

MANUAL DE MANEJO Y UTILIZACIÓN DE PURINES DE LECHERÍA

EDITOR: Francisco Salazar Sperberg,
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
INIA REMEHUE



DÓNDE Y CUÁNTO PURÍN SE PRODUCE EN UN PREDIO LECHERO	DE PURINES DE LECHERÍAS	RÁPIDO DEL CONTENIDO DE NUTRIENTES EN PURINES	SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO	EQUIPOS PARA EL MANEJO Y APLICACIÓN DE PURINES	USO DE PURINES EN PRADERAS Y CULTIVOS	NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL APLICADA A PURINES Y EFLUENTES DE LECHERÍA	PRODUCCIÓN LIMPIA Y BUENAS PRÁCTICAS GANADERAS PARA EL MANEJO DE PURINES	GLOSARIO DE TÉRMINOS ASOCIADOS A PURINES DE LECHERÍAS
--	-------------------------	---	----------------------------	--	---------------------------------------	---	--	---





Esta publicación del Consorcio Lechero es cofinanciada por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA).



Editor : Francisco Salazar Sperberg

Diseño y Diagramación: Agencia Cromosoma

Impresión: Imprenta América

Primera Edición

Tiraje: 2.000 unidades

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida, siempre y cuando se cite la fuente y el autor.

Osorno, Chile 2012

PRÓLOGO

La responsabilidad ambiental y la sostenibilidad de la producción de leche están unidas tanto en lo tecnológico como en lo comercial. Cada vez más, el mercado de los alimentos es liderado por consumidores mejor informados y conscientes de la importancia de que la producción minimice el impacto sobre los recursos y la comunidad que los rodea. En el ámbito lechero, el manejo de los purines representa tanto una oportunidad de mejorar la eficiencia del uso de nutrientes aportados al suelo y del uso del agua.

En el ámbito lechero, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias ha liderado desde Remehue los Proyectos de Innovación y Desarrollo Tecnológico relacionados con la sustentabilidad del uso del suelo, el agua y el manejo de los efluentes de lechería. Lo que ha venido acompañado de la capacitación de sus profesionales, y la inversión en infraestructura y equipamiento, tanto para investigación, transferencia tecnológica como la generación de servicios de laboratorios. Este trabajo ha sido fortalecido durante el desarrollo de los proyectos en el tema realizados con el Consorcio Lechero.

El Manual para el Manejo de Purines es el primer documento en su tipo en el país, siendo priorizado por el Consorcio Lechero para transformarse en una herramienta de consulta, transfiriendo tecnológicamente los conocimientos y avances en el tema a la fecha. Agradecemos en forma especial a los distintos autores y a los miembros del consorcio Sres. Andreas Stilfried y Juan Holstein que contribuyeron a la revisión de este documento aportando con valiosos comentarios que enriquecieron su contenido, con la finalidad de hacer un manejo y uso eficiente de purines, siendo más rentable y sustentable.

Sebastián Ganderats
Gerente General
Consorcio Lechero



INDICE

CAPÍTULO 1. DONDE Y CUÁNTO PURÍN SE PRODUCE EN UN PREDIO LECHERO	Página 7
CAPÍTULO 2. MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN DE PURINES DE LECHERÍAS	Página 17
CAPÍTULO 3. EQUIPOS DE TERRENO PARA EL ANÁLISIS RÁPIDO DEL CONTENIDO DE NUTRIENTES EN PURINES	Página 25
CAPÍTULO 4. SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO	Página 33
CAPÍTULO 5. EQUIPOS PARA EL MANEJO Y APLICACIÓN DE PURINES	Página 49
CAPÍTULO 6. USO DE PURINES EN EN PRADERAS Y CULTIVOS	Página 71
CAPÍTULO 7. NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL APLICADA A PURINES Y EFLUENTES DE LECHERÍA	Página 87
CAPÍTULO 8. PRODUCCIÓN LIMPIA Y BUENAS PRÁCTICAS GANADERAS PARA EL MANEJO DE PURINES	Página 97
CAPÍTULO 9. GLOSARIO DE TÉRMINOS ASOCIADOS A PURINES DE LECHERÍA	Página 109



***DÓNDE Y
CUÁNTO PURÍN
SE PRODUCE EN
UN PREDIO
LECHERO***

*Francisco Salazar Sperberg
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
fsalazar@inia.cl*



DÓNDE Y CUÁNTO PURÍN SE PRODUCE EN UN PREDIO LECHERO

Capítulo

1

Francisco Salazar Sperberg

INTRODUCCIÓN

El manejo de purines parte en su gestión y planificación, evitando producir grandes volúmenes que necesiten altas inversiones para su manejo, debido a una mayor capacidad de almacenamiento (pozos) y/o más aplicaciones a campo. En este contexto es importante no sobredimensionar la superficie cementada, en especial aquella que no está techada. En las lecherías antiguas, en general es más difícil modificar la infraestructura existente, en cambio las lecherías nuevas debieran considerar en su planificación el manejo de purines, aguas sucias, separar aguas de lavado de aguas lluvia, en especial en zonas de alta pluviometría.

Es muy importante conocer los volúmenes generados y la proporción de los distintos líquidos o sólidos que contribuyen a su generación, con la finalidad de poder hacer manejo eficiente, tendiente a una optimización, maximizando los beneficios económicos y con menor riesgo ambiental.

De acuerdo con información generada en lecherías de las regiones del Sur de Chile (Los Ríos y Los Lagos), una vaca en ordeña produce en promedio 105 litros purín/vaca/día, variando de 34 a 260 litros purín/vaca/día. Esta gran variación está dada por varios factores, como el manejo a nivel predial y el sistema de producción, por ejemplo 100% confinado ó 100% pastoreo. Lo que tiene una mayor incidencia es el uso de agua de limpieza y la contribución de aguas lluvias. Estas últimas representan casi la mitad del volumen de purines generados (Figura 1.1) en predios lecheros ubicados en la zona sur del país, dado por las altas pluviometrías registradas en otoño e invierno. Esto hace que, en términos prácticos, los pozos de almacenamiento de purines se llenen fácilmente en este período y que los purines generados, tengan muy bajos contenidos de materia seca. Otro aspecto clave en la producción de purines es la alta cantidad de agua limpia utilizada en la limpieza de pisos y construcciones; siendo un factor crítico en muchos predios lecheros.

En general, la fuente de producción de purines se puede agrupar en cuatro orígenes:

1. Animal.
2. Aguas sucias del lavado de equipos de lechería (equipo de ordeña y estanque de leche).
3. Agua del lavado de pisos y construcciones.
4. Aguas lluvia.

Los últimos tres pueden ser modificados y manejados dependiendo del sistema de producción. En especial el manejo de agua limpia de lavado y aguas lluvia.

En las lecherías, generalmente, existe un uso indiscriminado de agua limpia para el lavado de pisos y construcciones; lo que se traduce en mayores volúmenes de purines generados y por lo tanto, un mayor costo asociado a la energía utilizada para el bombeo del agua y almacenamiento y aplicación de purines al suelo. La pluviometría donde está ubicada la lechería lluvia también es relevante, considerando que 1 mm de lluvia equivale a 1 litro de agua por metro cuadrado de superficie. Por lo tanto, a mayor superficie construida, en especial sin techar o con techos sin canalización independiente de aguas, habrá un mayor volumen de purines generados. En evaluaciones realizadas en predios lecheros del Sur, se ha determinado que en promedio existe 9,9 m² de construcciones sin techo o sin canalización/vaca en ordeña y con un rango que va de 1,7 a 29,0 m².

A continuación se detallan las principales fuentes de producción de purines en un predio lechero:

1. **FECAS Y ORINA**

De acuerdo a literatura publicada y para efectos prácticos en este manual consideraremos que en promedio una vaca en ordeña excreta el 10% de su peso vivo como fecas y orina, es decir una vaca de 600 kg de peso vivo produce al día el equivalente a 60 litros de fecas y orina por día. Este valor puede modificarse por distintos factores como: raza del animal, tipo de animal, alimentación, ingesta de agua y condiciones atmosféricas (Ej. calor o frío), entre otras. A mayor tiempo de confinamiento del animal (estabulación, patio de alimentación o tiempo antes y durante la ordeña), mayor será la cantidad de fecas y orina a colectar, quedando el resto depositado directamente en praderas o potreros en que los animales son manejados en el predio.

2. **AGUAS LAVADO EQUIPO ORDEÑA**

(Foto 1.1. y Cuadro 1.1).

Corresponden a una mezcla de agua limpia, y cantidades bajas de detergentes y desinfectantes utilizados para el lavado y desinfección del equipo de ordeño y restos de leche. Esta agua, dependiendo del sistema de manejo en el predio, pueden ser canalizadas al pozo purinero u otro pozo especialmente habilitado para ellas, no debiendo ser eliminadas a un curso de agua sin un tratamiento previo depurador. El volumen de agua limpia utilizada para el lavado de equipos está estandarizado para las distintas salas de ordeña, dependiendo de las distintas rutinas manuales o automáticas que son entregadas por los proveedores de insumos, de los equipos de ordeña. Para calcular el agua a utilizar se puede usar la siguiente fórmula:

$$\text{Litros agua/vaca ordeña/día} = (27,75 \times \text{N}^\circ \text{ unidades equipo ordeña}) + 134,4$$



Foto 1.1. Detergentes y desinfectantes utilizados en el lavado de equipos de ordeña y sistema de lavado automático de equipo de ordeña.

3. AGUAS DEL LAVADO ESTANQUE DE AGUA

(Cuadro 1.1).

Corresponden a una mezcla de agua limpia, detergentes y desinfectantes utilizados para el lavado y desinfección del estanque de leche y restos de leche. En general, las empresas recomiendan utilizar para el lavado agua equivalente al 1% de la capacidad del estanque, la que hay que multiplicar por las fases del lavado, de acuerdo a la rutina recomendada. También para calcular el agua a utilizar, se puede usar la siguiente fórmula:

$$\text{Litros agua/vaca ordeña/día} = (0,0403 \times \text{capacidad estanque leche en litros}) + 11,153$$

4. AGUA LAVADO DE UBRES

(Cuadro 1.1).

Son aguas limpias utilizadas para el lavado de ubres y del piso de la sala de ordeña, lo que se realiza con mangueras y pistones ubicados en el pozo de ordeña. El volumen de agua a utilizar estará influenciado por cómo lleguen las ubres de las vacas a la ordeña, normalmente se usa mayor cantidad de agua en invierno por el barro en las ubres, que se ve afectado por la calidad de los caminos hacia la sala de ordeña. Otro factor que influye fuertemente es la presión utilizada para el lavado y si existe o no un pistón para corte automático del agua en las mangueras. El factor humano, dado por la costumbre o habilidad del ordeñador, también puede influir en la cantidad de agua utilizada.

5. AGUA UTILIZADA PARA EL LAVADO DE PISOS Y CONSTRUCCIONES

(Foto 1.2 y Cuadro 1.1).

Corresponde al agua limpia utilizada para la limpieza de pisos y construcciones, tanto en la sala de ordeña como instalaciones anexas como patios de estabulación o de alimentación. El uso de agua limpia tiene gran variación entre predios y dentro del mismo predio,

dependiendo de la época del año. El factor humano también es importante, dado normalmente por el uso excesivo de agua del operario encargado de esta labor. Normalmente en los predios lecheros, las mangueras utilizadas para la limpieza no tienen sistema automático de corte de agua implementado (tipo pistón), las que son de bajo costo. Aquí también tiene gran influencia la presión de agua utilizada, en general a mayor presión menos consumo de agua. El uso de raspadores en seco, previo a la limpieza de pisos con agua, es una buena alternativa para reducir los volúmenes de agua limpia utilizados.



Foto 1.2. El agua utilizada en la limpieza de patios y pisos es una fuente importante en la producción de purines.

6. AGUAS LLUVIA DE TECHOS SIN CANALIZAR (Foto 1.3).

Son aguas lluvia que reciben los techos de las distintas construcciones de la sala de ordeña, patios de alimentación, confinamiento u otros. En un gran porcentaje, estos techos se encuentran sin canaletas y sistemas de conducción de aguas en forma independiente y son descargadas a los pisos, en donde son contaminados con fecas y/o orina, pasando a formar parte de los purines. El volumen de agua colectado dependerá directamente de la superficie cementada no techada, la superficie de techos sin canaletas y la pluviometría del sector.



Foto 1.3. Techos sin canalización independiente de aguas lluvia.

7. AGUAS LLUVIA DE PATIOS Y PISOS DESCUBIERTOS

(Foto 1.4).

Son aguas lluvia que caen directamente sobre pisos e instalaciones de la lechería que están descubiertas, y que normalmente son superficies cementadas. Al contaminarse con fecas y orina deben conducirse al pozo purinero para su almacenamiento. El volumen de agua colectado dependerá directamente de la superficie cementada y la pluviometría del sector.



Foto 1.4. Superficies descubiertas reciben gran cantidad de agua producto de las precipitaciones.

8. AGUA LLUVIA EN EL POZO PURINERO

(Foto 1.5).

Corresponde al agua lluvia que recibe directamente el pozo purinero, por lo tanto el volumen dependerá directamente de la superficie del pozo expuesta y la pluviometría del sector. En promedio para lecherías del Sur, se ha medido una superficie de almacenamiento equivalente a $1,9 \text{ m}^2/\text{vaca en ordeña}$ ($0,2$ a $7,7 \text{ m}^2/\text{vaca en ordeña}$).



Foto 1.5. La superficie expuesta del pozo purinero recibe directamente aguas lluvia, por lo tanto a mayor superficie mayor cantidad de agua que recibe por esta vía.

En algunos predios el agua utilizada en la placa enfriadora de leche también es desviada hacia el pozo purinero, sin ser reutilizada. En general para enfriar un litro de leche se necesitan 2 a 3 litros de agua limpia, por lo que los volúmenes generados en este proceso son grandes. Para reducir el agua limpia utilizada se puede instalar una válvula que sincroniza el paso de la leche con la de agua; reduciéndose el uso a un litro de agua por litro de leche enfriada. El agua de este equipo no debiera llegar al pozo purinero ya que es una agua limpia y tibia, pudiendo reutilizarse como agua para la limpieza de equipos o de bebida de animales, para ello debería habilitarse un estanque para su acumulación.

En el Cuadro 1.2. se presenta una estimación de producción anual de purines en un predio tipo de pastoreo con 100 vacas en ordeña, con un equipo de ordeña de 8 unidades, estanque de leche de 3.000 litros de capacidad, una superficie de pisos sin techar y techos sin canalizar de 1.000 m² y un pozo purinero de 14 m de diámetro y 3 m de profundidad. Para los cálculos se considerarán los valores señalados en los puntos 1 al 8, una pluviometría anual de 1.500 mm/año y la información del Cuadro 1.1.

En el Cuadro 1.3. usted puede estimar la producción de purines en su predio, considerando la información entregada en este manual.

Para hacer un cálculo más preciso, esta estimación puede hacerse mensualmente; considerando el número de vacas en ordeña, pluviometría y horas de confinamiento que varían de acuerdo a los distintos sistemas de producción y ubicación del predio lechero.

Cuadro 1.1. Agua utilizada para el lavado de pisos y equipos de lechería en predios lecheros.

Origen	Media	Mínimo	Máximo
	(litros/vaca/día)		
Agua lavado equipo ordeña*	3,5	1,5	11,1
Agua lavado estanque de leche*	1,1	0,5	2,3
Agua lavado de pisos*	31,2	2,0	169,4
Agua lavado de ubres	5,0	s/inf	s/inf
Total =	40,8	5,8	172,9

*Salazar et al. (2003).

Cuadro 1.2. Cálculo de producción de purines en un predio tipo de pastoreo con 100 vacas en ordeña promedio año.

Supuestos	Cálculo	Volumen generado (litros/año)	Aporte
Fecas y orina			
100 vacas en ordeña de 600 kg x (60 kg fecas/ 24 h) x 4 h confinamiento/día (ver punto 1)	$100 \times (60/24) \times 4 \times 365$	365.000	10%
Aguas sucias			
27,75 x 8 unidades equipo ordeña + 134,4 (ver punto 2)	$(27,75 \times 8) + 134,3 \times 356$	130.086	4%
0,0403 x 3.000 litros + 11,153 (ver punto 3)	$(0,0403 \times 3.000) + 11.153 \times 365$	48.199	1%
Aguas lluvia			
600 m ² construcciones sin techar x 1.500 mm de lluvia (= 1.500 litros agua/m ²) (ver punto 7)	600×1.500	900.000	25%
400 m ² techos sin canalizar x 1.500 mm de lluvia (= 1.500 litros agua/m ²) (ver punto 7)	400×1.500	600.000	17%
Pozo purinero (7 m radio) ² x 3,1416 x 1.500 litros agua/m ² (ver punto 8)	$7 \times 3,14 \times 1.500$	230.908	6%
Agua lavado pisos y ubres			
100 vacas ordeña x 31,2 litros vaca/día (ver cuadro 2.1)	$100 \times 31,2 \times 365$	1.138.800	32%
100 vacas ordeña x 5 litros vaca/día lavado ubres (cuadro 2.1)	$100 \times 5 \times 365$	182.500	5%
TOTAL =		3.595.493	100%

Cuadro 2.3. Hoja de cálculo de producción de purines en su predio lechero.

Supuestos	Volumen generado (litros/año)	Aporte
Fecas y orina		
Nº vacas en ordeña promedio/año x (peso promedio vacas x 10% /24h) x horas confinamiento/día x 365 (Ver punto 1)		
° Aguas sucias (27,75 x N unidades equipo ordeña) + 134,4 x 365 (ver punto 2)		
(0,0403 x capacidad estanque de leche en litros) + 11,153 x 365 (ver punto 3)		
² Aguas lluvia Cantidad de m ² en construcciones sin techar x mm de lluvia al año (ver punto 7)		
Cantidad de m ² techos sin canalizar x mm de lluvia al año (ver punto 7)		
(radio pozo purinero en metros) x 3,1416 x mm de lluvia al año (ver punto 8)		
° Agua lavado pisos y ubres N vacas ordeña x 31.2 litros vaca/día x 365		
° (ver cuadro 2.1)		
N vacas ordeña x 5 litros vaca/día lavado ubres x 365 (cuadro 2.1)		
TOTAL		

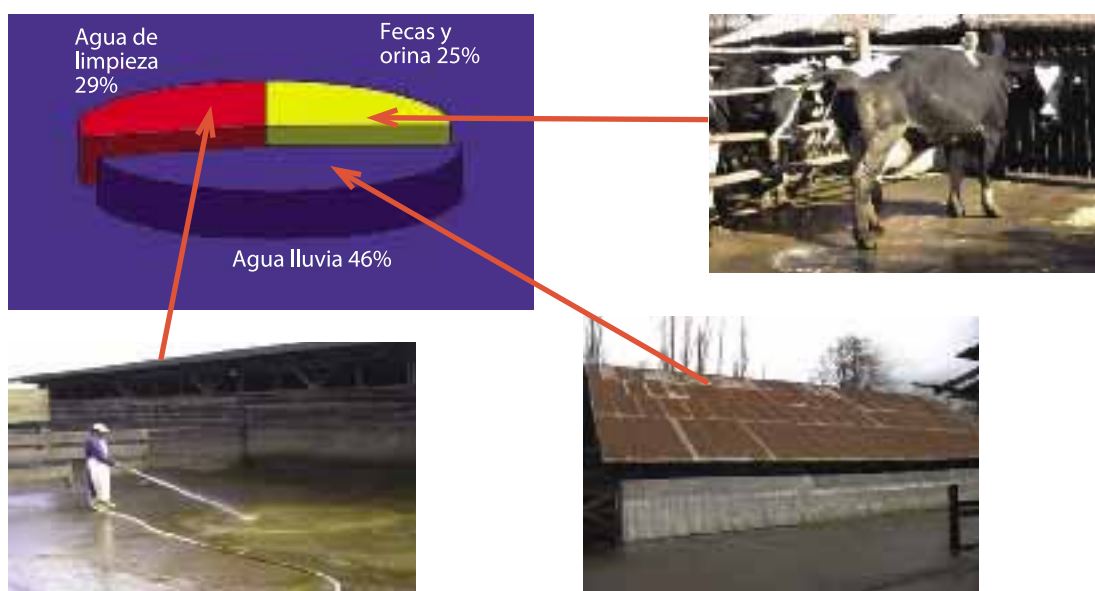


Figura 1.1. Contribución de los distintos efluentes que llegan al pozo purinero en lecherías del sur de Chile.

MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN DE PURINES DE LECHERÍAS

*Francisco Salazar Sperberg
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
fsalazar@inia.cl*



MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN DE PURINES DE LECHERÍAS

Francisco Salazar Sperberg

¿POR QUÉ MUESTREAR Y ANALIZAR LOS PURINES?

Para determinar el contenido de macro y micro nutrientes que contienen. Esto nos permitirá cuantificar el aporte que estos nutrientes pueden hacer a la fertilización de praderas y/o cultivos. Con ello, disminuye el uso de fertilizantes comerciales, los costos de fertilización y permite además, reciclar internamente los nutrientes en el predio.

Los purines aportan tanto macro como micro nutrientes. Además en suelos con bajos contenidos de materia orgánica, representan un valioso recurso para incrementar este parámetro. Sin embargo, hay que considerar que los purines son desbalanceados, es decir no entregan exactamente los nutrientes que el cultivo o la pradera necesita, siendo ideal que puedan ser complementados con fertilizantes comerciales.

CÓMO SE ENCUENTRAN LOS NUTRIENTES EN LOS PURINES

El contenido de nutrientes en el purín puede dividirse en una fracción orgánica y una soluble o disponible; siendo éstos últimos los que las plantas absorben y utilizan para su crecimiento. Cuando se consideran estas dos fracciones, se habla de nutrientes totales. La forma orgánica de los nutrientes debe ser transformada a formas solubles para su uso, lo que ocurre naturalmente una vez aplicado el purín al suelo, a través de la mineralización de los nutrientes. En términos generales, en un purín con contenido de materia seca de 3% aproximadamente, 30 a 40% del nitrógeno se encuentra en su forma soluble (amonio), el cual está disponible para el cultivo el primer año post aplicación. Los contenidos de nitrato, también en forma soluble de nitrógeno y disponibles para las plantas, son bajos a nulos, debido a condiciones anaeróbicas durante el almacenamiento de los purines. En el caso del fósforo, la disponibilidad inmediata del nutriente es cercana al 50-60% y del potasio es de un 90-100%. Por todo esto, es importante considerar que cuando se aplican purines, una parte de los nutrientes serán absorbidos por el cultivo (o perdidos al aire, suelo y/o agua), otra quedará en el suelo y necesitará ser transformado por los microorganismos presentes en el suelo, previa utilización por las plantas.

Por lo tanto, cuando se quiere fertilizar con purines es importante tomar en cuenta tanto los contenidos totales de nutrientes como las formas solubles.

CÓMO OBTENER UNA MUESTRA REPRESENTATIVA DE PURÍN PARA ANÁLISIS

Con la finalidad de obtener una muestra representativa del purín a utilizar, es importante realizar el muestreo cercano a la época en que se utilizará. Para este fin, se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

MUESTRA COLECTADA EN EL POZO PURINERO

1. Realizar el muestreo de purines acompañado de otra persona, o a lo menos avisar que se realizará esta actividad, como medida de seguridad.
2. Recorrer por su contorno el pozo a muestrear, con la finalidad de detectar e identificar a lo menos cuatro puntos de muestreo (Norte, Sur, Este y Oeste). Este recorrido permitirá además, identificar problemas como desprendimiento de bordes (paredes), en el caso de pozos de tierra o sectores inseguros para muestrear.
3. Mezclar el purín del pozo con la ayuda de un agitador mecánico, de los cuales existen distintos tipos en el mercado; siendo bastante comunes los del tipo hélice (Foto 2.1a). Se deberá hacer funcionar el equipo un tiempo suficiente, que permita romper la costra de purines seca que generalmente se encuentra en la superficie del pozo y el material se homogenice. De no contar con este equipo en el predio, se deberá usar un agitador manual con el cual se tiene que mezclar el purín en forma enérgica a distintas profundidades del pozo, para cada uno de los puntos de muestreo (Foto 2.1 b).
4. Para colectarlos se debe utilizar un listón de madera o tubo de PVC, de a lo menos 3 m que en su punta debe llevar sujeto un envase plástico abierto que permita colectar la muestra (Foto 2.1c). Si el pozo es grande o de forma irregular y el purín se almacena sin un manejo periódico, se deberá aumentar el número de submuestras a colectar.
5. Una vez mezclado el purín, se procederá a colectar una submuestra de aproximadamente 250 ml a 500 ml de purín en cada punto de muestreo, colocándolo en un recipiente, balde limpio o similar. Una vez terminada la colecta del pozo, se homogenizará la muestra en el balde y desde aquí se tomará la muestra para envío al laboratorio de 800 ml.
6. El envase donde se colecte y almacene el purín (idealmente plástico), debe estar limpio y sin residuos químicos ni orgánicos, y tener una tapa hermética que permita cerrarlo, para evitar derrames durante su transporte. Se recomienda no llenar completamente el envase, con purín dejando un espacio libre de a lo menos 10 cm. Esto para evitar que por la formación de gas el envase derrame su contenido al llenarlo completamente.
7. La muestra deberá ser identificada claramente con un marcador indeleble; identificando el nombre del productor, nombre del predio, fecha de colecta y contenido de la muestra (Ej. purín de lechería).
8. La muestra debe ser guardada en un lugar fresco y enviada lo más rápido posible a un laboratorio para su análisis. Idealmente usar para su transporte un termo aislante.

De no ser posible su envío inmediato, la muestra deberá refrigerarse ($<4^{\circ}\text{C}$) en un lugar donde no afecte a otros materiales.



Foto 2.1. a) Agitador mecánico tipo hélice para la homogenización de purines; b) materiales utilizados para el muestreo de purines; y c) colecta de muestra desde un pozo purinero.

MUESTRA COLECTADA DURANTE LA APLICACIÓN A CAMPO

Existe la alternativa de coleccionar purines directamente desde la bomba de aplicación, tuberías de conducción de purines, y sobre la superficie del suelo donde se está aplicando; siendo esta última la más recomendable, por ser más práctica y representativa. Para lo cual, se debe colocar en el lugar de la aplicación recipientes (Ej. envases vacíos de helado de 1 litro o tarros de café o similar), abiertos en su parte superior y si es posible fijados al suelo por estacas (Foto 2.2). Estos recibirán purines durante la aplicación los que deberán ser colectados, mezclados y almacenados en un envase para su envío al laboratorio, procediendo como lo señalado en la página 20, desde el punto 5 en adelante.



Foto 2.2. Colecta de muestra de purines en el campo durante la aplicación con el uso de envases.

DÓNDE ENVIAR LA MUESTRA Y QUE ANALIZAR

En el país existen laboratorios que realizan en forma rutinaria el análisis de purines. Uno de ellos con experiencia y único acreditado con la Norma Chilena 17.025 (gestión y calidad de laboratorios) para análisis de este tipo de material, es el de INIA-Remehue, ubicado a 8 km. al norte de la ciudad de Osorno. En el Cuadro 2.1 se señalan los análisis realizados en este laboratorio y las metodologías utilizadas. Igualmente, existen otros laboratorios a nivel nacional, que permiten ampliar el número de análisis realizados, pudiendo por ejemplo determinar metales pesados o realizar análisis microbiológicos, si fuese necesario.

Cuadro 2.1. Análisis realizados en el laboratorio de INIA-Remehue.

Tipo de análisis	Metodología
Purín básico	Materia seca (MS), nitrógeno total (N Kjeldahl), Nitrógeno amoniacal (N-NH ₃), acidez (pH)
Purín macronutrientes	MS, N Kjeldahl, N-NH ₃ , pH, P, K, Ca, Mg, Na
Purín completo	MS, N Kjeldahl, N-NH ₃ , pH, P, K, Ca, Mg, Na, N.NO ₃ , conductividad eléctrica, Zn, Fe, Mn y Cu

Un análisis básico de purines debiera considerar a lo menos materia seca, pH, nitrógeno total y amoniacal, fósforo, potasio; siendo también importantes calcio, y magnesio. Análisis más completos dependerán de los requerimientos de cada agricultor, considerando la demanda nutricional del cultivo o pradera donde serán utilizados. En la Figura 2.1 se presenta un informe tipo de análisis de purines, que expresa el contenido de nutrientes en base a su peso seco y base peso húmedo.



LABORATORIO DE NUTRICIÓN ANIMAL Y MEDIO AMBIENTE
INFORME DE RESULTADOS

CÓDIGO PRT-16-F01
VERSIÓN 2.0
VIGENCIA 06-04-2009

FECHA DE ENTREGA

INFORME N°

1. ANTECEDENTES DEL CLIENTE										
NOMBRE				DIRECCION						
2. ANTECEDENTES DE LA MUESTRA										
CÓDIGO	12391	IDENTIFICACIÓN		Purín completo		TIPO DE MUESTRA		Purín Bovino Lechero		
FECHA DE RECEPCIÓN	23-06-2010	FECHA DE MUESTREO	22-06-2010	OBSERVACIONES EN LA RECEPCIÓN						
3. RESULTADOS ENSAYOS										
PARÁMETROS	EXPRESIÓN	MÉTODO	BASE SECA		BASE HUMEDA				FECHA ENSAYO	OBSERVACION
			UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR		
Materia Seca.	Ms	ME-41	(%)	4,8	(%)				30-06-2010	
Cenizas.	Cen	ME-40	(%)	27,7	(%)				30-06-2010	
Carbono			(%)	40,2	(%)				30-06-2010	
Materia orgánica	M.O		(%)	72,3	(%)				01-07-2010	
pH	pH	ME-42	(%)	7,29	(%)				02-07-2010	
Conductividad Eléctrica	CE		(dS/m)	13,23	(dS/m)				12-07-2010	
Nitrógeno Kjeldahl	N		(%)	6,88	(%)	0,33	(Kg/Ton)	3,31	02-07-2010	
Nitrógeno Orgánico	N		(%)	2,92	(%)	0,14	(Kg/Ton)	1,41	02-07-2010	
Nitrógeno Amoniacal	N-NH ₃	ME-44	(%)	3,96	(%)	0,191	(Kg/Ton)	1,91	02-07-2010	
Nitrato	N-NO ₃	ME-43	(%)	0,09	(%)	0,00	(Kg/Ton)	0,05	01-07-2010	
Fósforo	P ₂ O ₅	ME-39	(%)	1,90	(%)	0,09	(Kg/Ton)	0,92	09-07-2010	
Potasio	K ₂ O	ME-33	(%)	5,60	(%)	0,27	(Kg/Ton)	2,70	10-07-2010	
Calcio	CaO	ME-30	(%)	5,46	(%)	0,26	(Kg/Ton)	2,63	09-07-2010	
Magnesio	MgO	ME-31	(%)	1,33	(%)	0,06	(Kg/Ton)	0,64	09-07-2010	
Sodio	Na	ME-32	(%)	1,50	(%)	0,07	(Kg/Ton)	0,72	09-07-2010	
Azufre	S		(%)	/	(%)	/	(Kg/Ton)	/		
Zinc	Zn	ME-34	(ppm)	162,0	(ppm)	7,80	(g/Ton)	7,8	10-07-2010	
Manganeso	Mn	ME-35	(ppm)	379	(ppm)	18	(g/Ton)	18	10-07-2010	
Hierro	Fe	ME-36	(ppm)	4454	(ppm)	214	(g/Ton)	214	10-07-2010	
Cobre	Cu	ME-37	(ppm)	56,63	(ppm)	2,73	(g/Ton)	2,73	10-07-2010	
4. OBSERVACIONES										
N°	DESCRIPCIÓN									

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD

INIA REMEHUE

Figura 2.1. Informe de resultados análisis de purines.

CARACTERÍSTICAS DE PURINES DE LECHERÍAS

En el Cuadro 2.2. se entregan los valores de composición promedio, máximo y mínimo de una caracterización de purines de lecherías realizados en la zona sur por INIA-Remehue. En general, los purines producidos en lecherías del sur de Chile, tienen una gran variabilidad en su composición entre los predios. Los purines presentan bajos valores de materia seca y de nutrientes. Sin embargo, los altos volúmenes producidos los hacen interesantes como alternativa de fertilización. En términos generales a mayor contenido de materia seca mayor contenido de nutrientes.

Cuadro 2.2. Características de purines de lecherías de predios lecheros del Sur de Chile, promedios, valores máximos y mínimos sobre 100 muestras analizadas.

Parámetro	Unidades	Promedio	Mínimo	Máximo
Materia seca	(%)	2,7	0,2	13,7
Acidez	(unidades de pH)	7,2	5,5	8,8
Nitrógeno total	(kg/1.000 litros de purín)	1,28	0,16	5,25
Nitrógeno amoniacal (N-NH ₃)		0,50	0,02	2,11
Fósforo (P ₂ O ₅)		0,47	0,03	2,29
Potasio (K ₂ O)		1,06	0,07	4,86
Calcio (CaO)		0,61	0,03	2,77
Magnesio (MgO)		0,30	0,02	1,49
Azufre (S)		0,11	0,01	0,43
Sodio (Na)		0,19	0,03	0,95
Cinc (Zn)	(g/1.000 litros de purín)	19,2	0,2	239,0
Hierro (Fe)		940,9	6,0	16.763,1
Manganeso (Mn)		52,7	1,6	483,6
Cobre (Cu)		25,3	0,1	1.003,0

ALTERNATIVAS AL ANÁLISIS TRADICIONAL EN LABORATORIO

La forma más precisa de conocer la composición de los purines para cada lechería es el análisis periódico de ellos en laboratorios habilitados. Ello debido a la gran variabilidad que presentan los purines dependiendo de factores tales como: tipo de animal, raza del animal, alimentación, contribución de agua, tipo de pozo purinero y manejo de los purines, entre otros.

Existen alternativas que permiten estimar el aporte de nutrientes por la aplicación de purines, los cuales se detallan a continuación:

USO DE TABLAS ESTÁNDARES

Estas son elaboradas en base a estudios y muestreos realizados en predios ganaderos en distintos países, para el caso de lecherías de la zona sur de Chile (usar Cuadro 2.2 de este manual). Esta información permite tener valores referenciales del contenido promedio de nutrientes de purines y servir de base, por ejemplo, para cálculos de dosis si no se cuenta con información más detallada. Idealmente se deberá utilizar tablas generadas localmente. Se suman a estas tablas correlaciones entre la materia seca del material y la concentración de algunos nutrientes en los purines, las cuales a través de fórmulas matemáticas permiten predecir valores aproximados.

USO DE EQUIPOS DE CAMPO

Existen en el mercado una serie de equipos y kits de terreno que permiten conocer a través de distintas metodologías, la composición de los purines. Estos equipos son descritos en detalle en el Capítulo 3 de este Manual.

USO DE MODELOS COMPUTACIONALES

En países desarrollados, apoyados en la gran cantidad de información base existente, en cuanto a purines y ensayos de campo, se han desarrollado modelos computacionales que permiten estimar el contenido de nutrientes de un purín determinado, aportando además valiosa información como disponibilidad de nutrientes para los cultivos y potencial de pérdidas en el suelo. Un ejemplo de ellos es el programa MANNER desarrollado por el Ministerio de Agricultura y Pesca de Inglaterra (**mayor información en <http://www.defra.gov.uk>**).

EQUIPOS DE TERRENO PARA EL ANÁLISIS RÁPIDO DEL CONTENIDO DE NUTRIENTES EN PURINES

*Francisco Salazar Sperberg
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
fsalazar@inia.cl*

*Marianela Rosas Uribe
Ingeniero Forestal, M.Sc.
marianelarosas@yahoo.com*



EQUIPOS DE TERRENO PARA EL ANÁLISIS RÁPIDO DEL CONTENIDO DE NUTRIENTES EN PURINES

Francisco Salazar Sperberg y Mariana Rosas Uribe

Los equipos de terreno de análisis rápido, son técnicas o métodos alternativos a los de análisis tradicional de laboratorio, son de fácil utilización y prácticos, que en purines de lechería permiten determinar en forma confiable, el contenido de materia seca y algunos nutrientes de una muestra cuando la rapidez es una prioridad. Si bien no reemplazan completamente los análisis tradicionales de laboratorio, son una buena alternativa a éstos y además tienen un costo bajo por muestra, haciendo posible realizar varios análisis durante el año, por ejemplo previamente o durante cada aplicación de purines.

Se sugiere que estos equipos sean utilizados por grupos de agricultores (Ej. GTT), asesores, equipos técnicos de empresas de servicio y de industrialización de leche (Ej. Programas de Desarrollo de Proveedores). Con esto el mismo equipo puede ser utilizado en distintos predios, entregando al agricultor una respuesta en forma rápida del contenido de nutrientes en purines.

Actualmente, existen varios equipos de análisis rápido disponible en el mercado internacional y sus valores fluctúan entre los US\$50 y US\$1.000 aproximadamente. Estos equipos determinan el contenido materia seca, nitrógeno amoniacal (disponible), nitrógeno total, fósforo total y potasio total (ver Capítulo 2). Ninguno de los análisis toma más de 10 minutos, sin embargo se diferencian en sus aspectos prácticos para uso a nivel de campo y el uso o no de reactivos para el análisis.

De los equipos que se presentan en este Capítulo, el Higrómetro, Quantofix y Agros Nova Meter han sido evaluados por INIA-Remehue y el Consorcio Lechero, entregando altas correlaciones con los resultados obtenidos de muestras de purines analizadas en el laboratorio de Ganadería y Medio Ambiente de INIA-Remehue. Junto con ello estos equipos son prácticos de utilizar y requieren solo reactivos de bajo costo, algunos utilizados normalmente en lecherías para desinfección de equipos de ordeña (Ej. Hipoclorito de Sodio). Evaluaciones realizadas en otros países también han mostrado que estos tres equipos mencionados son los más recomendables a utilizar.

De acuerdo con la forma en que cada uno de los equipos de terreno determina el contenido de nutrientes en la muestra de purín se pueden dividir en:

Equipos de análisis rápido indirecto. Los cuales requieren de calibraciones con valores de análisis realizados por laboratorios (Cuadro 3.1.). Por lo tanto, la exactitud del equipo de terreno dependerá de la buena calibración realizada previamente con los valores obtenidos

por la analítica tradicional y la experiencia en el tema del laboratorio que realizó estos análisis.

Análisis directo. El resultado es entregado en forma inmediata, también para su validación requiere la comparación con resultados de laboratorio, sin embargo se diferencia de la anterior que los análisis entregados por éstos equipos se basan en reacciones del purín con compuestos químicos.

EQUIPOS DE ANÁLISIS RÁPIDO INDIRECTO

Hidrómetro

Es un densímetro de vidrio o plástico el cual tiene graduado el porcentaje de materia seca del purín (Foto 3.1). Este valor permite estimar, a través de ecuaciones matemáticas, los contenidos de Nitrógeno total y Fósforo total en la muestra, debido a la gran relación que existe entre ambos nutrientes y la materia seca de purines.



Foto 3.1. Izquierda: Hidrómetro graduado en porcentaje de materia seca. Derecha: análisis de purines con el Hidrómetro.

Las calibraciones son generadas a partir de bases de datos locales con valores de materia seca, nitrógeno, fósforo, y potasio provenientes de laboratorios habilitados. Estas permiten realizar, rápidamente, una estimación de ambos nutrientes cuando el Hidrómetro sea utilizado en terreno.

Cuando se extrae una muestra representativa de purín para análisis con este equipo, la manipulación del Hidrómetro no toma más de un minuto ya que sólo debe insertarlo y dejar que flote libremente en un envase (Ej. balde) con purín, hasta que se estabilice el Hidrómetro. En este momento el nivel del purín en el Higrómetro señala el contenido de materia seca de éste y el valor se busca en la tabla (Cuadro 3.1.) entregando el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio total en kilos por 1.000 litros de purin. Para su correcto funcionamiento se requiere de un volumen tal que el instrumento flote libremente, y cuando el purín es muy espeso debe “diluirse” con agua corriente. Si es el caso, deben mezclarse 1 parte de purin y 1 o más partes de agua, y al finalizar se corrigen los resultados entregado en la tabla según la dilución realizada. Por ejemplo, si la dilución fue 1 parte de purín y 1 parte de agua, el valor de la tabla se divide por 2.

CONDUCTÍMETRO

Equipo de análisis rápido que estima en forma indirecta los contenidos de nitrógeno amoniacal y potasio. No ha sido evaluado en nuestro país ya que, si bien entrega buenas estimaciones de los contenidos de amonio, sólo existen estudios puntuales respecto a su confiabilidad en las estimaciones de potasio y son altamente variables.

Al igual que el Hidrómetro, se basa en relaciones establecidas entre los iones de amonio y potasio y la conductividad eléctrica de la muestra de purín. Aunque las ecuaciones se basan en resultados locales, existen dos aspectos que comprometen la confiabilidad y "aceptación" del conductímetro: la posible influencia de otros iones y el alto número de diluciones con agua desionizada para adaptar la mezcla a los rangos de conductividad que lee el instrumento.

EQUIPOS DE ANÁLISIS RÁPIDO DIRECTO

Agros Nova Meter y Quantofix N Volumeter

Equipos para determinar el contenido de nitrógeno amoniacal, o nitrógeno disponible, en la muestra. Ambos se basan en la reacción química producida al mezclar Hipoclorito de Calcio o Hipoclorito de Sodio con el amonio contenido en el purín. Cuando ambos componentes entran en contacto, se forma nitrógeno gaseoso, cuya presión ejercida está calibrada para ser equivalente al nitrógeno amoniacal en la muestra.

Agros y Quantofix se diferencian en la técnica para medir la presión ejercida por este gas: Agros utiliza un manómetro (Foto 3.2) y Quantofix el desplazamiento de una columna de agua (Foto 3.3). Estos equipos toman 5 minutos en entregar los resultados y ambos lo hacen en la misma unidad: kilogramos de nitrógeno amoniacal por 1.000 litros de purín.



Foto 3.2. Agros, equipo para la determinación rápida del contenido de nitrógeno amoniacal. Agros Nova Meter incluyendo manómetro (1); Ajustador de pH - Hidróxido de Sodio (2); y Reactivo principal - Hipoclorito de Calcio (3).



Foto 3.3. Quantofix, equipo para la determinación rápida del contenido de nitrógeno amoniacal.

Numerosos estudios destacan la confiabilidad de ambos equipos y su gran utilidad para estimar la cantidad de nitrógeno amoniacal. Nacionalmente, estos equipos han sido evaluados en el marco del Proyecto Consorcio Tecnológico de la Leche y han mostrado buenas relaciones con respecto a los análisis realizados en laboratorio.

Electrodo específico para Amonio

Técnica que permite estimar en forma directa el contenido de nitrógeno amoniacal en una muestra de purín. No ha sido evaluada en nuestro país ya que, a pesar de ser catalogado como un equipo que entrega resultados similares a los del laboratorio, es delicado y su manipulación es más compleja que los anteriormente mencionados.

Consiste en un electrodo sensible a la presión del nitrógeno gaseoso que se genera, al reaccionar el nitrógeno amoniacal de la muestra por aumento de pH. La presión del gas es proporcional a los contenidos de amonio que tenga el purín pero, al igual que la técnica de conductividad eléctrica, la muestra debe adaptarse a los rangos de lectura del instrumento y requiere de diluciones y verificaciones para ajustarlo al rango y sensibilidad del instrumento.

Reflectómetro

El reflectómetro es una técnica para estimar directamente el contenido de nitrógeno amoniacal. Tampoco ha sido evaluado en nuestro país ya que, a pesar de entregar resultados comparables con los del laboratorio, no hay mucha aceptación dentro de los productores debido a lo poco práctico en terreno.

El reflectómetro se basa en la reacción colorimétrica que se produce al reaccionar el amonio de la muestra con la tira reactiva proveída por el kit. Esta tira reactiva es analizada posteriormente por el reflectómetro que convertirá la lectura óptica en la concentración de nitrógeno amoniacal del purín. Al igual que el conductímetro y el electrodo, requiere de sucesivas diluciones de la muestra.

DETERMINACIÓN DE NUTRIENTES EN PURINES EN FORMA RÁPIDA EN LABORATORIO

Desde hace algunos años, el conocimiento se enfoca en aplicar técnicas avanzadas que han sido utilizadas con éxito en el campo de las ciencias agrarias y alimentarias para la caracterización rápida de purines. Estas técnicas se conocen como Espectroscopia de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano o NIRS (Near Infrared Spectroscopy). En los ámbitos analíticos, los NIRS se perfilan como el mayor método de análisis rápido en el mundo ya que su aplicación permite caracterizar, en forma simultánea e instantánea, múltiples atributos y componentes utilizando la misma muestra.

Para efectos del manejo de purines, las principales ventajas que presentan estas técnicas respecto a los métodos antes mencionados, son que no dependen de reacciones químicas, para determinar los resultados y pueden entregar, simultáneamente, el valor nutritivo completo de una muestra.

Aunque los NIRS surgen como la mejor alternativa para el manejo de purines, aún estas técnicas se mueven en los ámbitos científicos de investigación y perfeccionamiento, ya que requiere un gran costo de inversión, curvas de calibración con analítica tradicional operación por personal calificado.

¿Dónde comprar los equipos de terreno?

En el país a la fecha no existen distribuidores de estos equipos de terreno, a continuación se detallan los proveedores internacionales de los principales equipos descritos en este capítulo.

Quantofix.

BMS Marketing. Mr. Martin Sykes.
Cwmwyntell, Letterston, Haverfordwest Pembrokeshire SA62 5TJ
email: martinsykes@farmline.com
Inglaterra

Agros e Hidrómetro.

Agros
Östergatan 29, SE 53132 Lidköping
email: agros@agros.se
Suecia

Cuadro 3.1. Relación entre el contenido de material seca de purines y nitrógeno, fósforo y potasio total.

Materia seca (%)	N total	P total	K total
	(kg nutriente por 1.000 litros de purín)		
0,1	0,49	0,07	0,50
0,5	0,61	0,13	0,58
1,0	0,76	0,21	0,67
1,5	0,92	0,28	0,77
2,0	1,07	0,36	0,87
2,5	1,22	0,44	0,97
3,0	1,37	0,52	1,07
3,5	1,52	0,59	1,17
4,0	1,67	0,67	1,27
4,5	1,82	0,75	1,36
5,0	1,97	0,83	1,46
5,5	2,12	0,90	1,56
6,0	2,27	0,98	1,66
6,5	2,43	1,06	1,76
7,0	2,58	1,14	1,86
7,5	2,73	1,21	1,95
8,0	2,88	1,29	2,05
8,5	3,03	1,37	2,15
9,0	3,18	1,45	2,25
9,5	3,33	1,52	2,35
10,0	3,48	1,60	2,45

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

*Juan Carlos Dumont Lataste
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
jcdumont@gmail.com*

*Francisco Salazar Sperberg
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
fsalazar@inia.cl*



SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

Juan Carlos Dumont Lataste y Francisco Salazar Sperberg

4.1. INTRODUCCIÓN

El almacenaje de los purines constituye un aspecto importante en los sistemas ganaderos debido al alto volumen producido. Dada su carga orgánica, sus nutrientes, y patógenos contenidos este almacenamiento se hace absolutamente obligatorio. Por esto, el primer desafío que se presenta al momento de planificar un almacenaje, es la disminución del volumen.

Además, es necesario considerar algunos conceptos tanto legales y técnicos que serán de mucha utilidad, ya que por un lado se debe prevenir potenciales molestias y contaminaciones y aprovechar al máximo los nutrientes contenidos en estos efluentes.

Durante el almacenamiento se producen varios efectos, entre los cuales se destacan:

Bajar la carga de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). Este efecto es muy beneficioso cuando se trata de sistemas de tratamiento de los efluentes, ya que el almacenamiento en pozos anaeróbicos puede remover más del 95% de la DBO. Sin embargo, en sistemas de reciclaje de purines en suelos donde se utilizan como fertilizantes, este cambio tiene poca importancia.

Mayor disponibilidad de nutrientes. Esto significa un mayor proporción de los nutrientes en su forma disponible (nitrógeno y fósforo principalmente).

Disminución de las partículas. Con este efecto el purín se vuelve más “licuado” y fácil de manejar. Esto se produce por la digestión de microorganismos durante este período.

Muerte de patógenos. Hay una serie de patógenos que mueren durante el almacenamiento entre los cuales se encuentran bacterias, virus, oocistos, huevos y larvas de parásitos. Gran parte de las bacterias intestinales mueren rápidamente durante el almacenamiento. Los virus son también controlados en gran medida durante el almacenamiento y durante la aplicación. Otros patógenos pueden vivir durante el almacenamiento pero mueren en gran cantidad cuando caen al suelo debido a la exposición a la luz ultravioleta, deshidratación y temperaturas

Sedimentación en capas. El purín se sedimenta en tres capas: la superior, del medio y capa inferior.

La superior, que contiene la fibra que no fue digerida en el rúmen y que flotan por su menor densidad. Además, contiene la mayoría de los componentes orgánicos que tienen poca solubilidad y requerirían algunos meses para que sus nutrientes queden disponibles una vez aplicados al suelo. Esta capa presenta algunas ventajas como por ejemplo limitar la pérdida de nitrógeno por volatilización. Sin embargo, en general se transforma en un problema para los productores ya que con el tiempo esta capa crece, se endurece y se hace cada vez más resistente al mezclado. En muchos casos es necesario primero utilizar una retroexcavadora y eliminarla.

La capa intermedia, es prácticamente el líquido ya que se ha liberado tanto de las partículas que se van arriba y flotan y las que bajan al fondo y sedimentan. Es factible usar este líquido para reciclaje y uso en lavado de pisos de patios.

La capa inferior, contiene aquellas partículas de mayor densidad y por lo general es más rica en fósforo.

Debido a la presentación de estas capas en el pozo purinero, es necesario un mezclado profuso para homogeneizar el purín y evitar aplicaciones con distintas características.

4.2. ASPECTOS LEGALES (ver Capítulo 7)

El almacenamiento debe cumplir con Normas existentes en Chile: la N°90 que regula el escurrimiento a cursos de agua y la N°46 que regula las infiltraciones en profundidad.

Si la capacidad del pozo es insuficiente, se pueden producir escurrimientos y para evitarlo, se recurre erróneamente a aplicar con mayor frecuencia en invierno. Esto no es recomendable ya que las posibilidades de arrastre por la lluvia aumentan y las plantas no aprovechan estos nutrientes por las bajas temperaturas. De ahí la necesidad de tener la capacidad de almacenamiento adecuada al volumen de purines producidos, es decir, *“a grandes males, grandes remedios”*.

Además, se puede considerar un pozo de emergencia unido al pozo principal para que en casos de escurrimientos por exceso de lluvias u otros problemas, estos efluentes queden atrapados en este segundo pozo auxiliar.

4.3. TIPOS DE EFLUENTES ALMACENAR

Se puede almacenar las aguas sucias del lavado de equipos con detergentes y productos desinfectantes, aguas de lavado de patios, fecas, orina todo mezclado en un solo pozo. También en algunos países se separa el agua sucia de lavado y purines y fecas, para facilitar su manejo, aplicando las aguas sucias con un equipo de baja presión y fecas y orina con

carro purinero.

Además es posible reutilizar las aguas de lavado. Para lo cual se pueden almacenar en estanques separados con el consiguiente ahorro de agua limpia.

Es posible almacenar los efluentes de ensilaje junto a los purines, teniendo la precaución que el pozo esté al aire libre, ya que al mezclarlos con efluentes de ensilaje se producen algunos gases tóxicos.

4.4. ESTRUCTURAS PREVIAS AL POZO

Para evitar que entre al pozo, restos de forrajes, y otros materiales que no debieran llegar al pozo (Ej. palos, tubos, u otros) y que puedan causar bloqueos en los sistemas de aplicación, se deben instalar dos estructuras previas.

4.4.1. Rejillas. Se recomienda la ubicación de rejillas metálicas en el piso sobre los canales de conducción de purines, donde pueda quedar atrapado todo el forraje o material fibroso que cae de los comederos (Foto 4.1). También se puede colocar una rejilla dentro del canal de purines, evitando el paso de material extraño al pozo.



Foto 4.1. Rejillas para evitar el ingreso de residuos de forraje y material extraño al pozo purinero.

4.4.2. Trampa de arena. Consiste en una trampa para que las piedras, arena y otros materiales pesados no entren al pozo. Estos materiales son abrasivos y reducen la vida útil de equipos para el manejo de purines y la capacidad de almacenamiento del pozo.

La entrada y la salida de esta trampa deben ser dispuestas en posición “*encontrada*” para permitir una mejor sedimentación. El tubo o foso de entrada y de salida se ubican el borde superior para aumentar la capacidad de la trampa (Foto 4.2).



Foto 4.2. Trampa de piedras y arena previa al pozo purinero.

4.4.3. Caminos. Para evitar un exceso de arena en los sectores de las plataformas y patios de espera, se recomienda construir caminos de cemento por lo menos 100 a 200 metros antes de llegar a la sala. También la colocación de un borde alto o simplemente un poste o tronco atravesado que separe el camino cementado y el de tierra, da excelentes resultados.



Hacia la sala de ordeño

Foto 4.3. Barrera para evitar la entrada de piedras y arena al callejón de cemento.

4.5. UBICACIÓN DEL POZO

El pozo se debe ubicar de modo que la recolección sea la más fácil posible, por sistemas de fosos utilizando al máximo la fuerza de gravedad para traslado de los purines, sin intervención de bombas ni otros equipos que dificulten y encarezcan el proceso de recolección pero con un buen acceso para las labores posteriores.

Debido a que un pozo purinero es fuente de roedores, moscas, contaminación visual, olores, su ubicación deberá evitar al máximo estos efectos.

No hay una posición definida y esta dependerá de las características topográficas y diseño de las instalaciones de cada predio así como de los espacios disponibles y vientos predominantes. Un pozo bien sellado y con techo hermético podrá estar cercano a las construcciones, pero un pozo abierto y mal manejado debería situarse a mayor distancia para no molestar ni contaminar con su presencia.

La dirección de los vientos es un factor a considerar a la hora de definir la ubicación. Se recomienda que en general no se instale un pozo cercano a un curso de agua. Si esto no fuera posible, por la ubicación y topografía de la lechería, se deberán tomar todas las precauciones que estén disponibles para asegurar que no habrá derrames en casos de emergencias por lluvias u otro problema.

Cuando se excava para hacer o ampliar un pozo de almacenamiento, se debe tener cuidado con instalaciones subterráneas de las construcciones existentes, tales como tubos, cables, mangueras, alcantarillas y otros que puedan ser dañados al momento de la construcción.

No existen normas en Chile respecto a las distancias y ubicación pero por sentido común, se debería respetar una distancia a la sala de ordeño o a las casas para pozos anaeróbicos abiertos (con alta probabilidad de olores fuertes). En otros países se recomienda una distancia de 30 metros de los lugares de trabajo y 150 de las casas habitacionales dependiendo de la predominancia de los vientos, ubicación de las casas, etc.

4.6. TAMAÑO DEL POZO (ver Capítulo 1)

El volumen de purines se calcula para el período crítico de invierno, sugiriendo una capacidad de a lo menos 3-4 meses de almacenamiento para predios lecheros ubicados en el sur de Chile. Como se mencionó en los capítulos anteriores, es importante primero evitar el ingreso de agua limpia y reciclar agua, es decir disminuir el problema.

Por ejemplo, en una lechería con medidas implementadas para ahorro de aguas, como desvío agua lluvia de techos, se producen 1.500.000 litros durante el invierno.

Dimensiones del pozo: Si se fija la profundidad en 2,8 metros, el diámetro promedio (El diámetro promedio es igual a: Diámetro superior del pozo + diámetro inferior del pozo dividido en 2)

El volumen de un pozo redondo se calcula con la fórmula:

$$\text{Volumen} = \text{Superficie} \times \text{profundidad}$$

En este caso: el volumen a almacenar es de 1.500 m³

Por lo tanto la fórmula es:

$$1.500 = (3,1416 \times \text{radio}^2) \times 2,8$$

Resolviendo : $1.500 = 8,79 \times \text{radio}^2$

Luego:

$$\begin{aligned} \text{Radio} &= \text{Raíz de } \frac{1,500}{8,79} \\ \text{Radio} &= 13,3 \text{ metros.} \end{aligned}$$

Por lo tanto el pozo tendrá un diámetro promedio de 26,6 metros y una profundidad de 2,8 metros.

Ahora, al considerar el talud, el círculo superior debe ser 28 metros y el inferior de 25 metros.

4.7. FORMA DEL POZO

La mejor forma es redonda, ya que no deja zonas muertas donde se acumulan residuos sin mezclar. Si no es posible una forma redonda por problemas de espacio, la eclíptica es una alternativa.

Los pozos cuadrados o rectangulares, son más difíciles de mezclar pero tiene la ventaja de acomodarse mejor en algunos sitios más pequeños.

4.8. PROFUNDIDAD DEL POZO

A mayor profundidad y menos superficie expuesta, se evita recepción de agua lluvia por la parte superior del pozo.

En sectores planos, se hace difícil profundizar debido a las napas de agua subterráneas que hacen presión y que podrían romper el pozo por presión desde fuera hacia dentro. Esto se evita con una estructura muy firme en la base y parte de los bordes y además instalando una red de drenajes por debajo del sello del pozo. Con esto se puede diseñar un pozo con profundidad de 3 o más metros.

Otro criterio para definir la profundidad del pozo es la potencia de succión de la bomba. Además es recomendable dejar al menos 50 cm de purín en un pozo para que sirva de “iniciador” de las fermentaciones del nuevo purín que ingresará y también como peso en pozos sellados con PVC o poliestireno de alta densidad, evitando o reduciendo con ello que su parte inferior se levante por presión de las napas subterráneas.

4.9. OTROS ASPECTOS ESTRUCTURALES

4.9.1. Rampa de acceso. En un sector del borde del pozo, se debe reforzar con cemento para el acceso de un tractor para mezclar, ubicar la bomba, los carros, el tractor y realizar manejos del pozo (Foto 4.4.).



Foto 4.4. Rampa de acceso y cercado de pozo purinero.

4.9.2. Talud en las paredes. Los taludes (o inclinación de los bordes), se definen en base al tipo de suelo pero por lo general se utilizan inclinaciones de 60 grados incluso de 45 grados en casos de suelos de relleno. Esto permite que el trabajo posterior de sellado se realice con más eficacia y duración ya sea con cemento o con materiales plásticos. Además le da un factor de seguridad en caso de accidentes por caídas dentro del pozo ya que facilita la salida.

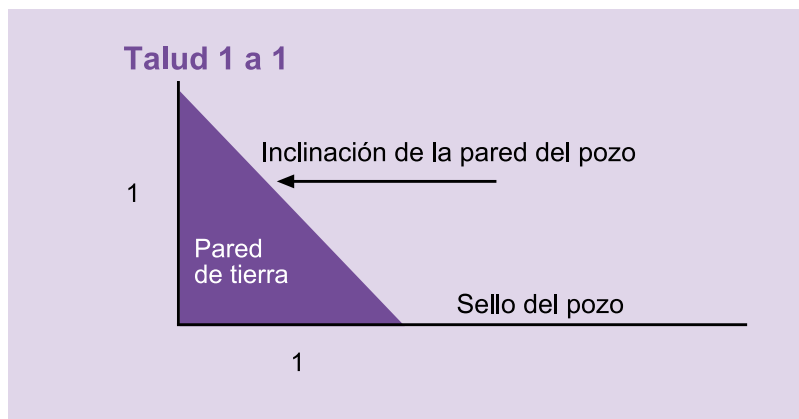


Figura 4.1. Esquema de un talud 1 a 1 ó 45°.

Un talud muy plano (ejemplo, 1 vertical por 2 de horizontal), quita volumen al pozo y aumenta la superficie superior por lo que recibe más agua de lluvia. Un talud muy vertical limita la operación de sellado con cemento y produce desmoronamientos.

Si el pozo se construye en una loma con cierta pendiente, el borde construido hacia la pendiente debe ser más alto que la sección que va al lado del cerro. Así, en casos de emergencias por exceso de lluvias, los purines escurren por el lado menos peligroso evitando el desmoronamiento. Además, se debe construir un foso alrededor del borde para evitar el ingreso de aguas lluvias al pozo directamente por escurrimiento superficial.

4.9.3. Techo. El techo cumple un importante rol para evitar el ingreso de agua de lluvia al pozo. Se recomienda solo si ya se han realizado desvíos de agua desde plataformas, patio de espera y techos. En algunos países los pozos se cubren con el objetivo de evitar olores y/o reducir las pérdidas por volatilización de amoníaco (nitrógeno).

4.9.4. Pozos de emergencia. Se sugiere construir pozos de emergencia para los casos de rebases de los pozos principales. La dimensión de ellos puede calcularse en un 10 a 15% de la capacidad del pozo principal para que al menos soporte el escurrimiento de 4 a 5 días.

4.9.5. Entorno el pozo. El entorno del pozo debe lucir limpio y bien manejado y debe tener un cerco muy seguro, ojalá de postes de metal y malla que evite el ingreso de animales. No se recomienda colocar árboles altos ya que sus raíces pueden producir galerías subterráneas al momento de morir. Se recomienda arbustos nativos y otros de baja altura que permitan que el viento mantenga limpio y seco el sector.

Las cortina cortavientos (hojas perennes), pueden atenuar efectos de olores pero deben ser ubicadas a mayor distancia del pozo.

Se debe considerar también colocar señalética, evitando con ello accidentes. Esta puede ser provista gratuitamente por las Asociaciones de Seguridad o Mutuales dependiendo de la afiliación del predio.

4.10. Sistemas de almacenamiento y/o tratamiento de purines

Cualquiera de los sistemas de almacenamiento descritos a continuación, requiere que el agua de lluvia sea desviada del pozo y que el agua de lavado sea la mínima para maximizar su eficiencia. Esto da como resultado pozos más pequeños, ahorros de energía en la aplicación y además, menores costo por aplicación.

4.10.1. Almacenamiento del purín “entero” (tal como se genera). Es el sistema más común y simple para manejar purines. En este sistema, tanto las aguas sucias, fecas, orina, aguas de lavado y de lluvias, se recolectan juntas y se almacenan en un mismo pozo (Foto 4.5).

Tiene la ventaja de su simpleza pero exige que se construyan estructuras que eliminen los materiales indeseables y que complican el posterior manejo de aplicación. Estas estructuras que son de fundamental importancia, se mencionaron anteriormente como “*estructuras previas al pozo*” (rejillas y trampas de arena).

Este tipo de purín “entero”, puede ser aplicado ya sea con bombas aspersoras de alta o baja presión y carros de distintos tipos y modelos ya que su nivel de materia seca normalmente es de 2 a 5%, bastante líquido.



Foto 4.5. Pozo de hormigón con malla metálica para almacenamiento de purin.

4.10.2. Sistema de dos o más pozos en serie (Foto 4.6). Este sistema se ha considerado en otros países como un sistema de tratamiento de purines con la finalidad de descargar los efluentes a cursos de agua cumpliendo con las reglamentaciones legales. Para poder realizar esto se requiere que el efluente generado que llega al curso de agua cumpla con la normativa para descargas de este tipo.

En este sistema los purines producidos caen primero a un pozo y luego por una conexión superficial tipo sifón, se filtra el líquido hacia otro pozo (u otros conectados en línea), siguiendo la pendiente del terreno.



Foto 4.6. Sistema de dos pozos.

Así, en el primer pozo se van sedimentando los sólidos y van pasando los líquidos al otro pozo por medio de un tubo o foso. Como se señalara, este sistema se puede utilizar para purificar purines hasta un grado en que es posible verterlos directamente a cursos de aguas cumpliendo con los parámetros legales. Normalmente los primeros pozos son más profundos y anaeróbicos y los sucesivos menos profundos y aeróbicos, con esto se logra reducir los parámetros solicitados en la normativa.

En algunos casos los pozos finales tienen vegetación, y se utilizan para descargar aguas ya separadas de los sólidos descritos anteriormente. En ellos las plantas pueden crecer y aprovechar los nutrientes y proveer hábitat para vida natural.

La materia acumulada en el primer pozo es más espesa y no es posible bombear. Por esto, se debe vaciar con retroexcavadoras o palas frontales para su posterior aplicación con carro estercolero.

Este sistema tiene algunas desventajas tales como:

- Se pierde gran cantidad de nutrientes en las descargas a los cursos de agua.
- Normalmente fallan en su capacidad de purificación y las descargas no cumplen con las normas legales de concentración por lo que en ciertas épocas hay contaminación.
- Al descargar efluentes a un curso de agua, la lechería queda catalogada como "Fuente Emisora" según el Decreto Supremo N°90 (ver Capítulo 7) y debe cumplir con todos los

reglamentos y normativas del caso. Por lo tanto, es más simple y conveniente almacenar y reciclar todo lo que se produce en el predio y no descargar nada a un curso de agua.

- Se requiere de dos sistemas de aplicación de los materiales obtenidos sólidos y líquidos. Sin embargo, como una ventaja, el material más espeso puede ser llevado a lugares donde el líquido no es posible aplicarlo por limitaciones de sistemas de distribución, tubos, etc.

4.10.3. Pozo con separador de columnas. Esta es una estructura cuyas paredes (Foto 4.7.), parcial o totalmente, están construidas con columnas de cemento (Foto 4.8.) o madera en posición vertical, separadas a 2 cm entre si dejando este espacio para que escurra el líquido.



Foto 4.7. Pozo con separador de columnas.



Foto 4.8. Detalle de separación entre columnas.

EL material acumulado en este pozo es espeso con un contenido de materia seca variable de 10 a 15% y puede ser removido con pala frontal, retroexcavadora o por una salida lateral mediante un canal de escurrimiento por gravedad (cuando la topografía lo permite), y va directo a un carro estercolero para su distribución a campo.

El líquido que ha escurrido desde este pozo, cae a una fosa lateral y desde ahí se almacena en un pozo cercano. Este efluente, contiene un bajo porcentaje de materia seca del orden de 0,5 a 1% y puede ser aplicado con bombas de riego, más eficientes que las purineras y prácticamente sin problemas de bloqueos. También el líquido puede ser reutilizado para el primer lavado de los pisos de patios de espera, alimentación.

Es importante incorporar una estructura de rejillas y trampas de arena antes de este último pozo para evitar la entrada de elementos que han escapado por las columnas. Se da el caso de pivotes centrales que han tenido problemas, ya que este sistema de separación no extrae completamente todo el material particulado, por lo que estas las boquillas de menor tamaño se bloquean.

4.11. SISTEMAS DE SELLADO DE LOS POZOS

El auto sellado de los pozos de tierra puede ocurrir bajo condiciones especiales ya que depende de:

Tipo de suelo. Mientras más arcilloso, más fácil el sellado. Se señala que un contenido parejo e arcilla del orden del 30%, puede producir un sellado.

Nivel de consistencia de los purines. Mientras más espesos más sellado ya que hay más sólido suspendidos que bloquean los poros del suelo.

Temperaturas. Mientras más temperaturas, más sellado debido a la mayor actividad microbiana.

Es decir la mayor probabilidad de que un pozo de tierra esté sellado sería un pozo ubicado en la zona central con altas temperaturas, en suelo arcilloso y almacenando un purín espeso. En general esas condiciones es muy difícil de encontrar en las lecherías de nuestro país. Uno con pocas posibilidades de sellado, es en la zona sur, con purines muy diluidos, suelo franco arenoso y bajas temperaturas.

También hay que considerar que en el pozo sellado de esta forma pueden producirse fisuras producto del manejo o condiciones ambientales, lo que le hace perder su condición y por lo tanto requerir del uso de otro material para evitar su filtración. Por esto, para asegurar que los pozos no filtren, es necesario contar con algún tipo de sellado.

Las alternativas más comunes de uso en la zona se describen a continuación.

4.11.1. Pozo de hormigón armado (Foto 4.9). Son contruidos con cemento y con una estructura metálica lo cual le da una firmeza y durabilidad alta. Para mejorar su impermeabilidad el cemento a utilizar debe ser preparado con un sellante o utilizar premezclas disponibles en el mercado que son recomendadas para este tipo de estructuras. Tiene la desventaja que al ser contruido en un suelo con napa freática alta, el movimiento de ésta puede levantar completamente la estructura o quebrarla. Para evitar este daño debe realizarse un sistema de drenaje previa construcción del pozo.



Foto 4.9. Pozo de hormigón armado.

4.11.2. Cemento en capas sobre mallas de distintos tipos (sistema de estucado o comúnmente llamado 'pozo chicoteado', Foto 4.10). Es un sistema muy común encontrar en los predios. Tiene la ventaja de poder realizar el trabajo con personal del predio o sistemas de contrata que lo hacen económico cuando el ripio está cerca. Para mejorar su impermeabilidad el cemento a utilizar debe ser preparado con un sellante o utilizar premezclas disponibles en el mercado que son recomendadas para este tipo de estructuras.

Para su construcción los bordes del pozo y sello son cubiertos con mallas y sobre esta estructura se estuca el hormigón logrando una pared de 10-15 cm de grosor.



Foto 4.10. Sistema de sellado con mallas y cemento estucado.

4.11.3. Láminas de PVC (Foto 4.11). Es un sistema rápido de sellado de pozos con termo fusión del PVC. Es importante considerar un buen talud para evitar desmoronamientos según sea el terreno. En su construcción requiere además de una zanja de anclaje para el PVC por todo el contorno del pozo.

Permite un buen sellado pero se debe tener precauciones con el uso del revolovedor de purines que puede causar daños y se ha observado que se pueden producir levantamientos del PVC dentro del pozo purinero por napas freáticas subterráneas. Para evitar esto el pozo debe permanecer siempre con purines o también se puede colocar un peso en la base del pozo y fijaciones que reduzcan este problema.



Foto 4.11. Pozo sellado con PVC.

4.11.4. Poliestireno de alta densidad, PEAD (High Density Poliestirene o HDPE, Foto 4.12).

Este tipo de tecnología es comúnmente utilizado en sellado de pozos de relave de explotaciones mineras. Al igual que el material anterior, es un sistema rápido de instalar, de buen sellado y que requiere una zanja perimetral de anclaje. También hay que tomar las precauciones con el revolovedor y el vaciado de la arena y sedimentos cuando corresponde, sin embargo, cabe destacar que es más resistente que el PVC. Normalmente los espesores utilizados de las láminas de PEAD son 1-2 mm.



Foto 4.12. Pozo purinero sellado con poliestireno de alta densidad.

4.11.5. Sellado con arcillas densas. Las arcillas densas para recubrir los pozos, son usadas en otros países con buenos resultados. Estas son colocadas en paredes y sello del pozo y compactadas, aumentando con ellos la densidad del suelo y reduciendo las tasas de infiltración. Ensayos realizados en el Sur de Chile comprueban también la efectividad y factibilidad de uso, sin embargo, fisuras provocadas por el manejo y ciclos de secado y llenado de pozos, junto a factores de costo de flete pueden limitar su uso.

4.11.6. Pozos de metal (Foto 4.13). Otra forma de sellado de pozos, la constituyen los pozos de metal, normalmente acero, revestidos o no en plástico, fibra de vidrio o PVC. Este tipo de pozos no está aún disponible en Chile. Normalmente tienen un mayor costo por litro almacenado pero son muy versátiles al ser utilizados como estanques de recirculación de menor tamaño. Estos pozos normalmente son construidos sobre la superficie del suelo, con un pretil de contención, esto con la finalidad de revisar fácilmente cualquier filtración.

En países desarrollados, estos pozos además pueden estar techados para evitar el ingreso de aguas lluvia y reducir olores y pérdidas de nitrógeno por volatilización de amoníaco.



Foto 4.13. Pozo de acero y techado.

EQUIPOS PARA EL MANEJO Y APLICACIÓN DE PURINES

*Juan Carlos Dumont Lataste
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
jcdumontl@gmail.com*



EQUIPOS PARA EL MANEJO Y APLICACIÓN DE PURINES

Juan Carlos Dumont Lataste

5.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describen los equipos de manejo y aplicación de purines de mayor uso en el país, así como también otros utilizados internacionalmente, con potencial introducción para el manejo eficiente de los purines.

La elección de los equipos a utilizar depende de muchos factores, por lo que cualquier equipo puede ser considerado, tomando algunas precauciones al momento de adquirirlos y utilizarlos. Cada predio es un caso especial, lo importante es hacer un análisis de cada situación y en base a ese análisis, elegir la opción más conveniente.

5.2. SISTEMAS DE LAVADO Y RECOLECCIÓN

Antes de recolectar los purines, se debe considerar algunas precauciones para evitar las piedras, restos de alimentos, ensilaje, heno, pitas, sacos, etc. Un buen callejón de cemento para acceder a la sala, disminuye enormemente la arena que ingresa. Al llenar los comederos, cuidar que no caiga forraje fuera, además el borde debe tener una altura suficiente para evitar que los animales derramen alimento.

La recolección de los purines se inicia con un buen raspado (Foto 5.1.). Esto permite usar menos agua de limpieza, reducir el almacenaje y menos gasto de aplicación. Los raspadores manuales deben ser prácticos, livianos y ergonómicos; para permitir un trabajo lo más fácil posible. Si las gomas de los raspadores que quedan en contacto con el suelo son duras, el raspador “cavita” y vibra, dejando la superficie con restos de purín. Si la goma es muy blanda, se dobla y no raspa. El uso de ruedas en este tipo de equipo, facilita el traslado y la operación de limpieza.



Foto 5.1. Distintos tipos de raspadores con ruedas.

Si bien la mayoría de los raspadores son manuales de tracción humana, también es posible utilizar caballos (Foto 5.2.) para esta faena, siendo una excelente alternativa para la limpieza de los patios en aquellos predios donde la mecanización es escasa.



Foto 5.2. Raspador de tiro animal.

Los raspadores de tracción mecánica (Foto 5.3.), aunque tienen un costo extra, son rápidos y efectivos ya que pueden limpiar fácilmente sectores con mayor cantidad de residuos de forraje o purines más espesos. Normalmente son equipos que se montan en tractores. Es importante mantener una goma en buenas condiciones, para evitar raspar y destruir el cemento además de aportar piedras y residuos duros.



Foto 5.3. Raspador de pala frontal y trasera.

Los raspadores automáticos de cadenas (Foto 5.4), constan de aletas articuladas unidas a una cadena, que al ser arrastradas hacia una dirección se abren para limpiar el purín; al llegar al extremo del patio, un mecanismo invierte la dirección de avance y vuelven cerradas. Las vacas se acostumbran ya que es un arrastre lento. Se puede regular para una limpieza permanente. Es necesario considerar que, cuando el cable acerado está gastado, libera una serie de partículas y pedazos de alambre que causa daño en las patas de las vacas. Para evitar esto, se está utilizando un cordel de fibra.



Foto 5.4. *Raspador con cable sobre piso de concreto.*

Existen además robots de limpieza de establos de piso rasurado (Foto 5.5). Estos equipos funcionan automáticamente con una batería y un control computacional, que permite que se mueva por los pasillos con una pala frontal, limpiando los purines que van cayendo por las ranuras del piso. La batería se carga automáticamente en un lugar del patio donde el robot acude cada vez que el computador le avisa.



Foto 5.5. *Raspador tipo robot a control remoto.*

Sistemas de lavado por recirculación de la fracción líquida del purín. Este sistema succiona mediante una bomba, la fracción líquida del purín obtenida de un sistema de separación (Foto 5.6.). El efluente llega por un tubo, que es distribuido de variadas maneras, como se muestra en las fotografías. Permite una excelente limpieza y ahorra grandes cantidades de agua.

Lavado por “golpe de agua” (Foto 5.6). En este sistema, se acumula agua en un estanque o bebedero, ubicado en el sector superior de un pasillo, el cual posee un mecanismo que permite vaciar el agua en un solo momento hacia el pasillo, produciendo la limpieza por arrastre del purín. Es un método que limpia muy bien, pero si se abusa de él, el gasto de agua es enorme y el pozo purinero se llena con mayor frecuencia. Se recomienda principalmente en sectores donde hay riego de praderas y cultivos.



Foto 5.6. Limpieza por recirculación de aguas sucias por golpe de agua (izquierda) y uso de bomba (derecha).

5.3. MEZCLADORES Y REVOLVEDORES

Estos equipos tienen por objetivo mezclar y/o picar los purines, lo que permite homogenizar las distintas capas que se forman durante su almacenamiento por sedimentación o suspensión de material. Son conectados al tractor y accionados mecánicamente a través de su toma fuerza. Además, algunos equipos tienen picadores, que permiten reducir el tamaño de material fibroso (Ej. restos de silo), que han sido conducidos al pozo purinero.

Los más comunes (Foto 5.7) pueden tener, dos, tres o cuatro aspas. La acción de picado y mezclado la realizan mecánicamente por acción de los golpes de la hélice con el purín. En algunos mezcladores, el torbellino lo provoca un sinfín al que además, se le ha instalado un contra filo para aumentar su poder de picado (Foto 5.8).



Foto 5.7. Agitadores de purín tipo hélice.

Cuchillo cortador



Foto 5.8. Mezclador de sinfín con picador incorporado.

Otra forma de mezclar, es utilizando la propia bomba purinera (Foto 5.9) a la cual se le puede adicionar un pistón, tubo o simplemente con el flujo normal del tubo de reciclaje.



Foto 5.9. Mezclado con la propia bomba purinera por recirculación.

Hay equipos que cumplen una doble función, ya que consta de una bomba succionadora eléctrica que aplica y además tiene hélices para el mezclado (Foto 5.10.). Normalmente, se instalan sobre una plataforma flotante (tambores de plástico), que se conecta a través de un brazo móvil. Este tipo de equipo cuenta con un sistema de seguridad que, para su operación, depende del nivel de purín en el pozo de almacenamiento.



Foto 5.10. Bomba eléctrica montada sobre balsa flotante y revolvedor.

Un equipo opcional para incorporar en el manejo de purines del predio es una bomba eléctrica, que puede realizar varias operaciones diferentes: mezclar el pozo purinero, trasladar purines de un pozo a otro, recircular el purín para lavado de patios y/o cargar el carro purinero. Otra ventaja es que al ser eléctrica, libera un tractor y mano de obra que puede ser usado en otras labores en el predio.

Son bombas de 4 a 6 HP con un bajo consumo, de 3 kw/hora por lo que su funcionamiento es muy económico. La bomba, con un caudal de 400 a 600 litros por minuto, no puede ser usada para la aspersión con pistones ni irrigador de cable.

5.4. APLICADORES DE PURÍN

Según la forma de llevar el purín al potrero, los aplicadores se pueden clasificar en las siguientes categorías:

Aplicador por aspersión.

Aplicador en bandas sobre la superficie.

Aplicador por inyección bajo el suelo.

5.4.1. Aspersión

La aspersión se puede realizar de la siguiente forma:

- a) Bomba y pistones de alta presión.**
- b) Irrigadores de baja presión.**
- c) Carros.**

a) Bomba y pistón de alta presión (Foto 5.11). Consiste en una bomba purinera con o sin repicador, tubería y conexiones para su distribución o carrete de riego y pistón de gran grosor >80 mm.

Pueden alcanzar distancias de 25 a 30 metros, por lo que su diámetro de aplicación es de 50 a 60 metros cubriendo una superficie de 2.000 a 2.500 metros cuadrados en cada posición.



Foto 5.11. Bomba purinera para aspersión de purines en pradera.

Su principal ventaja consiste en las altas tasas de aplicación por unidad de tiempo, bajo costo por litro aplicado, no requiere caminos, ni produce compactación de suelos. Requiere una potencia de al menos 80 HP en el tractor. Es un sistema que en general, requiere más inversión por lo que se recomienda en rebaños mayores a 70 vacas, que generan alto volumen de efluentes. También en predios con accesos difíciles donde el tractor con carro purinero tiene más problemas. La calidad de la aplicación es baja debido a los traslapes y sectores que quedan sin aplicación y otros con exceso.

Por otro lado, produce una gota muy pequeña (aerosol), que viaja en forma de “niebla” a través del aire, pudiendo producir problemas e impactos ambientales, si no se toman las precauciones para evitar esta “deriva” (Foto 5.12). Por este aspecto y la volatilización de amoníaco durante la aplicación, es posible que se restrinja su uso en el futuro.



Foto 5.12. Deriva producida por la aplicación de pistón de alta presión.

El uso de carretes de riego (Foto 5.13.) permite una mayor uniformidad de la aplicación y autonomía del equipo, al no ser necesario cambio de tuberías cada vez que se quiera aplicar una nueva área. Este equipo se va desplazando en el terreno accionado por una bomba ubicada en el carrete, permitiendo desplazar el pistón a través de una franja de terreno que cubre un ancho aproximado de 50 metros.



Foto 5.13. Pistón de alta presión con carrete de riego.

b) Irrigador móvil de baja presión (Foto 5.14). Este equipo consta de un irrigador de baja presión y tuberías fijas y móviles. Puede ser accionado con bombas eléctricas o a la toma fuerza del tractor. Requiere de poca potencia ya que basta de 1,0 a 1,5 bares para accionar el sistema. Tiene un alcance de 10 a 15 metros; dependiendo de la bomba por lo que cubre una ancho de 20 a 30 metros.

Este sistema de riego utiliza un aspersor de menor alcance, ya que funciona con menor presión, produciendo una gota de mayor tamaño y por lo tanto, menor deriva. Normalmente, utiliza mangueras de 75 mm, por lo que es necesario trabajar con purín sin restos de heno o ensilajes, para evitar su bloqueo. Si la manguera tiene 100 metros, el equipo puede cubrir franjas de 200 metros de largo.



Foto 5.14. *Irrigador móvil en aplicación a praderas.*

Este equipo es movido por un cable que une el irrigador con un punto en un extremo del potrero. El propio irrigador enrolla el cable en forma controlada por un mecanismo de engranaje accionado por el giro de los aspersores produciendo el avance.

En general, toma más tiempo en la aplicación, ya que tiene caudales menores, pero por su menor impacto al ambiente tiene más posibilidades de ser un sistema aceptado en normativas futuras, aunque su potencial de volatilización del nitrógeno aplicado es alta.

c) Carros purineros. Son estanques de acero, PVC, fibra de vidrio o fierro, de distinta capacidad, los más utilizados en Chile varían entre 4.000 a 12.000 litros y son accionados por la toma fuerza del tractor, lo cual permite cargar y/o aplicar el purín. Las ruedas son anchas para reducir la compactación del suelo.

En general los carros tienen varias ventajas:

- Una aplicación más pareja.
- Llegan a sectores del predio donde con tubos es más difícil.
- Requieren menor uso de personal, los puede manejar sólo una persona.
- Durante la aplicación, se generan gotas de mayor tamaño por lo que su impacto al ambiente es minimizado.

Los carros se pueden llenar de varias formas:

a) Por escurrimiento gravitacional, desde el pozo hacia el carro, mediante un tubo o foso. Esto funciona en sectores donde el pozo purinero o las instalaciones están ubicadas en posición alta respecto al carro (Foto 5.15). Se requiere de un buen mezclado previo, para asegurar una característica homogénea del purín y evitar bloqueos en los fosos o tubos de traslado. En estos casos, se requiere de una pendiente en el terreno, para poder construir el corte bajo el nivel de la cota del pozo y poder mantener drenado el sector donde se instala el carro.



Foto 5.15. Carro con llenado por escurrimiento desde la lechería.

b) Llenado con bombas accionadas por cardán o eléctricas que es lo más común actualmente en la zona (Foto 5.16.).



a)



b)

Foto 5.16. a) bomba de llenado estacionaria y b) carro con bomba accionada por cardán.

c) Llenado por vacío, produciendo una succión mediante una bomba, la que además produce una presión positiva para aplicar.

Tipos de carros para la succión y aplicación del purín.

Carros con vaciado por simple fuerza de gravedad (Foto 5.17). En estos carros el purín sale empujado por su propio peso y golpea un plato produciendo un abanico. Tiene la ventaja de su simpleza, pero su labor se ve afectada por varios factores; por ejemplo, cuando ya queda poco líquido en el estanque, la presión de salida es diferente que cuando se inicia el trabajo. La topografía también afecta, ya que el caudal de salida es diferente si se desplaza hacia arriba o hacia abajo, en el potrero.



Foto 5.17. Carro simple con vaciado gravitacional.

Carros accionados por toma de fuerza (Foto 5.18). Estos carros tienen un cardán, que hace girar un molinete lanzando el purín por el lado. Al igual que el carro simple, se requiere de una bomba para su llenado, pero si la topografía lo permite, se puede llenar por gravedad directamente de los patios. Hay distinto tipos y tamaños.



Foto 5.18. Carros purineros accionados por la toma fuerza del tractor.

Carros accionados por bombas de vacío (Foto 5.19). Los carros con acción de vacío-presión, cuentan con una bomba que puede producir succión para el llenado y presión para el vaciado. Así, la rapidez de trabajo es alta, pudiendo llenar un carro de 11.000 litros en 4 a 7 minutos en forma simple y práctica.

Con esto se ahorra mucho tiempo y se pueden hacer entre 15 y 25 viajes por jornada, lo que significa que en un carro de 11.000 litros de capacidad, el volumen trasladado, puede ser de hasta 250.000 litros diarios.



Foto 5.19. Carros accionados por vacío.

Formas de aplicación con carros.

Por aspersión con plato (Foto 5.20). El purín es dirigido a un plato metálico, que forma un abanico; permitiendo con ello dispersar y uniformar la aplicación. Un aspecto interesante de señalar, es la dirección con que se aplican los purines con los carros. En general, se observa que la aplicación se realiza hacia arriba, ya que la posición de la paleta se encuentra por abajo del pistón. Con esto, se consigue mayor rendimiento de aplicación. Sin embargo, tiene la gran desventaja que se crea una deriva de purines similar a los pistones de alta presión, con las consecuencias que esto trae.



Foto 5.20. Carros purineros con platos de dispersión de purines.

Por esto, se debe direccionar el flujo hacia abajo colocando la paleta sobre el pistón de modo que al golpearla, el abanico se dirija hacia abajo directo al suelo.

Aplicación en banda sobre la pradera (Foto 5.21). Estos carros aplican el purín en bandas sobre el pasto, por lo que se requiere que la pradera esté bien pastoreada, para evitar al máximo contaminar el forraje con el purín. El funcionamiento es simple pero lento, comparado con otros debido a que su ancho es restringido. Actualmente, se fabrican barras plegables para aumentar al doble el ancho de trabajo. Muy pocos carros de este tipo están disponibles en Chile.



Foto 5.21. Equipo de aplicación en banda de purín.

Aplicación en bandas con zapatas (Foto 5.22). En estos carros, el purín cae en una hilera o banda sobre el suelo, sin penetrarlo ya que tiene unos “patines” en forma de esquí, que van pegados al suelo (pero no enterrados), y permite que al avanzar el equipo, este patín vaya abriendo la pradera, quedando el purín en una línea o banda sin ensuciar el forraje. La pradera se va cerrando en la medida que pasa el equipo y el purín queda cubierto o “encerrado” por la pradera.

Es un sistema lento, pero no produce gotas o deriva, y la volatilización se minimiza. Son carros de alto costo, con grandes ventajas desde un punto de vista ambiental.



a)



b)

Foto 5.22. a) equipos de aplicación en banda con zapata y b) detalle de la zapata.

Inyectores al suelo (Foto 5.23). Los carros inyectores, tienen un sistema cortador del suelo y depositan el purín en el perfil del suelo, para evitar la volatilización de amoníaco y olores. Hay inyectores superficiales (10 cm) o profundos (> 50 cm). Requieren de buenos callejones y tractores de más potencia. El equipo es de alto costo y muy escaso en Chile, por lo que su servicio de post venta puede enfrentar dificultades en caso de reparaciones. Es un equipo lento, de alto costo y tiene la desventaja de dañar la pradera donde se aplica por acción de los aplicadores y el peso del carro. Se ha introducido en otros países por presiones ambientales.



Foto 5.23. Equipo de inyección profunda.

Sistema umbilical (Foto 5.24). En este sistema, el equipo aplicador, ya sea inyección o en bandas, es alimentado por una manguera directamente desde el pozo purinero, con una bomba por lo que se evita el carro. Produce menos compactación de suelo; sin embargo, tiene limitaciones de distancia, debido a que los tubos flexibles no sobrepasan los 400 metros. También, tiene un sistema de inyección, que permite colocar el purín a diferentes profundidades en el suelo. Estos equipos no están disponibles en Chile.



Foto 5.24. Sistema umbilical de aplicación de purines.

Riego con pivotes centrales o de arrastre (Foto 5.25). El riego por pivote, aunque es una alternativa, requiere de una preparación especial del purín, ya que debe estar completamente libre de sólidos que puedan bloquear las boquillas. La separación del purín es necesaria para el buen funcionamiento de este equipo.

Además, al aplicar desde el aire, este sistema cae en la categoría de aspersión; formando una niebla que puede recorrer algunas distancias que provocaría un impacto ambiental. Este problema, se puede atenuar cambiando el tipo de boquillas o dando menos presión.

Otro gran problema con los pivotes en la zona sur, es el requerimiento de potreros de gran extensión, libres de árboles y topografía adecuada.



Foto 5.25. *Pivote Central.*

En el Cuadro 5.1 se comparan los equipos aplicadores de purines más utilizados en los predios lecheros.

5.5. EQUIPO SEPARADORES FASE SÓLIDA Y LÍQUIDA DEL PURÍN

La separación de los purines permite trabajar con dos materiales completamente distintos pero que tiene ventajas desde el punto de vista ambiental.

Por un lado está el material más “seco” que es apilable y se debe aplicar con estiercolero. Por otro, queda el líquido que debe almacenarse en forma similar a los purines. Esta “agua verde”, se puede reutilizar para lavar los patios por medio de bombas recicladoras, dando como resultado un enorme ahorro de agua limpia.

Los equipos permiten obtener los purines en dos fases: una líquida y una sólida o semisólida. Por ejemplo, con un separador tipo tornillo sinfín y tamiz se puede obtener un sólido con 23% de materia seca, un separador de malla un 15% y un separador de columnas un 12%.

Separadores tipo sinfín (Foto 5.26). Son equipos que funcionan en base a la presión que ejerce un sinfín, correas de goma o rodillos que actúan sobre tamices de distinto diámetro;

dependiendo del purín a tratar, comprimiendo el purín a través de ellas, quedando el sólido retenido. El líquido va a lagunas de almacenamiento y el material sólido sale por la parte frontal del equipo como se observa en la Foto 5.26.



Foto 5.26. Diferentes separadores de purines tipo sinfín.

El contenido de materia seca final de la fase sólida, depende del tipo de equipo y sus ajustes, pero puede variar entre 18 a 23% de materia seca y el líquido con bajos porcentajes de MS, del orden de 0,5%. Su uso en un predio se justifica en casos cercanos a ciudades, por su menor impacto ambiental al reducir olores y emisiones de gases, o si se quiere usar equipos de riego al utilizar la fase líquida tratada.

Separadores de mallas (Foto 5.27). En estos equipos, el purín cae continuamente en una malla inclinada con ranuras de 2 a 4 mm, que permite el paso del líquido y al mismo tiempo, permite que el sólido resbale y sea trasladado a otros contenedores mediante sin fines o vaya cayendo directamente a cubículos.



Foto 5.27. Separador de mallas y detalle de la malla.

5.6. CÁLCULO DE LA DOSIS DE APLICACIÓN DE PURINES

5.6.1. Cálculo de la dosis a aplicar con carro.

La tasa de aplicación está afectada por tres factores:

- La tasa de descarga del carro.
- El ancho real de aplicación.
- La velocidad de aplicación.

Una alternativa de iniciar el cálculo es definiendo o fijando las unidades del fertilizantes que se quiere aplica. Para esto se toma en consideración los siguientes elementos:

- Análisis del purín.
- Tipo de cultivo donde se aplicará.
- Análisis del suelo.

Si por ejemplo, se define el nitrógeno en dosis de 70 unidades/ha y el purín contiene 1,5 kilos de nitrógeno total por m ,entonces la dosis a aplicar será de 47 toneladas de purín por ha ($70: 1,5 = 47$).

La pregunta ahora es: ¿qué velocidad es necesaria para aplicar esta dosis de 47 m por hectárea?

La fórmula para encontrarla es la siguiente:

$$\text{Velocidad de aplicación (km/hora)} = \frac{\text{Tasa de descarga} \times 36.000}{\text{ancho real} \times \text{dosis deseada}}$$

Donde:

- La velocidad de aplicación se expresará en km/hora.
- La tasa de descarga de debe calcular de ante mano y se expresa en m /segundo
- 36.000 (es una constante para que el resultado aparezca en km/hora).
- El ancho real se define descontando el entrecruzamiento de cada ancho de aplicación (se expresa en metros).
- La dosis deseada, que ya ha sido definida previamente, se expresa en m /ha.

Tasa de descarga: Se puede obtener llenando el carro y vaciando su contenido a velocidad de trabajo tomando el tiempo que se demora en vaciarse.

Problema:

Por ejemplo:

- Capacidad del carro 11 toneladas.
- Tiempo de vaciado 7 minutos en vaciarse (la lista de descarga es de 0,026 toneladas por segundo).
- El ancho real (con un traslape de 0,5 metros por lado), es de 9 metros .

Por lo tanto, al reemplazar estos números en la fórmula quedaría así:

$$\text{Velocidad de aplicación km/h} = \frac{0,026 \text{ t/seg} \times 36.000}{9 \text{ m} \times 46 \text{ t/ha}}$$

$$\text{Velocidad de aplicación} = \frac{936}{414} = 2,3 \text{ km / hora}$$

Resultado:

Para conseguir una aplicación de 46 t/ha se debe avanzar con una velocidad de 2,3 km/ha.

5.6.2. Cálculo de la dosis para irrigador móvil.

Para calcular la velocidad del irrigador móvil, se requiere conocer previamente:

- El flujo del equipo.
- El ancho de aplicación (con un traslape de 0,5 metros).
- La cantidad que se quiere aplicar expresada en mm.

La fórmula para calcular esta velocidad es:

$$\text{Velocidad (metros/hora)} = \frac{\text{Flujo (m}^3\text{/hora)} \times 1.000}{\text{ancho de trabajo (m)} \times \text{milímetros de aplicación}}$$

Donde:

- Flujo (m³/hora): Corresponde a la cantidad de purín (m³) que arroja el equipo en 1 hora.
- 1.000: Es una constante para que el resultado quede expresado en metros por hora.
- Ancho de trabajo: Es el ancho de aplicación (se descuenta 0,5 metros por cada lado).
- Milímetros de aplicación: Corresponde a la cantidad de purín que se quiere aplica en una hectárea expresada en mm.

Problema:

Calcular la velocidad del irrigador para una aplicación de 12 mm (120.000 litros/ha). El ancho de trabajo del irrigador es de 30 metros y un flujo de 25 m³/hora:

Solución según la fórmula:

$$\text{Velocidad} = \frac{25 \times 1.000}{30 \times 25} = \frac{25.000}{750} = 33,3 \text{ metros por hora}$$

Resultado:

Para aplicar una dosis de 120.000 litros por ha, el irrigador debe desarrollar una velocidad de 33,3 metros por hora.

Cuadro 5.1. Comparación de equipos aplicadores de purines.

	Equipos				
	Carro y bomba	Pivote	Carro y vacío	Irrigador	Bomba - pistón
Fuente de energía	Petróleo	Electricidad	Petróleo	Electricidad o petróleo	Petróleo
Equipo complementario requerido	Toma fuerza tractor	Bomba	Toma fuerza tractor	Bomba	Toma fuerza tractor
Potencia requerida	60 a 80 HP	10 HP	80 a 120 HP	10 HP	80 a 100 HP
Costo inversión	\$\$\$	\$\$\$\$	\$\$\$	\$	\$\$\$
Rango de materia seca (%)	Hasta 12	Hasta 2 (sin material grueso)	Hasta 12	Hasta 4	Hasta 6
Rendimiento en terreno	...	...	...	...	
Calidad de la aplicación	OO	OOO	OOO	OOO	O
Requerimientos de separación del purín	No	Si	No	No/Si	No
Costo de operación \$/m ³ purín aplicado	\$\$\$	\$	\$ \$	\$	\$ \$
Compactación producida al suelo					
Pérdidas de nitrógeno por volatilización	++	+++	++	+	++++
Mano de obra requerida para aplicación					

USO DE PURINES EN PRADERAS Y CULTIVOS

*Marta Alfaro Valenzuela
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
malfaro@inia.cl*

*Francisco Salazar Sperberg
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
fsalazar@inia.cl*



USO DE PURINES EN PRADERAS Y CULTIVOS

*Marta Alfaro Valenzuela y
Francisco Salazar Sperberg*

Los purines son un fertilizante que aportan macro y micro nutrientes, y materia orgánica, sin embargo, son desbalanceados y no aportan de manera exacta todos los nutrientes que el cultivo o la pradera necesita. Es importante considerar el aporte de nutrientes de purines en la planificación de la fertilización de praderas y cultivos, ya que esto nos permitirá reducir los costos de fertilización y además reciclar internamente los nutrientes en el predio.

Se considera que en un purín con un contenido de materia seca del 3%, aproximadamente 30-40% del nitrógeno se encuentra en su forma soluble (amonio), disponible para el cultivo el primer año post aplicación. En el caso del fósforo los valores son cercanos al 50-60% y del potasio es de un 90-100%. Por lo tanto, cuando se aplican purines al suelo es importante considerar que una parte de los nutrientes serán absorbidos por el cultivo (o perdido al aire, suelo y/o agua), y otra quedará en el suelo y necesitará ser mineralizado por los microorganismos presentes en él, previa utilización por las plantas.

Un adecuado manejo de los residuos orgánicos determinará en gran medida la eficiencia de utilización y las pérdidas de nitrógeno en sistemas ganaderos. Los esfuerzos deben ser realizados en todos los componentes de los sistemas productivos, optimizando el uso de nutrientes y reduciendo las desviaciones hacia el ambiente.

FORMA DE APLICACIÓN

Existen tradicionalmente dos formas de aplicar los purines: en superficie sin incorporación (ej. praderas permanentes) y en superficie con incorporación al suelo (ej. previo al establecimiento de praderas o cultivos). Las aplicaciones en superficie sin incorporación al suelo pueden provocar pérdidas altas de nitrógeno por volatilización de amoníaco. La magnitud de las pérdidas depende del tipo de residuo, contenido de materia seca y factores climáticos durante la aplicación, como velocidad del viento o condiciones del suelo, pudiendo alcanzar de manera típica en el sur de Chile hasta un 25% del N total aplicado. El factor más relevante para reducir las pérdidas de N por volatilización es el contenido de materia seca del purín. Investigaciones señalan que por cada 1% de aumento en el contenido de materia seca del purín, las pérdidas de la parte del nitrógeno que se encuentra en forma de amonio ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) se incrementan cerca de un 5%.

Cuando los residuos orgánicos son incorporados al suelo antes de la siembra de cultivos o praderas, se puede reducir en forma importante las pérdidas de amoníaco. La efectividad de esta práctica de manejo dependerá de que se ejecute rápidamente post aplicación. Se trata de evitar la exposición de los purines a las condiciones ambientales, para reducir el potencial de pérdida. Una rápida incorporación de los residuos orgánicos al suelo (dentro de 2 horas post aplicación) permite obtener hasta un 90% de reducción de pérdidas por volatilización de amoníaco. Si la incorporación al suelo se realiza después de 6 horas esta reducción será sólo de un 50%. Si en la incorporación se usa maquinaria que permite una buena mezcla del material con el suelo, o incorporarlo en profundidad, se logrará mayores reducciones en las pérdidas por volatilización de amoníaco. Una alternativa técnica a la tradicional distribución superficial con carros purineros o equipos de riego de purines de alta presión, son los inyectores o aplicadores en bandas (ver Capítulo 5). Estos tienen la ventaja de ubicar el purín en forma localizada, sobre o bajo el suelo, permitiendo con ello reducir en forma importante las pérdidas por volatilización.

En Chile casi la totalidad de los purines son aplicados en superficie por aspersión, utilizando carros o equipos de riego de alta presión. Recientemente se ha hecho común el uso de irrigadores móviles de baja presión. El uso de maquinaria más sofisticada es incipiente a escala nacional, lo que puede significar una importante área a desarrollar en el futuro.

DOSIS

La selección de la dosis adecuada de aplicación de purines tiene ventajas económicas y ambientales. Para hacer una correcta estimación de la dosis de nutriente a aplicar a un cultivo o pradera es necesario considerar:

- **Fertilidad y aporte de nutrientes del suelo.**
- **Aporte de nutrientes por reciclaje animal (fecas, orina).**
- **Pérdidas de nutrientes (escurrimiento, lixiviación, volatilización, fijación).**
- **Requerimientos de cultivos y/o praderas.**
- **Aporte de nutrientes por la aplicación de purines.**
- **Eficiencia del nutriente aplicado.**

La cantidad de purín a aplicar debe tener en cuenta el desbalance nutricional propio de este tipo de residuos, esto es, la concentración diferenciada de los distintos nutrientes que estos residuos aportan. Este antecedente es importante para evitar posibles desbalances al calcular la dosis a aplicar en praderas o cultivos.

El ejemplo más crítico en este sentido es la incorporación de potasio (K). En sectores con reiteradas aplicaciones de purines se ha observado excesivos contenidos de K en el suelo ($>1,2 \text{ cmol}(+)/\text{kg}$) ó $>400 \text{ mg/kg}$). Esta situación disminuye la absorción de magnesio, sodio y calcio por las plantas, lo que puede resultar en particular en la ocurrencia de la enfermedad de hipomagnesemia en vacas. Para evitar los riesgos de desbalances nutricionales en praderas, es recomendable que se verifique que la proporción entre las bases de intercambio

(K, Ca, Mg, Na) en el suelo sea la siguiente:

- **Ca : Mg (cmol(+)/kg)=6 : 2**
- **K (cmol(+)/kg)=0,3 x Mg (cmol(+)/kg)**
- **Na (cmol(+)/kg)=0,1 x Mg (cmol(+)/kg)**

Esta verificación debe realizarse contra el elemento que se encuentre en mayor concentración en el suelo, habitualmente Ca. Por ejemplo, si la concentración de Ca en el suelo es de 9 cmol(+)/kg, entonces es deseable que las concentraciones de Mg, K y Na en el suelo sean 3; 0,9 y 0,3 cmol(+)/kg, respectivamente. Si se cuenta con la concentración de K expresada en mg/kg (ppm), éste valor deberá dividirse por 391 para obtener el contenido de K en cmol(+)/kg de suelo.

El P es un nutriente habitualmente deficiente en suelos de la zona sur del país, por lo que aplicaciones excesivas de P como purín pueden contribuir a incrementar el nivel inicial de P del suelo. Sin embargo, aunque su exceso en el suelo no resulta en desbalances nutricionales animales, no es recomendable alcanzar niveles superiores a los óptimos recomendados para la producción de forrajes y cultivos, dado que existe un alto riesgo de pérdida de este nutriente a cursos de agua, lo que resulta en crecimiento de algas y pérdida de la vida acuática. Si se cuenta con análisis de suelo, el contenido máximo de P Olsen (0-10 cm) aceptable es de 30 mg/kg (ppm). Si no se cuenta con esta información, pero los cursos de agua aledaños (esteros, riachuelos, tranques, etc.) presentan desarrollo de algas o plántulas y verdeamiento puede considerarse que el contenido de P en el sistema es excesivo.

Tanto para P como para K, aplicaciones individuales (1 año) de purines en suelos deficitarios no generarán una acumulación significativa o exceso de nutrientes. Este fenómeno se produce después de aplicaciones reiteradas (varios años de manera consecutiva) o por sobrefertilización, esto es, por fertilización con purines en sectores que reciben fertilización inorgánica (comercial) completa cada año. De allí la relevancia de realizar un plan de manejo de uso de purines a nivel predial, como parte del plan anual de fertilización.

En la mayoría de los países europeos las recomendaciones de dosis de aplicación de residuos orgánicos se basan en su aporte de nitrógeno total/ha/año. Por ejemplo, en el Reino Unido el código de buenas prácticas agrícolas para la protección del agua señala que la dosis no debe exceder los 250 kg N/ha/año. La restricción es aún mayor para áreas sensibles a este nutriente, denominadas "*zonas vulnerables al nitrato*", en donde no se puede sobrepasar los 170 kg N/ha/año. Esto es independiente del tipo de residuo orgánico a utilizar. En Nueva Zelanda se recomienda aplicar entre 150 a 200 kg N/ha/año. En Holanda las cantidades máximas se regulan por el aporte de fósforo al suelo. En Chile no existe una normativa o legislación que regule la aplicación a suelos agrícolas o forestales de residuos orgánicos, por lo tanto las dosis quedan al criterio del agricultor o asesor.

En aplicaciones de superficie sobre praderas o cultivos establecidos, otro factor importante es la carga de materia seca por unidad de área. Información del Reino Unido señala que los rendimientos de praderas se pueden ver afectados si las dosis son mayores a 4 toneladas de materia seca de purín por hectárea, debido a un daño físico de las plantas por

“encostramiento” del purín. En aplicaciones primaverales la literatura señala que se puede esperar reducciones en el rendimiento de hasta un 20% por este efecto. En Nueva Zelanda se recomienda no aplicar en una sola oportunidad por sobre los 20 mm (equivalente a 200.000 L/ha) debido a problemas de inundación por saturación del suelo y riesgo de escurrimiento superficial en suelos con pendiente.

ÉPOCA

Con el fin de hacer un uso adecuado del nitrógeno, los purines deben distribuirse cuando los cultivos o praderas están en crecimiento activo, momento en que las demandas de dicho nutriente son más altas. En el sur de Chile, se estima que la actividad radicular de las plantas se inicia cuando la temperatura de suelo en promedio alcanza a los 8°C (0-10 cm). En general, la investigación ha demostrado un uso más eficiente de N en aplicaciones de purines realizadas desde fines de invierno y en primavera, en comparación a las de otoño e invierno (Figura 6.1). Cuando la aplicación de nutrientes es realizada a través de la incorporación de estiércol, los estudios no han mostrado diferencia entre distintas épocas del año.

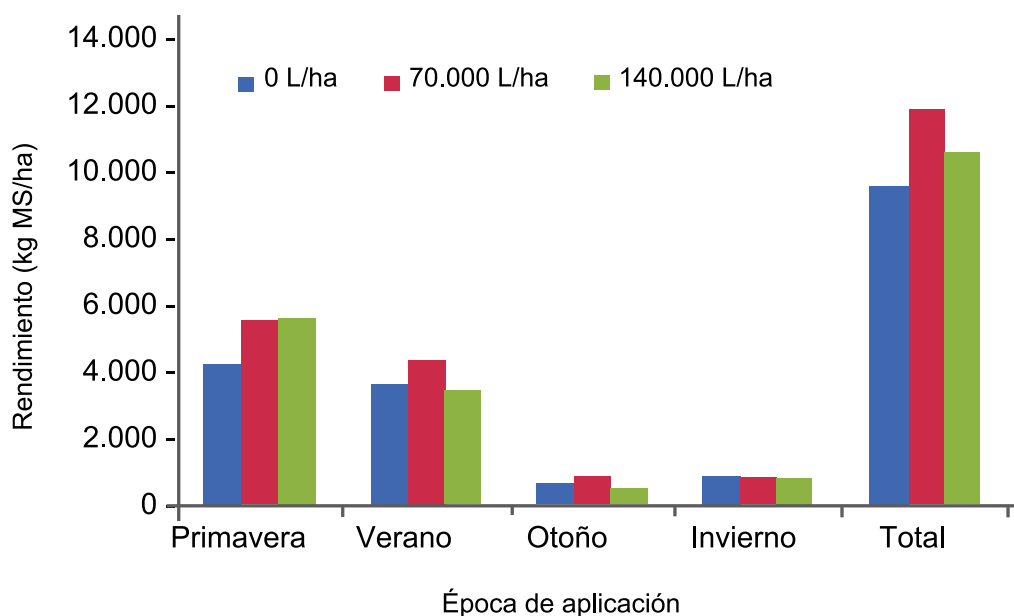


Figura 6.1. Efecto de la dosis y época de aplicación de purines en el rendimiento de materia seca de una pradera permanente (kg MS/ha).

Desde una perspectiva ambiental, la época de aplicación de purines es muy importante. En invierno son esperables altas pérdidas de N debido al riesgo de lixiviación (lavado de nutrientes del suelo en profundidad) y escurrimiento (arrastre de nutrientes en superficie, a favor de la pendiente topográfica del terreno) por la alta pluviometría durante ese período. En Nueva Zelanda, estudios realizados con purines de lechería, en dosis de 200 kg N/ha, muestran que se producen mayores pérdidas en aplicaciones de otoño versus aplicaciones de primavera. Además, en suelos saturados por exceso de lluvia, condición posible de encontrar en otoño, invierno o primavera, la falta de aire en el suelo (condiciones anaeróbicas) aumenta el riesgo de pérdidas por desnitrificación, esto es por generación de óxido nitroso, gas de alta relevancia en la producción de efecto invernadero.

Aplicaciones invernales favorecerían además la dispersión de los patógenos presentes en estos residuos, por lixiviación o escurrimiento del material contaminado a cursos de agua. Aplicaciones en primavera por el contrario, favorecería su eliminación, dado el efecto negativo de los rayos ultravioletas (luz solar) sobre la sobrevivencia de los patógenos comúnmente presentes.

Otro aspecto negativo de la aplicación de purines en el período invernal es el posible daño que pueden sufrir las praderas o los cultivos por efecto de la maquinaria utilizada, la cual incrementa el riesgo de compactación y erosión del suelo.

La volatilización de amoníaco también depende de las condiciones climáticas. Es más alta en aplicaciones realizadas en clima caluroso y seco, condiciones que se dan preferentemente en la época de primavera-verano.

Cálculo de la dosis a utilizar.

Para calcular la dosis a utilizar en el predio se deben considerar los aspectos señalados previamente e información contenida en otros capítulos de este manual. Asimismo, se considerará que la aplicación se realizará siguiendo las recomendaciones de buenas prácticas previamente mencionadas lo que reduce los niveles de pérdidas esperables. El cálculo que se presenta a continuación es para estimar el aporte de nutrientes como purín.

En forma de resumen, se utilizarán los siguientes supuestos:

- Se considerará contenidos de nutrientes totales reportados en los análisis de laboratorio o kits de purines, o se usarán tablas con información promedio publicadas (ver Capítulo 2).
- Se considerarán los nutrientes nitrógeno, fósforo y potasio para los cálculos, por ser éstos los de mayor importancia como aporte del purín y de requerimientos del cultivo o pradera.
- Para estimar la fracción de nutrientes disponibles se considerará para Nitrógeno, información del análisis de purín o de tabla con datos estándar (ver capítulo 2) o 30% del N total.
- Fósforo, 50% del P total.
- Potasio, 100% del K total.
- La dosis de purín se estimará basado en el contenido de N disponible en el material, sin embargo, si se sobrepasara los requerimientos de P o K del cultivo, se recomienda emplear

la dosis máxima establecida por el elemento en exceso. Al considerar en la dosis sólo la fracción de nutrientes disponible será importante considerar en aplicaciones sucesivas el aporte de la fracción orgánica de nutrientes del purín que se está incorporando al suelo, la que podría estar disponible previa mineralización en los años siguientes. Para el N, se considera que los 2/3 restantes estarán disponible en los años 2 y 3 respectivamente (1/3 al año en total), mientras que para el P, un 25% estará disponible el año 2 y el 25% restante el año 3 (50%, 25% y 25% para los años 1,2,3, respectivamente).

A continuación, se muestran algunos ejemplos prácticos de cálculo de dosis para distintos cultivos y pradera:

Ejemplo 1. Pradera para ensilaje con rendimiento estimado en 4,5 toneladas de materia seca por hectárea.

	Ejemplo			Calcule su dosis		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
A. Aporte de nutrientes totales de purines (kg/1.000 litros purín) De acuerdo a análisis de purines del predio enviados a laboratorio o uso de tablas con datos promedio (ver capítulo 2)	1,28	0,47	1,06			
B. Aporte de nutrientes disponibles de purines (kg/1.000 litros purines) N disponible de acuerdo a análisis de laboratorio, tabla estándar o si no se tiene el dato usar 30% del N total, P ₂ O ₅ 50% del P ₂ O ₅ total y K ₂ O 100% del K ₂ O total.	0,50	0,24	1,06			
C. Requerimiento pradera ensilaje (kg/ha) Para una producción de 4,5 toneladas de materia seca por hectárea.	94	25	137			
D. Dosis de purín basada en N disponible (miles de litros purín/ha) Se divide requerimiento de N (C) por aporte N disponible (B)	188					
E. Aporte nutrientes disponibles de acuerdo a la dosis estimada (kg/ha) Se multiplica dosis calculada en (E) por aporte de nutrientes disponibles (B)	94	45	199			
F. Balance nutrientes de la aplicación (kg/ha) Se resta aporte (C) - requerimientos (E)	0	+20	+62			

Por lo tanto, en este ejemplo con una dosis de 188.000 litros de purín se cubrirían los requerimientos de la pradera para ensilaje, sin embargo, habría un exceso de fósforo y potasio, por lo que se sugiere reducir la dosis a aplicar a 130.000 L/ha. Con esta alternativa se cubriría completamente los requerimientos de potasio, existiendo un excedente de fósforo no significativo (6 kg P₂O₅) y déficit de nitrógeno (29 kg N).

Ejemplo 2. Pradera con rendimiento estimado en 10 toneladas de materia seca por hectárea.

	Ejemplo			Calcule su dosis		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
A. Aporte de nutrientes totales de purines (kg/1.000 litros purín) De acuerdo a análisis de purines del predio enviados a laboratorio o uso de tablas con datos promedio (ver capítulo 2)	1,28	0,47	1,06			
B. Aporte de nutrientes disponibles de purines (kg/1.000 litros purines) N disponible de acuerdo a análisis de laboratorio, tabla estándar o si no se tiene el dato usar 30% del N total, P ₂ O ₅ 50% del P ₂ O ₅ total y K ₂ O 100% del K ₂ O total.	0,50	0,24	1,06			
C. Requerimiento pradera (kg/ha) Para una producción de 10 toneladas de materia seca por hectárea.	280	100	313			
D. Dosis de purín basada en N disponible (miles de litros purín/ha) Se divide requerimiento de N (C) por aporte N disponible (B)	560					
E. Aporte nutrientes disponibles de acuerdo a la dosis estimada (kg/ha) Se multiplica dosis calculada en (E) por aporte de nutrientes disponibles (B)	280	134	594			
F. Balance nutrientes de la aplicación (kg/ha) Se resta aporte (C) - requerimientos (E)	0	+34	+281			

Por lo tanto, en este ejemplo con una dosis de 560.000 litros de purín se cubrirían los requerimientos de la pradera, sin embargo, habría un exceso de fósforo y potasio, en especial este último, por lo que se sugiere reducir la dosis a aplicar.

Ejemplo 3. Nabo forrajero con rendimiento estimado en 10 toneladas de materia seca por hectárea.

	Ejemplo			Calcule su dosis		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
A. Aporte de nutrientes totales de purines (kg/1.000 litros purín) De acuerdo a análisis de purines del predio enviados a laboratorio o uso de tablas condatos promedio (ver capítulo 2)	1,28	0,47	1,06			
B. Aporte de nutrientes disponibles de purines (kg/1.000 litros purines) N disponible de acuerdo a análisis de laboratorio, tabla estándar o si no se tiene el dato usar 30% del N total, P ₂ O ₅ 50% del P ₂ O ₅ total y K ₂ O 100% del K ₂ O total.	0,50	0,24	1,06			
C. Requerimiento nabo forrajero (kg/ha) Para una producción de 20 toneladas de materia seca por hectárea.	221	48	399			
D. Dosis de purín basada en N disponible (miles de litros purín/ha) Se divide requerimiento de N (C) por aporte N disponible (B)	442					
E. Aporte nutrientes disponibles de acuerdo a la dosis estimada (kg/ha) Se multiplica dosis calculada en (E) por aporte de nutrientes disponibles (B)	221	106	468			
F. Balance nutrientes de la aplicación (kg/ha) Se resta aporte (C) - requerimientos (E)	0	+58	+69			

Por lo tanto, en este ejemplo con una dosis de 442.000 litros de purín se cubrirían los requerimientos del nabo forrajero, sin embargo, habría un exceso de fósforo y potasio por lo que se sugiere reducir la dosis a aplicar.

Ejemplo 4. Maíz forrajero con rendimiento estimado en 20 toneladas de materia seca por hectárea.

	Ejemplo			Calcule su dosis		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
A. Aporte de nutrientes totales de purines (kg/1.000 litros purín) De acuerdo a análisis de purines del predio enviados a laboratorio o uso de tablas condatos promedio (ver capítulo 5)	1,28	0,47	1,06			
B. Aporte de nutrientes disponibles de purines (kg/1.000 litros purines) N disponible de acuerdo a análisis de laboratorio, tabla estándar o si no se tiene el dato usar 30% del N total, P ₂ O ₅ 50% del P ₂ O ₅ total y K ₂ O 100% del K ₂ O total.	0,50	0,24	1,06			
C. Requerimientos maíz forrajero (kg/ha) Para una producción de 20 toneladas de materia seca por hectárea.	240	96	106			
D. Dosis de purín basada en N disponible (miles de litros purín/ha) Se divide requerimiento de N (C) por aporte N disponible (B)	480					
E. Aporte nutrientes disponibles de acuerdo a la dosis estimada (kg/ha) Se multiplica dosis calculada en (E) por aporte de nutrientes disponibles (B)	240	115	509			
F. Balance nutrientes de la aplicación (kg/ha) Se resta aporte (C) - requerimientos (E)	0	+19	+403			

Por lo tanto, en este ejemplo, con una dosis de 480.000 litros de purín se cubrirían los requerimientos del maíz forrajero, sin embargo, habría un exceso de fósforo y potasio, en especial este último, por lo que se sugiere reducir la dosis a aplicar.

Si no se cuenta con los mecanismos para cuantificar el volumen de purín aplicado, se puede realizar una evaluación visual (Foto 6.1). Esto servirá sólo de manera referencial y se recomienda realizar una estimación en campo de las dosis aplicadas.

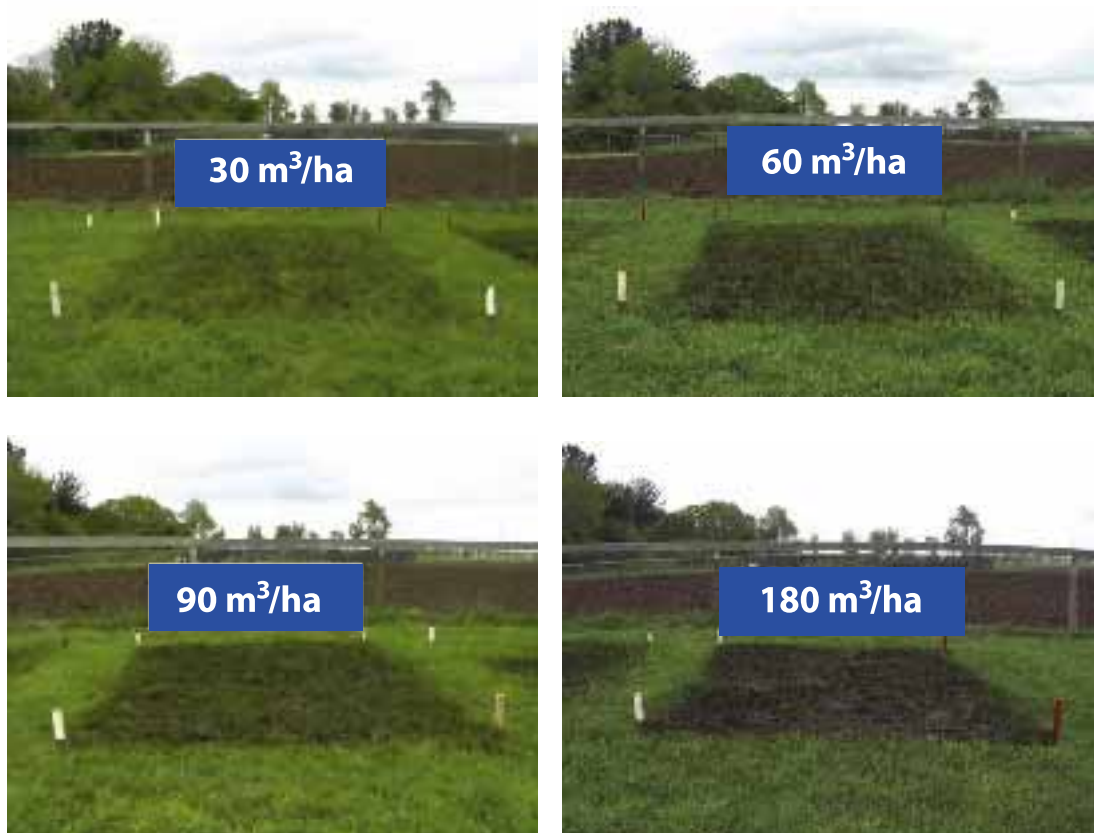


Foto 6.1. Evaluación visual de la dosis de purín aplicada.

Efecto de la aplicación de purines sobre el rendimiento de cultivos y praderas.

La adición de purines permite incrementar la producción de cultivos y praderas, aunque su mayor ventaja consiste en el reemplazo de la adición de nutrientes provenientes de fertilizantes minerales, con el consecutivo ahorro en gastos por fertilización.

En praderas permanentes, la dosis más ampliamente recomendada es la de 70.000 L/ha por aplicación, dado que permite mantener un adecuado nivel productivo, sin que se produzcan daños por quemado de hojas o destrucción de plantas por daño físico durante la aplicación.

En sectores de alta demanda nutritiva como las áreas destinadas a la conservación de forraje, donde la extracción de nutrientes es más alta, la dosis aplicada puede superar los 100.000 L/ha, existiendo una respuesta positiva a las dosis incrementales de purín (Figura 6.2.).

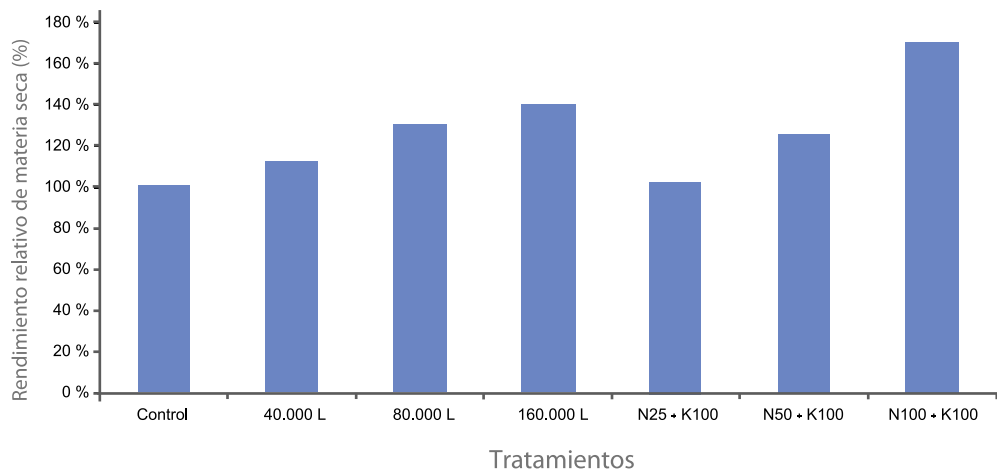


Figura 6.2. Efecto de la dosis de purín y fertilizante comercial en el rendimiento relativo de materia seca de una pradera permanente (%) en el corte para ensilaje en relación al tratamiento control.

En cultivos de raíz o más exigentes, dada la menor eficiencia que tiene el sistema radicular en absorber nutrientes se recomienda la aplicación de mayores dosis de purín que las empleadas en praderas.

En el cultivo de nabo forrajero, se ha empleado con éxito dosis de hasta 300.000 L purín/ha, lo que ha resultado en incrementos significativos de la producción, lográndose rendimientos superiores a aquellos obtenidos por la aplicación de fertilización inorgánica (140 kg N/ha, 150 kg P₂O₅/ha, 150 kg K₂O/ha) (Figura 6.3.). Sin embargo, por razones de sobresaturación de suelo y riesgos de pérdidas de nutrientes al ambiente se recomienda no aplicar dosis superiores a 200.000 L/ha incorporados al suelo.

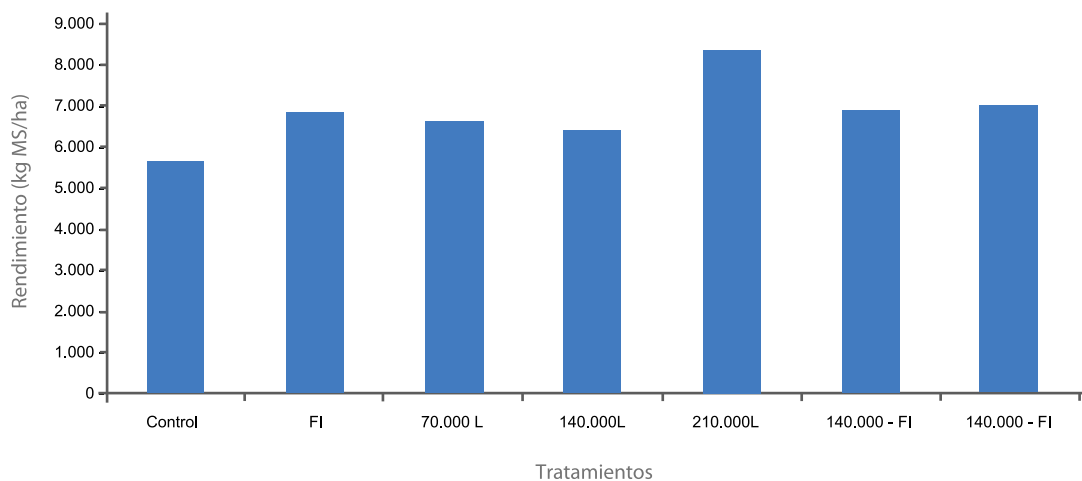


Figura 6.3. Efecto de la dosis de purín y fertilizante comercial en el rendimiento de un cultivo de nabo (kg MS/ha), Temporada 2007/08.

VALORIZACIÓN DEL APOORTE DE NUTRIENTES DEL PURÍN

El aporte de nutrientes que el purín realiza aumenta con el mayor contenido de materia seca del mismo (Cuadro 6.1). Así por ejemplo, cuando el material tiene un bajo contenido de materia seca (1%), el material aplicado corresponde a un agua sucia de menor contenido de nutrientes (purín diluido). Por lo tanto, sistemas de recolección de purines con alto gasto de agua y que no permiten la separación de aguas lluvias resultan en pozos purineros con bajo contenido de nutrientes.

En el Cuadro 6.1 se hace una valoración del aporte en nutrientes de un pozo purinero de 500.000 litros. Se cuantifica cuanto nitrógeno, fósforo y potasio total hay contenidos en este volumen de purín con distintos contenidos de materia seca. Posteriormente, se estimó el equivalente en precio (Julio 2011) a fertilizantes comerciales (urea, superfosfato triple y muriato de potasio).

Cuadro 6.1. Ejemplo de nutrientes acumulados en un pozo purinero con capacidad para 500.000 L de acuerdo al contenido de materia seca del material, y su valorización económica.

Nutriente	Materia seca del purín (%)		
	1%	4%	8%
N (kg)	580	875	1.090
P ₂ O ₅ (kg)	130	375	705
K ₂ O (kg)	735	690	1.130
Valorización 500.000 litros (\$)			
N	\$ 404.808	\$ 610.702	\$ 760.761
P ₂ O ₅	\$ 84.783	\$ 244.565	\$ 534.783
K ₂ O	\$ 366.866	\$ 464.198	\$ 564.024
Total	\$ 856.457	\$ 1.319.465	\$ 1.859.568
\$/1.000 litros purín	\$ 1.713	\$ 2.639	\$ 3.719

Valorización como Urea, Superfosfato Triple, Muriato de Potasio, base nutrientes totales (\$ Junio 2012).

Cuando se usan fertilizantes tradicionales para valorar el aporte de nutrientes que realiza el purín, se aprecia claramente como la dilución del material no sólo resulta en un menor aporte de nutrientes del material, si no que en una menor reducción del ahorro económico por reducción de inversión en fertilizante comercial, dado que el valor del metro cúbico del material (valorización equivalente a una fuente comercial) aumenta sólo con incrementos en el contenido de materia seca.

Los incrementos productivos obtenidos por la aplicación de purín en época de primavera (80.000 L/ha) serían equivalentes a la aplicación de 50 kg N (urea) y 100 kg K₂O (muriato de potasio) (Figura 6.2), lo que valorizado como fertilizante tradicional significarían una reducción en inversión en fertilización equivalente A \$72.000/ha (valorización como urea y muriato de potasio, pesos de Julio 2011).

Respecto al costo de aplicación, los prestadores de servicios en la zona sur del país están cobrando en promedio \$1/ litro de purín aplicado (rango de 0,5 a 2,5 \$/ litro de purín). Si se considera que el costo promedio de aplicación del purín y se valora comercialmente por volumen los nutrientes que tiene ese purín, en predios donde el purín presenta un bajo contenido de materia seca se limita el rango de costo a cancelar por este servicio (Figura 6.4), mientras que en predios con contenidos de materia seca superior a 4% es posible cancelar hasta \$2/litro purín por el servicio de aplicación.

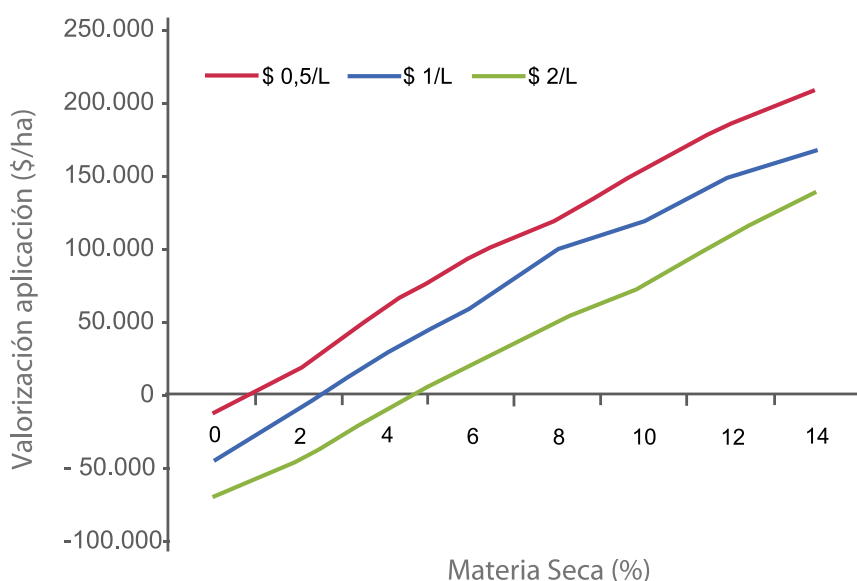


Figura 6.4. Valorización de la aplicación de purín (\$/litro) según el contenido de materia seca del material para tres escenarios de costo de aplicación. Basado en datos reales.

PLAN DE MANEJO DE PURINES A NIVEL PREDIAL

El correcto manejo y uso de purines en un predio debiera considerar un plan anual de aplicaciones al suelo, al igual que lo que se hace para fertilizantes comerciales. Este plan debe considerar los siguientes aspectos:

1. Producción de purines en el predio. Se deberá estimar la producción mensual y anual de purines en el predio (ver Capítulo 1), y la cantidad de nutrientes aportados por los purines anualmente (ver Capítulo 2).

2. Disponibilidad de superficie 'productiva potencial' para uso con purines. Se deberá determinar la superficie de suelo agrícola disponible para aplicación de purines en cada predio, debiéndose descontar el área utilizada por construcciones, caminos, bosques o bosquetes, cursos de agua (considerando una franja ribereña de al menos 5 metros sin aplicación) y otros. También se deberá descontar, si es el caso, potreros que estén cercanos caminos públicos o viviendas con la finalidad de evitar molestias a la población por aplicación de purines en ellas.

3. Requerimientos de cultivos y praderas. Se deberá estimar la superficie utilizada por los diferentes cultivos y tipos de pradera, determinando los requerimientos de nutrientes de ellos anualmente.

4. Aptitud de suelos. Con la finalidad de hacer un mejor uso de los purines en las distintas épocas del año, se deberá determinar, de acuerdo a antecedentes técnicos prediales y experiencia de agricultor y trabajadores, la aptitud de los distintos potreros para aplicación de purines. Para ello, se debe clasificar en:

- a)** Potreros sin ninguna limitación, con suelo profundos, poca pendiente, sin cursos de agua cercanos.
- b)** Potreros con limitación moderada, con suelos menos profundos y/o con pendiente leve y/o cursos de agua cercanos.
- c)** Potreros con limitación, suelos delgados y/o con pendiente fuerte y/o inundables y/o cercanos a cursos de agua. En estos potreros, por ejemplo, se podrá aplicar purines sólo en algunas épocas del año.

Con esta información se podrá elaborar un plan de manejo de purines predial, estimando si en el predio existe un exceso o falta de nutrientes aportados por los purines. En el primer caso se podrá complementar con fertilizantes comerciales. Por otro lado, al existir un exceso se deberá considerar el uso de cultivos más extractivos, acumular nutrientes en el suelo (Ej. Suelos con bajo contenido de P o K), o exportar los purines a otros predios.

NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL APLICADA A PURINES Y EFLUENTES DE LECHERÍA

*Marta Alfaro Valenzuela
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
malfaro@inia.cl*

*Guillermo Ramírez Andrade
Médico Veterinario
guillermo.ramirez@redsalud.gov.cl*



NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL APLICADA A PURINES Y EFLUENTES DE LECHERÍA

Marta Alfaro Valenzuela y Guillermo Ramírez Andrade

INTRODUCCIÓN: NORMATIVA CHILENA SANITARIA Y AMBIENTAL

La normativa nacional controla las descargas de todo tipo de contaminantes a las aguas, cualquiera sea su naturaleza u origen, lo que por ende incluye las descargas de efluentes de lecherías, si ellas no se realizan incorporando algún sistema de tratamiento previo. La legislación es específica para aguas superficiales y subterráneas. Debe tenerse presente, que los purines pueden reciclarse en el predio a través de su uso como fertilizante orgánico, pero que al hacerlo deben considerarse aspectos de buenas prácticas de manejo.

Para efectos prácticos, la normativa a la que se hace referencia a continuación es la más relevante para el manejo de purines, y además es la que cuenta con una capacidad administrativa estructurada a través de los servicios públicos y sus funcionarios, para su control y fiscalización.

¿Cuáles son las principales normativas que afectan la aplicación de purines de lechería?

a. Código Sanitario. En su artículo 71 establece que le corresponde a la Autoridad Sanitaria aprobar los proyectos relativos a la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza y residuos industriales o mineros. Además prohíbe descargar las aguas servidas y los residuos industriales o mineros en ríos o lagunas, o en cualquier otra fuente o masa de agua que sirva para proporcionar agua potable a alguna población, para riego o para balneario, sin que antes se proceda a su depuración en la forma que se señal en los reglamentos. Son las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud del país, los organismos territoriales responsables de fiscalizar y sancionar las infracciones a este Código.

b. Decreto Supremo N° 90/2000. "Normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y a aguas continentales superficiales". Corresponde a la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) fiscalizar el cumplimiento de esta normativa.

c. Decreto Supremo N° 46/2003. "Norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas". La dictación de ese cuerpo normativo se hizo ante la necesidad de asegurar

la calidad de las aguas subterráneas, atendiendo al hecho que su uso para beneficio humano es cada vez mayor, ya que el 77% del agua utilizada por los servicios de agua potable rural proviene de esta fuente. Esta además aporta el 40% del abastecimiento urbano a nivel nacional. Esta normativa queda bajo fiscalización de la SISS y la Autoridad Sanitaria, además de la Dirección General de Aguas (DGA).

¿Qué establece el código sanitario?

Que la Autoridad Sanitaria puede ordenar la inmediata suspensión de descargas de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza y residuos industriales o mineros y exigir la ejecución de sistemas de tratamientos satisfactorios destinados a impedir toda contaminación.

¿Cómo toma conocimiento la Autoridad Sanitaria de irregularidades o incumplimientos al Código Sanitario?

- a.** A través de denuncias recibidas de personas o grupos afectados directamente por contaminación. Esta es la forma más recurrente.
- b.** A través de la fiscalización programada de áreas calificadas como sensibles o vulnerables, en virtud de los planes regionales de salud pública establecidos anualmente.
- c.** A través de la detección fortuita de vertidos ilegales en cursos de agua.
- d.** A través de la transferencia de antecedentes desde otros órganos del estado que detectan estas situaciones.

¿Cuál es la consecuencia de infringir el Código Sanitario?

- a.** Amonestación escrita.
- b.** Multa en dinero (hasta 1.000 UTM).
- c.** Clausura del establecimiento.

¿Cuándo se aplica el Decreto Supremo N° 90/2000?

Para la aplicación de esta norma deben darse dos condiciones:

- a.** Que se estén eliminando en forma directa residuos líquidos a un cuerpo de agua superficial.
- b.** Que quien los descarga califique como Fuente Emisora. Esto es, que la actividad económica genere un agua residual cuyos niveles de contaminación o su carga media diaria sea superior al equivalente de las aguas servidas de una población de 100 personas, en uno o más de los parámetros señalados en el Cuadro 8.1.

Cuadro 8.1. Carga contaminante media diaria equivalente según Decreto Supremo N°90/2000.

Contaminante	Valor característico	Carga contaminante media diaria (equivalente a 100 habitantes/día)
pH	6 - 8	---
Temperatura	20°C	---
Sólidos suspendidos totales	220 mg/L	3.520 g/d
Sólidos sedimentables	6ml/L 1 h	---
Aceites y grasas	69 mg/L	960 g/d
Hidrocarburos fijos	10 mg/L	160 g/d
DBO ₅	250 mg O ₂ /L	4.000 g/d
Arsénico	0,05 mg/L	0,8 g/d
Boro	0,75 mg/L	12,8 g/d
Hierro	1,0 mg/L	16 g/d
Nitrógeno total kjeldahl	50 mg/L	800 g/d
Sulfato	300 mg/L	4.800 g/d
Coliformes fecales o termotolerantes	10 E7 NMP/100 ml	1,6 x 10 E12 coliformes/d

Siendo la normativa del Código Sanitario más amplia en cuanto a contaminantes que puedan afectar las aguas es también más genérica, por su parte, la normativa de la SISS es más precisa, y por ende más fácil de interpretar.

Para que no se susciten dualidades de fiscalizaciones entre ambos órganos del estado, se mantiene vigente un acuerdo entre ambos organismos, mediante el cual, el control de los vertimientos de los establecimientos emisores lo lleva la SISS, acotando la participación de la Autoridad Sanitaria a los casos específicos en que los vertidos implican directamente un riesgo para la salud de las personas.

¿Cuál es la consecuencia de infringir el DS N°90/2000?

Multa de hasta 1.000 UTM y clausura de la actividad de ser necesario.

¿Cuándo se aplica el Decreto Supremo N°46/2003?

Cuando existe infiltración de aguas contaminadas en el subsuelo, que pueden afectar un acuífero o cuerpo de agua subterráneo, ya que éstos pueden ser utilizados como abasto de agua potable. Esto hace que la contaminación de acuíferos sea un riesgo de salud pública,

de allí su relevancia y rigurosidad en el control.

¿Cuál es la consecuencia de infringir el DS N°46/2003?

Multa en dinero y clausura de la actividad de ser necesario.

¿Limita alguna de estas normativas la cantidad de purines que se puede aplicar al suelo?

No. La normativa ya descrita no tiene por función limitar el volumen de purines a aplicar al suelo, siempre y cuándo esta aplicación no afecte a cursos de agua superficiales y subterráneos. Tampoco existe otra normativa nacional que regule esta actividad. Sin embargo, no debe olvidarse que se debe evitar la sobre fertilización de cultivos y praderas.

¿Limita alguna de estas normativas la época en que los purines pueden ser aplicados o incorporados al suelo?

No. Esta normativa no tiene por función limitar la época de aplicación de purines al suelo, siempre y cuando esta aplicación no afecte a cursos de agua superficiales y subterráneos. Tampoco existe otra normativa nacional que regule esta actividad. Sin embargo, debiera evitarse la aplicación de purines en invierno y en periodos de lluvia, cuando el suelo se encuentra saturado de humedad, ya que estas condiciones favorecen el escurrimiento de purines y de existir cursos de agua superficiales (esteros, vertientes, etc.) o subsuperficiales (pozos) aledaños, estos pudieran verse afectados.

¿Limita alguna de estas normativas el tipo de equipo que puede utilizarse para la aplicación de purines?

No. Esta normativa no tiene por función limitar el tipo de equipo empleado para la aplicación de purines al suelo, siempre y cuando su uso no afecte a cursos de agua superficiales y subterráneos. Tampoco existe otra normativa nacional que regule esta actividad.

¿Qué pasa si se aplican purines y sus olores afectan a una población aledaña o hay reclamos de particulares?

No existe legislación vigente en Chile que regule específicamente el tema de olores. En estos casos la Autoridad Sanitaria, evalúa y aplica si procede, el Decreto Supremo N° 144 del Ministerio de Salud, que establece Normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza (Diario Oficial del 18 de Mayo de 1961). Esta normativa, en su artículo N° 1 señala textualmente: Los gases, vapores, humos, polvo, emanaciones o contaminantes de cualquier naturaleza, producidos en cualquier establecimiento fabril o lugar de trabajo, deberán captarse o eliminarse en forma tal que no causen peligros, daños o molestas al vecindario.

Además, en su artículo N°8 señala que corresponderá a la Autoridad Sanitaria:

a) Calificar los peligros, daños o molestias que pueda producir todo contaminante que se libere a la atmósfera, cualquiera sea su origen.

Esta es una normativa antigua, muy amplia y aún vigente que permite a la Autoridad Sanitaria calificar, y sancionar si procede, las emanaciones de olores ofensivos, cualquiera sea su naturaleza y origen, basándose en que éstos pueden condicionar alteraciones en la calidad de vida de las personas expuestas, lo que se califica como un problema de salud.

¿Se pueden juntar las aguas sucias del lavado de equipos de ordeña con fecas y orina en el pozo purinero y aplicarlo al suelo?

No hay normativa que regule esta práctica, y cualquier decisión que se tome al respecto tiene que ver con la presencia en esta agua de sustancias detergentes o desinfectantes que pudiesen tener algún impacto en el recurso suelo.

¿A cuántos metros de distancia debe estar el pozo purinero de la sala ordeña o del estanque de leche?

El Decreto Supremo N° 977, Reglamento Sanitario de los Alimentos en Chile, no fija una distancia mínima entre un lugar donde se almacenan o guardan alimentos, y un foco de insalubridad, sino que señala que deben estar alejados de éstos, y deben tomarse todas las precauciones de una posible contaminación. Cada situación es particular, y las diversas condiciones topográficas, geográficas, de suelo, etc., determinarán las distancias a considerar, pero independiente de ellas, el principio sanitario protector del alimento (leche) debe mantenerse. Salvaguardando este principio, cualquier consideración técnica y/o práctica, es atendible al momento de formular un proyecto de pozo purinero.

¿Las aguas servidas de origen humano (Ej. pozo negro) pueden juntarse con los purines y aplicarse al suelo?

No. Los sistemas de alcantarillado particular son aprobados por la Autoridad Sanitaria, en conformidad con lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 236 de 1926 del Ministerio de Salud que aprueba el Reglamento General de Alcantarillados Particulares. Este cuerpo legal regula la autorización de sistemas de alcantarillados para uso humano exclusivamente, no contemplando otras aguas sean éstas de proceso de higiene, sanitización, y/o residuales de origen animal u otras. Conforme a esto, tampoco se permite la incorporación de las aguas servidas domésticas a los purines. La legislación sanitaria separa el manejo y tratamiento de las aguas servidas domésticas, de cualquier otra agua, considerando su elevado riesgo sanitario para el ambiente y las personas.

¿Deben los proyectos de lecherías nuevas que deseen instalarse en nuestro país someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)?

Los proyectos de nuevas lecherías que deseen instalarse en el país deben ser evaluados ambientalmente a través del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, según el Artículo 3° del Reglamento (DS N° 95/01)

Numeral L.3. Planteles y establos de crianza, lechería y/o engorda de animales, correspondientes a ganado bovino, ovino, caprino o porcino, donde puedan ser mantenidas en confinamiento, en patios de alimentación, por más de un mes continuado, un número

igual o superior a trescientas (300) unidades animal.

De acuerdo a las modificaciones a la Ley 19.300 sobre Bases del Medio Ambiente, entradas en vigencia desde Febrero del 2010, los proyectos no pueden ser fraccionados. Es decir, un proyecto de lechería para 300 animales, no puede ser implementado a partir de dos proyectos de 150 animales cada uno, por ejemplo, para eludir su evaluación ambiental. Esta práctica de fraccionar proyectos, se había tornado frecuente para múltiples tipos de proyectos, por ello la modificación legal apuntó a eliminar ese vicio de procedimiento. Sólo en el caso que el proponente de un proyecto acredite previamente que su proyecto se ejecutará por etapas, se exime de la prohibición de fragmentar su proyecto.

¿Deben los proyectos de manejo de purines nuevos que deseen instalarse en nuestro país someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)?

No. Según esta normativa, aún cuando los purines corresponden a un tipo de residuo líquido, no son contemplados en la normativa, por cuanto no son sometidos a tratamiento de depuración alguno, sino sólo a un almacenamiento temporal. La norma al respecto indica que:

Numeral O.7. Sistemas de tratamiento y/o disposición de residuos industriales líquidos, que contemplen dentro de sus instalaciones lagunas de estabilización, o cuyos efluentes tratados se usen para el riego o se infiltren en el terreno, o que den servicio de tratamiento a residuos provenientes de terceros, o que traten efluentes con una carga contaminante media diaria igual o superior al equivalente a las aguas servidas de una población de cien (100) personas, en uno o más de los parámetros señalados en la respectiva norma de descargas líquidas.

8.2. LEGISLACIÓN AMBIENTAL INTERNACIONAL PARA EL MANEJO DE PURINES DE LECHERÍA

Esta sección tiene como objetivo dar a conocer la principal normativa internacional vigente en el ámbito de purines de lechería.

La principal norma existente en este sentido es la Directiva de Nitratos 91/676/EC, de la Unión Europea (UE). Esta norma tiene como objetivo reducir la contaminación de cuerpos de agua superficiales causadas o inducidas por nitrógeno (N) proveniente de la agricultura. Para ello, todos los países integrantes de la UE debieron generar códigos de buenas prácticas, designar áreas o zonas vulnerables a la contaminación con nitratos y establecer acciones y programas de monitoreo. Se denomina Zonas Vulnerables (ZV) a áreas en que ya existe un grado de contaminación de las aguas por nitrato, buscándose impedir que esta contaminación aumente. En la Unión Europea se consideran ZV a las áreas donde la concentración de nitratos en agua excede los 50 mg/L.

La mayor parte de la normativa asociada al uso de purines o estiércoles se ha basado históricamente en la limitación de la cantidad de N a aplicar. Sin embargo, y debido a que la mayor contaminación se produce por efecto del fósforo (P) en países como Dinamarca y Holanda, este elemento también ha comenzado a ser considerado como limitante en la

utilización de fertilizantes de origen orgánico, debido a que basta con muy pequeñas cantidades de P en el agua para causar eutrofización (0,01 mg/L).

A continuación se entregan ejemplos de cómo se han abordado algunos temas críticos asociados a la aplicación de purines en el resto del mundo.

¿Existen límites a la cantidad de purines que se puede aplicar al suelo?

Sí. Para la aplicación de purines o estiércol al suelo, los valores límites de purines a aplicar están dados por la cantidad de nitrógeno (N) que este contenga. Así, la cantidad de kilogramos de nitrógeno por hectárea aplicados en un año como purín o estiércol puede variar entre 170 kg N/ha/año (Zonas Vulnerables, Unión Europea) hasta 250 kg N/ha/año (Zonas No Vulnerables y predios con más de 70% de la superficie con praderas, Unión Europea).

La normativa Austriaca, 2006/189/CE, es aún más estricta ya que regula el nitrógeno orgánico aportado al suelo por el estiércol o purín con un límite máximo de 230 kg N/ha/año y el nitrógeno total aplicado, con un valor límite de 280 kg N/ha/año, restringiendo así el uso de nitrógeno inorgánico (fertilizante comercial) adicionado al suelo. Lo que se busca con esto es que los agricultores no sobre apliquen N a sus cultivos o praderas, aplicando N inorgánico y N orgánico, sin haber contabilizado el real aporte de los purines o del estiércol.

En Nueva Zelanda existen recomendaciones de no más de 150 kg N/ha/año o no más de 25mm equivalentes.

¿Existen límites a la época en que los purines pueden ser aplicados o incorporados al suelo?

Sí. El uso de purines y estiércoles tiene límites técnicos con respecto a la época de aplicación. La época permitida dependerá del tipo de cultivo (pradera, cultivos), condición del suelo (congelada, no congelado) y humedad del suelo. En este sentido lo que se busca, es favorecer el crecimiento del cultivo o la pradera con el uso de este fertilizante, evitando pérdidas del mismo a cursos de agua o al aire. Así por ejemplo, quedan prohibidas las aplicaciones invernales (UE).

¿Existe restricciones al tipo de equipo que puede utilizarse para la aplicación de purines?

Sí. En algunos países se requiere que el purín sea aplicado con equipos que reduzcan la emisión de gases y olores, por ejemplo a través de la inyección del purín directamente en el suelo, o en el caso de cultivos que sea aplicado e incorporado al suelo dentro de un período breve (6 - 24 horas), quedando limitados en su uso los equipos de aspersión. Esto se debe a que de esta forma se evita la deriva y contaminación con patógenos y malos olores de áreas circundantes a aquella donde se realiza la aplicación, y además se favorece la utilización de los nutrientes aplicados, ya que quedan en contacto con las raíces.

¿Hay normativa en Nueva Zelanda o Latinoamérica respecto de estos temas?

No. Nueva Zelanda no cuenta con una normativa que fije valores específicos de aplicación de purines o estiércol al suelo, pero ha desarrollado Códigos de Buenas Prácticas tanto para la agricultura, para la protección del agua o para la disposición de residuos animales en el suelo. Esto se debe a que en el pasado los sistemas de producción de leche de Nueva Zelandia no generaban este tipo de residuos. Existen también Planes de manejo de purines o estiércol. Estos documentos, no establecen límites para la aplicación de N al suelo, pero recomiendan prácticas de manejo y de aplicación de estiércol para disminuir el impacto ambiental de la actividad y de esta manera la contaminación provocada por nitratos en el suelo.

Argentina, Brasil, Cuba, México, Uruguay, entre otros, no poseen normativa específica en estos temas.

¿Hay normativa que limite las distancias mínimas a respetar para la aplicación de purines o la ubicación del pozo purinero?

En predios franceses (Bretaña), se estableció una distancia mínima de 200 m para la aplicación de purines de cerdo, en relación a viviendas y locales comerciales, a menos que se haya desodorizado los purines, en cuyo caso esta distancia es de 50 m.

En USA (Estado de Iowa) existe una ley específica en el tema ("*New Manure Law*"), que regula la distancia de ubicación de los pozos purineros. En ella se indica una distancia de 350 m a 750 m de áreas y construcciones de uso público (casas, iglesias y/o negocios); 150 m de sistemas canales de drenaje y de 60 m de lagos, ríos o esteros.

En Nueva Zelanda, existen recomendaciones regionales que sugieren una distancia mínima de 10-20 m entre el lugar donde se utilizarán los purines y los cursos de agua superficiales o de las propiedades del vecino. También estas recomendaciones indican que se debe respetar una distancia mínima de 20 m a caminos públicos y de 50 m a 150 m de casas habitadas.

En el Reino Unido el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentos recomienda una distancia mínima de 10 m desde el lugar de aplicación a cursos de agua superficiales y de 50 m a fuentes o pozos de aguas para bebida.

PRODUCCIÓN LIMPIA Y BUENAS PRÁCTICAS GANADERAS PARA EL MANEJO DE PURINES

*Francisco Salazar Sperberg
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
fsalazar@inia.cl*

*Marta Alfaro Valenzuela
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
malfaro@inia.cl*



PRODUCCIÓN LIMPIA Y BUENAS PRÁCTICAS GANADERAS PARA EL MANEJO DE PURINES

Francisco Salazar Sperberg y Marta Alfaro Valenzuela

INTRODUCCIÓN

Las Buenas Prácticas Agrícolas son acciones involucradas en la producción, procesamiento y transporte de productos de origen agropecuario, orientadas a asegurar la inocuidad del mismo, la protección del medio ambiente y del personal que labora en la explotación. En el caso de los productos pecuarios involucra también, el bienestar animal (Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas, 2006). En el sector ganadero las llamaremos Buenas Prácticas Ganaderas (BPG), que en este caso serán enfocadas al uso de purines de lecherías.

Las BPG tienen por finalidad:

- 1.** Manejar y utilizar eficientemente los purines de lecherías,
- 2.** Disminuir su impacto negativo en el ambiente, y
- 3.** Dar mayor competitividad al sector lechero.

Es importante mencionar que existen variadas opciones para hacer un uso más eficiente de los purines, sin embargo, no existe un *modelo* para ser aplicado en todos los predios. Las BPG deben ser aplicadas teniendo en cuenta los diferentes sistemas de producción y manejo, las condiciones de suelo y ambiente donde serán aplicadas. Es importante también considerar que las medidas a implementar donde ser sustentables económicamente, en especial bajo las actuales y exigentes condiciones de mercado.

La Producción Limpia es una estrategia de gestión ambiental preventiva, que reduce riesgos para la salud humana, minimiza la contaminación, eleva la competitividad de la empresa y es un camino viable para el cumplimiento de normas actuales y futuras.

En el país existe la voluntad por producir en forma '*limpia*' lo cual ha sido impulsado y priorizado por el Gobierno de Chile a través de los acuerdos de Producción Limpia para los distintos sectores productivos. En el caso de la producción lechera, INIA-Remehue realizó un diagnóstico de producción limpia en predios ubicados en las regiones de Los Ríos y de Los Lagos, solicitado por las asociaciones gremiales de productores de leche y el Consejo Nacional de Producción Limpia. Fruto de este diagnóstico se pudo establecer que existen falencias a nivel predial que requieren de tecnologías blandas (Ej. prácticas de manejo) y duras (Ej. equipos e infraestructura) para su mejoramiento. Además hay una demanda

insatisfecha por información y antecedentes técnicos que permitan a los productores hacer un manejo ambientalmente amigable de sus lecherías.

Este acuerdo se realizó entre los organismos públicos con competencia en el tema (Servicio de Salud, Comisión Nacional del Medio Ambiente, Servicio Agrícola y Ganadero y Superintendencia de Servicios Sanitarios) y las asociaciones gremiales de productores de las regiones de Los Ríos y Los Lagos. Este trabajo fue coordinado por el Consejo Nacional y Regional de Producción Limpia.

A continuación, y como sugerencia de autoevaluación de cada predio, se presenta un cuadro resumen, tipo '*lista de chequeo*', que considera buenas prácticas y medidas de producción limpia publicadas en el país. Las medidas señaladas son de carácter voluntario, en el Capítulo 7 de este manual se comenta la legislación nacional relacionada con el tema purines.

Para la elaboración de esta lista de chequeo se han considerado las siguientes publicaciones nacionales:

- **APL.** (2008). *Acuerdo de Producción Limpia, Productores de Leche Bovina de la Región de Los Ríos.* 27p.
- **BPG.** (2003). *Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas. Especificaciones Técnicas de Buenas Prácticas Agrícolas, bovinos de lechería. Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas. Fundación de Comunicaciones, capacitación y cultura del agro, FUCOA.* 35p.
- **BPL ZC.** (2001). *Guía de manejo y buenas prácticas para el sector lechero de la Zona Central, Gobierno de Chile.* 23p.
- **GMP.** (2006). *Guía de Recomendaciones de Manejo de Purines de Lechería. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile, Superintendencia de Servicios Sanitarios y Federación de Productores de Leche.* 7p.
- **PABCO.** (2011). *Planteles Animales Bajo Certificación Oficial. Formulario pauta de evaluación anexo lechero. División de Protección Pecuaria, Subdepartamento de Industria y Tecnología Pecuaria, Servicio Agrícola y Ganadero, Chile.* 12p

Lista de Chequeo. Buenas Prácticas Ganadera y Producción Limpia para el manejo y utilización de purines de lechería.

RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA EL MANEJO Y UTILIZACIÓN DE PURINES DE LECHERÍAS	Referencias	Cumple	No Cumple NC	Aplica	Observaciones
Reducción de volúmenes generados					
Conocer los volúmenes generados de purines en el predio y los distintos efluentes que lo forman, Ej. Aguas limpias utilizadas en e lavado de pisos y otros.	BPG				
Sistemas de corte automático de agua en mangueras utilizadas para la limpieza de pisos e instalaciones, en el 100% de la unidad de explotación lechera.	APL				
Revisar el sistema de conducción de agua periódicamente para evitar fugas de agua limpia, en especial que contribuyan a la formación de purines.	BPG				
Uso de sistema de lavado de alto volumen y baja presión (ejemplo: pitones) con el propósito de disminuir el consumo de agua.	BPG BPL ZC				
Manejo de las aguas lluvia de techos en forma independiente de los purines generados en el predio, evitando con ello su contaminación en pisos con fecas y/u orina y su llegada a los pozos purineros.	APL				
Contar con un sistema de diversión de aguas lluvia que permita canalizar independientemente las aguas colectadas desde el piso de patios y/o plataformas cuando estos estén limpios. Esta condición se da por ejemplo entre ordeñas y con una alta pluviometría.	BPG GMP				
Procedimiento de limpieza de pisos estandarizado implementado, de acuerdo al sistema productivo, en que se maximice la limpieza en seco a través del uso de raspadores manuales o mecánicos.	APL				
En época calurosa mojar el piso del patio de espera antes de la entrada de los animales, esto evitará que las bostas se peguen en el suelo, facilitando su limpieza post ordeña.	BPG				
Reutilización de las aguas para el lavado de pisos de áreas de circulación de animales.	APL				
Mantener limpios y controlar los sistemas de bebederos y cañerías para evitar pérdidas de agua(En sala de ordeña, patio de espera y plataforma de alimentación).	APL GPM				

RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA EL MANEJO Y UTILIZACIÓN DE PURINES DE LECHERÍAS	Referencias	Cumple C	No Cumple NC	Aplica	Observaciones
Reutilizar las aguas del lavado de equipo de ordeña y estanque de leche para la limpieza de pisos, utilizándolas en el primer lavado y para luego hacerlo con agua limpia, si es necesario.	APL BPL ZC				
En caso de existir preenfriadores, reutilizar el agua limpia proveniente del preenfriador de leche como agua para el lavado de ubres y/o equipo de ordeña, y/o bebida de animales, y/o lavado de pisos. Para ello se deberá contar con un estanque para su almacenamiento.	APL GMP BPL ZC				
Definir el área de patios a utilizar, de acuerdo a la masa animal, restringiendo el acceso a áreas limpias. De esta forma en el área limpia debiera desviarse las aguas lluvia para que no lleguen al pozo purinero.	BPG				
Realizar un barrido en seco, manual o mecánico, de corrales y salas de ordeña, y posteriormente usar un sistema de lavado con agua a alta presión y bajo caudal. Con este sistema se busca minimizar el ingreso de aguas limpias al sistema.	GMP				
Cuando se trate de corrales con piso de concreto, se recomienda realizar dos limpiezas por día.	GMP				
En el caso de corrales con piso de tierra, se recomienda retirar el estiércol periódicamente. Si existiese riesgo de escurrimientos hacia cursos de agua superficial, el retiro debe ser previo a la época de lluvias.	BPL ZC				
Evitar mantener mangueras con agua corriendo.	GMP				
Para reducir la generación de excretas de los animales en la sala de ordeña y/o patio de alimentación, se recomienda evitar situaciones que generen stress al rebaño.	GMP				
No eliminar los efluentes líquidos generados en el plantel a cursos de aguas superficiales a menos que sus características físico-químicas cumplan con lo establecido en la normativa vigente. D.S. 90.	NORMATIVA				
El terreno donde se ubique el corral de tierra debe presentar una pendiente simple o compleja que impida el escurrimiento superficial fuera de este.	BPL ZC				
Conducción y almacenamiento de purines					
La sala de ordeña tiene pisos contruidos de manera que se facilite la eliminación de líquidos y desechos.	PABCO Leche A				

RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA EL MANEJO Y UTILIZACIÓN DE PURINES DE LECHERÍAS	Referencias	Cumple C	No Cumple NC	Aplica	Observaciones
Existen instrucciones por escrito o señalética, que establezcan una frecuencia regular del retiro de estiércol del establo donde están los animales bovinos lecheros.	PABCO Leche A				
El lugar donde se alojan los animales lecheros y los accesos que forman parte de éste, están suficientemente limpios de estiércol y suciedad.	PABCO Leche A				
La sala de ordeña está limpia antes de ordeñar a los animales.	PABCO Leche A				
Los purines generados en el predio y las aguas sucias, deberán ser conducidos a los pozos de almacenamiento, evitando su escurrimiento a cursos de agua superficiales. El sistema de conducción debe estar permanentemente en buen estado evitando rebalses que amenacen contaminar cursos o cuerpos de aguas superficiales.	APL				
En el caso de optar por manejar separadamente las aguas sucias, se deberá contar con un pozo de almacenamiento independiente para estos fines y estas podrán ser reutilizadas para el lavado de pisos y/o ser aplicados al campo, debiendo cumplir con los mismos requisitos estipulados para el pozo purinero.					
Considerar en el diseño de los pisos una pendiente de alrededor de 3 al 4% y en fosos y otros sistemas de conducción de purines, una pendiente del 5%, para facilitar el escurrimiento de los purines.	GMP				
Instalar canaletas en la totalidad de los techos de las instalaciones, o de fosos u otros sistemas de desvío de precipitaciones.	GMP				
La unidad de explotación lechera deberá contar con un sistema para el almacenamiento del purín.	GMP APL				
La sala de ordeña tiene una separación adecuada de toda fuente de contaminación, tal como los servicios higiénicos y los estercoleros, de modo de evitar todo riesgo de contaminación de la leche durante la ordeña.	PABCO Leche A				
La capacidad de almacenamiento del pozo debe considerar los volúmenes de purines producidos en el predio, evitando la aplicación bajo condiciones de suelo saturado, para la zona sur esto equivale a una capacidad de a lo menos 2-3 meses.	BPG				

RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA EL MANEJO Y UTILIZACIÓN DE PURINES DE LECHERÍAS	Referencias	Cumple C	No Cumple NC	Aplica	Observaciones
El pozo debe tener una capacidad de almacenamiento de purines que evite desbordes en su condición más desfavorable.	APL				
El pozo debe contar con canaletas de interceptación y/o pretilles u otro método de contención para evitar escurrimientos a aguas superficiales desde el pozo purinero.	APL				
Previo al pozo contar con una trampa de piedras y arena, para evitar el ingreso de este material que reduce la capacidad de almacenamiento del pozo y puede dañar los equipos de aplicación de purines.	BPG GMP				
Limpiar la trampa de piedras y arena regularmente.	BPG				
El pozo purinero debe ubicarse en un terreno sin riesgo de inundaciones y/o, afloramientos de agua o contar con un sistema que evite el ingreso de éstas al pozo	APL				
El pozo purinero deberá evitar el ingreso de otros materiales tales como desechos de la lechería (papeles para el secado de ubres, plásticos y otros).	APL				
El pozo purinero deberá estar cercado con un sistema que evite el ingreso de animales y personas.	APL				
El área cercada del pozo purinero deberá mantenerse limpia y ordenada (sin maleza).	APL				
Todos los nuevos sistemas de acumulación de purines, que se construyan a contar de la fecha de adhesión al APL, deberán, adicionalmente a las condiciones anteriores, ser impermeabilizados al momento de su construcción a fin de evitar potenciales riesgos de infiltración a aguas subterráneas.	APL				
Todos los antiguos sistemas de acumulación de purines, construidos con anterioridad a la firma del APL, podrán mantenerse sin impermeabilización en la medida que no infiltren hacia aguas subterráneas. Se construirá un pozo de registro en el sentido de la pendiente del sitio de acumulación (aguas abajo) que permita tomar muestras de agua. El pozo de registro tendrá un metro más de profundidad que el pozo purinero y se ubicará a una distancia de máximo 5 metros aguas abajo.	APL				

RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA EL MANEJO Y UTILIZACIÓN DE PURINES DE LECHERÍAS	Referencias	Cumple C	No Cumple NC	Aplica	Observaciones
La unidad de explotación lechera deberá contar con un lugar para el almacenamiento del estiércol y/o grano, que debe ser utilizado sólo para estos fines y contar con las siguientes especificaciones: el lugar de almacenamiento debe estar en un terreno que no esté sometido a inundaciones y/o, afloramientos de agua; la pendiente del sitio debe evitar el escurrimiento del material.	APL GMP BPL ZC				
La ubicación del pozo de almacenamiento debe ser mayor a 20 m de cursos de agua y respecto a vivienda a una distancia según lo establecido por el servicio de salud respectivo. DFL 725.	NORMATIVA GMP BPL ZC				
Los pozos instalados a una distancia menor de 20 m de cursos de agua, quebradas y líneas de drenaje deberán contar con medidas preventivas para evitar desbordes (sistemas de contención, pretilles y respetando la capacidad máxima de diseño).	BPL ZC				
Para mejorar la eficiencia de vaciado del pozo se recomienda contar con un sistema de agitación que permita homogeneizar el contenido del pozo.	BPL ZC				
Si el plantel realiza la separación de la fracción más gruesa de los purines esta actividad se debe efectuar diariamente, o después del lavado de los corrales, para mejorar la eficiencia del proceso.	BPL ZC				
El pozo debe estar aislado del suelo por una superficie natural o artificial, de modo que no existan infiltraciones ni lixiviación a recursos hídricos subterráneos y/o superficiales.	GMP BPL ZC				
Evaluar la conveniencia de contar con más de un pozo en base a la cantidad de purines que genere la explotación, con el objeto de facilitar su manejo posterior.	GMP				
Disponer de infraestructura necesaria, como lagunas o piscinas impermeabilizadas, para la acumulación de purines en la época que no es posible aplicarlos al suelo.	GMP				
El guano almacenado temporalmente deberá estar protegido de la humedad y precipitaciones, para evitar su escurrimiento, y de vientos predominantes para evitar su dispersión.	BPL ZC				
El lugar de almacenamiento temporal del guano debe ubicarse a una distancia igual o superior a 20 metros de aguas superficiales (ríos, lagos, canales de riego y drenaje, etc.) y de infraestructuras tales como: pozos, norias y otros.	BPL ZC				
La topografía del terreno para el almacenamiento temporal debe	BPL ZC				

RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA EL MANEJO Y UTILIZACIÓN DE PURINES DE LECHERÍAS	Referencias	Cumple C	No Cumple NC	Aplica	Observaciones
presentar una pendiente simple o compleja igual o inferior a 15%.					
Implementar en los lugares de acopio del estiércol, un sistema de captación, conducción y/o desvío del agua de escorrentía.	GMP				
Uso de purines en suelos agrícolas					
Los predios deberán contar con un registro escrito (y/o electrónicos) de aplicación de purines y estiércol. El registro deberá estar siempre disponible en el predio y considerar al menos los siguientes antecedentes: cantidad aplicada, fecha de aplicación, poteros utilizados y superficie.	APL				
Los productores deberán aplicar los purines de acuerdo a los procedimientos, establecidos en la Guía de Recomendaciones de Manejo de Purines de Lechería (ver Referencias).	APL				
Realizar un plan predial de utilización de purines, definiendo claramente las áreas en el predio donde pueden o no ser aplicados, reduciendo el riesgo de contaminación. En este plan debieran identificarse cursos de agua superficiales, casas, caminos y otros. En base a este plan se puede determinar el área potencial de aplicación de purines en el predio.	BPG				
Realizar la aplicación cuando las condiciones del suelo y climáticas lo permitan, no aplicar en épocas de lluvia intensa o cuando existan riesgos de saturación del suelo.	APL GMP				
Aplicar los purines preferentemente a fines de invierno y en primavera, cuando existe el mayor crecimiento vegetal y por ende una mejor eficiencia del uso de nutrientes.	BPG				
Aplicar los purines lo más cercano a la fecha de establecimiento del cultivo.	BPG				
En aplicaciones de cobertura sobre suelo barbechado incorporar purines lo más rápido posible, idealmente dentro de las 6 horas post-aplicación.	BPG				
Utilizar un sistema y tasa de aplicación de purines que permita su distribución homogénea en el suelo.	APL GMP				
No aplicar purines en suelos cuya pendiente genere escurrimiento superficial hacia los cuerpos hídricos.	APL				
En las aplicaciones de purines dejar una franja de protección no menor de 3 m de quebradas y de cuerpos y cursos de aguas naturales y artificiales.	APL GMP BPL ZC				

RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA EL MANEJO Y UTILIZACIÓN DE PURINES DE LECHERÍAS	Referencias	Cumple C	No Cumple NC	Aplica	Observaciones
No aplicar purines en suelos con inundación frecuente y en suelos donde se puedan producir apozamientos (lagunas).	APL GMP BPL ZC				
Considerar el aporte de nutrientes en los purines a aplicar. Para esto pueden enviarse a análisis de laboratorio, usar kits de campo o tablas con valores promedio lecherías de la zona.	BPG GMP				
Calcular la dosis de purines de acuerdo a los requerimientos del cultivo y niveles de fertilidad del suelo.	BPG GMP				
Considerar el aporte de nutrientes de purines como complemento a la realizada con fertilizante comercial, o viceversa.	BPG				
Considerar aplicaciones de años anteriores con purines debido a su efecto residual. Esto aplica a potreros donde se repiten aplicaciones. Esto evitará por ejemplo la acumulación de potasio en suelo, evitando generar problemas metabólicos en vacas lecheras por desbalance con magnesio (Hipomagnesemia).	BPG				
En predios localizados cercanos a casas o asentamientos humanos evitar realizar aplicaciones de purines al atardecer o en los fines de semana.	BPG				
Evitar aplicar purines en sectores con drenajes abiertos y en época de alta pluviometría.	BPG				
Evitar aplicar purines cuando la dirección del viento es hacia casas aledañas al sector de aplicación.	BPG BPL ZC				
Evitar la aplicación de purines al atardecer o durante la noche ya que si existiese alguna falla en el sistema de aplicación sería difícil detectarla.	GMP				
Evitar aplicar purines al atardecer o de noche, debido a que la mayoría de los patógenos presentes en el purín son eliminados por la luz solar.	BPG				
Evitar el pastoreo con terneros en praderas con aplicaciones recientes de purines, con ello se disminuye el riesgo de contaminación por patógenos.	BPG				
No aplicar en suelos con una pendiente mayor al 15%.	GMP BPL ZC				
En aspersión de purines con bajo contenido de materia seca, usar baja presión con la finalidad de reducir la formación de microgotas y deriva por el viento.	BPG				

RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA EL MANEJO Y UTILIZACIÓN DE PURINES DE LECHERÍAS	Referencias	Cumple C	No Cumple NC	Aplica	Observaciones
No eliminar los efluentes líquidos generados en el plantel a cursos de aguas subterráneas a menos que sus características físico-químicas cumplan con lo establecido en la normativa vigente. D.S. 46.	NORMATIVA				
No aplicar purines en cultivos de frutas y hortalizas que se desarrollen a ras de suelo y que habitualmente se consumen en estado crudo.	GMP				
El estiércol debe incorporarse al suelo antes de 2 días desde su aplicación, para evitar olores y vectores.	BPL ZC				
Equipos de aplicación de purines					
Utilizar equipos de aplicación de purines que permitan controlar adecuadamente la dosis a aplicar y el área dentro de los distintos potreros donde se utilizarán los purines.	BPG				
Calibrar correctamente el equipo para asegurarse que se está aplicando la dosis previamente calculada.	BPG				
Realizar una revisión y/o mantención del equipo de aplicación de purines de acuerdo a las especificaciones del proveedor. De no contar con esta información se recomienda hacerlo a lo menos 1 vez al año, previo época de mayor uso.	BPG				
Registrar las mantenciones y reparaciones realizadas al equipo de aplicación de purines.	BPG				
Utilizar, cuando sea pertinente, equipos de aplicación con bajas pérdidas de N por volatilización y que no produzcan malos olores.	BPG				
Personal					
Capacitar al personal en el manejo y utilización de purines	BPG				
Proveer al personal con equipamiento adecuado de protección para la aplicación de purines.	BPG				



***GLOSARIO
DE TERMINOS
ASOCIADOS
A PURINES
DE LECHERÍAS***



GLOSARIO DE TÉRMINOS ASOCIADOS A PURINES DE LECHERÍAS

Aguas sucias de lecherías. Corresponden a aguas residuales provenientes del lavado de equipos de ordeña, estanques enfriadores, sala de ordeña, patios y corrales. Contienen cantidades bajas de detergentes y desinfectantes recomendados por los distribuidores y/o fabricantes de equipos para el lavado. Además pueden contener leche (limpieza de ubres), tierra, fecas y orina. Los contenidos de materia seca de este tipo de efluente son bajos, no superando el 1%.

Base peso húmedo. En los informes de análisis de nutrientes de los purines las concentraciones pueden expresarse en base húmeda, refiriéndose a la concentración de nutrientes, normalmente como porcentaje del peso total de la muestra fresca o húmeda.

Base peso seco. Concentración de nutrientes, normalmente como porcentaje del peso seco total de la muestra secada a 65° ó 105°C, por 48 horas o hasta peso constante. Para calcular el aporte de nutrientes por la aplicación de purines utilizando un informe de análisis en base peso seco, hay que transformar a peso húmedo, comúnmente como kilogramo de nutrientes por tonelada o metro cúbico de purín. Posteriormente, multiplicar este valor por el volumen de purines aplicados.

Cama de animales. Materiales que se colocan en el piso en los lugares de estabulación de animales, habilitados especialmente para que los animales reposen, y darles mayor comodidad, facilitando la absorción de la humedad de fecas y orina depositadas por el ganado estabulado. Los materiales más comúnmente utilizados son paja de cereales, aserrín, arena, tierra, y otros. También existen camas de animales que son de superficie plástica, rellenas con los materiales anteriormente citados o goma.

Cama caliente. Sistema de manejo de animales sobre un piso cubierto por una gran cantidad de paja de cereales, aserrín o chips de madera que permite contener las fecas y orina excretados por los animales. El que se va colocando por capas, en la medida que el material se va humedeciendo, mientras dura el proceso de estabulado.

Carro purinero. Equipo utilizado para la aplicación de purines al suelo, que utiliza la tracción mecánica de un tractor. Hay distintos tipos, siendo los más comunes en el país los equipados con un plato en su parte posterior que expande el flujo del purín, pudiendo con ello cubrir una mayor superficie y distribuirlos homogéneamente (Foto 1).



Foto 1. Carros purineros utilizados para la aplicación al suelo.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Es un parámetro muy utilizado para medir la contaminación y corresponde a la cantidad necesaria de oxígeno requerida por bacterias para descomponer la materia orgánica presente en un efluente; produciendo con ello energía necesaria para su crecimiento. La DBO comúnmente se mide incubando una muestra de agua o residuo líquido, durante cinco días a 20°C. El resultado es generalmente expresado como el oxígeno consumido en el período de cinco días por litro (mg/l), o metro cúbico de muestra (g/m³).

Estabulación o confinamiento de animales. Mantención de animales en espacios reducidos y con uso de alimentos extra prediales, asociados principalmente a sistemas de producción intensiva de leche o carne. Los lugares habilitados para estos fines pueden o no estar techados. Los confinamientos pueden ser parciales, es decir parte del año o parte del día, o totales en que los animales son siempre mantenidos bajo este sistema de producción. Estos sistemas de producción normalmente generan gran cantidad de purines o residuos sólidos, como guano o estiércol (Foto 2).



a)



b)

Foto 2. Estabulación o confinamiento de vacas lecheras en sistemas intensivos de producción de leche: a) sistema con residuos líquidos, purines y b) sistema con residuos sólidos, estiércol.

Efluentes de lecherías. Residuos líquidos del tipo orgánico (principalmente) e inorgánico provenientes del proceso de producción de leche a nivel predial; siendo los más importantes fecas y orina de animales, aguas sucias del lavado de equipo de ordeña y estanque de leche, y aguas residuales del lavado de patios e instalaciones. No tienen un valor comercial y si son mal manejados pueden producir un impacto negativo en el ambiente.

Estiércol. Mezcla de fecas sólidas y líquidas de los animales domésticos, junto con restos de paja, tierra, aserrín u otro material utilizado normalmente en las camas de los animales o piso del patio de estabulación. El contenido de materia seca generalmente es superior al 20%.

Factor gravimétrico. Generalmente, los análisis entregan los datos de los nutrientes en su forma elemental, kilos de nitrógeno (N), fósforo (P) o potasio (K). Para que los datos sean equivalentes a los entregados en la composición de los fertilizantes, deben transformarse a sus formas moleculares. Por ejemplo, el valor de P se multiplica por un factor de 2,29 para transformarlo en P_2O_5 , el K se multiplica por 1,21 para transformarlo en K_2O y el N queda igual.

Fracción líquida del purín. Parte líquida obtenida de la separación sólido-líquida de los purines.

Fracción sólida del purín. Material sólido obtenido de la separación sólido-líquido de los purines.

Fuente Emisora. Establecimiento que descarga residuos líquidos a uno o más cuerpos de agua receptor, como resultado de su proceso, actividad o servicio, con una carga contaminante media diaria o de valor característico superior en uno o más de los parámetros, que indica la Normativa de emisión de residuos líquidos, como carga contaminante media diaria equivalente a 100 habitantes por día (DS N°90).

Güano. Mezcla sólida de fecas y orina colectados normalmente en sistemas de producción localizados en zonas de baja pluviometría (Ej. Zona Central de Chile).

Materia seca del purín. Residuo que queda después de secar el purín bajo condiciones controladas, normalmente a 65°C o 105°C por 48 horas o hasta peso constante. Se expresa como porcentaje del peso de la muestra original de purín y se calcula según la siguiente fórmula,

$$\text{Materia seca purín} = \frac{\text{peso seco purín a 65° o 105°C}}{\text{peso original purín previo secado}} \times 100$$

Nitrógeno Kjeldahl. Corresponde al nitrógeno contenido en el purín, tanto en sus formas orgánica y amoniacal ($N-NH_4$). Su nombre se debe a la metodología de análisis utilizada, método de digestión Kjeldahl.

Nutrientes totales. Corresponde a la suma de las distintas formas de un nutriente en la composición de una muestra, normalmente orgánica y soluble o disponible. Para los purines, debido a las condiciones de anaerobiosis (sin oxígeno) de los pozos el N Kjeldahl es equivalente al N total debido a que el contenido de nitrato es muy bajo. Para güanos y estiércoles bovinos el N Kjeldahl + nitrato = N total.

Nutrientes solubles o disponibles. Corresponden a la fracción del nutriente que pueden absorber las raíces de la pradera o el cultivo, o que pueden perderse en el ambiente. Determina el valor fertilizante del purín aplicado en el corto plazo, rápidamente utilizable. En el caso del nitrógeno las formas que normalmente utilizan las plantas son nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+).

Preenfriador de leche. Sistema de enfriado de la leche antes de pasar al estanque de leche. Uno de los más usados es el enfriador de placa que utiliza entre 2 a 3 litros de agua fría limpia por cada litro de leche enfriada.

Purín. Mezcla de fecas, orina y agua principalmente, junto con restos de materiales utilizados en la crianza de animales como paja, aserrín, tierra y residuos de alimentos, que provienen principalmente de lecherías y patios de confinamiento de ganado. En términos generales el contenido de materia seca del purín no supera el 10%, el cual es muy variable dependiendo del manejo realizado en los distintos predios.

Pozo purinero (Foto 3). Lugar utilizado para el almacenamiento de purines. Normalmente es una excavación en el suelo cuyas paredes pueden o no estar impermeabilizadas con concreto o materiales a base de poliestireno (Ej. poliestireno de alta densidad). También hay pozos purineros construidos sobre la superficie del suelo, los cuales son normalmente de cemento. En otros países, hay pozos hechos en acero inoxidable recubiertos o no con fibra de vidrio y estructuras de paredes octagonales de PVC, que tienen la ventaja de evitar la corrosión de sus paredes por los purines.



a)



b)



c)

Foto 3. Distintos tipos de pozos purineros: a) pozo de tierra; b) pozo de hormigón y c) pozo sellado con poliestireno de alta densidad.

Raspador de purines. Implemento utilizado para la limpieza en seco de pisos de concreto de la lechería a través del raspado de fecas, orina o purines desde su superficie. Normalmente, la parte del implemento en contacto con el suelo es de goma flexible para facilitar la limpieza. Pueden ser manuales, estar montados en la parte delantera o trasera del tractor o raspadores mecánicos automáticos accionados a través de una bomba eléctrica (Foto 4).



Foto 4. Distintos tipos de raspadores utilizados en la limpieza de pisos de lechería.

TÉRMINOS EN INGLÉS

A continuación se señalan algunos términos relacionados con el manejo y utilización de purines, se ha utilizado como referencia las definiciones realizadas por Pain y Menzi (1993).

Animal bedding. Cama de animales.

Band spreader. Sistema de aplicación de purines utilizando un carro que vierte los purines directamente sobre el suelo a través de mangueras; reduciendo con ello olores y volatilización de amoníaco.

Dairy slurry. Purín de vacas lecheras.

Deep litter. Cama caliente.

Dirty water. Aguas sucias.

Dung. Fecas de ganado bovino.

Earth bank lagoon o lagoon. Pozo purinero construido en el suelo que puede estar o no impermeabilizado.

Faeces. Fecas de animales.

Hard standings. Patios de alimentación (feeding or loafing yards) o espera (collecting yards) de lecherías, que no poseen techumbre y tienen piso de material sólido, normalmente concreto.

Manure. Término general para cualquier material orgánico que provee nutrientes de plantas junto con materia orgánica al suelo, usualmente en concentraciones bajas comparadas con fertilizantes inorgánicos.

Manure storage o slurry storage. Pozo purinero.

Farmyard manure. Estiércol.

Scraper. Raspador.

Slurry. Purín, y dependerá del tipo de animal como se le llame, Ej. cow slurry (purín de lechería), pig slurry (purín de cerdo), cattle slurry (purín de ganado bovino).

Slurry irrigation system (Foto 5). Sistema de aplicación de purines que utiliza tuberías de PVC o metal, que pueden estar enterradas o sobre la superficie del suelo; permitiendo conducir el purín hasta un pistón aspersor (irrigation gun). Este es el sistema más común encontrado en Chile para aplicación de purines al suelo.

Slurry tank spreader o slurry tanker (Foto 5). Carro purinero.

Travelling irrigator (Foto 5). Sistema de aplicación de purines que utiliza un aspersor con baja presión, con un sistema de tubos de PVC que se recogen automáticamente con un motor o con el giro del aspersor, mientras el purín es aplicado, permitiendo con ello cubrir la superficie de suelo donde se aplica el purín. Este sistema es ampliamente utilizado en Nueva Zelanda, Australia y algunos países de Europa para purines con bajo contenido de materia seca.

Urine. Orina.

Vacuum tanker. Carro de aplicación que utiliza una bomba de vacío para coleccionar y aplicar los purines.

Wash water. Agua utilizada para la limpieza de equipos de lechería, sala de ordeña, patios de alimentación o confinamiento de ganado, maquinaria agrícola y otros.



a)



b)



c)

Foto 5. Distintos equipos de aplicación de purines: a) carro purinero (slurry tank spreader); irrigador móvil (travelling irrigator); y c) pistón de irrigación (irrigation system)



Editor: Francisco Salazar Sperberg, Ingeniero Agrónomo, Ph.D. INIA REMEHUE

Registro de Propiedad Privada N°: 209.445

Diseño y Diagramación: Agencia Cromosoma

Impresión: Imprenta América

Primera Edición

