. Para ello contamos con los datos de las precipitaciones y evapotranspiración semanal y de que el suelo es capaz de contener 62 mm de agua disponible a la profundidad efectiva de 25 cm. Se utilizará como criterio de riego el agotamiento del 50% del agua disponible, es decir, deberíamos tener al menos 31 mm en el suelo para gatillar el riego. Por otra parte, el sistema de riego es por tazas de arrastre (75% de eficiencia de aplicación) y entrega una lámina bruta máxima de 40 mm/día. Entonces, su lámina neta máxima de 30 mm/día con un frecuencia o intervalo de riego de 7 días, es decir, la misma posición se riega una vez por semana.

Considerando la ecuación de balance hídrico, es posible calcular el balance hídrico considerando las precipitaciones, evapotranspiración del cultivo y eventos de riego realizados (Figura 2).

Semana	DATOS			ENTRADAS		SALIDAS	BALANCE HÍDRICO		
	Lluvia semanal	Coefficiente de cultivo	ET _o	Riego de la semana (Lámina NETA)	Lluvia efectiva	ET _c	Agua disponible inicio semana	Agua disponible final semana	Lámina NETA desperdiciada (sobre-riego) final semana
	mm/sem	kc semanal	mm/sem	mm/sem	mm/sem	mm/sem	mm	mm	mm
42	23,5	1	13	0,0	18,8	13,0	62,0	62,0	0,0
43	3,7	1	17,3	0,0	3,0	17,3	62,0	47,7	0,0
44	0	1	20	0,0	0,0	20,0	47,7	27,7	0,0
45	16,1	1	20,6	0,0	12,9	20,6	27,7	19,9	0,0
46	0,4	1	19	30,0	0,3	19,0	19,9	31,3	0,0
47	13,6	1	21,8	30,0	10,9	21,8	31,3	50,3	0,0
48	0,7	1	24,6	30,0	0,6	24,6	50,3	56,3	0,0
49	0,3	1	25	30,0	0,2	25,0	56,3	61,5	0,0
50	10,3	1	28,4	30,0	8,2	28,4	61,5	62,0	9,4
51	10,7	1	22,3	30,0	8,6	22,3	62,0	62,0	16,3
52	12	1	30,6	30,0	9,6	30,6	62,0	62,0	9,0
1	28	1	25,2	30,0	22,4	25,2	62,0	62,0	27,2
2	2,5	1	27,9	30,0	2,0	27,9	62,0	62,0	4,1
3	0	1	26,6	30,0	0,0	26,6	62,0	62,0	3,4

Figura 2. Cálculo del balance hídrico. El agua disponible al inicio de la semana es el componente Agua suelot-1 de la ecuación de balance hídrico. El agua disponible al final de la semana es el componente Agua suelot. ET_o es la evapotranspiración tomada de la estación meteorológica más cercana y ET_c es la evapotranspiración del cultivo.

Considerando el criterio de riego definido inicialmente, podemos analizar como fue el manejo del riego de este caso (Figura 3).

- Entre la semana 42 a la 45 no se regó por lo que el agua disponible al final de cada periodo fue disminuyendo hasta llegar muy por debajo de los 31 mm definidos como umbral, esto implica que el cultivo sufrió un **estrés** que implicó una merma productiva.
- Desde la semana 46 a la 50 se comenzó a aplicar la lámina neta máxima que otorga este sistema de riego, elevando el contenido de agua a los niveles adecuados.
- En la semana 51 a la 3, en este ejercicio, se sobre regó dado que hubo lluvias suficientes y no se ajustaron los tiempos de riego. El agua disponible para la planta se mantiene, pero el sobre riego trae como consecuencia pérdidas por escurrimiento y percolación profunda. Eventualmente, el exceso de humedad también traerá problemas como enfermedades fungosas y posible falta de oxígeno en la zona de raíces.

Semana	DATOS			ENTRADAS		SALIDAS	BALANCE HÍDRICO		Lámina NETA desperdiciada (sobre-riego) final semana
	Lluvia semanal mm/sem	Coefficiente de cultivo kc semanal	ET _o mm/sem	Riego de la semana (Lámina NETA) mm/sem	Lluvia efectiva mm/sem	ET _c mm/sem	Agua disponible inicio semana mm	Agua disponible final semana mm	
42	23,5	1	13	0,0	18,8	13,0	62,0	62,0	0,0
43	3,7	1	17,3	0,0	3,0	17,3	62,0	47,7	0,0
44	0	1	20	0,0	0,0	20,0	47,7	27,7	0,0
45	16,1	1	20,6	0,0	12,9	20,6	27,7	19,9	0,0
46	0,4	1	19	30,0	0,3	19,0	19,9	31,3	0,0
47	13,6	1	21,8	30,0	10,9	21,8	31,3	50,3	0,0
48	0,7	1	24,6	30,0	0,6	24,6	50,3	56,3	0,0
49	0,3	1	25	30,0	0,2	25,0	56,3	61,5	0,0
50	10,3	1	28,4	30,0	8,2	28,4	61,5	62,0	9,4
51	10,7	1	22,3	30,0	8,6	22,3	62,0	62,0	16,3
52	12	1	30,6	30,0	9,6	30,6	62,0	62,0	9,0
1	28	1	25,2	30,0	22,4	25,2	62,0	62,0	27,2
2	2,5	1	27,9	30,0	2,0	27,9	62,0	62,0	4,1
3	0	1	26,6	30,0	0,0	26,6	62,0	62,0	3,4

Figura 3. Análisis del balance hídrico: estrés hídrico (agua disponible bajo el punto de riego definido), zona verde de recuperación (agua disponible sobre el punto de riego) y zona azul de sobre riego (agua disponible se mantiene, pero se desperdicia agua regada).

Comportamiento del agua disponible

Si hacemos un ejercicio de carácter diario, con los datos del suelo utilizados en el ejemplo anterior, el comportamiento esperado del balance hídrico sería un agotamiento gradual del volumen de agua en el perfil hasta el nivel prefijado que gatilla el riego y recupera el volumen determinado por la capacidad de campo, como se muestra en la Figura 4. Debíésemos esperar este comportamiento cuando el manejo del riego es **adecuado**.

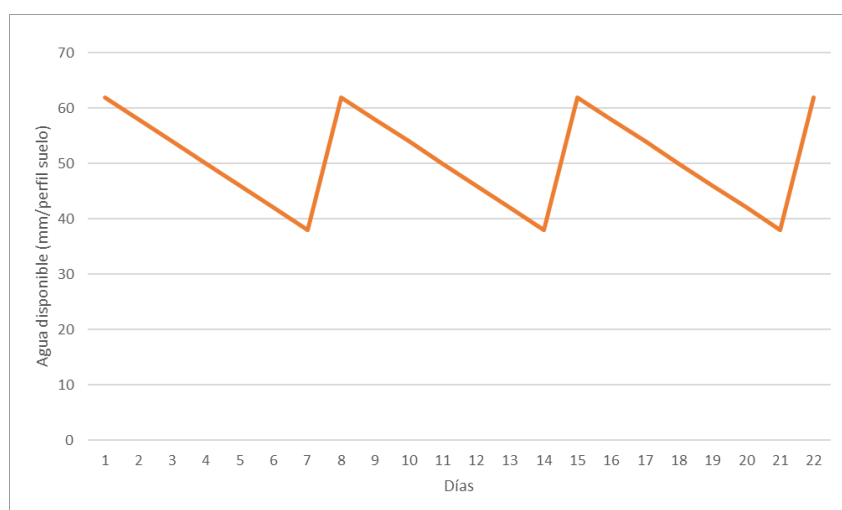


Figura 4. Comportamiento del agua disponible, **riego adecuado**.

Si realizamos un riego equivocado reponiendo un volumen inferior al evapotranspirado por el cultivo, tendremos una disminución progresiva del agua disponible, con un impacto acumulativo, como se muestra en la Figura 5, generando estrés al cultivo.

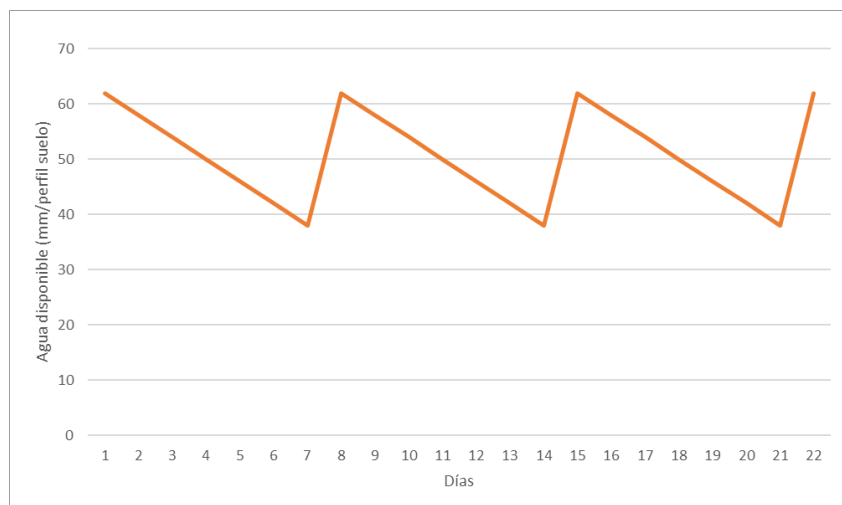


Figura 5. Comportamiento del agua disponible, **riego erróneo**.



Serie

Gestión Eficiente del Agua en Predios Lecheros Sustentables

Mario Wulf C.

Ingeniero Agrónomo

Ficha Monitoreo en el cabezal de riego

2.



DIMENSIÓN AMBIENTAL

ESTÁNDAR DE SUSTENTABILIDAD PARA PREDIOS LECHEROS



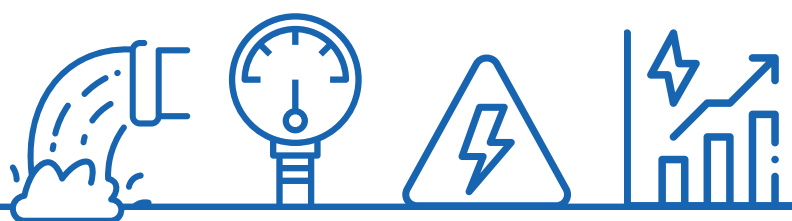
Monitoreo en el cabezal de riego

Gestión Eficiente del Agua en Predios Lecheros Sustentables

Gestionar el agua implica conocer cuánta agua estamos consumiendo en los cultivos y contrastarla con la extracción de la fuente de agua. Esto nos ayudará a identificar oportunidades de mejora en el sistema de riego.

El monitoreo de los volúmenes de agua, la presión de operación y la energía utilizada, tiene una implicancia directa sobre el correcto abastecimiento de agua del cultivo, los costos de impulsión y el ahorro del recurso hídrico.

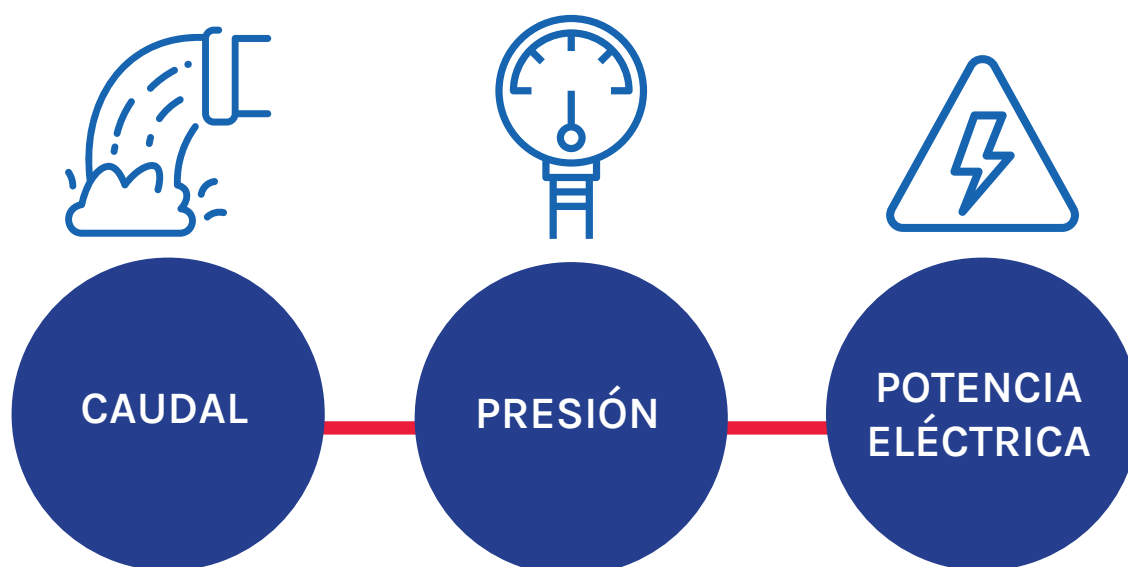
En el cabezal de riego encontraremos los elementos básicos de impulsión y control del sistema de riego por ende es una fuente de datos para evaluar el desempeño buscado.



¿Qué medir en el cabezal?

Esencialmente debemos evaluar en forma periódica:

- El **caudal** que estamos utilizando.
- La **presión** de operación.
- La **potencia eléctrica**, que nos permitirá obtener el consumo.



Estos parámetros deben estar en orden al **diseño del sistema** de lo contrario serán una señal de malos desempeños con consecuencias a nivel productivo y/o aumentos de costos energéticos.

Esta información nos será útil, entre otras cosas, para realizar la lista de chequeo antes, durante y al término de temporada descrita en la Ficha N°1 de la serie “Yo riego de manera eficiente” publicada por el área de acción Praderas y Riego del sitio web del Consorcio Lechero (<https://www.consorcirolechero.cl/>).

Caudal

Lo que queremos evaluar es el **volumen de agua por unidad de tiempo**, por lo que debemos entender cómo funcionan los totalizadores análogos.



Los totalizadores análogos son contadores mecánicos del volumen de agua que fluye en el punto de control. Es decir, contabilizan el consumo del líquido totalizando el número de vueltas de una turbina cuando el agua incide sobre ella. La velocidad de giro de la turbina depende del caudal de agua circulante en cada momento: a mayor caudal, mayor velocidad de giro.

Estos equipos deben cumplir la norma chilena NCh3317 Equipos agrícolas para riego - Contador de volumen de agua de riego, en donde podemos identificar algunos parámetros interesantes para la medición (Figura 1).

Especificaciones Metrológicas

Q_3 , máximo caudal en donde el instrumento tiene una precisión dentro de rango.

Detector de fugas: mientras más rápido gira, mas alto el caudal



Totalizadores.

En este caso en distintos niveles de precisión. 10 m^3 , 1 m^3 , $0,1 \text{ m}^3$. En la imagen se indica $174.184,16 \text{ m}^3$.

Figura 1. Esquema Contador de agua de riego

→ Registro y cálculo del caudal

El caudal de operación lo obtenemos registrando el volumen totalizado durante un periodo de tiempo, superior a 60 min.

Ejemplo:

- Lectura 1: 171.000 m³
- Lectura 2: 171.500 m³
- Tiempo de evaluación: 1 hora

$$\text{Caudal operación} = \frac{\text{Lectura 2} - \text{Lectura 1}}{\text{Tiempo}}$$

$$\text{Caudal operación} = \frac{171.500 \text{ m}^3 - 171.000 \text{ m}^3}{1 \text{ hora}} = 500 \text{ m}^3/\text{h}$$

→ Conversiones

Para realizar las conversiones a otras unidades se multiplica por los factores propuestos en la siguiente tabla.

		Unidad deseada			
		m ³ /h	m ³ /s	L/h	L/s
Lectura	m ³ /h	1	0,000278	1.000	0,278
	m ³ /s	3.600	1	3.600.000	1.000
	L/h	0,001	3,60	1	0,000278
	L/s	3,60	3,6	3.600	1

Ejemplo:

$$500 \text{ m}^3/\text{h} = 500 \times 0,278 \text{ L/s} = 139 \text{ L/s}$$

$$139 \text{ L/s} = 139 \times 3,6 \text{ m}^3/\text{h} = 500 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se recomienda evaluar el caudal en forma periódica a través de la temporada, tal como lo sugiere el Estándar de Sustentabilidad.

Presión

La presión se mide en el manómetro a la salida de la bomba (Figura 2). Como se mencionaba anteriormente, esta presión debe estar en línea con la **presión de diseño** del sistema de riego por lo que debemos conocer de antemano ese valor para evaluar el desempeño. Al realizar la lectura debemos asegurarnos en qué unidades vamos a registrar la presión.



Aguja Indicadora

Escala de presión en Libras/ pulgadas² o psi.

Ej: 50,75 psi

Escala de presión Bar.

Ej: 3,5 bar

→ Conversiones

Para realizar las conversiones a otras unidades se multiplica por los factores propuestos en la siguiente tabla.

		Unidad deseada			
		psi	kPa	bar	mca
Lectura	psi	1	6,9	0,069	0,69
	kPa	0,15	1	0,01	0,10
	bar	14,5	100	1	10
	mca	1,45	10	0,1	1

Ejemplo:

$$20 \text{ mca} = 20 \times 1,45 \text{ psi} = 29 \text{ psi}$$

$$29 \text{ psi} = 29 \times 6,9 \text{ kPa} = 200 \text{ kPa}$$

Se recomienda evaluar la presión de operación en forma periódica durante la temporada, tal como lo sugiere el Estándar de Sustentabilidad.

Potencia eléctrica activa



La potencia eléctrica en la bomba se mide en kilowatts (KW). A mayor valor de KW, mayor es la energía que consume por unidad de tiempo y por ende el monto a cancelar.

Para conocer la potencia eléctrica activa debemos registrar el amperaje actual en el tablero, el voltaje de la red conocido y el factor de potencia o $\cos \phi$. Este último se identifica en la placa de la bomba y tiene un valor que oscila alrededor de 0,85.

→ Potencia activa

→ En condición trifásica

$$\text{Potencia (KW)} = \text{Voltaje (V)} \times \text{Corriente (A)} \times \cos \phi / 578$$

$$\text{Ejemplo: Potencia} = 400 \text{ V} \times 60 \text{ A} \times \frac{0,85}{578} = 35,3 \text{ kW}$$

→ En condición monofásica

$$\text{Potencia (KW)} = \text{Voltaje (V)} \times \text{Corriente (A)} \times \cos \phi / 1000$$

$$\text{Ejemplo: Potencia} = 220 \text{ v} \times 20 \text{ amp} \times \frac{0,85}{1.000} = 3,74 \text{ kW}$$

Consumo de energía

El consumo de energía en kWh se puede estimar al multiplicar la potencia activa obtenida por la jornada de riego diaria (horas/día).

Ejemplo: Con una jornada de riego = 20 horas/día y potencia activa 35,3 kW, el consumo de energía diario es 35,3 kW x 20 h/día = 706 kWh/día.



→ Conversiones

Para realizar las conversiones a otras unidades se multiplica por los factores propuestos en la siguiente tabla.

		Unidad deseada	
		kW	HP
Lectura	kW	1	1,34
	HP	0,746	1

Se recomienda verificar la potencia activa en forma periódica durante la temporada.



Serie

Gestión Eficiente del Agua en Predios Lecheros Sustentables

Mario Wulf C.

Ingeniero Agrónomo

Ficha Minimizando pérdidas de agua

3.



DIMENSIÓN AMBIENTAL

ESTÁNDAR DE SUSTENTABILIDAD PARA PREDIOS LECHEROS



Minimizando pérdidas de agua

Gestión Eficiente del Agua en Predios Lecheros Sustentables

El suministro de agua es un componente vital de una explotación lechera, tanto para los animales como agua de bebida, para los procesos en la sala de ordeña y para el riego de praderas y cultivos. Asegurarse que los sistemas funcionen de manera eficiente puede ahorrar agua, tiempo y dinero.

En esta ficha abordaremos una serie de acciones que le ayudarán a identificar oportunidades para reducir el uso del agua y mejorar la eficiencia a través de la minimización de las pérdidas de agua.

Acciones

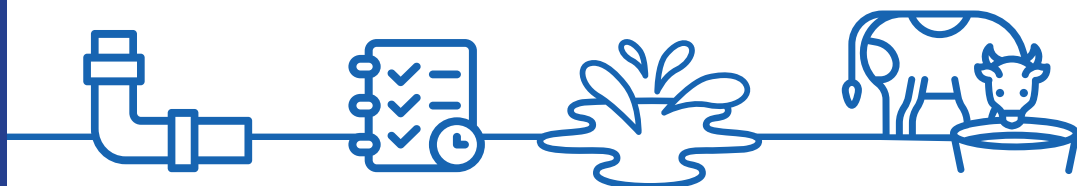
01. Red de tuberías

02. Comprobación periódica de Bebederos

03. Mapear las fuentes e infraestructura hídrica del predio

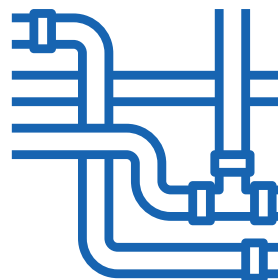
04. Fugas de agua

05. Roles de los colaboradores



01. Red de tuberías

En el campo nos encontraremos con diversas redes de agua, incluyendo la sala de ordeña, abastecimiento de los bebederos, el riego, entre otros. Debemos tener presente que las líneas y conexiones de agua, viejas y/o de mala calidad tienen más probabilidades de romperse y tener **fugas**. Para minimizar este riesgo siga las siguientes recomendaciones:



-  → Identifique las áreas problemáticas y marque las ubicaciones de los puntos débiles en un mapa del campo.
-  → Tenga un **plan de reemplazo** de aquellas secciones de tuberías más antiguas para ayudar a prevenir la pérdida de agua.
-  → El PVC se fragiliza con la exposición al sol. Píntelas con pintura blanca para retardar el daño por el sol.
-  → Reemplace las conexiones mal ajustadas para disminuir el riesgo de fugas.
-  → Releve la atención de estos problemas a todo el equipo de colaboradores.
-  → Las tuberías más superficiales, corren un riesgo particular de sufrir daños. Marque las ubicaciones de estos puntos débiles en un mapa. Entierre las líneas más profundamente para protegerlas.
-  → Si está renovando o reemplazando líneas, entiérrelas junto a una cerca para brindar protección adicional.
-  → Para evitar problemas donde las líneas de agua deben pasar por debajo de caminos, colóquelas dentro de una tubería rígida más grande para su protección.

El agua también es distribuida por canales y acequias dentro del campo. Mantenga limpias estas vías, sobre todo al momento de ser usadas para el riego. En invierno, aproveche de encausar y almacenar aguas lluvias con acequias y canales operativos.

02. Comprobación periódica de bebederos

La disponibilidad de agua para bebida animal es crítica para la producción de leche. El consumo de agua de un rebaño en producción oscila entre los 15 a 90 L/día/vaca, dependiendo de las condiciones ambientales.

Cálculos hechos en base a las conductas de consumo sugieren un suministro en potreros de al menos 20 L/vaca/hora para satisfacer los requerimientos del rebaño.

La disponibilidad de agua tanto en oportunidad como en cantidad es de suma importancia, por lo mismo mantener la operatividad de los bebederos es clave para un buen desempeño.

Para evitar pérdidas y/o un mal funcionamiento en general, se sugieren las siguientes acciones:

- Tenga un **sistema de control y mantenimiento de los bebederos**. Un medidor de agua como control es muy útil (Figura 1).
- Tenga un **plan de contingencia** frente a la detección de bebederos desbordados o vacíos para repararlos a la brevedad posible.
- Propicie el **compromiso del todo el equipo** de colaboradores.
- Mantenga **kit básico de repuestos y herramientas** en su vehículo para la reparación inmediata de problemas sencillos.



Detector de fugas: girará más rápido cuando haya fugas y seguirá girando, aunque apague la bomba.



Figura 1. Esquema Contador de agua de riego

03. Mapear las fuentes e infraestructura hídrica del predio

Es muy útil tener claro en un mapa las redes e infraestructura, resaltar áreas propensas a fugas y pérdidas, identificar dónde se pueden realizar mejoras (Figura 2).

Esto será muy útil para todos los colaboradores, ya que los problemas se pueden resolver.

Información a incluir:

- Fuentes de agua (indicar pozo, canal, noria, etc.).
- Cualquier sistema de tratamiento de agua.
- Número de medidores de agua (si los hay) y ubicación.
- Red de distribución y almacenamiento
- Tipo de líneas de agua (PE, PVC, galvanizado, etc.).
- Ubicaciones de las válvulas.
- Líneas de agua enterradas, en la superficie o ambas
- Tanque(s) de almacenamiento y capacidad.
- Sistema de alerta (por ejemplo, luz piloto, manómetro) para detectar una posible pérdida de agua.
- Enfriador de placas de agua reciclada o de un sólo paso.
- Dónde se guarda el equipo para reparar fugas o reemplazar piezas.

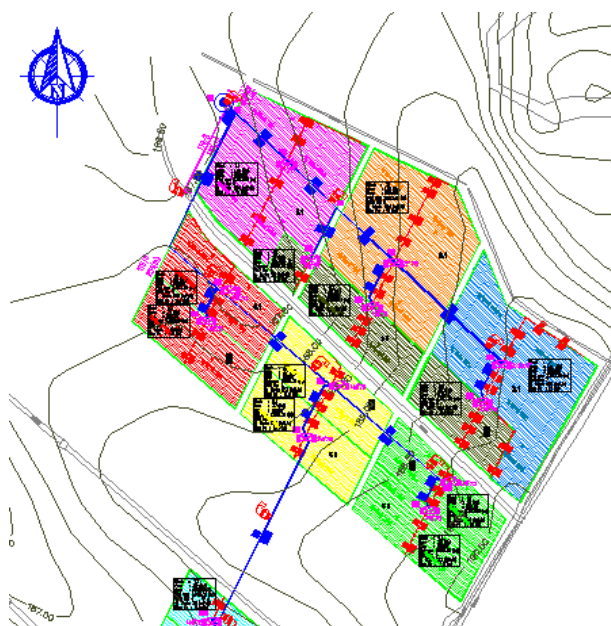
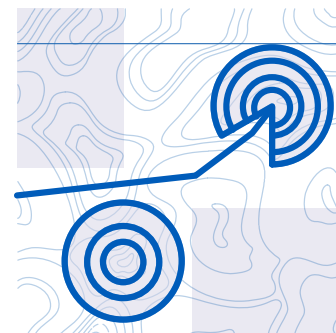
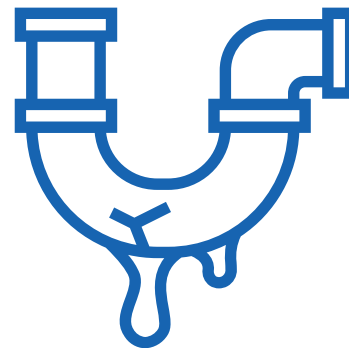


Figura 2. Plano líneas de conducción y válvulas

04. Fugas de agua

Fugas de agua e estima que el **25% del agua potable almacenada** se pierde por fugas¹. Esto provoca desperdicio de agua, áreas de inundaciones e incurre en costos adicionales de bombeo. Tener sistemas de detección de fugas ayuda a gestionarlas y reducir estos efectos.



Hay “fugas y fugas”: aquellas grandes a menudo son evidentes y se reparan rápidamente, mientras que las fugas pequeñas pasan desapercibidas durante mucho tiempo, drenando su bolsillo “literalmente”.

Fugas grandes

La detección temprana puede prevenir la pérdida excesiva de agua. Una comprobación regular de los medidores de agua con telemetría es una medida preventiva muy útil. Si la fuga es en medio de la noche, cierre los grifos de los tanques de agua y trate la fuga en la mañana.

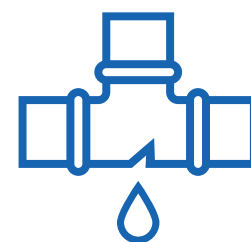


Otras formas de notar fugas grandes:

- Escuchar la bomba con bombeo excesivo.
- El flotador del tanque de almacenamiento consistentemente bajo.
- Agua alrededor de los bebederos.
- Baja presión del agua.

Fugas pequeñas

Las fugas pequeñas, son de pequeño caudal y por lo mismo no se detectan durante mucho tiempo. A menudo en el riego sólo se detectan cuando se convierten en una fuga importante o en verano, cuando se notan manchas verdes



¹ El Informe de Gestión del Sector Sanitario 2020 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios reporta un 33,5% de pérdidas (<https://www.siss.gob.cl/>). Aguas Andinas estima que el 74% de las mermas totales se explica por problemas físicos de los sistemas, es decir, roturas en cañerías o fisuras, envejecimiento de las redes, fatiga de material, instalaciones deficientes y efectos de fenómenos naturales como sismos (<https://www.iagua.es/>).

en los potreros de secano. Si bien son fugas lentas, la cantidad de agua aumenta con el tiempo. Una de las mejores formas de detectar fugas lentas es tener un medidor de agua.

A manera de ejemplo un orificio de 1 mm de diámetro en una presión de 1,5 bar genera una pérdida de 36 m³ en un mes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cálculo de pérdidas de agua según diámetro de un orificio y presión del agua.

Diámetro (mm)	Fuga (L/día)	Fuga (L/mes)
1	1.164	36.069
5	29.088	901.735
10	116.353	3.606.941

El tiempo de respuesta en caso de fallas/fugas de agua no debe superar 1 semana.

05. Roles de los colaboradores

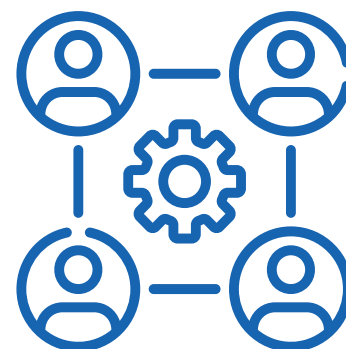
Es fundamental que todos los miembros del equipo tengan claro sus responsabilidades individuales y grupales, conozca los procedimientos y los tiempos en que se debe dar respuesta a los problemas de la red de agua.

Verifique con su equipo puntos como los siguientes:

Responsables: ¿Qué miembro del equipo es responsable de las tareas relacionadas con el agua?

Esto ayudará a garantizar que las cosas se hagan con regularidad y que los esfuerzos de uso inteligente del agua para el riego, el consumo animal, labores de limpieza, entre otros, se ejecuten. Debe haber un responsable y un suplente de dicha posición en caso de que el responsable se ausente algún periodo de tiempo.

Métodos: ¿Todos conocen el método que se debe usar para el lavado del patio de espera en la sala de ordeña?



Se pueden ahorrar (o desperdiciar) cantidades significativas de agua, dependiendo de cómo se realice el lavado. Capacite al nuevo personal sobre esto y revíselo con los trabajadores cada temporada.

Favorezca:

- La limpieza en seco (raspado suciedad), para luego utilizar agua.
- El uso de mangueras de alta presión.
- Sistemas de corte automático de agua en mangueras utilizadas para la limpieza de pisos e instalaciones.

Procedimiento y tiempo de respuesta: ¿Todos conocen el procedimiento para hacer frente a fugas y pérdidas?

Defina procedimientos y planes de contingencia, ante los problemas para su correcta solución por parte del equipo de colaboradores.

Mantenición y reparación: ¿Todos conocen las labores de mantención y reparación que han sido realizadas o se deben hacer?

Mantenga un registro de las labores de mantención y reparación de la infraestructura hídrica del predio, así como de las observaciones de daños en la red y fugas.



Mantener un plan de trabajo visible en un pizarrón, con acciones, plazos y responsables, es un buen método para compartir información actualizada con su equipo y minimizar las pérdidas de agua en el predio.



Serie

Gestión Eficiente del Agua en Predios Lecheros Sustentables

Mario Wulf C.

Ingeniero Agrónomo

Ficha Uso y reutilización del agua en la sala de ordeña

4.



DIMENSIÓN AMBIENTAL

ESTÁNDAR DE SUSTENTABILIDAD PARA PREDIOS LECHEROS



Uso y reutilización del agua en la sala de ordeña

Gestión Eficiente del Agua en Predios Lecheros Sustentables

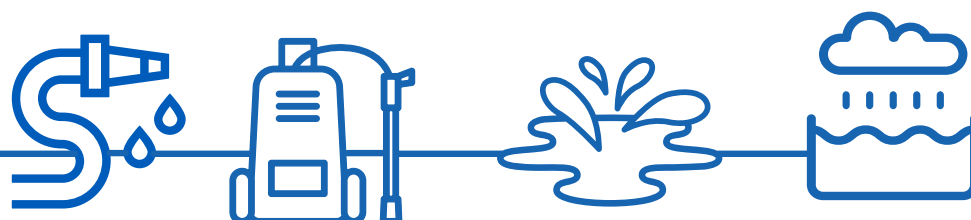
El volumen de agua utilizado diariamente en los procesos de la sala de ordeña, lavados de equipos, enfriadores, patio de ordeña, no es despreciable y oscila alrededor de los 25 L/vaca/día.

Por lo que acciones que favorezcan el uso de agua en forma inteligente nos reportará:

01. Gestionar costos de energía

02. Gestionar los purines

03. Reducir los costos de uso del agua



01. Aguas de lavado de los equipos

En forma rutinaria los equipos de ordeña se lavan diariamente por lo que podemos verificar y evaluar medidas de eficiencia.

- Asesórese sobre los detergentes y su correcta dosis para las opciones de lavado.
- Los intercambiadores de calor generan agua caliente que puede ser reutilizada para cualquier proceso adicional de la sala de ordeña, ahorrando electricidad y agua. Ej: lavado de tarros.

02. Aguas del patio de espera

En esta área se captura buena parte de los purines de la sala por lo que podemos optimizar esto a través de las siguientes acciones:

- Considere capturar el agua de los pre enfriadores y/o aguas lluvias (que de otro modo se desperdiciaría), para lavar el patio.
- En los días cálidos y soleados, humedezca previamente el patio para evitar que se pegue el estiércol.
- Use un raspador antes de pasar la manguera para con ello utilizar menos agua.
- Use manguera a presión, idealmente del tipo “hidrolavadora”. De utilizar manguera común, esta debiera ser de un alto volumen de agua a baja presión para lograr empujar el efluente y esparcirlo.
- Un temporizador para el proceso de lavado del patio es muy deseable. Con él puede establecer un estándar de tiempo para el lavado.
- Instale un contador y estime el volumen de agua utilizado.
- Dimensione los volúmenes de purines, pues reduciendo el agua de lavado del patio puede reducir significativamente la dimensión de pozo purinero. En esta línea es deseable también evitar conducir las aguas lluvias al pozo purinero.

03. Aguas Lluvias

En el sur de Chile tenemos aún una precipitación que oscila en los 1.200 a 1.500 mm/año. Esto significa que por superficie de techumbre podemos capturar entre 1.200 a 1.500 L/m² anuales, agua que si podemos acumularla podría ser un útil recurso.

En la zona central, la precipitación ha decaído hasta valores de 200 a 400 mm/año pero que igualmente constituyen un volumen de agua a aprovechar de 200 a 400 L/m².

Del mismo modo, en la zona centro-sur, 800 a 1000 mm/año implican 800 a 1000 L/m² de techumbre posible de acumular y utilizar.

Adicionalmente, puede encausar aguas lluvias en acequias y canales durante el invierno hacia un estanque de almacenamiento y darle uso para riego, lavado de maquinaria, entre otros.



Serie

Gestión Eficiente del Agua en Predios Lecheros Sustentables

Mario Wulf C.

Ingeniero Agrónomo

Ficha Cómo minimizar los riesgos de contaminación del agua

5.



DIMENSIÓN AMBIENTAL

ESTÁNDAR DE SUSTENTABILIDAD PARA PREDIOS LECHEROS



Cómo minimizar los riesgos de contaminación del agua

Gestión Eficiente del Agua en Predios Lecheros Sustentables

La ganadería de leche puede convertirse en un agente contaminante de nuestros cauces de agua por eso debemos poner atención en la prevención para resguardar la calidad del agua.

En el agua, tanto en cauces y napas, podemos encontrar problemas con:

Bacterias fecales

Son las bacterias que normalmente viven en los intestinos y, en particular la E. coli, son indicadores de contaminación por excrementos.

En términos prácticos, altos niveles de bacterias fecales se asocian a riesgos a la salud tanto para consumo humano como para agua de bebida animal.

Nitrógeno y fósforo

Estos nutrientes provocan un aumento en la presencia de algas y plantas acuáticas lo que disminuye la calidad de agua para consumo, riego y usos recreacionales.

Sedimentos

Las partículas en el agua son señal de erosión, lo que habla de malas prácticas en el manejo del suelo. La contaminación por sedimentos degrada la calidad y claridad del agua lo que trae un aumento en la turbidez del agua y necesidades de filtraje para su utilización agrícola.

Basura, lubricantes y solventes

Los residuos sólidos, fugas de lubricantes, solventes varios y combustible son los desechos más usuales de la actividad agropecuaria, que de no ser gestionados adecuadamente provocan eventos contaminantes.



Problemas y acciones preventivas

→ Bostas y Orina

- **Bacterias fecales, nitrógeno, fósforo y sedimentos.**
- **Vía de contaminación:** Escorrentía (escurrimiento), lixiviación (lavado de nutrientes en el perfil de suelo) y deposición directa en el cauce.
- **Factores de riesgo:**
 - Tiempo prolongado del rebaño en potreros en potreros muy húmedos, propensos al encharcamiento o a la escorrentía. Un ejemplo usual son los potreros de sacrificio en invierno.
 - Patios de confinamiento, de espera, son puntos donde se genera una alta concentración de desechos animales, por unidad de superficie y tiempo.
- **Acciones**
 - Protección de cauces del tránsito animal, vía cercado y vegetación (Figura 1).
 - Evitar canalizar la escorrentía a los cauces.
 - Prácticas de impermeabilización de pisos en los patios: compactación y/o geomembranas.
 - Canalización, almacenamiento y gestión de efluentes en los patios.



Figura 1. Cercado de ribera de un cauce. Fuente: Waterway Technote: Fencing, www.dairynz.co.nz

→ Riego

- Asociado a la aplicación de fertilizantes nitrogenados.
- Vía de contaminación: Escorrentía y lixiviación.
- Factores de riesgo:
 - Exceso de riego genera suelos saturados que pueden causar escorrentía a cauces superficiales y/o percolación que lleva los contaminantes a napas subterráneas.
- Acciones
 - Regar bajo criterios de balance hídrico, para evitar el sobre riego.
 - Regar sin superar la capacidad de infiltración del suelo para evitar escurrimiento de agua (Figura 2). Es decir, la velocidad con que se entrega agua al suelo a través del riego no debe ser más alta que la velocidad a la que el agua logra entrar el suelo.



Figura 2. Riego por tazas de arrastre, donde la precipitación no debe superar la capacidad de infiltración del suelo. Fotografía: Mario Wulf.

→ Basura

- Basura, lubricantes y solventes.
- Vía de contaminación: Escorrentía (escurrimiento)
- Factores de riesgo:
 - La ausencia de un plan de gestión de los residuos puede provocar que la basura, plásticos de silo, contenedores, restos de sacos (Figura 3), entre otros lleguen a los cauces provocando problemas aguas abajo.
- Acciones
 - Mantener libres de residuos domésticos y desechos agrícolas, las riberas y fuentes de los cauces.



Figura 3. Restos de plásticos de silo. Fotografía: Mario Wulf.

→ Vehículos y Maquinaria

- **Basura, lubricantes y solventes.**
- **Vía de contaminación:** Escorrentía, percolación.
- **Factores de riesgo:**
 - Los vehículos y maquinarias pueden generar problemas con fugas de lubricantes, combustible y otros solventes, que por escorrentía a los cuales pueden provocar contaminación.
- **Acciones**
 - Definir en el predio un espacio específico para el lavado de todo tipo de equipos o maquinarias o vehículos, alejado de fuentes o cursos de agua.
 - Aunque poco conocido, existen servicios de reciclaje de lubricantes y aceites usados. El aceite usado debe disponerse en la botella vacía del aceite nuevo y ser devuelta al vendedor.

→ Pozos agua subterránea

- **Nitrógeno, Bacterias, Sedimentos.**
- **Vía de contaminación:** Escorrentía (escurrimiento).
- **Factores de riesgo:**
 - Existe un riesgo que agua contaminada por fertilizantes, purines, sedimentos se vierta a los pozos lo cual contaminará la napa y de paso estropeará la calidad del agua de abastecimiento.
- **Acciones**
 - Colocar una tapa sobre el pozo o noria, al menos a 30 cm por sobre la superficie del suelo (Figura 4). El pozo debe estar revestido o impermeabilizado los primeros 3m de profundidad.



Figura 4. Pozo con cumplimiento parcial de la recomendación: la tapa se ubica casi a ras de piso lo que en caso de apertura por rotura u otra presenta mayores riesgos de contaminación por escorrentía.

Fotografía: Mario Wulff.

