

## Prospección del manejo y utilización de efluentes de lecherías en el sur de Chile

### A survey of dairy effluent management in the south of Chile

F. J. SALAZAR<sup>1</sup>, Ph.D.; J.C. DUMONT<sup>1</sup>, Ph.D.; M. A. SANTANA<sup>1</sup>; B. F. PAIN<sup>2</sup>, Ph.D.; D. R. CHADWICK<sup>2</sup>, Ph.D. y E. OWEN<sup>3</sup>, Ph.D.

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional Remehue, Casilla 24-O, Osorno, Chile.

<sup>2</sup>Institute of Grassland and Environmental Research, North Wyke, Okehampton, Devon, EX20 2SB, UK.

<sup>3</sup>Department of Agriculture, The University of Reading, Earley Gate, PO Box 236, Reading RG6 6AT, UK.

#### SUMMARY

A survey was carried out on 55 commercial dairy farms located in the South of Chile during 1995-97. A questionnaire was developed to obtain informed estimates of dairy effluent management on those farms. Information was analysed on an annual basis using a computer spreadsheet linking all the parameters surveyed. In addition, slurry samples were taken for analysis of dry matter content (DM). Herd size varied between 50 and 800 cows per farm. A large proportion of the total volume of effluents produced came from rainfall (46%), dirty water accounted for 29% with only 25% from cow's faeces and urine. The large volume of effluents produced resulted in a reduced storage capacity (on average of 2 months) or more frequent and higher application rates to the field. Only 37% of the farmers knew the application rates of manure and there was a wide range in the quantity used per year (12 m<sup>3</sup>/ha to 300 m<sup>3</sup>/ha). Dairy effluents were applied mainly on grass (71%) throughout the year but, mostly concentrated during the winter and spring time using only surface irrigation system. The total solids contents of effluents was very low, with 62% of the samples being <4% DM. This reflected the large volumes of clean water that the storage tanks received. The information collected has identified problems in effluent management in Chilean dairy farms where research and technology transfer will be necessary to avoid pollution problems.

*Palabras claves:* efluentes de lechería, purín, estiércol, desechos de lechería.

*Key words:* dairy effluents, cattle slurry, farmyard manure, farm waste.

#### INTRODUCCION

El Sur de Chile tiene condiciones edafoclimáticas adecuadas para la producción de leche y carne, la cual es basada principalmente en sistemas pastoriles. Información estadística señala que el 75% de la masa ganadera nacional se localiza en las regiones VIII a X, en las cuales se produce el 87% de la leche del país (ODEPA, 2000ab). La ganadería es una de las principales actividades productivas de la X región, donde se

encuentra el 80% de los productores de leche, que poseen el 67% del total de superficie dedicada a este rubro a nivel nacional (Anrique, 1999).

En los últimos años los sistemas de producción de leche se han intensificado, existiendo un aumento en el uso de concentrados, fertilizantes, cultivos forrajeros y ensilajes. Esto se ha traducido en un aumento en la producción de leche, pero al mismo tiempo, en la generación de grandes cantidades de efluentes: purines, aguas sucias (i.e. aguas residuales del lavado de equipos de ordeña) y estiércol. El manejo y utilización de estos efluentes requiere de buenas prácticas

agrícolas. Si los efluentes no son manejados adecuadamente esto puede causar serios problemas de contaminación, como ha sido informado en otros países, donde los predios lecheros han sido asociados a problemas de contaminación directa y difusa (Freitas y Burr, 1996; Archer y Marks, 1997; Carpenter y col., 1998).

En Chile no existe información o una estimación acerca de los volúmenes de efluentes producidos por predios lecheros, su caracterización y potencial impacto ambiental. Además, no se cuenta con normativas específicas para el manejo y utilización de efluentes provenientes de predios lecheros. Se suma a ello que no existen guías o recomendaciones de buenas prácticas de manejo, y en ocasiones los productores lecheros invierten dinero en infraestructura y equipos para su manejo que resultan inadecuados.

En el país, en los últimos años ha aumentado el número de reclamos de la población por problemas de contaminación asociados a predios lecheros, específicamente aquellos que afectan a cursos de agua superficiales con efluentes provenientes de la ganadería (Ramírez, 1996). Esta situación es similar a la observada en países desarrollados (Freitas y Burr, 1996; Archer y Marks, 1997), donde existe una mayor presión hacia el estado por regulaciones y leyes que controlen esta actividad.

La información oportuna y la asistencia técnica basadas en la investigación son aspectos importantes a considerar en la solución a los problemas ambientales ocasionados por las actividades agrícolas en los países de Europa (Thevenet y col., 1993). Los agricultores necesitan ser educados acerca de estos problemas y persuadidos de los cambios necesarios en la manera de producir. Sin ello, como ha sido demostrado particularmente en Francia, la implementación de regulaciones o la asistencia técnica es poco probable que sean efectivas (Archer y Marks, 1997).

Este estudio constituye una primera aproximación para evaluar el manejo y utilización de efluentes de lecherías en el Sur de Chile, teniendo por objetivos identificar las

actuales prácticas de recolección, almacenaje, y su utilización a nivel predial. Se identificarán, además, áreas deficitarias en investigación y/o asistencia técnica. Con esta información se contribuirá a generar una línea base con respecto a problemas asociados al manejo de efluentes de lecherías, identificando posibles opciones técnicas a implementar con la finalidad de reducir el riesgo de contaminación ambiental.

## MATERIAL Y METODOS

*Encuesta.* La prospección se realizó a través de una encuesta a 55 predios lecheros localizados en la X Región de Chile, durante 1995-1997. El criterio para la selección de los predios fue el siguiente: a) sistema de manejo basado en efluentes líquidos (purines), b) existencia de infraestructura para el almacenamiento de los efluentes y, c) lecherías de tamaño medianas a grandes (100.000 l leche/predio/año) (Anrique, 1999).

Las visitas a los predios se concentraron entre mayo a noviembre, debido a que en estos meses ocurre la estabulación de animales y por ende donde se produce la mayor cantidad de efluentes. Para la obtención de datos se utilizó un cuestionario preparado especialmente para este estudio, obteniendo la información referente a localización del predio, período de estabulación, número de vacas por predio, utilización de agua limpia, producción de agua sucia, utilización de purines y capacidad de almacenamiento del pozo.

Durante la encuesta se midieron y cuantificaron los diferentes edificios y construcciones asociados a la lechería y el área para el almacenaje de los efluentes (con techo y sin techo). Con esta información se calculó el volumen potencial de agua lluvia (limpia y contaminada) que contribuye a la producción de efluente, utilizando para ello la información pluviométrica de la estación meteorológica más cercana al sitio encuestado.

El volumen de agua usado en la limpieza de pisos, instalaciones, equipos de ordeña y estanque enfriador fue obtenido de información proporcionada en cada predio. Sin embargo, en

la mayoría de los casos no se contaba con esta información y la cantidad de agua utilizada debió ser estimada indirectamente a través del tiempo y caudales empleados diariamente para dicha faena. Para el agua de aseó de equipos de ordeña y estanque enfriador se utilizaron tablas estándares que editan los proveedores de equipos de ordeña.

Los volúmenes de excretas producidos (fecas y orina) se calcularon utilizando los valores propuestos por el Ministerio de Agricultura y Pesca del Reino Unido (MAFF, 1994), de acuerdo al peso vivo promedio de los animales para cada predio. Para el cálculo se consideraron las vacas en lactancia, por lo tanto los volúmenes pueden ser mayores que las estimaciones hechas por este estudio, si se consideran las otras categorías de animales (vaquillas y terneros).

Durante la encuesta se colectó una muestra del efluente producido en cada predio. Para ello se tomaron submuestras en diferentes puntos del pozo o lugar de almacenamiento (Norte, Sur, Este y Oeste), completando un total de dos litros de muestra. El material fue almacenado en un recipiente plástico, siendo refrigerado, para finalmente determinar su contenido de materia seca a través de secado en horno con aire forzado a 65 °C por 48 h. Los análisis se realizaron en los laboratorios del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Remehue.

*Análisis de los datos e interpretación de la información.* La información de los cuestionarios fue analizada con la ayuda de una hoja electrónica (Microsoft Excel 7.0). La información se analizó en base a un año calendario, relacionando los datos del número de vacas en ordeña, peso vivo promedio de los animales, período de estabulación, volúmenes de fecas y orina, volúmenes de aguas sucias, y el potencial de aguas lluvia que llegan al pozo de almacenamiento. La información también permitió estimar la capacidad requerida para el almacenamiento de los efluentes. Cabe hacer notar que en el caso de predios sin estabulación la producción de efluentes fue calculada estimando solamente el tiempo utilizado en las ordeñas (considera tiempo de espera y alimentación).

La información de los cuestionarios fue revisada cuidadosamente en orden a detectar datos erróneos. La determinación de límites máximo y mínimo ayudó a identificar valores “falsos”, los cuales fueron eliminados de este análisis. Además, debido a que la encuesta fue realizada directamente al dueño o administrador del predio, fue posible detectar en el momento valores incorrectos, lo que permitió reformular la pregunta para evitar errores de malentendidos en su formulación. Finalmente, los datos de la encuesta fueron tabulados sobre la base de números y porcentajes, estimándose valores de la media, máximo y mínimo.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La información de este estudio permitió generar una línea base en cuanto al manejo y utilización de efluentes en predios lecheros del Sur de Chile. Cuantificando los distintos efluentes que llegan al pozo de almacenamiento se obtuvo información que tiene implicancias prácticas para el manejo de ellos.

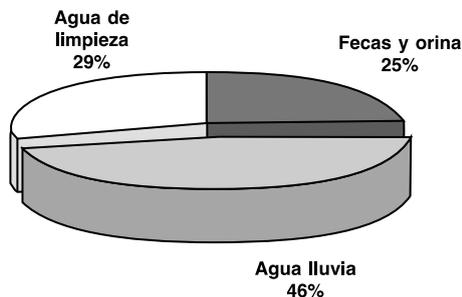
*Encuesta.* En países desarrollados el uso de encuestas en predios ganaderos ha permitido identificar déficit de información, problemas y perfilar líneas de investigación para el manejo de efluentes de lecherías. Estos estudios se han realizado utilizando variadas metodologías, tales como visita a predios y encuestas por correo y teléfono (Furness y col., 1991; Cumby y col., 1999; Birchall y Klenow, 2000; Smith y col., 2001). La metodología utilizada en este estudio, con encuestas personales a través de la visita a predios, permitió detectar, en terreno, información errónea, lo cual al ser corregido en el momento mejoró la confiabilidad de los datos recopilados. Además, cuando los agricultores no conocían la información que se preguntaba, fue posible, a través de las características del predio y maquinaria utilizada, estimar y calcular algunos valores, incrementando la calidad y cantidad de la información recopilada.

Se encuestó un total de 55 predios lecheros ubicados en la X Región, de medianos y grandes productores (>100.000 l leche/predio/año): 51%

de la provincia de Osorno, 31% de la provincia de Valdivia y 18% de la provincia de Llanquihue. En estos predios el número de vacas en lactancia varió entre 50 a 800, con un predominio de predios con rebaños entre 100 y 150 vacas en ordeña. La encuesta fue dirigida hacia este tamaño de predio, debido a que representa el mayor riesgo de contaminación, considerando que en ellos se realiza generalmente estabulación de los animales en los meses invernales, generándose por ende gran cantidad de efluentes. Futuros trabajos deberían considerar además predios de pequeños productores, debido a que según Smith y col. (2001), la contaminación de aguas podría no estar relacionada al tamaño del predio.

Basado en la encuesta fue posible identificar diferentes sistemas de estabulación, los que se presentan en el cuadro 1. En la mayoría de los predios la estabulación de los animales se realiza parcialmente o todo el día desde el mes de marzo a septiembre por un período de 180 días. En un bajo porcentaje de los predios se realiza estabulación total, a diferencia de lo que ocurre en la zona Centro-Norte del país con sistemas más intensivos de producción.

*Origen y producción de efluentes.* Se determinó que el agua lluvia, y las aguas sucias (principalmente del lavado de pisos) son los principales constituyentes en los efluentes de lecherías del Sur de Chile (figura 1). Fecas y orina sólo representan un 25% del volumen total de efluentes producidos. Esto concuerda con lo observado por Gibson (1995) en predios lecheros



**FIGURA 1. Contribución de los distintos componentes que entran al pozo de almacenamiento (n=39).**

**Contribution of the different effluents entering the storage (n=39).**

de Nueva Zelanda, quien observó que sólo un 10% de los efluentes era producto de fecas y el resto agua utilizada en la limpieza.

El volumen total de efluente generado en cada predio fue estimado en un valor promedio de 6780 m<sup>3</sup>/año (775 a 42790 m<sup>3</sup>/año). Esto es equivalente a una producción diaria de 105 litros/vaca (34 a 260 litros/vaca). Se pudo apreciar una gran variación entre los valores obtenidos, lo cual puede explicarse por las distintas prácticas y los sistemas utilizados en el manejo de los efluentes a nivel predial.

Los resultados del estudio revelan una gran contribución de aguas lluvia desde áreas no techadas, techos sin canalización y del agua lluvia que ingresa directamente al pozo purinero descubierto, lo que concuerda con antecedentes entregados por Fulhage (1997). Este fenómeno es de particular importancia en predios

**CUADRO 1. Sistemas de estabulación en los predios encuestados.**  
**Housing systems on the surveyed dairy farms.**

Tipo de estabulación	Período de estabulación (días)	% de los predios encuestados	Tiempo de estabulación (horas)
Sin estabulación	-	16	-
Parcial medio día	180	44	14
Parcial día completo	180	35	24
Permanente	365	5	24

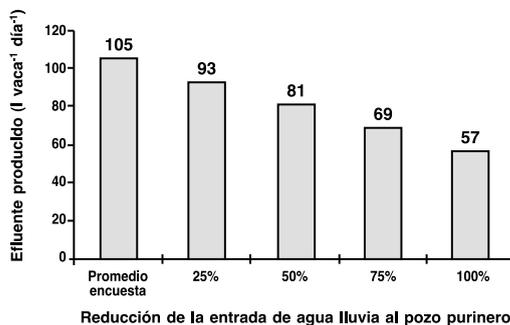
localizados en áreas de gran pluviometría y en instalaciones con sistemas de lavado de piso que utilizan un gran volumen de agua limpia (Fulhage, 1997; Longhurst y col., 1999).

Por otra parte, fue posible establecer que la mayoría de los agricultores no conocen los volúmenes de efluentes generados en su predio y que comúnmente no toman en cuenta el su valor como fertilizante. Esta falta de información es similar a la observada en agricultores de países desarrollados, los cuales en general están conscientes del aporte de nutrientes de los efluentes pero le asignan muy poca importancia y valor como fertilizante (Morse Meyer y col., 1997; Smith y col., 2001).

En general, se pudo establecer que sólo la cantidad de agua utilizada para limpiar los equipos de ordeña y estanque de enfriamiento era conocida. Esto puede ser explicado porque en los predios encuestados, este tipo de información es entregado periódicamente por las empresas fabricantes de los equipos de lechería.

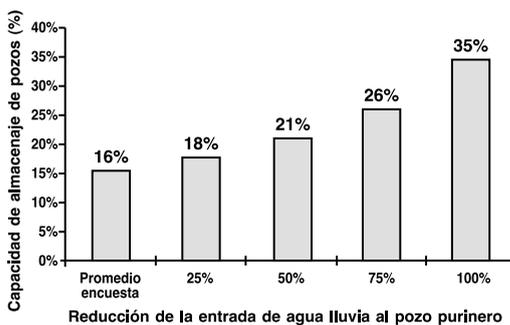
Se determinaron tres fuentes principales de generación de agua sucias: agua de limpieza de pisos (73%), agua de limpieza de equipo de ordeña (20%) y agua para aseo del estanque de almacenamiento de leche (7%). Se estimó una producción media de agua sucia de 1798 m<sup>3</sup>/año, equivalente a un promedio diario de 36 litros/vaca (6 a 173 litros/vaca). Longhurst y col. (1999), para lecherías de Nueva Zelanda, señalan valores entre 40 y 136 litros/vaca/día. En el Reino Unido el Código de Buenas Prácticas Agrícolas informa de valores promedio de 18 a 35 litros/vaca/día (14 a 45 litros/vaca/día), variando de acuerdo al sistema de limpieza usado (MAFF, 1998).

Utilizando la información de la encuesta, se estimó que a través de una reducción del ingreso de agua lluvia al pozo de almacenamiento, se podrían disminuir considerablemente los volúmenes de efluentes producidos (figura 2) y por lo tanto incrementar la capacidad de almacenaje (figura 3). Para reducir el ingreso de aguas lluvia hacia los pozos es necesario incrementar el área techada y canalizar aguas contaminadas y limpias en forma separada. Otra estrategia posible de implementar es la reducción



**FIGURA 2. Efecto de la reducción de agua lluvia que llega al pozo en la producción de efluentes (n=39).**

Effect of reduction of rainfall entry to the stores on dairy effluent production (n=39).



**FIGURA 3. Efecto de la reducción de agua lluvia que entra al pozo en su capacidad de almacenamiento (n=39).**

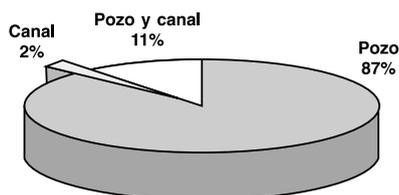
Reduction of rainfall entry into stores on storage capacity (n=39).

de los volúmenes de agua limpia utilizada para el aseo de patios y pisos.

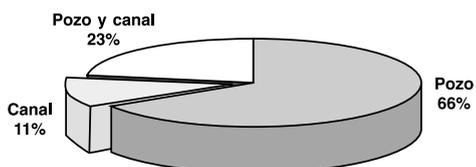
La modelación de los datos de la encuesta, permitió además determinar que una reducción en la entrada de agua lluvia al pozo de almacenamiento, se traduciría en un incremento en el contenido de materia seca de los efluentes. En algunos predios, la reducción de aguas de limpieza también puede tener un importante efecto. Esto concuerda con los resultados de un estudio realizado en Nueva Zelanda, que muestran un incremento en el contenido de materia seca de efluentes de lechería a través del tiempo. Sus autores mencionan que la principal

causa de esto fue debido a la reducción de los volúmenes de agua de limpieza utilizada (Longhurst y col., 1999).

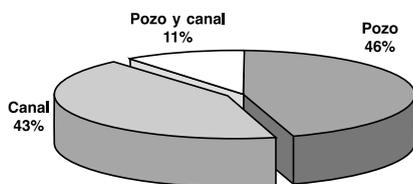
*Destino de los efluentes.* Los agricultores parecen tener una percepción diferente acerca del poder contaminante o valor económico de los efluentes generados en sus predios. La mayoría de ellos (87%) colecta las fecas y orina (figura 4), un tercio colecta las aguas sucias de la limpieza de pisos (figura 5) y la mitad colecta el aguas sucias de lavado de equipos de lechería (figura 6), lo cual representa un riesgo de contaminación directa de cursos de agua desde predios lecheros.



**FIGURA 4. Destino de fecas y orina producidos en los predios lecheros (n=55).**  
Fate of faeces and urine produced in dairy farms (n=55).



**FIGURA 5. Destino de las aguas de limpieza de pisos (n=53).**  
Fate of cleaning water from yards (n=53).



**FIGURA 6. Destino de las agua de limpieza de equipos de lechería (n=53).**  
Fate of cleaning water from milking equipment (n=53).

Efluentes de lecherías han sido asociados con la contaminación de aguas, debido al enriquecimiento por nutrientes, causando el fenómeno conocido como eutroficación (Freitas y Burr, 1996; Carpenter y col., 1998). Además estos desechos se han asociado a problemas de salud en humanos debido al incremento de nitratos en agua de bebida, contaminación biológica por patógenos y reducción del oxígeno en aguas superficiales y subterráneas (Freitas y Burr, 1996; Environment Agency, 1997).

En el corto plazo, el control de la contaminación de aguas debería ser prioritario en las medidas de manejo y regulaciones que se impongan en relación a los efluentes de lechería a nivel nacional. En una primera etapa debería enfocarse a la necesidad de colectar todos los efluentes producidos en el predio, en pozos de almacenamientos adecuados para ello. Estas medidas deben considerar además el potencial impacto ambiental de efluentes de lechería en suelos y aire. Esto seguiría la misma estrategia implementada en países desarrollados, donde los esfuerzos en el pasado fueron enfocados a evitar la contaminación directa de cursos de agua tanto superficiales como subterráneos. En la actualidad se tiene un enfoque más general, el cual considera la contaminación hacia el suelo, agua y aire, principalmente hacia la contaminación difusa (Neeteson, 2000).

*Almacenamiento.* En la mayoría de los predios encuestados existía un pozo para colectar los efluentes producidos. Sin embargo, una baja proporción de ellos tenía escasa capacidad o no contaba con un lugar para el almacenamiento (7%). Esta situación es similar a la reportada por Smith y col. (2001) en predios del Reino Unido, quienes determinaron que un 18% de los predios encuestados no tenían o sólo contaban con una limitada capacidad de almacenamiento. Cabe destacar sin embargo que la encuesta realizada en el presente estudio fue dirigida a predios que contaban con sistemas de manejo o utilización de efluentes.

En la encuesta realizada en los predios de la X Región se determinó que existen principalmente dos tipo de estructuras de

almacenamiento. El 47% de los predios los almacena en estructuras de concreto y el 41% en pozos de tierra, mientras que el 12% utiliza una combinación de ambos tipos, donde solo parte de su estructura era de concreto. Esta estimación sin embargo no refleja los volúmenes almacenados en uno u otro tipo de construcción, teniendo por lo general los pozos construidos en tierra una mayor capacidad de almacenamiento. Smith y col. (2001) por su parte, mencionan que los pozos de tierra, junto con los estanques circulares en la superficie del suelo son las estructuras más comunes en las lecherías del Reino Unido.

Los pozos de tierra son ampliamente utilizados debido a su bajo costo y facilidad para modificar. Sin embargo, su uso ha sido criticado desde un punto de vista ambiental debido a su alto potencial de contaminación de aguas subterráneas a través de la lixiviación de nitratos (Barrington y col., 1991; Withers y col., 1998). En pozos de tierra ha sido demostrado que la lixiviación de nutrientes ocurriría principalmente por las paredes laterales del pozo (Schulte, 1998). Otros estudios han determinado que después de algunas semanas o meses, los purines pueden reducir la permeabilidad del suelo sobre el cual están construidos, ello debido principalmente al bloqueo de los poros del suelo en la base de los pozos (Rowell y col., 1985; Schulte, 1998).

En las lecherías encuestadas la capacidad de almacenamiento promedio de pozos fue estimada en 919 m<sup>3</sup> (20 a 3096 m<sup>3</sup>), lo cual es equivalente a un valor promedio de 5.7 m<sup>3</sup> por vaca/año (0.3 a 24.1 m<sup>3</sup> por vaca/año). Se observó gran variación entre predios, donde la mayoría de ellos dispone de una reducida capacidad de almacenamiento, lo que implica repetidas aplicaciones de purines durante el año para evitar la saturación del pozo.

En base a la información de la encuesta fue posible determinar una capacidad promedio de almacenamiento de 16% (1% a 57%) de los efluentes producidos anualmente. Estimaciones, utilizando esta información, muestran que reduciendo las vías de ingreso de aguas lluvia a los pozos de almacenamiento (directa o

indirectamente), es posible aumentar su capacidad (figura 3). Esta práctica puede tener un positivo efecto a través de la optimización de la época de aplicación de los efluentes a los cultivos o pradera.

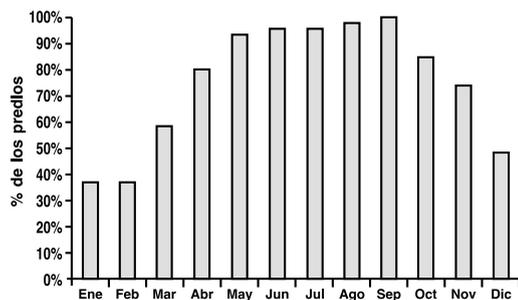
*Dosis de aplicación.* La encuesta permitió establecer que sólo el 37% de los productores conocía la dosis utilizada en praderas y cultivos, y un 52% de ellos sólo entregó una relación volumen/área (e.g. número de carros aplicados por potrero). El 11% de los agricultores consultados desconocían la dosis aplicada. En base a esto es posible deducir que gran parte de los agricultores no consideran el aporte de nutrientes de los efluentes. Una situación similar fue reportada en Canadá, donde una encuesta realizada a productores de carne mostró que a pesar de entregar sus propias estimaciones, los encuestados no conocían realmente las dosis de efluentes aplicados (Rodd, 1998).

En general los volúmenes de efluentes aplicados en los predios encuestados eran altos, siendo en promedio de 76 m<sup>3</sup>/ha/año, existiendo una gran variación en las dosis utilizadas (12 a 300 m<sup>3</sup>/ha/año). Los volúmenes más altos son utilizados en cultivos, preferentemente en maíz forrajero. A pesar de ello, cálculos que consideran la concentración de nitrógeno de estos efluentes, muestran que sólo en un predio se excede la dosis de 250 kg N ha/año, la cual es recomendada para aplicaciones de efluentes por el Ministerio de Agricultura y Pesca del Reino Unido (MAFF, 1998). Esto puede ser explicado por la baja concentración de materia seca y el contenido de nitrógeno de los efluentes.

La aplicación de altos volúmenes de purines sin parcialización puede tener efectos negativos en cultivos y en el ambiente. Altas dosis de aplicación en invierno han sido asociadas con pérdidas a través de lixiviación y escurrimiento (Smith y Chambers, 1993). El Código de Buenas Prácticas Agrícolas para la Protección del Agua del Reino Unido (MAFF, 1998) sugiere que las aplicaciones de purines con un contenido medio de 4-6% de materia seca no debieran exceder los 50 m<sup>3</sup>/ha. Esto con la finalidad de minimizar el riesgo de pérdida de nutrientes y daños físicos

en cultivos y praderas por aplicaciones en cobertera (Smith y Chambers, 1993). Al respecto los autores señalan que la cantidad crítica de materia orgánica en aplicaciones de superficie es de 4 t/ha, existiendo sobre este valor una reducción en los rendimientos de forraje.

*Utilización.* En la mayoría de los predios encuestados se aplican efluentes todo el año, existiendo una mayor concentración de las aplicaciones entre abril a octubre (figura 7). En este período se realiza la estabulación invernal de animales, se registra la mayor pluviometría y por ende se genera la mayor producción de efluentes. La gran amplitud en el período de aplicación es el resultado de la baja capacidad de almacenamiento de los efluentes, lo que obliga a aplicaciones diarias o semanales para evitar la saturación del pozo.



**FIGURA 7. Época de aplicación de los efluentes de lechería (n=46).**

**Timing of dairy effluent application (n=46).**

Smith y col. (2001) señalan que en lecherías del Reino Unido las aplicaciones se concentran entre los meses de noviembre y enero (estabulación en el Hemisferio Norte) en los predios con una capacidad de pozos menor a 1-2 meses. Sin embargo, con una mayor capacidad (3-6 meses) las aplicaciones se concentran a fines de invierno o en primavera. En Canadá, Rodd (1998) menciona que las aplicaciones de efluentes están homogéneamente distribuidas entre primavera (26%), verano (22%), temprano en otoño (20%) y tarde en otoño (22%), con sólo un reducido número de agricultores que aplica en invierno.

La recomendación general es que los efluentes se apliquen cuando los cultivos tienen activo crecimiento y por lo tanto presentan la mayor demanda de nitrógeno (Smith y Chambers, 1993). Se ha demostrado que existe mayor eficiencia en el uso de nitrógeno por el cultivo en aplicaciones de efluentes a fines de invierno o inicios de primavera, en comparación con aplicaciones en otoño o invierno (Unwin y col., 1986; Pain y col., 1986; Smith y Chambers, 1992). Desde un punto de vista ambiental, las mayores pérdidas de nitrógeno debido a lixiviación, desnitrificación y escurrimiento superficial ocurre en otoño-invierno (Smith y Chambers, 1993; Di y col., 1999).

Otro aspecto importante a considerar es el efecto negativo de aplicaciones invernales debido al daño de la pradera y cultivos por la maquinaria utilizada, incrementando el riesgo de erosión y compactación de suelos (Prins y Snijders, 1987). Las emisiones de amoníaco son afectadas también por la época de aplicación, siendo mayores bajo condiciones cálidas y secas (Pain, 2000), las cuales ocurren comúnmente a fines de primavera y verano en el Sur de Chile.

Resultados de la encuesta indican que el 71% de los agricultores aplica purines en praderas, y el restante lo utiliza en praderas y cultivos. Las aplicaciones en cultivos son realizadas casi exclusivamente en maíz forrajero, existiendo algunos casos en que se aplican en alfalfa y remolacha. La gran proporción de los agricultores que aplica los efluentes en praderas puede ser explicada por los sistemas de producción de leche en el Sur de Chile se basan en este recurso (Anrique, 1999). En general, existe una reducida área dedicada a rotación de cultivos, con un incremento importante del maíz forrajero en los últimos años.

*Técnica y equipos de aplicación.* A través de la encuesta fue posible determinar que los predios disponen solamente de sistemas de aplicación de purines en superficie, utilizando bombas con sistemas de irrigación (65%), carros purineros (23%) o una combinación de estos. Ambas técnicas tienen la desventaja de producir gotas muy pequeñas que pueden ser

transportadas grandes distancias por el viento, lo cual puede contaminar aguas y afectar a poblaciones aledañas al lugar de aplicación. Además, aplicaciones con estos equipos se han asociado a mayor pérdida de amoníaco por volatilización y generación de malos olores (Prins y Snijders, 1987; Sommer y Hutchings, 1995; Misselbrook y col., 1996).

Estudios desarrollados en Europa han mostrado que las emisiones de amoníaco pueden ser reducidas considerablemente con el uso de equipos de aplicación de efluentes en forma localizada, sobre y debajo de la superficie del suelo (Misselbrook y col., 1996). Sin embargo, el uso de maquinaria más sofisticada es incipiente en Chile, lo que puede significar una importante área a desarrollar en el futuro.

## CONCLUSIONES

La información obtenida en la encuesta generó valiosa información en relación al manejo y utilización de efluentes en lecherías del Sur, constituyendo el primer trabajo de esta naturaleza desarrollado a nivel nacional. Los resultados permitieron detectar que existe falta de información y hay problemas asociados al manejo de efluentes de lecherías, lo cual requiere un esfuerzo para desarrollar investigación y entregar asistencia técnica a los agricultores.

En términos generales se estableció que los agricultores no realizan buenas prácticas en el manejo y utilización de los efluentes, lo cual es particularmente notorio en la época y dosis aplicadas. Se estableció que el agua limpia, principalmente a través del agua lluvia, constituye el principal constituyente de los efluentes de lechería, lo que permite explicar los grandes volúmenes producidos y bajos valores de materia seca obtenidos.

El presente estudio plantea que una opción de manejo posible de implementar sería evitar el ingreso de agua limpia al pozo de almacenamiento, con el fin de incrementar su capacidad y optimizar la época de aplicación en cultivos y praderas.

Finalmente, es importante señalar que bajo las actuales prácticas de manejo de los efluentes

de lechería, existe un potencial de contaminación directa y difusa, lo cual requiere un esfuerzo en investigación, transferencia de tecnología y educación, con la finalidad de reducir los posibles impactos negativos en el ambiente.

## RESUMEN

Se realizó una encuesta a predios lecheros ubicados en la Décima Región de Chile durante el período 1995-97. Para la colecta de información se confeccionó un cuestionario, el cual permitió recopilar información referente al manejo y utilización de los efluentes de lechería en estos predios. La información fue analizada con la ayuda de una planilla electrónica que permitió relacionar los distintos parámetros encuestados. Además, en cada visita a los predios se colectó una muestra para determinar el contenido de materia seca del efluente. Los resultados de este estudio muestran que una gran proporción de los efluentes se genera producto del agua lluvia (47%) y aguas sucias del lavado de equipos y pisos (29%), y sólo un 24% es producto de las fecas y orina. Los grandes volúmenes de efluentes producidos implican una reducida capacidad de almacenamiento de los pozos (en promedio dos meses) o más frecuentes y altas dosis de las aplicaciones. Sólo un 37% de los agricultores encuestados conocían las dosis de efluentes empleadas, existiendo una gran variación en los volúmenes aplicados anualmente (entre 12 m<sup>3</sup>/ha y 300 m<sup>3</sup>/ha). Los efluentes se utilizan preferentemente en la fertilización de praderas (71%) a través de aplicaciones durante todo el año con el uso de equipos de aplicación en superficie, siendo las aplicaciones concentradas principalmente en invierno y primavera. El contenido de materia seca de los efluentes es muy bajo, con un 62% de las muestras presentando valores menores a 4%, lo cual refleja los grandes volúmenes de agua extra que ingresan al pozo. La información de este estudio ha permitido identificar problemas en el manejo y utilización de efluentes en sistemas lecheros en Chile, donde el desarrollo de investigación y la transferencia de tecnologías serán necesarias para evitar problemas de contaminación.

## BIBLIOGRAFIA

- ANRIQUE, R. 1999. Caracterización del Chile lechero. Latrille, L. (ed.). Producción Animal. Universidad Austral de Chile (Chile). pp.140-157.
- ARCHER, J., M. MARKS. 1997. Control of nutrient losses to water from agriculture in Europe. *Fert. Soc. Proc.* N° 405.
- BARRINGTON, S., J. DENIS, N. PATNI. 1991. Leakage from two concrete manure tanks. *Can. Agr. Eng.* 33: 137-141.
- BIRCHALL, S., D. KLENOW. 2000. A survey of manure management practices in North Dakota. North Dakota State University, NDSU Extension Service. Extension Report N° 61.
- BREWER, A., T. CUMBY, S. DIMMOCK. 1999. Dirty water from dairy farms, II: treatment and disposal options. *Biores. Technol.* 67: 161-169.
- CARPENTER, S., N.F. CARACO, D.L. CORRELL, R.W. HOWARTH, A.N. SHARPLEY, V.H. SMITH. 1998. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorous and nitrogen. Ecological Society of America, Issues in Ecology N° 3. Available at: <http://esa.sdsc.edu/>. Accessed January 2000.
- CUMBY, T., A. BREWER, S. DIMMOCK. 1999. Dirty water from dairy farms, I: biochemical characteristics. *Biores. Technol.* 67: 155-160.
- CHAMBERS, B., N. NICHOLSON, K. SMITH, B. PAIN, T. CUMBY, I. SCOTFORD. 1999. Managing livestock manures: Making better use of livestock manures on grassland (Booklet 2). Ministry of Agriculture, UK (MAFF).
- DI, H., K. CAMERON, S. MOORE, N. SMITH. 1999. Contributions to nitrogen leaching and pasture uptake by autumn-applied dairy effluent and ammonium fertilizer labeled with N-15 isotope. *Plant Soil* 210: 189-198.
- ENVIRONMENT AGENCY. 1997. Water pollution incidents in England and Wales 1996. HMSO, London (UK).
- FREITAS, R. J., M. D. BURR. 1996. Animal wastes. In: Pepper, I.L.; Gerba, C.P. and Brusseau, M.L. (eds.). *Pollution Science*, Academic Press. p.237-251.
- FULHAGE, C. 1997. Manure Management Considerations for Expanding Dairy Herds. *J. Dairy Sci.* 80: 1872-1879.
- FURNESS, G., S. WEBB, D. COLMAN, K. HENDRY. 1991. The status of waste handling facilities on livestock farms in Great Britain 1990/1991. Report of the Department of Agricultural Economics, University of Manchester (UK).
- GIBSON, C. 1995. Farm dairy effluent management. *New Zealand Dairy Exporter* 72: 22-24.
- GRUSENMEYER, D., T. CRAMER. 1997. A System Approach. *J. Dairy Sci.* 80: 2651-2654.
- LONGHURST, R., M. O'CONNOR, A. ROBERTS. 1999. Farm dairy effluent: recent research studies in the Waikato. *En Currie, L.D. y Loganathan, P.* (eds.). Best soil management practices for production. Massey University Fertiliser and Lime Research Centre. Occasional Report N° 12. pp. 273-282.
- MAFF, MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD. 1994. Fertiliser recommendations for agricultural and horticultural crops, 6th ed. HMSO, London (UK). Reference Book 209.
- MAFF, 1998. Code of good agricultural practice for the protection of water. MAFF publications, London (UK).
- MISSELBROOK, T., J. LAWS, B. PAIN. 1996. Surface applications and shallow injection of cattle slurry on grassland: nitrogen losses, herbage yields and nitrogen recoveries. *Grass Forage Sci.* 51: 270-277.
- MORSE MEYER, D., I. GARNETT, J. GUTHRIE. 1997. A Survey of Dairy Manure Management Practices in California. *J. Dairy Sci.* 80: 1841-1845.
- NEETESON, J. 2000. Nitrogen and phosphorus management on Dutch dairy farms: legislation and strategies employed to met the regulations. *Biol. Fert. Soils* 30: 566-572.
- ODEPA, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS. 2000a. Boletín de la leche, 1999. ODEPA, Ministerio de Agricultura (Chile). p. 51.
- ODEPA. 2000b. Boletín Pecuario, Junio 2000. ODEPA, Ministerio de Agricultura (Chile). p. 113.
- PAIN, B.F., K. SMITH, C. DYER. 1986. Factors Affecting the Response of Cut Grass to the Nitrogen Content of Dairy Cow Slurry. *Agric. Wastes* 17: 189-202.
- PAIN, B. 2000. Control and utilization of livestock manures. In Hopkins, A. (ed.). *Grass: its production and utilization* 3<sup>rd</sup> edition. British Grassland Society. Blackwell Science Ltd. Oxford (UK). pp. 343-364.
- PRINS, W., P. SNIJDERS. 1987. Negative effects of animal manure on grassland due to surface spreading and injection. *En Van der Meer, H., R. Unwin, T. Van Dijk, G. Ennik* (eds.). *Animal Manure on Grassland and Fodder Crops: Fertilizer or Waste?*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (The Netherlands). pp.119-135.

- RAMÍREZ, G. 1996. Legislación y reglamentación actual y futura sobre desechos de lecherías. *En*: Salazar, F., J. Dumont (eds.). Seminario-Taller: Manejo y utilización aplicada de efluentes de lecherías de la Xª Región. INIA, Centro Regional de Investigación Remehue. Osorno (Chile), Serie Remehue No. 63. p.55-64.
- RODD, V. 1998. Survey of manure management practices by New Brunswick and Nova Scotia beef farmers. Available at: [http://res.agr.ca/manurenet/en/man\\_survey.html](http://res.agr.ca/manurenet/en/man_survey.html). Accessed May 07th, 2000.
- ROUSELL, J., M. MILLER, P. GROENEVELT. 1985. Self-Sealing of Earthen Liquid Manure Storage ponds: II. Rate and Mechanism of Sealing. *J. Environ. Qual.* 14: 539-543.
- SCHULTE, D. Do earthen structures leak? 1998. UNL's Livestock Environmental Issues Committee. Manure Matters, Volume 4(1) 4p. Available at: [http://www.ianr.unl.edu/manure/4nl\\_98.html](http://www.ianr.unl.edu/manure/4nl_98.html). Accessed March 03, 2000.
- SMITH, K., B. CHAMBERS. 1992. Improved utilisation of slurry nitrogen for arable cropping. *Aspects Appl. Biol.* 30: 127-134.
- SMITH, K., B. CHAMBERS. 1993. Utilizing the nitrogen content of organic manures on farms-problems and practical solutions. *Soil Use Manage* 9: 105-112.
- SMITH, K. A.; A. BREWER, J. CRABB, A. DAUVEN. 2001. A critical appraisal of animal manure management practice in England and Wales; III. Cattle manure from dairy and beef enterprises. *Soil Use Manage* 17: 77-87.
- SOMMER, S., N. HUTCHINGS. 1995. Techniques and strategies for reduction of ammonia emissions from agriculture. *Water, Air Soil Poll.* 85: 237-248.
- THEVENET, G., L. LESCAR, J. ARCHER. 1993. Communicating the principles of sustainable agriculture to the farmer. *Proc. Fert. Soc.* N° 347.
- UNWIN, R., B. PAIN, W. WHINHAM. 1986. The effect of rate and time of application of nitrogen in cow slurry on grass cut for silage. *Agric. Wastes* 15: 253-268.
- WITHERS, P., H. MCDONALD, K. SMITH, C. CHUMBLEY. 1998. Behaviour and impact of cow slurry beneath a storage lagoon: 1. Groundwater contamination 1975-1982. *Water, Air Soil Poll.* 107: 35-49.