

GBP
GESTIÓN
DE PURINES
EN TAMBO

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	pág. 9
CAPÍTULO 1 PRESERVAR LA CALIDAD DEL AGUA	pág. 13
CAPÍTULO 2 LAS PERFORACIONES EN TAMBOS	pág. 22
CAPÍTULO 3 USAR EL AGUA EFICIENTEMENTE	pág. 29
CAPÍTULO 4 MANEJO DE LOS PURINES	pág. 44
CAPÍTULO 5 CARACTERIZACIÓN DE PURINES	pág. 59
CAPÍTULO 6 LOS PURINES Y LA DISEMINACIÓN DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS	pág. 73
CAPÍTULO 7 CARACTERIZACIÓN PREDIAL	pág. 84
CAPÍTULO 8 CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA LA APLICACIÓN AGRONÓMICA	pág. 92
GLOSARIO	pág. 107
BIBLIOGRAFÍA	pág. 114
ANEXO I	pág. 119
ANEXO II	pág. 124

AUTORIDADES

GOBERNADORA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

LIC. MARÍA EUGENIA VIDAL

MINISTRO DE AGROINDUSTRIA

ING. AGR. LEONARDO SARQUIS

SECRETARIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA

ING. AGR. MIGUEL TEZANOS PINTO

DIRECTOR PROVINCIAL DE LECHERÍA

LIC. JUAN JOSÉ LINARI

DIRECTOR DE LECHE, PRODUCTOS LÁCTEOS Y DERIVADOS

MED.VET. MARCELO LIOI

MINISTRO DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS

LIC. ROBERTO GIGANTE

PRESIDENTE DE LA AUTORIDAD DEL AGUA

LIC. PABLO RODRIGUÉ

DIRECTOR PROVINCIAL DE GESTIÓN HÍDRICA

LIC. ANDREA CUMBA

DIRECTOR DE USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA

LIC. FLORENCIA BALDONI

JEFE DE DEPARTAMENTO EVALUACIÓN DE PROYECTOS

ING. LEONARDO TOLEDO

MENCIÓN ESPECIAL ING. CARLOS OLGATI

AUTORES

Ing. Agr. Pablo Cañada

Ing. Agr. (PhD) M. A. Herrero

Lic. Ariel Dejtiar

Ing. Agr. Ma. Inés Vankeirsbilck

Forma de la cita:

Material de distribución libre y gratuita. Se permite su reproducción parcial o total citando la fuente.

Cómo citar esta obra:

Cañada, P.; Herrero, M.A.; Dejtiar, A.; Vankeirsbilck, I (2018) GUIA DE BUENAS PRACTICAS PARA EL MANEJO DE PURINES EN TAMBO.

Disclaimer

Los contenidos de este libro están organizados para proporcionar información útil sobre los temas tratados, solo con fines informativos técnicos y educativos. Los editores y autores no son responsables por los daños o consecuencias negativas que pudieran surgir de la aplicación de cualquier estrategia de manejo agropecuario en el medio rural. Cada empresa es diferente, y las recomendaciones contenidas en este libro pueden no ser adecuadas para su situación. Usted debería consultar por los servicios de un profesional competente antes de iniciar cualquier programa de mejora. Dado que la investigación científica está en constante avance, puede que al momento de la lectura de los distintos capítulos existan nuevas técnicas y estrategias de manejo para minimizar el efecto de la producción ganadera sobre el ambiente. Todas las imágenes presentadas están autorizadas por los autores.

PRÓLOGO A LA GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA GESTIÓN DE PURINES EN TAMBO EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Ing. Agr. Leonardo Sarquís
Ministro de Agroindustria de la provincia de Buenos Aires

El trabajo que me toca prologar es fruto de un acuerdo público-privado alcanzado en el año 2015 entre la Mesa Lechera provincial, el entonces Ministerio de Asuntos Agrarios y la Autoridad del Agua, que sentó las bases para el proyecto sobre el uso agronómico de los efluentes de tambo.

Al hacernos cargo del Ministerio dimos a este convenio un nuevo impulso. Constituimos así el grupo técnico de apoyo integrado por instituciones de elevado prestigio (UBA, CREA, INTA, ADA) que, con la coordinación de la Dirección Provincial de Lechería y la participación de integrantes de la Mesa lechera, está culminando luego de dos años de trabajo su cometido con la redacción del marco jurídico que pondrá en marcha el proyecto y la publicación de esta Guía de Buenas Prácticas para la Gestión de Purines en Tambo, concebida para orientar a los productores lecheros en el camino a recorrer para una correcta disposición de los efluentes generados por sus establecimientos.

Se trata de un trabajo integral, que contempla cuestiones ambientales, legales, productivas y económicas, y que aspira a dar respuesta a una problemática de creciente importancia en el mundo lechero, a la cual Argentina no puede ser ajena.

Nuestra gestión ha priorizado desde sus inicios el trabajo en equipo, articulando ideas y acciones con las entidades de la producción y la industria lecheras, con las instituciones de investigación y desarrollo, con la banca oficial y con los organismos públicos de orden municipal, provincial y nacional.

A la vez, definimos la promoción del desarrollo agroindustrial sobre la base de la sustentabilidad económica, social y ambiental como un objetivo central del accionar del Ministerio de Agroindustria de la provincia.

De acuerdo con la impronta que le ha impreso a su gestión la Gobernadora María Eugenia Vidal, concebimos a la persona como eje principal e insustituible del quehacer económico-productivo, sujeto de todo proceso político, social y cultural a partir de una visión que reconoce sin reservas de ninguna naturaleza su dignidad, trascendencia y vocación comunitaria.

Pese a todas las dificultades que enfrentamos y a los desafíos que tenemos por delante, tenemos la convicción de que la lechería tiene un gran futuro tanto en Argentina como en nuestra provincia, donde esta actividad exhibe, junto con otras cadenas agroalimentarias, un peso propio y un protagonismo dignos de destacar.

En función de estos principios, aspiramos a que este valioso trabajo constituya un aporte al desarrollo integral de nuestra comunidad productiva lechera en el marco del bien común.

La Plata, 1º de octubre de 2018

INTRODUCCIÓN

“El uso agronómico de los efluentes permite a los productores su incorporación en los suelos como mecanismo de reposición de nutrientes. Los efluentes no son residuos para descartar ni para aplicarles tratamientos que disminuyan los contenidos de nutrientes. Es un fertilizante orgánico con destino final el suelo”

(Documento técnico. Manejo de efluentes en la provincia de Buenos Aires, junio 2016)

Buenos Aires es, junto con Córdoba y Santa Fe, una de las tres principales productoras de leche del país. Cuenta con un stock de 411 mil vacas lecheras (Senasa ,2018), 2.258 tambos y una producción estimada en 7 millones de litros/día, aportando aproximadamente el 25 % de la producción nacional. Teniendo en cuenta que en los tambos se generan entre 4 y 11 litros de efluentes por litro de leche, puede considerarse que en el año 2017 en el ámbito provincial se generaron, sin tomar en cuenta el agua de lluvia que llega directamente o por escurrimiento a las lagunas de tratamiento, más de 15 mil millones de litros de efluentes.

Considerados frecuentemente como un desecho, los efluentes mal utilizados constituyen una amenaza para la calidad del suelo, del agua y del aire, así como para la salud humana y animal. Sin embargo, correctamente manejados dejarían de ser un producto de desecho para convertirse en un recurso de nutrientes y materia orgánica, permitiendo incrementar el rendimiento de los cultivos. Se trata, en definitiva, de promover la incorporación de la gestión de los efluentes en el conjunto de la actividad productiva y la gestión de los nutrientes en el predio (Herrero et al., 2016).

Por otra parte, la problemática que se deriva de la falta de tratamiento adecuado de los efluentes no se agota en los riesgos de contaminación del

ambiente. La proliferación de barreras paraarancelarias en el comercio internacional constituye una amenaza cierta para el acceso de los lácteos argentinos a los mercados en el caso de no tener resuelto el problema del manejo de efluentes.

La necesidad de dar respuesta a esta situación impulsó a los actores de los sectores público y privado a establecer las bases para un trabajo conjunto. Es así que en junio de 2015, en el ámbito de la Mesa de Concertación de Política Lechera se firmó el Convenio Marco de Colaboración Mutua, Asistencia y Cooperación entre el entonces Ministerio de Asuntos Agrarios, la Autoridad del Agua y las entidades representativas de la cadena láctea (producción e industria), con el objetivo de desarrollar un sistema de uso agronómico de los efluentes y generar un marco jurídico claro y simple que permita su implementación, contemplando la realidad económico-productiva de la actividad y habilitando al suelo como destino del purín para uso agronómico en carácter de cuerpo receptor. Producido el cambio de autoridades en diciembre de 2015, la actual gestión validó este instrumento y dispuso la conformación de la comisión técnica destinada a generar un proyecto que, salvando el vacío normativo existente, hiciera posible el uso agronómico de los efluentes de los tambos bonaerenses. Esta comisión se integró con profesionales expertos en la temática, pertenecientes al movimiento CREA y a las Facultades de Agronomía y Veterinaria de la UBA, a los que se sumaron representantes de la industria láctea y miembros de entidades de la producción integrantes de la mesa lechera provincial. Por su parte, el sector oficial provincial estuvo representado desde el comienzo por los dos organismos con competencia en la materia, es decir, el Ministerio de Agroindustria, a través de la Dirección Provincial de Lechería, y la Autoridad del Agua. Desde el inicio del proceso de trabajo de la comisión técnica, conformada en septiembre de 2016, se identificaron claramente los principales problemas a resolver. Por un lado, la provincia de Buenos Aires cuenta con un marco normativo que establece las condiciones a cumplir para el vuelco de efluentes, de casi imposible cumplimiento en la caso de las explotaciones

tamberas. Por el otro, las normativas vigentes no preveían hasta ahora la alternativa más aconsejable para la solución del problema, cual es el uso agronómico. En efecto, tal como lo expresan los documentos de trabajo producidos por la comisión técnica, “en la actualidad los productores tamberos cuentan con alternativas técnicas para contener y reutilizar los efluentes pero no cuentan con opciones dentro del marco normativo que los habilite a gestionar los efluentes de la actividad” (Herrero et al., 2016). En una palabra, existe un marco normativo que determina las condiciones para el vuelco de los efluentes – de imposible cumplimiento dada la ausencia de tecnologías que lo hagan posible – pero se carecía de normas que previeran el uso agronómico como alternativa posible, permitiendo a los productores la incorporación de los efluentes en los suelos como mecanismo de reposición de nutrientes. Conformada la comisión técnica, ésta abordó de manera sistemática un trabajo organizado de acuerdo con el siguiente esquema:

Etapa 1. Punto de partida (2 meses)

Objetivo: Conocer los actores e instituciones participantes

- . Denotar intereses, aptitudes y experiencias de cada uno de los participantes de la Comisión Técnica para la Cadena Láctea.
- . Presentación del Proyecto Efluentes en Tambos (integrantes, experiencias, productos desarrollados)

Etapa 2. Compartiendo know how. I (4 meses)

Objetivo: lograr consenso en las líneas generales que enmarcarían la normativa de Buenos Aires.

- . Conocer la reglamentación existente. Alcances y medidas de control.
- . Dificultades en la implementación de la normativa para el productor.
- . Casos de normativas internacionales en la gestión de efluentes.
- . Análisis de las normativas nacionales innovadoras. Caso provincia de Córdoba desde la perspectiva técnica.
- . Obtener un consenso de la mesa en el hacia dónde vamos para seguir en la Etapa 3.

Etapa 3. Compartiendo know how. II (9 meses)

Objetivo: conocimiento de las opciones

tecnológicas y de proceso para aplicar la normativa.

- . Definición y armado de parámetros de uso agronómico.
- . Homogeneización de los contenidos. Armado de glosario de términos.
- . Explorar las opciones de tecnologías (insumos y procesos) del productor y del sector público
- . Consenso en las opciones de aplicación y control público (monitoreo, requisitos, tiempos de adaptación y ejecución)

Etapa 4. La Normativa

Objetivo: obtener un borrador de la normativa para Buenos Aires.

- . Presentación de Parámetros de Uso Agropecuario
- . Obtención de lineamientos que llevarían a la confección de un borrador de normativa provincial en la gestión de efluentes
- . Generación de la Guía de Buenas Prácticas como parte constitutiva de la normativa

En forma paralela, a los efectos de informar a los productores sobre los objetivos y avances del proyecto, y a la vez recoger opiniones y propuestas, se llevaron a cabo durante 2016 y 2017 varios talleres en las distintas cuencas lecheras de la provincia, coordinados por la Dirección Provincial de Lechería con la participación de los expertos que integran la comisión técnica.

En el mes de agosto de 2018, luego de más de dos años de labor ininterrumpida, la comisión arribó al cumplimiento de los objetivos planteados. Se concluyó la redacción del texto de la normativa habilitando el uso agronómico y se presentaron ante los referentes de la Mesa lechera provincial los avances de la Guía de Buenas Prácticas, en etapa de finalización. A modo de síntesis, podemos afirmar que contamos hoy con la normativa y con la Guía de Buenas Prácticas que orientará al productor en el buen uso del purín haciendo foco en el balance de nutrientes y el cuidado del ambiente. Todo bajo la premisa de facilitarle en lo posible la gestión ante los organismos de aplicación, teniendo en cuenta la dispersión geográfica y las características del sector, y con un

cronograma de incorporación de los tambos que, de acuerdo a su escala, contempla un período total de cuatro años. En cuanto al texto de la resolución que se tramita en Autoridad del Agua, se destaca en sus considerandos que “el uso agronómico reviste singular importancia para el desarrollo futuro de los establecimientos productores de leche de la provincia, habida cuenta la necesidad de ordenar y sistematizar el manejo de los efluentes de tambo utilizándolos como recurso para la recuperación de los nutrientes del suelo preservando a la vez el ambiente”. Mientras que entre los objetivos que se persiguen se menciona “la preservación del recurso hídrico, el suelo y el ambiente, generando una alternativa favorable para la reducción del riesgo ambiental en base al aprovechamiento racional del agua y la utilización del purín como insumo de la actividad productiva que lo genera”. Entendiendo como purín a “todo el efluente generado en establecimientos tamberos con capacidad para ser utilizado con las prácticas de uso agronómico” (Art.1 Res).

Al presentar ante la comunidad lechera de la provincia de Buenos Aires la Guía de Buenas Prácticas para la Gestión de Purines, queremos dejar constancia de nuestra gratitud para con los profesionales de la comisión técnica que hicieron posible un proyecto al que sabíamos de antemano complejo. Ellos cumplieron acabadamente con la misión que les encomendara dos años atrás la Mesa lechera provincial, encontrando un adecuado equilibrio entre el rigor técnico que requiere el tema en cuestión y las posibilidades reales de aplicación de la normativa por parte de los productores tamberos. Vaya en ese sentido nuestro reconocimiento a Pablo Cañada (CREA-FAUBA), Alejandra Herrero (Aprocal-FCV -UBA), Ariel Dejtiar (Mastellone Hnos.), Carlos Olgiati, Leonardo Toledo, Carlos Fanín, Andrea Cumba y demás profesionales de la Autoridad del Agua. También a Andrea Passerini y a Julio Aimar, quienes participaron en el proceso de trabajo como representantes de la mesa lechera. Finalmente, y como elemento clave en la coordinación de las distintas etapas del proyecto, el agradecimiento a Marcelo Lioi, Director de Leche, Productos Lácteos y Derivados, por su

incansable disposición y por poner su vasta experiencia profesional al servicio de la comunidad lechera.

Por último, cabe agradecer de manera muy especial al Ministro Leonardo Sarquis, al presidente de la ADA Pablo Rodríguez y al Subsecretario Miguel Tezanos Pinto, quienes nos brindaron su apoyo y el marco político necesario para el desarrollo de la tarea, entendiendo que en un proyecto como éste debe primar, por sobre cualquier otra consideración, la calidad del trabajo.

A modo de conclusión, citamos algunos conceptos del informe sobre Uso agronómico de residuos orgánicos, publicado por INTA en febrero de 2016, que sintetiza acertadamente lo principal de la problemática que aborda este trabajo. “La producción animal en Argentina evoluciona hacia sistemas intensivos y concentrados (mayor densidad de animales por unidad de superficie), que generan una mayor cantidad de residuos recuperables. Esta evolución no ha sido exclusiva de nuestro país sino una tendencia generalizada en el mundo, acompañada a su vez por un mayor interés por el ambiente asociado a las características de producción y al desarrollo sustentable. El proceso de intensificación fue acompañado por mejoras en el sistema de producción (mayor uso de tecnologías de insumos y procesos, bienestar animal, genética, nutrición, sanidad, formación del personal, entre otros), sin embargo en muchos casos no hubo una planificación previa sobre la disposición final de los residuos generados, que de no gestionarse adecuadamente pueden generar un grave impacto ambiental. La utilización de subproductos de la producción animal debe ser tomada como una estrategia de fertilización a largo plazo donde se preserva el medio ambiente y se conserva la fertilidad del suelo. Son una alternativa viable para reutilizarlos dentro del sistema y evitar una fuerte contaminación, solucionando así el destino final de los mismos”.

*Lic. Juan José Linari
Director Provincial de Lechería
Ministerio de Agroindustria,
Provincia de Buenos Aires.*

MÓDULO A:
EL AGUA EN EL TAMBO



CAPÍTULO 1: PRESERVAR LA CALIDAD DEL AGUA

—

Poseer una fuente de abastecimiento de agua de buena calidad es fundamental, tanto para la salud de la población residente, como para la del ganado y para la producción primaria de leche. La progresiva pérdida de la calidad del recurso hídrico compromete la sustentabilidad de la actividad lechera, haciendo indispensable gestionar adecuadamente el agua subterránea y superficial para mantener una producción sostenible a lo largo del tiempo.

La contaminación del agua en el medio rural se produce principalmente como consecuencia del ingreso de nutrientes (fertilizantes y excretas), metales pesados, microorganismos patógenos y drogas de uso veterinario, siendo todos estos excedentes provenientes de actividades agropecuarias. También puede contaminarse por pozos sépticos de viviendas y por áreas industriales cercanas a los predios. Los contaminantes llegarán por ser vertidos a los cuerpos de agua superficiales y/o a cuerpos de agua subterráneos. También, la sobreexplotación del recurso hídrico subterráneo puede tener consecuencias en su calidad por su salinización, siendo este proceso considerado una forma de contaminación.

En este capítulo se brindarán los conceptos básicos para comprender esta problemática y se presentarán pautas mínimas para realizar un adecuado monitoreo del recurso tendiente a minimizar los riesgos de contaminación de las fuentes de agua sin que la misma traiga efectos adversos durante la producción.



Calidad de agua para la producción de leche

La obtención de productos animales de calidad está sujeta a varios factores, siendo especialmente dos los que tienen relación directa con la calidad del agua: mantener una adecuada salud animal y sostener las condiciones de higiene, tanto de las instalaciones como de los implementos que se utilizan.

Para resguardar la salud animal es fundamental considerar, por un lado, los elementos presentes en el agua en su rol de minerales y por otro, prestar especial atención a ciertos elementos que se comportan como contaminantes, como son los nitratos y el arsénico. Resulta fundamental señalar la importancia del agua en el organismo animal ya que es utilizada para sostener funciones elementales de producción y para su salud. Esta situación obliga a un abastecimiento adecuado de agua tanto en calidad, como en cantidad suficiente.

El agua de bebida es una fuente de provisión de elementos minerales en la nutrición animal. Algunos estudios han cuantificado el aporte mineral del agua en bovinos, de hasta el 20% del calcio, el 11% del magnesio, el 35% del sodio y el 28% del azufre. Sin embargo, existe un nivel de tolerancia al contenido de sales por parte del animal. Si se exceden determinados valores podrían aparecer problemas en la producción y en la salud del animal.

En el caso de la higiene en los procesos de producción es un aspecto que se vincula a las presiones, por parte de países importadores de productos lácteos, en lo que respecta a la calidad de agua utilizada en los procesos de producción primaria. Por ejemplo, desde hace algunos años la Unión Europea determinó que para poder exportar productos lácteos desde otro país, se requería que los establecimientos de producción primaria poseyeran una red de agua de calidad "potable", regulada a partir de las normas establecidas por los países importadores europeos y que en el caso de la Argentina, no siempre coinciden con el Código Alimentario Argentino.

Para el caso de la región pampeana se ha demostrado que entre el 50 y 70% de los establecimientos agropecuarios no poseen agua potable disponible.

Contaminación del agua subterránea

La contaminación de un cuerpo de agua consiste en el cambio que se produce en la condición natural de sus aguas, como consecuencia de un proceso antropogénico (producido por el hombre como resultado de su actividad) o natural (producido por actividades naturales, como por ejemplo erupciones volcánicas que en la Argentina han sido los orígenes de la contaminación por arsénico denominado Hidroarsenicismo). Cualquiera de estas situaciones lleva a que el agua empeore su aptitud para los usos a los que estaba destinada. El concepto de contaminación incluye a todo proceso que genere un deterioro apreciable en la calidad física, química y/o biológica del agua subterránea.

La presencia de contaminantes en aguas subterráneas es un tema de interés vinculado generalmente a las actividades humanas. Por ejemplo, los contaminantes presentes en las excretas animales ingresan tanto a los cuerpos de agua superficial, como subterránea. En Argentina, se han realizado diversos estudios, entre los cuales se puede citar el hallazgo de exceso de N-NO_3^- (Nitrógeno contenido en el ion nitrato) (mayor de $34 \text{ mg N-NO}_3^-/\text{L} = >150 \text{ mg NO}_3^-/\text{L}$) en aguas subterráneas cercanas a lagunas de efluentes de tambos, y en molinos de los corrales de trabajo de un establecimiento de engorde a corral ($30 \text{ mg N-NO}_3^-/\text{L} = 130 \text{ mg NO}_3^-/\text{L}$).

Todos estos contaminantes llegarán al agua subterránea o superficial por diferentes procesos, que a su vez dependen de características locales y de las prácticas de manejo que se realicen. Para poder profundizar estos aspectos resulta necesario desarrollar brevemente algunos conceptos y procesos.

El agua subterránea se recarga por las precipitaciones. El agua transita primero por infiltración por la parte que se denomina "suelo biológico", que es el que tiene importancia para el crecimiento de las plantas, y después continúa su paso por el resto del perfil. En ambientes con nivel freático cercano a la superficie (profundidades menores de 10 m), como ocurre en la región Pampeana, la recarga normalmente se produce en las áreas topográficamente elevadas o intermedias, es decir en las lomas o media loma alta. Los arroyos y los bajos (lagunas, bañados) generalmente son las salidas al exterior,

o sea constituyen zonas de descarga del agua freática. Esta situación resulta importante porque la calidad del agua subterránea, además de depender de la composición mineral de las partículas que integran el acuífero por entre las cuales circula el agua, dependerá de las características del suelo que atraviesa. La velocidad del flujo (movimiento) del agua subterránea, en el sentido de la pendiente topográfica, dependerá del gradiente de esta. En zonas con mayor pendiente ocurren velocidades de circulación más altas, en oposición a las zonas con poca pendiente donde el agua circula más lentamente y tiende a sostener mayores tenores salinos. Esto también resulta importante para evaluar la circulación de contaminantes en el acuífero.

Los contaminantes llegarán al agua subterránea con mayor o menor rapidez y concentración, dependiendo de algunas características que dependen del tipo de contaminantes y del espesor y características de la zona no saturada (es la que se encuentra situada entre la superficie del suelo y los acuíferos). La eficiencia de ésta última para impedir o dificultar el acceso de los contaminantes depende de diferentes procesos biológicos y de interacción entre sólido-agua-contaminante-aire.

Los procesos de contaminación pueden ser de tipo “puntual” o de tipo “difuso”. Los primeros ocupan una parte reducida del acuífero, donde el contaminante llega a pocas perforaciones o pozos. En éstos se presenta, en general, una concentración elevada de éste, y si se elimina esta fuente, el contaminante se diluye rápidamente. La contaminación es provocada por descargas puntuales provenientes de pozos sépticos cercanos a las perforaciones, de aguas servidas municipales e industriales, de infiltraciones de sistemas de engorde a corral (feedlot), y de corrales de tambos.

La contaminación de tipo difusa afecta a volúmenes significativos del acuífero. Resulta difícil de encontrar una causa determinada, porque es consecuencia de muchos impactos, afectando a áreas importantes con varias perforaciones, en concentraciones más bajas que el anterior. En el medio rural provienen de la aplicación generalizada sin un criterio técnico adecuado de abonos y fertilizantes nitrogenados, de estiércol animal y de la rotación intensiva con leguminosas, sin la aplicación de ordenamiento



territorial que limite prácticas según las características del suelo y subsuelo. En el medio urbano es frecuente en zonas con mucha densidad demográfica con pozos sépticos y zonas industriales. Por estas características resulta mucho más difícil de remediar.

La prevención de cualquier tipo de contaminación es muy importante. Una vez que una perforación ha sido contaminada es muy difícil “limpiarla”. En estos casos se deberá proceder al tratamiento del agua, aunque no es una opción ni económica ni siempre disponible en el medio rural. Otra alternativa es proceder a realizar una nueva perforación u obtener agua de otro acuífero. Sin embargo, cualquiera de estas “soluciones” no impiden que el acuífero contaminado permanezca así para nosotros y para los vecinos.

La ubicación de una perforación es un aspecto central para comenzar a protegerla. Por ejemplo, ubicar la perforación en un lugar seguro, evaluando el drenaje superficial para evitar el fácil ingreso de contaminantes es el primer paso. En la napa freática y en acuíferos poco profundos el movimiento del agua subterránea sigue el mismo sentido de la pendiente del terreno. Sin embargo, en acuíferos más profundos el agua sigue movimientos regionales que es importante conocer. Estos desafían a la intuición y entendimiento de la geografía local y se aconseja asesorarse con profesionales para realizar estudios en su establecimiento. Además, se deben considerar las distancias de la perforación hacia diferentes fuentes de contaminaciones actuales y potenciales. De esta manera se puede utilizar la protección natural que da el suelo y la zona no saturada, donde ambos con su natural capacidad de filtrar y degradar contaminantes. En la siguiente tabla se observan las fuentes de contaminación más frecuentes en el medio rural y distancias mínimas sugeridas en diferentes países.

Es importante considerar que si tiene que cambiar el lugar de su perforación, realizar una nueva en un lugar alejado de las fuentes de contaminación para obtener mejor calidad de agua, esta situación no evitará que el acuífero siga contaminado.

Fuentes potenciales de contaminación	Otros países	Argentina o Buenos Aires
. Silajes en instalaciones plásticas . Cisternas de material	10 m	10 m
. Corrales de animales en pisos de cemento y con manejo de efluentes y purines	15 m	15 m
. Depósitos de almacenamiento de alimentos . Instalaciones de silajes con pisos de concreto y drenajes . Instalaciones para el manejo de purines y efluentes selladas con material de concreto o plástico	30 m	20 m
. Pozos Sépticos	30 m	20 m
. Depósitos de gasolina . Depósitos de pesticidas y fertilizantes	50 m	80 m
. Instalaciones para el manejo de purines y efluentes sin sellar . Instalaciones para silajes sin sellado de piso . Corrales de animales con pisos de tierra y sin manejo de efluentes y purines	50 - 100 m	50 - 100 m

Tabla 1.1 Distancias mínimas sugeridas de perforaciones de agua a fuentes potenciales de contaminación en el medio rural (Fuente: programa Farm “A”Syst, USDA; ADA).

Buenas prácticas en la ubicación y condición de las perforaciones

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
1. Gestionar la pre-factibilidad ante la autoridad de aplicación	Para adaptarse a la normativa vigente se recomienda asesorarse sobre la elección de sitio y disponibilidad hídrica para la extracción.
2. Considerar las distancias mínimas sugeridas respecto a las diferentes fuentes de contaminación.	Estas distancias están sugeridas para evitar la llegada de los contaminantes a las perforaciones desde fuentes conocidas en los predios agropecuarios.
3. Correcta construcción de perforaciones.	Las perforaciones se protegen mejor de la contaminación por derrames e infiltrados si están encamisadas, con los filtros necesarios y la boca del pozo protegida sobresaliendo, al menos 30 cm del suelo.
4. Ubicar las perforaciones en pendiente arriba de diferentes fuentes de contaminación.	Esta localización evitará la llegada de los contaminantes al agua subterránea por la manera en que esta se mueve en relación a la topografía.
5. Si tiene que ubicar una fuente de contaminación “pendiente arriba” de una perforación existente, duplique o triplique la distancia sugerida.	Según los suelos que posea tenga en cuenta esta recomendación para evitar la contaminación en función del movimiento del agua subterránea somera similar a la topografía del terreno.
6. Observar “corridas” de agua por escurrimiento superficial en el área de una perforación.	Revisar que no existan “corridas” de agua por escurrimiento superficial que lleguen al área de la perforación, evitando la llegada de contaminantes y sedimentos a la boca de la perforación.



a. Mala construcción de una perforación con su boca en una depresión que puede favorecer el ingreso de contaminantes



b. Construcción bien hecha con la boca del pozo elevada y protegida por un reborde de cemento.

Figura 1.1 Ejemplos de construcción de boca de perforaciones (Imágenes pertenecientes Herrero, MA y publicadas en la Guía de Buenas Prácticas para el logro de leche de Calidad, INTA, 2016)

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
7. Si tiene que ubicar fuentes de contaminación cerca de una perforación, evalúe hacerlas con un mínimo riesgo.	Para disminuir los riesgos considere, por ejemplo, en silajes deberá desarrollar un sistema para recolectar los líquidos. Si tuviese que construir pistas de alimentación, tener en cuenta en el diseño de pisos la captación y conducción de los líquidos que escurren.
8. Evitar que la boca de la perforación esté hundida o sin protección.	Esta situación evitará que los contaminantes queden retenidos en la boca del pozo favoreciendo su ingreso por posibles grietas no detectadas (Figura 1.1.a).
9. Revisar que no existan fisuras o deterioros evidentes en el área superior de perforaciones existentes.	Estas pueden ser foco directo de entrada de contaminantes hacia el pozo.
10. Mantenga correctamente su perforación.	No hacerlo es como pretender utilizar su vehículo sin cambiar el aceite del motor.
11. Revisar obligatoriamente la condición de perforaciones de más de 30 años.	Esta situación se debe realizar por un profesional porque puede haber procesos de corrosión o fisuras no detectados.
12. Revisar preventivamente la perforación cada 10 años.	Realizar una evaluación completa del estado de la perforación y de los mecanismos de extracción.
13. Consulte sobre la profundidad de su perforación.	Es un aspecto fundamental para desarrollar un plan de manejo del agua subterránea en su propiedad.
14. Evalúe la calidad del agua subterránea.	Considere las normativas locales de muestreo y análisis a realizar. Si no hubiese normativas tenga en cuenta realizar mínimamente la determinación anual del contenido de nitratos y de bacterias, ya que son dos indicadores importantes de la condición del agua de la perforación. También puede determinar dureza, alcalinidad, pH, conductividad y cloruros. Son indicadores de cambios en la situación de la calidad de agua.
15. Tenga en cuenta los cambios en el uso de la tierra.	Estos pueden afectar la calidad del agua subterránea y que, tanto los procesos de inundaciones o sequías, afectarán su calidad.
16. Lleve registros de los resultados de los análisis de la calidad.	Estos registros ayudan a detectar los cambios que vayan ocurriendo en la calidad de agua.
17. Asesórese sobre el manejo de perforaciones abandonadas.	Deben estar correctamente selladas para evitar que sean fuente directa de contaminación del agua subterránea.

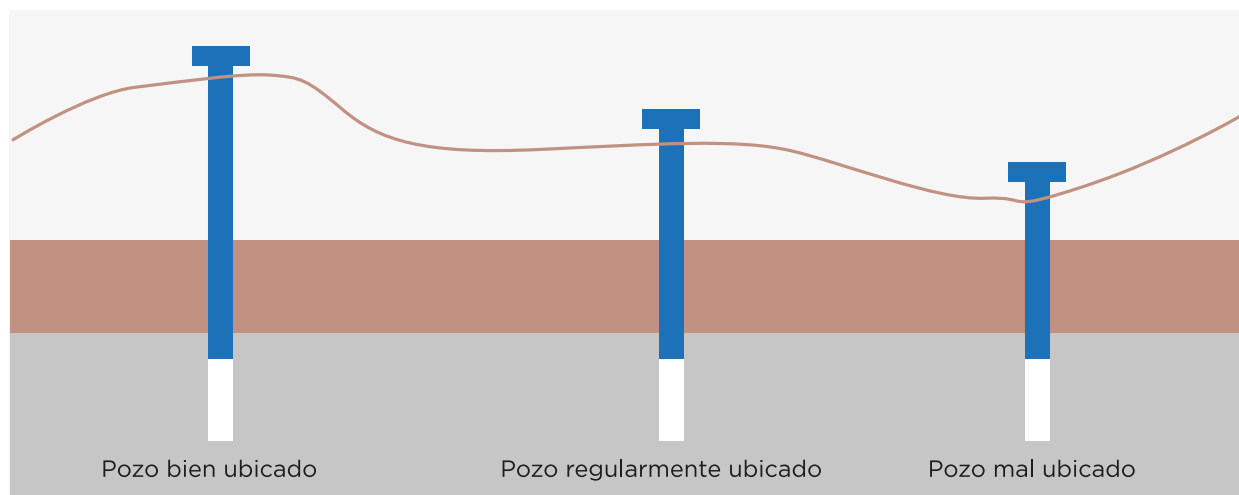


Figura 1.2 Esquema de ubicación de perforaciones según la pendiente del paisaje
(Fuente, Herrero MA – Guía de Buenas Prácticas para el logro de leche de calidad)

Buenas prácticas que preservan la calidad de agua vinculadas a instalaciones para el ganado

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
18. Diseñar correctamente las instalaciones para purines y estiércol.	Esta situación implica hacerlo en “sintonía” con la carga animal actual y su proyección potencial, las prácticas de manejo en el ordeño y de la alimentación para disminuir los riesgos de contaminación del agua.
19. Considerar una distancia entre 50 y 100 metros respecto de una perforación para instalaciones de manejo de purines.	Incrementar esta distancia si se requiere ubicar estas instalaciones en pendiente arriba de una perforación.
20. Realizar una correcta limpieza de corrales.	Utilizar escurridores de madera para barrer las excretas previamente al lavado con agua, esta práctica disminuye el uso de agua.
21. Organizar sectores para almacenamiento de estiércol.	Si los sólidos orgánicos (estiércol) que quedan depositados en el corral de espera son recogidos previo al lavado de los pisos, disponerlos alejados de la instalación de ordeño, de los animales y de zonas de extracción de agua (como mínimo a 50 m).
22. Construcción de depósitos de estiércol.	Deberán ubicarse sobre una estructura de cemento, con algún sistema (pendientes, por ejemplo) para facilitar el manejo del lixiviado que se genera por la acumulación de los sólidos.



Figura 1.3 Almacenamiento de estiércol sobre piso de cemento con pendiente para lixiviados hacia la laguna (Imagen, Herrero M.A., Guía de Buenas prácticas para el logro de leche de calidad, INTA, 2016)

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
23. Depositar los residuos sólidos inorgánicos generados en las instalaciones de ordeño en un recipiente identificado para este fin.	Ningún residuo debe terminar en las lagunas. Los depósitos de residuos especiales deben estar ubicado estratégicamente (fosa de ordeño, sala de leche, manga). Depositar allí frascos generales, guantes, pezoneras, toallitas descartables, etc. y gestionar de acuerdo a su plan de manejo de residuos. Los residuos patológicos (jeringas, envases productos veterinarios, guantes con sangre, etc.) van a depósitos identificados para su traslado periódico con servicios autorizados.
24. Diseñar recolección de lixiviados de los silos bolsa al momento de su apertura.	Se deberán recolectar los efluentes que se genera de las bolsas dado que son lixiviados que contaminan acuíferos.
25. Realizar la dilución de fitosanitarios a por lo menos 40 metros y aguas abajo de una perforación.	Los derrames accidentales son causa frecuente de contaminación de perforaciones.

Buenas prácticas vinculadas a la evaluación de la condición general de sitio

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
26. Conocer la profundidad del agua freática como un indicador de la rapidez en la cual llegarán los contaminantes al agua subterránea.	Aguas subterráneas localizadas a más de 6 metros de profundidad, aseguran un mayor tiempo de tránsito del contaminante en la zona no saturada y en consecuencia una mayor oportunidad para su degradación.
27. Evaluar las características del suelo del establecimiento.	Los suelos con mayor proporción de arena facilitarán la infiltración de los contaminantes al agua subterránea, respecto de los de mayor contenido de arcilla.
28. Generar un plan de manejo integral de su predio	Es parte de la gestión ambiental y productiva de su predio. Se recomienda consultar normativas locales y provinciales.

Los 10 puntos clave para su autoevaluación

Marque con una cruz donde corresponda

	SIEMPRE	A VECES	NUNCA/ NO REALIZO
1. ¿Evalúo el sitio de la perforación (ubicación, cambios en el manejo circundante en un radio de 50 m)?			
2. ¿Reviso el estado de construcción y mantenimiento de la perforación?			
3. ¿Realizo una evaluación del estado de la boca de las perforaciones de bombas y molinos (altura de la boca de pozo, grietas y escurrimientos superficiales)?			
4. ¿Realizo análisis de calidad, poseo registros y evalúo los cambios en la calidad del agua?			
5. Para la construcción y/o mejoras de instalaciones para alimentación y manejo del estiércol. ¿Considero las condiciones del sitio, pendientes, conducción (ej: canaletas) y sellado de superficies?			
6. ¿Tengo un adecuado manejo de purines y líquidos de silajes que preserve la calidad de agua?			
7. ¿Poseo un manejo adecuado de residuos especiales y patológicos?			
8. ¿Poseo un plan de monitoreo y registro de la profundidad del acuífero freático en la zona?			
9. ¿Poseo un croquis actualizado de mi propiedad indicando todas las instalaciones para el ganado y las perforaciones existentes?			
10. ¿Poseo actualizado el plan de manejo integral ambiental del establecimiento?			

CAPÍTULO 2: LAS PERFORACIONES EN TAMBOS

Ubicación y diseño de perforaciones

El diseño del pozo dependerá del acuífero a captar, de los caudales a utilizar y de la calidad requerida. Será requisito fundamental la correcta aislación de acuíferos para evitar la interconexión y el arrastre de elementos que alteren la calidad propia del acuífero a explotar. Las perforaciones deberán estar ubicadas “aguas arriba” y a una distancia prudencial de posibles fuentes de contaminación, ya sean de origen domiciliario (cámara sépticas, pozos ciegos, drenes de infiltración) o relacionados con la actividad propia del tambo (corral de espera, sala de ordeño, sector de tratamiento de efluentes o lugares en los cuales se acumule el purín). Asimismo, se deberán evitar zonas bajas o anegables para su ubicación (Figura 2.1).



Figura 2.1 Esquema de correcta instalación de una perforación (izquierda) e incorrecta ubicación (derecha)

Para disminuir los posibles impactos en la calidad del agua subterránea con respecto al manejo de los efluentes, se recomienda que la distancia mínima entre el fondo de la laguna de disposición de efluentes y el mínimo nivel freático histórico registrado, deberá ser de por lo menos 2 metros. Además, se recomienda la impermeabilización del piso de las lagunas. Teniendo en cuenta el tipo de suelo, se recomienda un distanciamiento mínimo entre pozos de captación y fuentes de contaminación de 50 metros para suelos limo-arcillosos y 100 metros para suelos arenosos.

Se recomienda el reúso del agua en las distintas etapas de la actividad, por ejemplo el agua del refrescado de la leche puede ser utilizada para lavado de instalaciones. Así mismo, para reducir los caudales utilizados en la limpieza de los corrales de espera y la sala de ordeño, se deberá recolectar el estiércol antes del lavado (Capítulo 3). Las perforaciones deberán estar correctamente construidas contando con cañería de aislación, una cementación adecuada, filtro, prefiltro y tapón de cierre; la boca del pozo deberá estar protegida con sello sanitario.

A continuación se indican las recomendaciones y los pasos a seguir:

1. La perforación deberá realizar con un diámetro 4" mayor que la cañería de aislación a colocar.
2. Se deberá colocar una cañería de aislación que actúe como revestimiento de los niveles superiores de agua no requeridos en la explotación. La profundidad de la misma dependerá de los sedimentos atravesados.
3. Se deberá bajar el filtro. El tamaño y disposición de las ranuras del filtro deberán adecuarse a las características litológicas del acuífero para su correcto funcionamiento; es decir, las ranuras del filtro deben tener un tamaño menor para evitar el arrastre de partículas que puedan obstruir el correcto funcionamiento de la bomba.
4. Colocar un prefiltro que consiste en material seleccionado (grava del mismo tamaño), limpio y de tamaño adecuado para el filtro previsto. Es importante que el mismo supere hasta una altura de 1 metro sobre el tramo filtrante.
5. Cementar el espacio anular entre la cañería y el diámetro perforado, con una lechada adecuada de cemento con el fin de prevenir el movimiento de agua y/o contaminantes a través del pozo hacia zonas no contaminadas. Se recomienda esperar 48 horas para su fraguado.
6. Colocar tapón de fondo.
7. Colocación de equipo de bombeo.

El extremo superior de la cañería deberá llegar a una altura no menor de 30 cm sobre el nivel del terreno. El mismo deberá contar con sello sanitario, el cual consiste en un núcleo impermeable de arcilla compactada alrededor de la tubería del pozo. Por encima de éste, se procede a armar un cubo de hormigón de 1 m³. Para evitar que pueda entrar en el pozo cualquier objeto que dañe la bomba o el filtro, se coloca una tapa enroscada, del mismo diámetro que la tubería utilizada.

Recomendaciones para pozos rectos

La lechada de cemento se debe colocar inmediatamente después del filtro de grava. Para lograr una cementación efectiva, debe practicarse en forma ascendente; es decir, desde el extremo inferior del caño (zapata) o del pozo, hacia la superficie.

El sector de la cañería de aislación cementado debe encontrarse por lo menos dos metros por debajo del nivel dinámico mínimo histórico registrado para la zona. Esto se debe dar para garantizar que no se produzca el arrastre de sustancias contaminantes hacia la perforación (Figura 2.2).

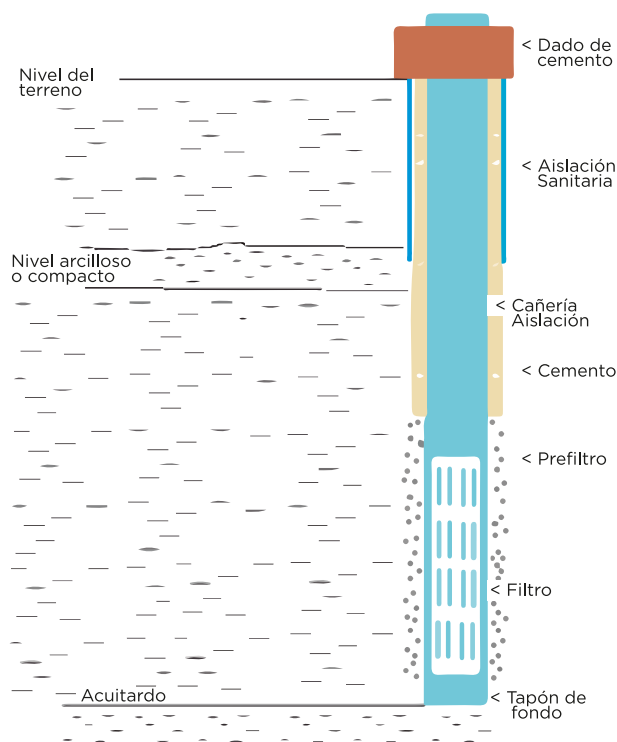


Figura 2.2 Esquema de pozo recto.

Recomendaciones para perforaciones profundas

La perforación deberá hacerse en dos etapas:

1. La primera hasta alcanzar un nivel arcilloso potente que separe las capas de agua más profundas con el fin de evitar el ingreso de partículas o sustancias no deseables al nivel que se vaya a explotar. Los niveles superiores de agua explotables deberán estar protegidos por medio de una cañería de aislación y cementados, desde el nivel arcilloso donde se hinca la cañería de aislación hasta la superficie. Cabe aclarar que el cementado debe practicarse en forma ascendente; es decir, desde el extremo inferior del caño (zapata) o del pozo, hacia la superficie. La profundidad de la cañería, dependerá de la litología de la zona; recomendándose que, de existir, se hinque en las 2/3 partes de los niveles arcillosos importantes que separe las capas de agua más profundas.

2. En la segunda etapa, deberá reperforsarse con un diámetro menor por dentro de la cañería de aislación hasta el nivel de agua a explotar, colocándose la cañería portafiltro, filtro y tapón de fondo.

Se presenta un esquema de ejemplo en la figura 2.3

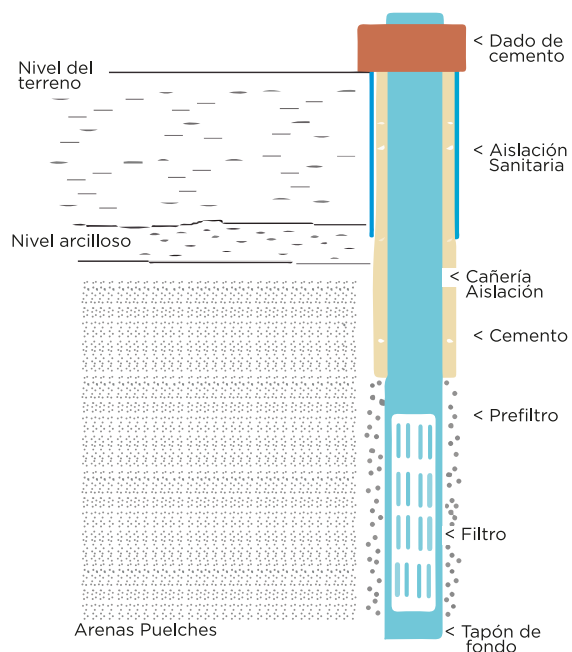
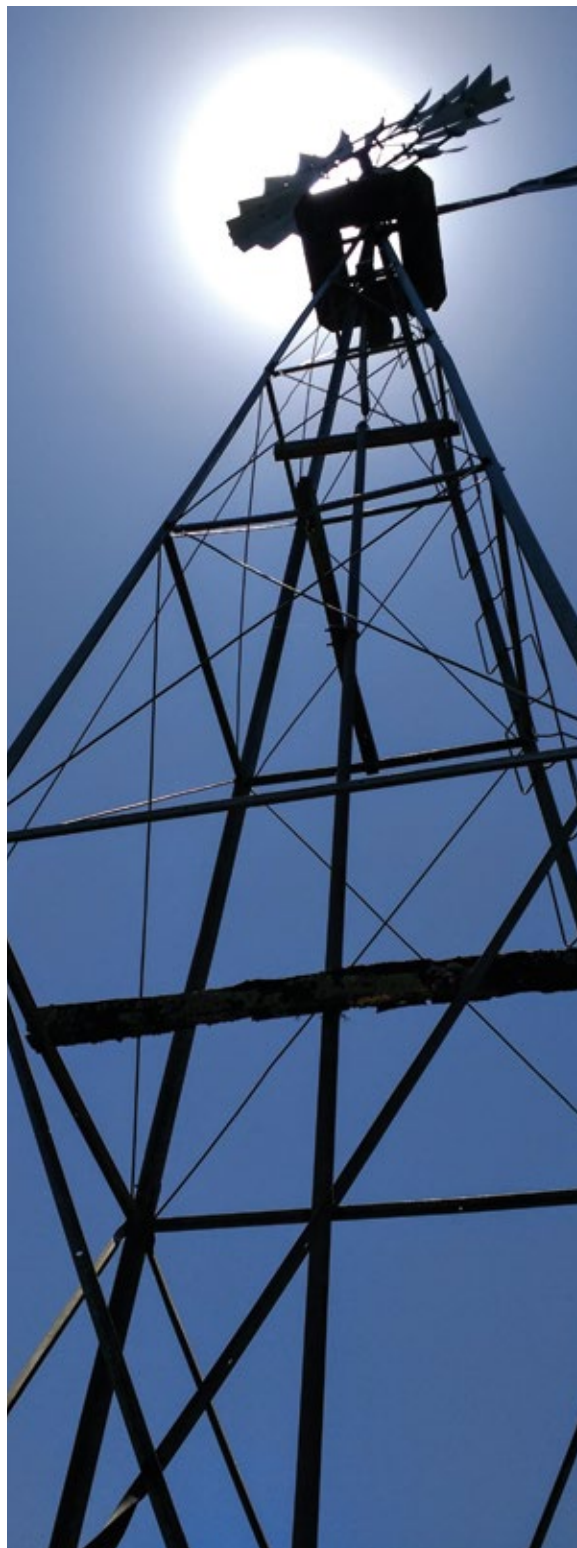


Figura 2.3 Esquema de perforación profunda



Los 10 puntos clave para su autoevaluación

Marque con una cruz donde corresponda

	SIEMPRE	A VECES	NUNCA/ NO REALIZO
1. ¿Realizó la perforación aguas arriba?			
2. ¿Respetó la distancia de 2 metros entre el fondo de la pileta de acopio de purín y el nivel freático?			
3. ¿Respetó las distancias entre fuentes de contaminación y la perforación?			
4. ¿La pileta de acopio de purín se encuentra impermeabilizada?			
5. ¿Reutiliza el agua para la producción en otra actividad?			
6. ¿La perforación posee cañería de aislación?			
7. ¿Cementó el espacio entre la cañería de aislación y la perforación?			
8. ¿La perforación posee prefiltro y filtro?			
9. ¿La perforación posee tapón de fondo?			
10. ¿Realizó el sello sanitario?			

Instructivo para la toma de muestras. Requerimientos especiales de muestreo y conservación

Las siguientes recomendaciones están referidas a precauciones que se deben tener en cuenta para extraer y conservar la muestra, a los fines que los resultados no sean malogrados por un inadecuado procedimiento.

La preservación de la muestra sólo asegura la validez del análisis dentro del lapso de cada técnica en particular.

Las técnicas de conservación colaboran a retrasar, en el mejor de los casos, los cambios y alteraciones químicas y biológicas que ocurrirán desde que se toma la muestra hasta que se realiza el análisis. En cualquier caso, para garantizar la mínima alteración de la muestra, el análisis debe realizarse lo más rápido posible una vez tomada la muestra.

Las muestras deben ser representativas, en todo lo posible, del conjunto que va a caracterizarse y deberán tomarse las precauciones que sean posibles para conservar la muestra de agua, de tal forma que no experimente ninguna modificación desde el momento de su toma hasta su análisis.

Antes de tomar la muestra en el envase respectivo, hay que lavarlo dos o tres veces con el agua en cuestión, a no ser que el envase contenga un conservante o descolorante. En función del análisis que se va a realizar habrá que llenar el envase completamente (en el caso de

análisis orgánicos) o dejar un espacio vacío para aireación o mezcla (caso de análisis microbiológicos).

El tipo de envase es de gran importancia, generalmente son de vidrio, de vidrio borosilicatado, de polietileno o teflón y según los casos serán preferibles unos u otros. Por ejemplo el sodio y la sílice aumentarían su concentración si la muestra se hace en frascos de vidrio debido al ligero aporte por disolución del propio vidrio. Los metales, en general, pueden dejar residuos absorbidos en las paredes de los envases de vidrio. Las muestras con componentes orgánicos no deberán recogerse en envases de plástico, ya que algunos compuestos orgánicos, sobre todo los volátiles pueden alterarse por contacto con las paredes del envase plástico e incluso pueden lixiviar sustancias del propio envase, también los tapones de los envases que suelen ser de plástico pueden ser inadecuados si se ponen en contacto con componentes orgánicos. Las muestras para análisis bacteriológico deberán recogerse preferentemente en envases de borosilicato previamente esterilizados y de boca ancha. Si se usan envases de propileno se deberán esterilizar previamente en autoclave. Algunas sustancias, especialmente cationes, se ven más afectados que otros durante la conservación, así por ejemplo algunos cationes como el aluminio, cadmio, cromo, cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc, son adsorbidos por las paredes de los envases de vidrio o por intercambio iónico con estas, lo cual hace aconsejable utilizar envases que no sean de vidrio.

Algunas determinaciones como la temperatura, pH y gases disueltos deben hacerse al hacer la toma (in situ) ya que cambian rápidamente. En el equilibrio carbónico, al perderse el CO₂ pueden precipitar los carbonatos y por tanto se vería alterado el contenido de calcio, la dureza y la alcalinidad.

La oxidación del hierro y manganeso (solubles en su estado de reducción) podrían precipitar al oxidarse.

El contenido de amoníaco, nitrito y nitratos pueden verse alterados por fenómenos de oxidación-reducción y por determinadas actividades microbiológicas, que también influirían en la disminución de fenoles, reducción de sulfatos a sulfitos y de la materia orgánica. Hay otros muchos cambios motivados en general

por fenómenos de oxidación reducción. A veces los cambios biológicos que se producen en una muestra pueden ocasionar modificaciones en el estado de oxidación de algunos de sus propios componentes.

Si las muestras no pueden ser analizadas de forma inmediata al llegar al laboratorio es recomendable conservarla a 4° C., desde la recogida hasta la realización del análisis. Si se utilizan conservantes químicos, han de emplearse siempre que no afecten ni alteren el análisis posterior. A veces hay que recoger varias muestras y conservarlas por separado, ya que un método de conservación puede ser útil para un análisis y en cambio no ser adecuado para el análisis de otro componente.

Los cambios motivados por los microorganismos se retrasarán si se mantienen en la oscuridad y a baja temperatura. Para evitar que las sustancias orgánicas volátiles se pierdan es aconsejable que en el frasco de muestra no existan espacios vacíos. En general los métodos de conservación se orientan a retrasar la hidrólisis de compuestos y complejos químicos, a reducir la volatilidad de ciertos componentes y a retrasar la acción de los microorganismos.

En la tabla 2.1 se resumen instrucciones de conservación y los tiempos máximos recomendados para parámetros analíticos:

Se deberá tener en cuenta que el Tiempo Máximo de Conservación recomendado por Standard Methods de APHA-AWWA - WPCF varía según el tipo de determinación que vaya a realizarse Ej: para la determinación de cloro residual es de 0.5hs/2hs, para nitratos 48 hs, para pH 2 hs., etc. siendo esta la razón por la que solicitamos especificar en las muestras remitidas el horario de extracción.

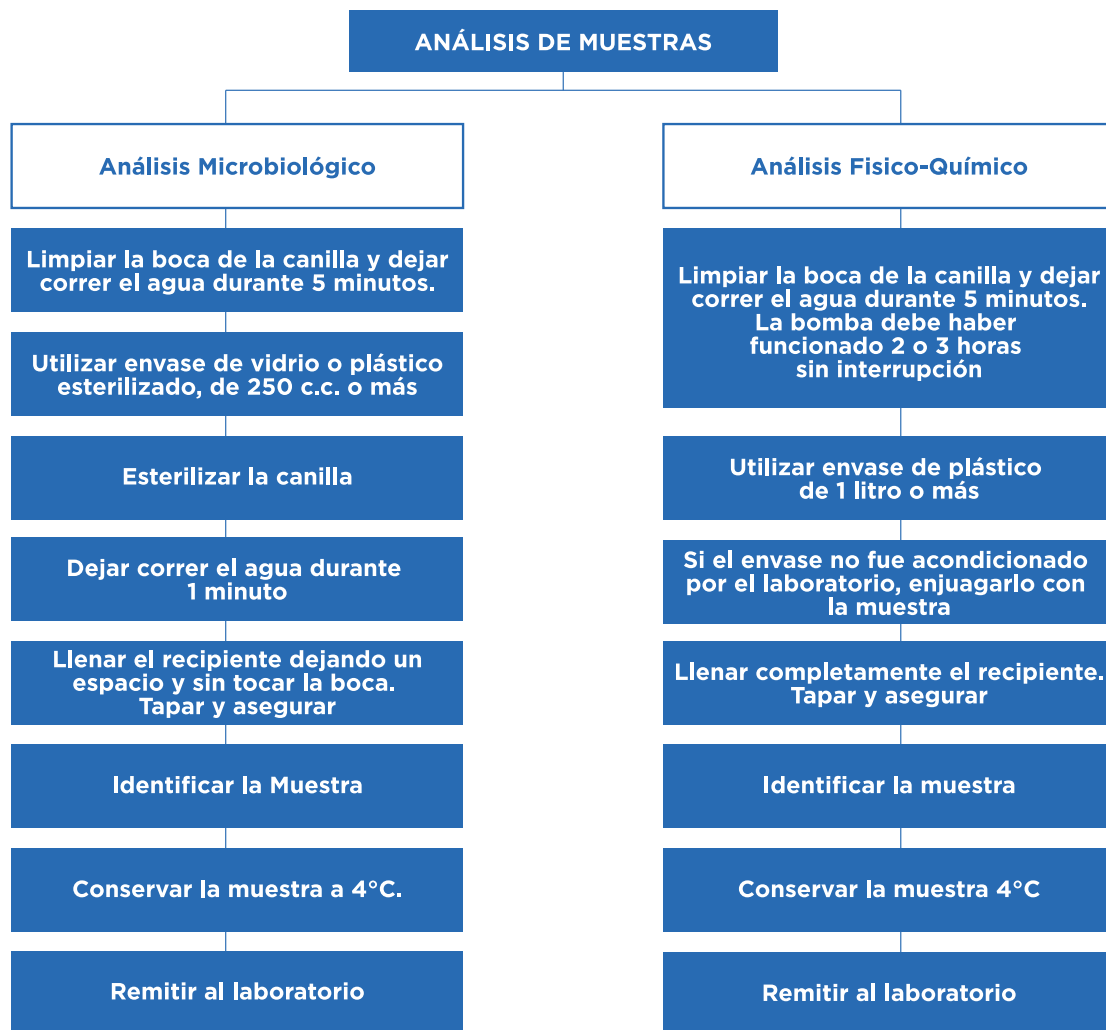
Determinación	Envase	Conservación	Tiempo máximo
Grasas y aceites	V	pH <2 con H ₂ SO ₄ , refrigerar	28 d
Alcalinidad	P,V	Refrigerar	14 d
Amonio	P,V	Analizar lo antes posible o bajar pH <2 con H ₂ SO ₄ , refrigerar	28 d
Arsénico	P,V	Bajar pH <2 con H ₂ SO ₄	28 d
Boro	P	No requiere	6m
Cianuro Total	P,V	Añadir Na OH hasta pH >12. Refrigerar	14 d (24hs si hay Sulfuros)
Cromo (VI)	P,V	Refrigerar	48 hs
Cloro residual	P,V	Analizar inmediatamente	2 hs
Color	P,V	Refrigerar	48 hs
Conductividad	P,V	Refrigerar	28 d
DBO	P,V	Refrigerar	48 hs
DQO	P,V	Analizar lo antes posible o bajar pH <2 con H ₂ SO ₄	28 d
Dureza	P,V	Bajar pH <2 con HNO ₃	6 m
Fenoles	P,V	Refrigerar y bajar pH <2 con H ₂ SO ₄	28 d
Fluoruros	P	No requiere	28 d
Fosfatos	V	Para fosfato disuelto filtrar inmediatamente. Refrigerar	48 h
Metales Pesados	P	Bajar pH <2 con H ₂ SO ₄ , 4°C	28 d
Nitrato	P,V	Refrigerar	48 hs
Nitrato + Nitrito	P,V	Bajar pH <2 con H ₂ SO ₄ , 4°C	28 d
Nitrito	P,V	Analizar lo antes posible o refrigerar	28 d
Nitrógeno Total Kjeldahl	P,V	Bajar pH <2 con H ₂ SO ₄ , 4°C	28 d
Olor	V	Analizar lo antes posible o refrigerar	6 hs
Oxígeno Disuelto	V	Analizar in situ	inmediatamente
Pesticidas	V	Refrigerar, Si hay cloro residual agregar 1000 mg/l ácido ascórbico	7 d hasta extracción, 40 d tras extracción
pH	P,V	Analizar inmediatamente	2 hs
Salinidad	P,V	Analizar inmediatamente o usar sello de lacre.	6 m
Sólidos	P,V	Refrigerar	14 d
Sulfuros	P,V	Añadir 4 gotas de acetato de zinc 2N/100ml. Añadir Na OH hasta pH >9	28 d
Sulfatos	P,V	Refrigerar	28 d
Turbiedad	P,V	Analizar el mismo día o guardar en oscuridad hasta 4 hs	48 hs

Tabla 2.1 Instrucciones de conservación y los tiempos máximos recomendados para parámetros analíticos. Fuente: ADA. P:Plástico - V. Vidrio

Recomendaciones generales para la toma de muestra

1. Lavar dos o tres veces el envase con el agua a muestrear, a no ser que el envase contenga conservante y colorante.
2. Si el análisis es orgánico se debe llenar el envase.
3. Si el análisis es microbiológico se debe dejar un espacio vacío.
4. Si la muestra posee metales el envase no deberá ser de vidrio.
5. Si la muestra es destinada a un análisis bacteriológico se deberá recoger en envases de boro – silicatos esterilizado y de boca ancha.
6. La temperatura, pH y gases disueltos deben determinarse in situ.
7. Si la muestra no puede ser analizada de forma inmediata es recomendable conservarla a 4° C.
8. Está a disposición una tabla con instrucciones de conservación y tiempo máximo de conservación para cada parámetro a analizar.

Instructivo para toma de muestras



CAPÍTULO 3: USAR EL AGUA EFICIENTEMENTE

El agua es un recurso fundamental en los establecimientos lecheros, ya que no sólo es utilizada para bebida animal, sino que también es necesaria en actividades durante la rutina de ordeño, como por ejemplo en el pre-enfriado de la leche, la higiene de los animales y de los equipos, la limpieza de las instalaciones, la administración de ciertos medicamentos y también la evacuación de las aguas residuales, entre otros usos.

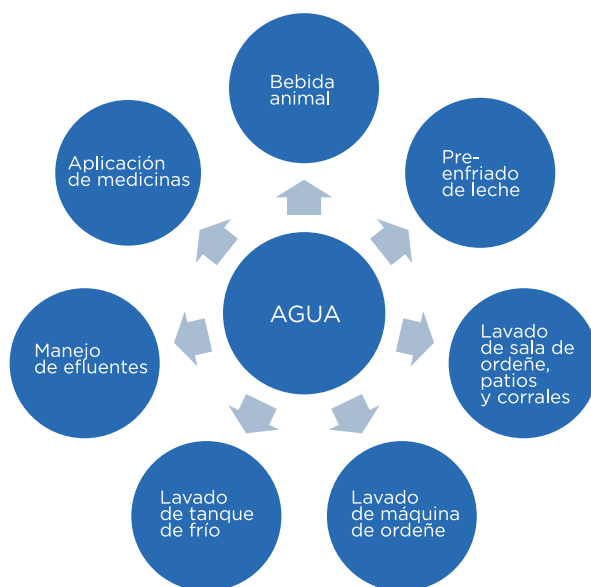


Figura 3.1 Usos del agua en establecimientos lecheros

El agua para bebida animal

Además de cumplir numerosas funciones fisiológicas en los seres vivos para su nutrición y crecimiento, el agua es el principal componente de la leche, por lo que proporcionar suficiente agua limpia, fresca y de fácil acceso para el ganado tiene un efecto directo sobre la producción. Una reducción en el consumo de agua del 40% puede bajar la producción de leche hasta un 25%. En períodos de mayor estrés calórico el agua cobra incluso mayor importancia ya que actúa como disipador del calor corporal.

El agua para bebida animal es uno de los principales consumos dentro del establecimiento lechero. El volumen de agua ingerida dependerá de numerosos factores tales como la temperatura ambiente, el sistema de producción, tipo de alimentación, nivel de producción de leche, especie animal y estado fisiológico, entre otros. Puede considerarse que una vaca necesita entre 3 y 4 litros de agua por litro de leche producido, por lo que vacas con alto nivel de producción pueden llegar a beber más de 150 litros en un solo día.



Las vacas en producción beben aproximadamente entre el 30 y el 50% de su consumo total dentro de la hora posterior al ordeño. Cuando las condiciones son favorables, las vacas beben rápidamente llegando a ingerir más de 20 litros de agua por minuto; en caso contrario, si no se puede satisfacer esta demanda, el consumo caerá y con ello la producción.

El uso del agua durante la rutina de ordeño

También se requieren grandes cantidades de agua durante la rutina de ordeño y la higiene de las instalaciones. Estos consumos pueden llegar a 180 litros/VO/día, cuya mayor proporción se utiliza para el pre-enfriado de la leche. Otro consumo importante en el tambo es el agua utilizada para la limpieza de la sala de ordeño y los corrales. Luego de estos, siguen otros consumos menores como la limpieza de las ubres, el lavado de la máquina de ordeño y el tanque enfriador. A pesar de que el tamaño del rodeo es determinante a la hora de evaluar el consumo de agua de un tambo, el diseño del establecimiento, las prácticas y tecnologías utilizadas también influyen.

A continuación se presenta un detalle de los consumos mencionados anteriormente:

Destino	Uso	Volumen Utilizado
Pre-enfriado de leche	El pre-enfriado de la leche es uno de los destinos en el cual se requiere mayor volumen de agua dentro del tambo, siendo necesario que sea de buena calidad/potable. Luego de este proceso, el agua no ve alterada su calidad inicial, por lo que tiene el potencial de ser reutilizada en otros procesos.	++++
Limpieza de patios y corrales	El agua para lavado de patios y corrales puede representar una gran proporción del total de agua utilizada. No es necesario disponer de agua de alta calidad para este uso, siendo posible incluso utilizar efluente líquido reciclado, ahorrando de este modo agua dulce.	+++
Limpieza de la fosa y la sala de ordeño	A pesar de no requerir agua potable, es importante que para esta actividad de utilice agua de buena calidad con el objetivo de no contaminar la leche, por lo que para este uso podrá ser utilizada agua reciclada del equipo de placas o agua de pozo pero no así agua reciclada del efluente.	+++
Lavado del tanque de frío y la máquina de ordeño	El volumen de agua requerida para estos usos es relativamente pequeño en relación al total consumido, pero es fundamental que esta sea potable y de excelente calidad.	++
Higiene de ubres	Requiere agua de buena calidad, similar al agua utilizada en la limpieza de la sala de ordeño. Las cantidades utilizadas varían notablemente de tambo a tambo y dependen fundamentalmente de las prácticas (lavado en seco o no), dispositivos de corte en la manguera y cuestiones operativas. El uso desmedido puede conllevar en un gran consumo para este destino.	+
Otros usos (aspersores de agua para refrescado, etc.)	El resto de los usos en el tambo por lo general son menores, aunque un consumo desmedido puede incidir notablemente en el consumo total de agua.	+

Tabla 3.1 Uso del agua durante la rutina de ordeño, ordenados según su importancia en el consumo

¿Porque es importante realizar un uso eficiente y responsable del recurso hídrico?

Ahorro de dinero: Un menor uso de agua implicará una reducción del uso de la bomba de extracción y consecuentemente una disminución en el consumo de energía eléctrica. Han sido estimados ahorros de un 40 y un 50% en el consumo eléctrico de la bomba de agua como resultado de una correcta planificación del uso del recurso hídrico. Adicionalmente, un menor consumo de agua implicará una reducción de la generación de efluentes y consecuentemente del uso de la bomba estercolera en los casos que corresponda, o el costo asociado en los casos que se utiliza tanque estercolero para esparcir los purines a campo. Por otro lado, disminuir el volumen de los efluentes también posibilita minimizar el volumen de almacenamiento necesario para contener al mismo y por consiguiente reducir los costos a la hora de realizar la construcción de las lagunas. En lagunas ya construidas esta disminución del volumen aumentaría el tiempo de retención.

Mejor gestión de los purines: Realizar un uso eficiente del agua implicará una mejora en la calidad del purín generado, ya que por un lado el volumen a manejar será menor, y por otro aumentará su valor como fertilizante debido a que los nutrientes presentes en él estarán más concentrados siendo de más fácil control y facilitando su gestión.

Uso sustentable del recurso hídrico: El agua como un recurso esencial debe ser utilizada racionalmente. Un uso excesivo puede alterar su calidad en zonas con problemas de salinidad (ver capítulo 1).

Medición y monitoreo del agua consumida

Para realizar una gestión responsable del recurso hídrico es imprescindible conocer cuánta agua se consume y para qué está siendo utilizada. Estos datos serán fundamentales a la hora de establecer la cantidad de agua necesaria para el desarrollo de la actividad, los volúmenes de almacenamiento requeridos, la planificación de la gestión y la búsqueda de alternativas tendientes a mejorar la eficiencia en el uso y la reducción del consumo. Para esto será necesario entonces comprender el circuito de agua de nuestro tambo. Realizar un diagrama del mismo ubicando fuentes de extracción (bombas, molinos, etc.), cañerías, canillas, mangueras, tanques de almacenamiento, etc. puede ser de ayuda para entender el flujo del agua y determinar cómo puede ser medido (Figura 3.2).

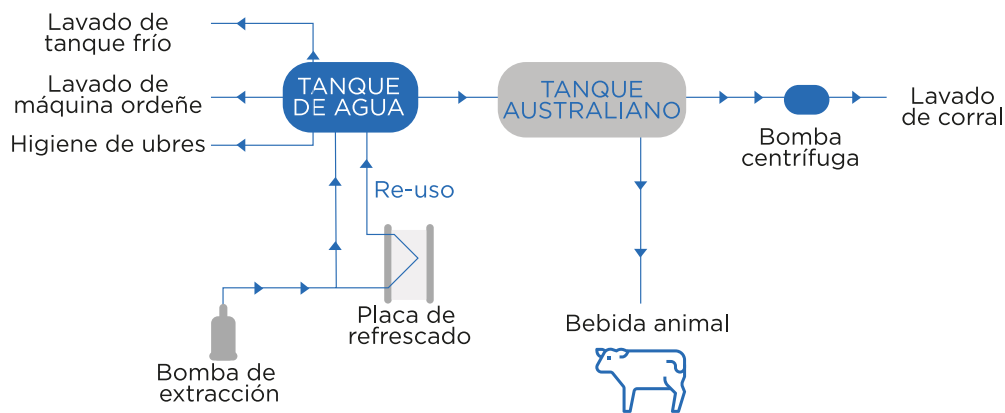


Figura 3.2 Ejemplo de diagrama de flujo del agua en el tambo. Fuente: elaboración propia

Los volúmenes de agua consumidos pueden estimarse o medirse de acuerdo a algunas de las metodologías propuestas a continuación:

Método del tanque: es apropiado cuando existe un tanque de almacenamiento previo a los destinos donde es utilizada el agua. Previo al ordeño, se llena el tanque y se cierran las entradas de agua al mismo. Luego del ordeño se observa que volumen fue consumido.

Método de caudal por volumen conocido: Se calcula cuánto tarda en llenarse de agua un contenedor con volumen conocido; el cociente entre los litros de agua por el tiempo demorado nos dará el caudal de agua (por ejemplo, en litros por minuto). El volumen total de agua es el caudal por el tiempo que dura el proceso.

Capacidad del tambor (L)	Tiempo de llenado (min)	Caudal (l/min)	Tiempo de lavado (minutos/día)	Agua consumida para el lavado de pisos (l/día)
200	6	33	45	1.485

Tabla 3.2 Ejemplo de cálculo de agua consumida por el método del “volumen conocido”

En este ejemplo se puede ver que si se tarda 6 minutos en llenar un tambor de 200 litros con la manguera utilizada para el lavado de pisos, se puede calcular que la misma posee un caudal de 33 litros/minutos (200 Litros/ 6 minutos); luego multiplicando este valor de caudal por el tiempo estimado en el que se realiza el lavado de pisos (45 minutos/día) se obtiene el agua consumida (1.485 litros/día).

Caudalímetros: Es el método más preciso, pero para ello se requiere la instalación de caudalímetros con el costo asociado que esto conlleva. Para la obtención de un valor de agua consumida representativo es necesario comprender qué se desea medir (entrada principal de agua, agua para pre-enfriado de leche, lavado de pisos, etc.). Será importante realizar un protocolo de trabajo que establezca los procesos para la lectura y el registro de los valores medidos.

A continuación se presentan ciertas recomendaciones para realizar una correcta instalación del caudalímetro.

- . Incluir filtro para proteger al caudalímetro
- . Instalar el caudalímetro en tramos rectos
- . Para evitar errores de medición es recomendable dejar una distancia de cañería recta (sin obstáculos, como puede ser un codo, una bomba etc.) antes del caudalímetro, que sea equivalente a diez veces el diámetro del caudalímetro y cinco veces del diámetro luego del mismo. Esto quiere decir que si el caudalímetro posee un diámetro de 5 centímetros, deberán dejarse 50 cm de cañería recta antes, y 25 cm después (figura 3.3).

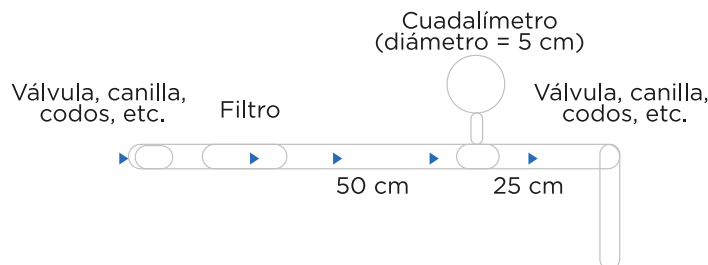


Figura 3.3 Ejemplo de diagrama de instalación de caudalímetro

Indicadores de eficiencia de uso del agua

Construir un indicador de eficiencia nos permitirá poder evaluar nuestra eficiencia interna y asimismo poder compararnos con otros tambos. Para construirlo es necesario estimar el cociente entre el consumo de agua diario y los litros de leche producidos en el día, tal y como se expresa en la siguiente fórmula.

$$\text{Indicador de eficiencia} = \frac{\text{Litros de agua extraídos}}{\text{Litros de leche producidos}}$$

Donde los litros de agua extraídos se refieren a los utilizados en la sala de ordeño diariamente para las diferentes actividades y los litros de leche producidos son los litros diarios totales ordeñados en el establecimiento. El indicador de eficiencia puede variar dependiendo los litros producidos, la reutilización del agua y el diseño del tambo. Cuanto más grande sea el indicador, menor será la eficiencia del uso del agua en el establecimiento.

Construcción del indicador de eficiencia (IE)

Para ejemplificar el cálculo podemos considerar un hipotético tambo de 100 vacas en ordeño que produce 2.000 litros de leche diariamente. Para obtener el indicador de eficiencia procederemos a realizar los siguientes pasos:

PASO 1: Suma de consumos de agua

Calcularemos el consumo de agua diario en el tambo. Para nuestro ejemplo, se estimaron los siguientes consumos para cada actividad y luego se sumaron.

Destino del agua	Consumo (L. agua/día)	Valores de referencia
Pre-enfriado de la leche	6.000	3 litros de agua por litro de leche
Higienización de ubres previo al ordeño	60	0,5 a 1,6 litros por VO
Lavado de la máquina de ordeño	150	5 a 10 litros de agua por bajada por ciclo de lavado
Lavado de tanque de frío	120	3% de la capacidad del tanque
Lavado de sala de ordeño y corrales	1.875	18,75 litros por VO

Si consideramos una situación en la que el tambo no realiza un re-uso del agua, el total de agua consumida diariamente se calculará como la suma de la cantidad de agua necesaria para cada destino definido. En esta situación toda el agua consumida será enviada a la laguna de almacenamiento.

Consumo de agua = 6.000 L/día + 60 L/día + 150 L/día + 120 L/día + 1.875 L/día = 8.205 L/día

IMPORTANTE: Al realizar la suma de consumos no se debe **incurrir en el doble conteo** del agua que es reutilizada en otros destinos luego de su uso inicial (como por ejemplo si el agua consumida durante el pre-enfriado de la leche es luego utilizada para el resto de las necesidades, tales como la higienización de ubres, lavado de máquina de ordeño, lavado tanque de frío y el volumen restante para la limpieza de la sala de ordeño y corrales).

PASO 2: Relación Agua/Leche

Luego dividiremos el consumo de agua por los litros de leche producidos en el día. En nuestro ejemplo, considerando una producción de 2.000 litros de leche diarios, el indicador de eficiencia quedaría representado de la siguiente manera para el tambo que no reutiliza el agua.

IE = 8.205 L agua/2.000 L leche = 4,1 L agua/L leche

Mejorando la eficiencia del uso del agua en el tambo

Una gestión eficiente se basa en reducir el consumo de agua extraída, por lo cual es necesario poner el foco en no utilizar más agua de la necesaria en cada actividad y reutilizar el agua que sea posible siempre y cuando esto no comprometa la sanidad del rodeo o de la leche producida. La disminución del consumo de agua no siempre implica realizar grandes cambios en el sistema o en la metodología de trabajo. Por ejemplo, en ciertos casos la simple detección y reparación de pérdidas y el constante mantenimiento de las instalaciones permitirá reducir la extracción del agua y consecuentemente los volúmenes de efluente generado.

Se estima que el 26% del agua de bebida se pierde por rebalses en los bebederos, causando enlodamiento y necesitando extraer mayor cantidad de agua.

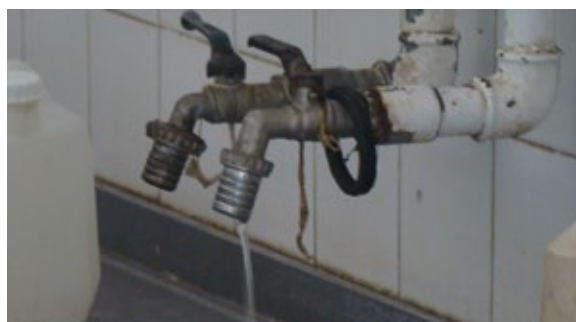
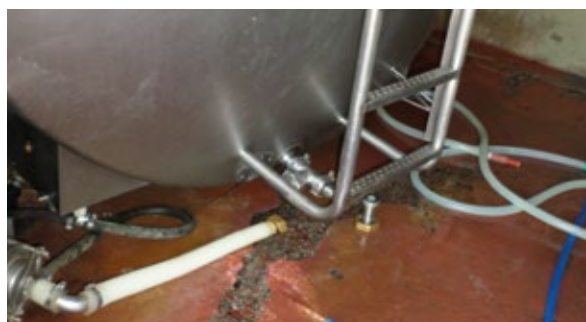


A pesar de ser desestimadas, pequeñas pérdidas a lo largo de todo el establecimiento causadas por el deterioro de las instalaciones, tales como cañerías perforadas, juntas flojas, roscas partidas, canillas defectuosas o por rebalses de bebederos y tanques de agua entre otras, pueden representar gran parte del volumen del agua extraída durante la actividad.

Pérdida	Pérdida diaria (L. agua/día)	Pérdida mensual (L. agua/mes)	Laguna (m ³) <i>Ancho x Largo x Profundidad</i>
Goteo en canilla	100	3.000	1 x 1 x 3
Agujero en manguera	720	21.888	3 x 3 x 2,5
Canilla mal cerrada	2.160	65.664	5 x 4,5 x 3
Canilla abierta	8.600	261.440	9 x 10 x 3

Tabla 3.3 Algunos ejemplos de pequeñas pérdidas de agua y su implicancia a lo largo del mes

Por ejemplo, una simple canilla mal cerrada implicará más de 2.000 litros de agua que irán acumulándose a lo largo del día. Si esto se mantiene durante un mes llegarán a representar aproximadamente 65.000 litros adicionales que serán extraídos del pozo, y que deberán ser almacenados posteriormente en las lagunas y luego aplicados a campo (ocasionando a su vez un mayor costo de aplicación).



Otra opción para lograr una reducción de la extracción es evaluar la posibilidad de cosechar agua de lluvia que cae sobre los techos del establecimiento, para ser utilizada durante el lavado de pisos y corrales por ejemplo.



Por ejemplo el agua recolectada de un techo de 200 m² representa una recolección de 200.000 litros anuales. Si no se puede recolectar este agua, es importante al menos excluirla junto al agua de lluvia depositada en patios y corrales para evitar que llegue al efluente. Estas prácticas reducirán la necesidad de extraer agua y por otro lado, lograrán disminuir el volumen del efluente generado.

Estas prácticas generales son solo el comienzo de una buena gestión del recurso. A continuación se propone un listado de buenas prácticas tendientes a lograr una reducción del consumo para los distintos usos del agua en el tambo y por ende mejorar la eficiencia.

Buenas prácticas para la reducción del consumo de agua para bebida animal

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
1. Verificar el balance nutricional de las dietas	Dietas desbalanceadas con alto contenido de materia seca, así como proteína, fibra o sal incrementa significativamente los requerimientos de agua.
2. Contar con sombras y sistemas de ventilación	El agua bebida por el ganado también cumple la función de disipar el calor, por lo que contar con sombra y sistemas de ventilación permitirá que el ganado se mantenga más fresco impactando directamente en los volúmenes de agua ingeridos por el animal.
3. Mantener bebederos a la sombra	Los animales beberán menos agua en los casos en que la misma esté fresca, como consecuencia directa de un mejor refrescado corporal.

Buenas prácticas de reducción y re-uso del agua utilizada en el pre-enfriado de la leche

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
4. Evaluar la cantidad de agua utilizada para pre-enfriado de la leche	Evaluar en al menos dos ordeños consecutivos el consumo de agua para pre-enfriado. Un caudal de agua eficiente no debe superar entre 2,5 y 3 litros de agua por litro de leche enfriado. Utilizar más agua no implicará un descenso mayor de la temperatura de la leche.
5. Instalar una válvula solenoide o un variador de flujo que regule el paso del agua considerando el paso de leche	Regular la entrada de agua de acuerdo a la necesidad del pre-enfriado evitará un paso continuo de agua cuando no hay paso de leche (se estima que el funcionamiento de la bomba de ordeño no supera el 10% del tiempo del ordeño). Este agua mantiene sus condiciones de calidad por lo que puede ser recuperada en otro tanque para su posterior uso como bebida animal, lavado de pisos, etc. Es importante contar con suficiente capacidad de almacenamiento para retener la totalidad del agua.

¿Qué prácticas realizar?**Motivos por los cuales se recomienda**

6. Recuperar el agua utilizada en el pre-enfriado y utilizarla para otro uso

Este agua mantiene sus condiciones de calidad por lo que puede ser recuperada en otro tanque para su posterior uso como bebida animal, lavado de pisos, etc. Es importante contar con suficiente capacidad de almacenamiento para retener la totalidad del agua.

7. Dimensionar el equipo de placas adecuadamente

Un óptimo dimensionamiento del equipo para el volumen de leche enfriada y asimismo asegurar un espaciado óptimo entre placas permitirá consumir solo el agua necesaria para el pre-enfriado. Para esto es útil consultar al proveedor de equipos.

Buenas prácticas de reducción del consumo de agua para lavado de patios y corrales**¿Qué prácticas realizar?****Motivos por los cuales se recomienda**

8. Pre-mojar los suelos de patios y corrales (principalmente en días calurosos)

En días calurosos es conveniente mojar los suelos de patios y corrales previo al ingreso del ganado para evitar que el estiércol depositado se adhiera y luego sea necesario el uso de mayor cantidad de agua para limpiar.

9. Barrer los corrales previo a la limpieza con agua

El barrido antes de manguerear permite reducir grandes cantidades de agua durante la limpieza ya que gran parte del estiércol será retirado de esta manera. Adicionalmente permite lograr tener un mejor control del estiércol para ser utilizado como fertilizante a campo. Para el barrido puede utilizarse un rabasto, o en el caso de poseer un portón arreador, puede atarse una cadena (adentro de una manguera) que irá barriendo a medida que el portón avance.

10. Lavar pisos luego de cada ordeño

Lavar luego de cada ordeño para no permitir que se acumule demasiado estiércol permitirá reducir el consumo de agua utilizada para este fin (poco tiempo de lavado posterior cada ordeño pero más seguido).

11. Utilizar pistolas de aspersión o picos adecuados en mangueras

La limpieza se realiza por arrastre por lo que para realizar una limpieza efectiva es necesario asegurar tener suficiente volumen y presión de agua como para empujar el estiércol en vez de solo mojarlo.

12. Instalar temporizadores en mangueras

Puede ser de utilidad la instalación de temporizadores para pre-determinar un tiempo ideal de lavado.

¿Qué prácticas realizar?**Motivos por los cuales se recomienda**

13. Usar agua recuperada del pre-enfriado de la leche, o de agua de lluvia recolectada

El agua utilizada para el pre-enfriado de la leche no pierde calidad ya que solo aumenta unos grados su temperatura, por lo que es conveniente darle un segundo uso, tal y como puede ser el lavado de patios y corrales. De mismo modo, también puede recolectarse agua de lluvia para este uso.

14. Re-utilizar aguas residuales tratadas

Pueden desarrollarse sistemas de tratamiento de las aguas residuales para que luego de ser tratadas puedan ser utilizadas para el lavado de corrales (Importante: ver capítulo 6).

Buenas prácticas para lograr la eficiencia del uso del agua durante el lavado de la máquina de ordeño y el tanque de frío

¿Qué prácticas realizar?**Motivos por los cuales se recomienda**

15. Instalar válvulas flotantes de corte automático en tanques/cisternas de alimentación de agua

El rebalse de agua en tanques de alimentación para la limpieza de la máquina de ordeño produce grandes pérdidas de agua, por lo que la instalación de un corte automático puede reducir drásticamente este consumo excesivo. Para esto pueden utilizarse por ejemplo válvulas flotantes en los tanques.

16. Revisar rutinas de lavado y consultar a proveedores de detergentes y/o equipos los volúmenes de agua necesarios para cada lavado.

Es importante solo utilizar la cantidad de agua necesaria para el lavado de la máquina de ordeño y el tanque de frío. El lavado de estas necesita una cantidad de agua determinada, por lo que utilizar mayor cantidad no implica un mejor lavado sino que solo ocasionará derroche de agua.

17. Reutilizar enjuague final de lavado

El agua utilizada para el enjuague final de la máquina de ordeño puede ser re-utilizada para la limpieza de la sala ya que presenta una buena calidad.

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
18. Mantener una rutina de ordeño en calma y tranquilidad	La rutina de ordeño debe realizarse en un contexto de calma y tranquilidad para reducir estrés de los animales. Esto permitirá que gran parte del bosteo se realice fuera de las instalaciones y que la generación de excretas en el tambo sean menores. Adicionalmente estas prácticas se verán reflejadas en un aumento de la producción.
19. Efectuar un arreo de las vacas de manera tranquila	Respetar la velocidad de avance de los animales (2 o 3 km/h), es decir una caminata tranquila a pie para los humanos, sin gritos ni perros ni utilización de palos o picanas (en cambio puede realizarse un arreo conducido con banderas), permitirá que gran parte de la deposición del estiércol se realice en los lotes y el camino, durante el traslado.
20. Asesorarse sobre las especificaciones recomendadas para el adecuado diseño de las instalaciones	Instalaciones diseñadas adecuadamente mejoraran la circulación de los animales, permitiendo que la rutina de ordeño sea más rápida, y con menor grado de estrés.
21. Realizar un ordeño eficiente y tendiente a minimizar su duración, manteniendo las mejores condiciones de bienestar animal e higiene posibles	(No deben existir curvas cerradas, escalones u otros obstáculos que favorezcan la aglomeración de animales; no debe haber pisos resbaladizos, y correcta luminosidad).
22. Dividir los rodeos por nivel de producción	De este modo se acumulará menor cantidad de estiércol dentro de las instalaciones. Esto permitirá disminuir la duración de todo el ordeño y por consecuente la cantidad de estiércol acumulado en los corrales y sala de ordeño.
23. La limpieza de ubres puede realizarse en seco.	Realizar la limpieza con toallas o papel, o en el caso de optar por limpieza con agua, utilizar pistolas de corte en las mangueras, permitirá eliminar o reducir el consumo de agua para este uso.

Buenas prácticas en la capacitación y concientización del personal

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
24. Concientizar y capacitar al personal sobre el uso responsable del agua.	Una buena gestión del recurso se logra entre todos, por lo que es fundamental que todos los involucrados conozcan su influencia sobre el uso del agua, y comprendan la importancia del uso responsable de este recurso.
25. Elaborar y colocar el mapa del circuito del agua en el área de trabajo	Conocer el circuito de agua generará una mayor concientización sobre cómo se está utilizando este recurso. Adicionalmente un mayor conocimiento del circuito puede mejorar el uso evitando pérdidas y errores que acarreen gastos de agua innecesarios.
26. Utilizar cartelería indicativa	Identificar cañerías de agua, canillas, bombas y pozos de agua facilitará la comprensión del sistema. Adicionalmente letreros que recuerden que se deben cerrar las canillas, evitar pérdidas y disminuir el consumo, son herramientas útiles a la hora de concientizar sobre el correcto uso del recurso.
27. Acordar metodologías de limpieza de pisos y corrales	Establecer junto al personal involucrado una metodología eficiente para la limpieza de pisos y corrales permitirá acordar la manera óptima de realizar esta actividad sin incurrir en derroches de agua excesivos (siempre y cuando esto no vaya en detrimento de las condiciones de trabajo diarias ni la higiene del establecimiento).
28. Revisar el procedimiento del lavado de la máquina de ordeño y el tanque de frío	Revisar junto al personal el procedimiento de lavado de los equipos puede ser útil para encontrar y corregir falencias, errores o malas costumbres que puedan implicar un derroche innecesario de agua.
29. Desarrollar un procedimiento de monitoreo de consumo y registro de información	Disponer de información será necesario para evaluar el consumo de agua del establecimiento. Para esto será necesario definir el procedimiento de monitoreo y establecer de qué modo el personal deberá registrar la información necesaria para evaluar el consumo. Al evaluar el consumo se podrán detectar mejoras o deficiencias en el uso del agua y así poder tomar las medidas necesarias para aumentar la eficiencia en el uso.
30. Realizar revisiones periódicas del consumo de agua y comunicar resultados	Revisar el progreso de las medidas tomadas tendientes a mejorar la eficiencia y comunicarlas al personal involucrado es una actividad útil para involucrar al equipo de trabajo.

Los 10 puntos clave para su autoevaluación

Marque con una cruz donde corresponda

	SIEMPRE	A VECES	NUNCA/ NO REALIZO
1. ¿Monitoreo periódicamente el consumo de agua del establecimiento?			
2. ¿Realizo el cálculo del indicador de eficiencia de uso de agua en el tambo y lo mantengo actualizado?			
3. ¿Evalúo e identifico posibilidades de mejora y reducciones del consumo de agua?			
4. ¿Comunico los resultados de las evaluaciones del consumo de agua al personal involucrado?			
5. ¿Re-uso el agua proveniente del equipo de placas para otro uso en el proceso de ordeño o para bebida animal?			
6. ¿Realizo la rutina de ordeño de manera eficiente, tendiente a minimizar el estrés para los animales?			
7. ¿Reviso y actualizo los procedimientos de lavado de pisos y corrales haciendo partícipe al personal involucrado?			
8. ¿Reviso y actualizo los procedimientos de lavado de máquina de ordeño y tanque de enfriado haciendo partícipe al personal involucrado?			
9. ¿Evalúo regularmente todo el circuito del agua en la instalación de ordeño identificando y reparando pérdidas detectadas?			
10. ¿Capacito, concientizo e involucro al personal sobre temas relacionados al uso eficiente del agua?			

MÓDULO B:
GESTIÓN DE PURINES

B

CAPÍTULO 4: MANEJO DE LOS PURINES

La mayor parte de los purines/efluentes de un tambo se generan en el momento del ordeño. Esto puede convertirse en un gran foco de contaminación de aguas superficiales y subterráneas, suelo y/o aire si no se captan, conducen y almacenan de manera adecuada. Por esta razón surge la necesidad, en primer lugar, de reducir el purín generado en las instalaciones (influyendo en prácticas de alimentación, en el manejo de los animales y en limitar el agua utilizada para la limpieza). Una vez generada la cantidad final de purines se deben conducir al sistema de tratamiento elegido.

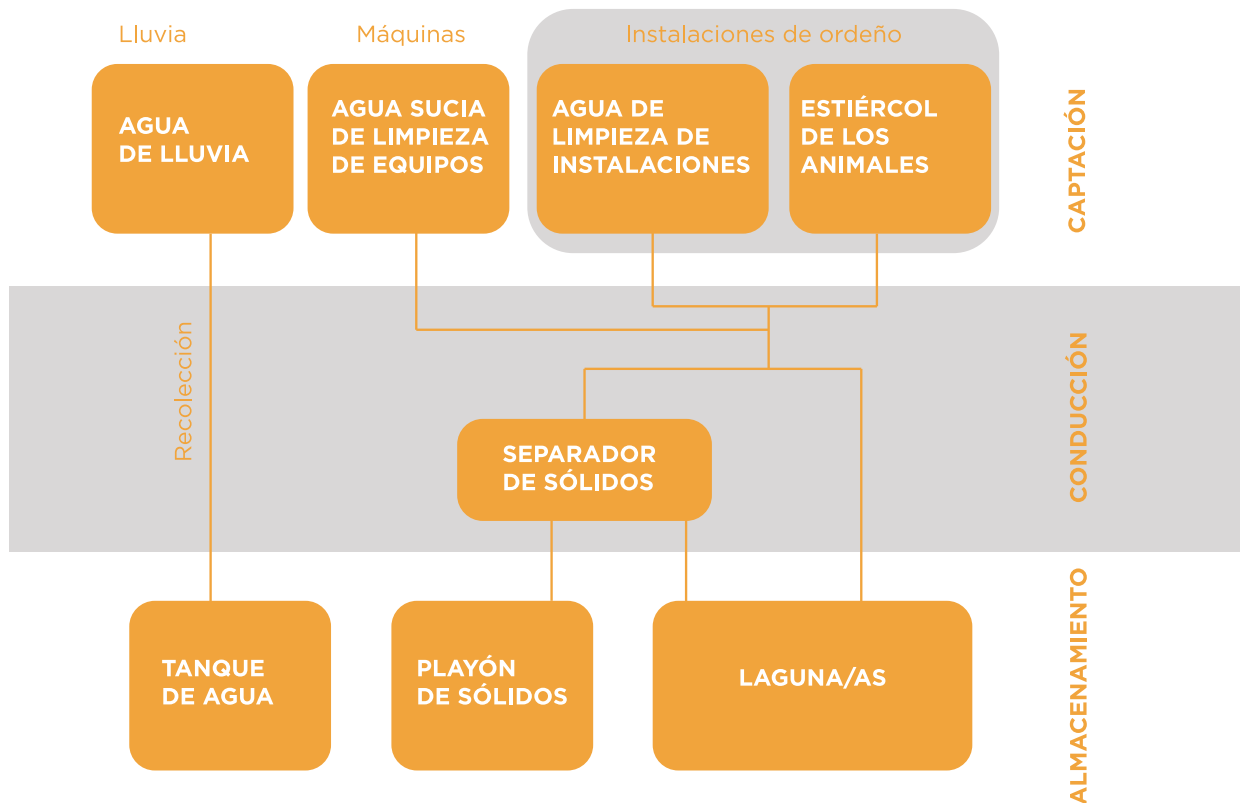


Figura 4.1 Esquema de las etapas de captación, conducción y almacenaje por las que pasan los purines en un tambo. Fuente: Elaboración propia.

A continuación se describen las diferentes etapas por las que pasan los purines, y se detallan recomendaciones prácticas que permiten reducir efectos contaminantes que estos pueden producir.

1. CAPTACIÓN DE LOS PURINES:

Los purines deben ser captados en su totalidad sin restos de residuos no deseados, y con la menor cantidad de nutrientes y de agua posible.

Cualquier circunstancia que altere el normal comportamiento del animal (por ejemplo estrés), puede generar un aumento en las excretas en estos sectores, y en efecto exceso de nutrientes y agua para limpieza. El buen trato hacia el rodeo y contar con buenas instalaciones permite agilizar la práctica del ordeño y evitar situaciones de estrés, que redundará en menores residuos para manejar.

Algunas de las recomendaciones que se pueden detallar sobre instalaciones a tener en cuenta en el sector de ordeño son:

- . **Superficie del corral: 1,2- 1,4 m²/vaca.**
- . **Entradas y salidas que faciliten la circulación de los animales, sin que se queden trabados.**
- . **Pisos no deslizantes.**
- . **Pendientes entre 1,5 y 3 %.**
- . **Sin rejas u obstáculos.**

También es importante que las instalaciones permitan recuperar el agua de lluvia en un tanque para su posterior aprovechamiento como bebida animal u otros usos de agua dulce.



Buenas Prácticas para captar residuos en instalaciones de ordeño

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
1. Desplazamiento de los animales con serenidad, a su paso, sin causar dolor, estrés o angustia. Evitar uso de vehículos u otros animales para su acarreo.	Evita el estrés del animal y el aumento de heces en las áreas de encierre.
2. Respetar las especificaciones recomendadas para las instalaciones.	Mejora la condición del animal y facilita el trabajo para el operario. En efecto, reducción de heces en el corral y fosa.
3. Utilizar materiales aptos y con pendientes adecuadas en el piso de las instalaciones.	Mejora la circulación de los animales en las instalaciones.
4. Mojar pisos de la sala de espera antes de que ingresen los animales (principalmente en verano).	Evitará que la bosta se adhiera al piso y entonces permitirá utilizar menos agua al momento de la limpieza.
5. Barrido de los corrales previo a la limpieza de éstos con agua.	Facilitará la remoción del estiércol al final del ordeño.
6. Destinar un lugar con superficie impermeable para colocar los sólidos barridos en corrales.	Para que el almacenaje del estiércol barrido no se convierta en un nuevo foco de contaminación.
7. Separación de guantes, jeringas, tarros plásticos, etc. en los diferentes sectores. Usar tachos de basura claramente indicados, ubicados en puntos de fácil acceso para el operario.	Mantiene la fosa y otros espacios limpios, y evita que estos desechos obstruyan el sistema de captación y/o conducción.
8. Alimentación al finalizar el ordeño. Ubicar los comederos en un corral al que se dirijan los animales a la salida del ordeño.	Agiliza la circulación de los animales en la fosa, reduce los nutrientes en la sala de ordeño y el uso de agua para la limpieza de los comederos.
9. Implementar buenas prácticas en la rutina de ordeño con un tiempo de ordeño por rodeo promedio menor a 1,45 horas.	Reducción del estrés y de la cantidad de estiércol en las instalaciones, dado que menos tiempo en la fosa evita el aumento de bosteo. También influye en la disminución de la carga patógena de la laguna.
10. Planificar el destino de la leche de vacas en tratamiento (leche de descarte).	Reduce la carga orgánica y grasas en la laguna cuando esta leche no es conducida a la laguna.
11. Captación de agua de lluvia por medio de canaletas que la desvíen para su reuso.	Evita que el agua de buena calidad se desperdicie y a la vez se reduce el volumen total de la laguna.



Figura 4.2 Arriba, residuos de productos veterinarios que llegan a la laguna sin recolección previa. Abajo, recipiente para residuos ubicado correctamente en la fosa, mostrando aplicación de buenas prácticas para evitar este tipo de contaminación (Imágenes Ing. Agr. Inés Vankeirsbilck).

En el sector de máquinas, también es recomendable realizar algunas prácticas que complementen las actividades en la sala de ordeño.

El agua utilizada en el proceso de refrescado de la leche mediante el intercambiador de calor por placas es la que utiliza el mayor caudal de agua en el ordeño. Es por esto que debe ser recuperada y reutilizada en otros destinos.

Buenas prácticas en el área de máquina de ordeño y tanque de frío, y recuperación de agua de placa.

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
12. Limpieza y buen funcionamiento de los equipos de extracción y almacenamiento de leche.	Evita pérdidas de agua innecesarias que aumentan el volumen de la laguna.
13. Usar agua de buena calidad y con temperaturas adecuadas. Uso de tipo de detergentes que recomienda SENASA.	Procura una limpieza eficiente, sin pérdidas de detergente, energía y agua innecesarias. Asegura un buen funcionamiento del equipo.
14. Reutilización del agua de placa de refrescado. Para decidir su destino, es importante conocer su calidad.	Es la fracción de agua que representa el mayor consumo en el ordeño. Se aprovecha agua limpia y no se tomaría en cuenta para el dimensionamiento de la laguna.

2. CONDUCCIÓN DE LOS PURINES:

El objetivo principal en la conducción es evitar que se generen pérdidas de purines (escurrimiento, emisiones, lixiviación, etc.) en el trayecto que va desde la sala de ordeño o corrales hasta su lugar de almacenamiento, evitando posibles focos de contaminación. Impermeabilizar los canales de conducción con mampostería o plástico, es una buena medida para evitar la contaminación de suelos por lixiviación. En algunos países, se exigen caños encamisados, enterrados a 30 cm de la superficie, con salidas al exterior que permite el acceso cada 50 metros para su limpieza en el caso de obstrucción.

Si tenemos la oportunidad de decidir la ubicación de la sala de ordeño, corrales de alimentación, etc., es importante elegir lugares altos, de modo que se facilite la conducción de los purines hacia la zona de almacenamiento por gravedad.

En algunos tambos se realiza un tratamiento físico del purín, el cual consiste en la incorporación de un decantador de sólidos o un separador que permite retener sólidos del purín, constituidos principalmente por estiércol, reduciendo el volumen de sedimentos conducido y la carga orgánica en la laguna de almacenamiento. La importancia de incorporarlo depende de cada sistema productivo (principalmente por el tamaño del rodeo y purines generados) y del manejo posterior seleccionado dentro del Plan de Uso Agronómico.

2.a Trampa de arena y/o decantador de sólidos:

Su función principal es retener arena y sólidos pesados, con un poco de estiércol. Su diseño facilita el ingreso de la pala para retirar los sólidos.

Ventajas de la trampa de arena:

- . Previene posibles taponamientos de los conductos y alarga la vida de las bombas (menos arena ingresada) y de los canales.
- . Se considera indispensable en el caso de que el purín sea bombeado.

Consideraciones para su construcción:

- . Profundidad no debe ser mayor de 1 m.
- . Ancho definido por la pala del tractor.
- . De hormigón, estriado en el sector inclinado para favorecer el ingreso del tractor.
- . Ubicado a menos de 10 m del tambo.
- . Es importante que el diseño permita que en la limpieza se pueda extraer fácilmente todo el residuo.
- . El resto de las dimensiones se determinan en función del número de vacas en ordeño que son quienes originan el volumen total de sólidos generados.

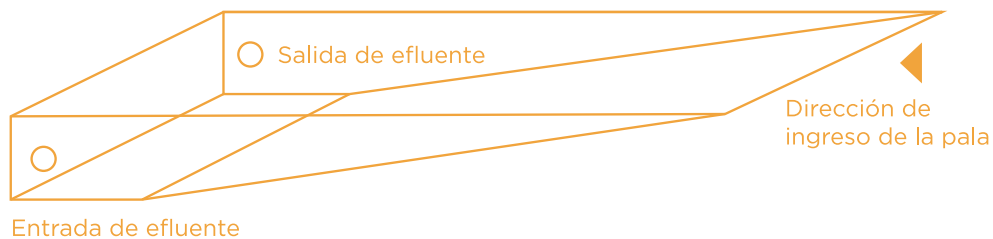


Figura 4.3 Esquema de diseño aconsejado de acuerdo al ingreso de una pala. La entrada y salida de los purines se ubica en las paredes laterales de la construcción. Fuente: Elaboración propia.



Figura 4.4 Decantador de sólido perteneciente a un establecimiento comercial de la provincia de Buenos Aires (Imagen, Ing. Agr. M. A. Herrero).

2.b Separador de sólidos:

La función principal es retener sólidos y facilitar la conducción del líquido al continuar su trayecto hacia el lugar de almacenamiento. En rodeos muy pequeños es una práctica menos utilizada.

Ventajas del separador de sólidos:

- . Permite reducir la carga orgánica en la laguna, por una menor proporción de materia orgánica que ingresa a este.
- . Disminuye la dimensión de las lagunas, ya que ingresan menos sólidos y en consecuencia menor cantidad de sedimentación disminuyendo la cantidad de lodo depositados en el fondo. Por esta razón alarga su vida útil y el tiempo entre limpieza de la laguna.
- . Facilita la recuperación de materia orgánica y nutrientes (principalmente de fósforo y nitrógeno) para devolverlos al sistema.
- . En el caso de retornar estos nutrientes al suelo, disminuye el uso de energía para su transporte. Al estar “menos diluidos” se transporta menos agua y se realizan menos viajes al potrero para suplir la misma cantidad de nutrientes. Esto disminuye los costos de la aplicación.
- . Al aplicar el líquido con menor cantidad de sólidos suspendidos, el uso de energía para agitar el líquido almacenado será menor. Obtenemos un “licor” más parejo y liviano. También se logra reducir el taponamiento de los picos de distribución; se aumenta el área de aplicación con igual capacidad de bombeo y mejora la palatabilidad del forraje regado para el rodeo, reduciendo el rechazo por parte del animal.

Buenas prácticas vinculadas al sistema de conducción hacia la laguna

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
15. Evitar la presencia de pérdidas u obstrucciones que impidan el normal curso del purín en los canales o caños de conducción.	Evita posibles focos de contaminación y que se taponen los canales o cañerías obstruyendo todo el sistema.
16. Impermeabilizar el sistema de conducción.	Evita posibles focos de contaminación por lixiviación al suelo y agua subterránea.
17. Respetar las pendientes naturales del terreno. En el caso de la ubicación de la sala de ordeño procurar que ésta se encuentre en zonas altas (lomas) del terreno con respecto a la laguna.	Conduce los purines hacia la laguna sin utilizar energías alternativas, ya que se conducen por gravedad.
18. Implementar separación de sólidos.	Permite disminuir el nivel de materia orgánica en la laguna y su sedimentación. Se obtendría entonces estiércol por separado para su uso agronómico previo tratamiento.
19. En el caso de que hubiere separador de estiércol se deberá mantener la malla o luz siempre limpia. De esta manera no se tapan los orificios ni se obstruye el circuito del líquido.	Facilita la conducción normal de los purines hacia los sistemas de tratamiento.



Figura 4.5 Diferentes separadores de sólidos pertenecientes a tambos comerciales de la provincia de Buenos Aires (Imágenes, Ing. Agr. Pablo Cañada).

3. ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO DE LOS PURINES:

Se refiere a aquellas estructuras diseñadas para retener/tratar el purín hasta el momento de su aplicación.

3.a Almacenaje en playón de sólidos:

En el caso de contar con un separador de sólidos de construcción simple, se puede obtener un residuo con entre un 5 al 12% de materia seca. Se recomienda ubicar el lugar de almacenaje de este sólido en pilas o pilones sobre una superficie impermeable, con una pendiente recomendada del 2% y cercano a las lagunas de tratamiento. De esta manera se facilita la recolección del lixiviado que se genera durante su almacenamiento, ya que contiene un alto porcentaje de nutrientes. En INTA Rafaela se determinó que en el transcurso del tiempo de almacenaje, los valores de porcentaje de materia seca aumentaron considerablemente en una semana.



Figura 4.6 Playón de sólidos con piso de cemento y recolección del lixiviado producido por los pilones de almacenaje de estiércol (Imagen Ing. Agr. Inés Vankeirsbilck).

3.b Almacenaje y tratamiento de purines en laguna/s:

El tratamiento mediante lagunas incluye procesos controlados (biológicos, químicos o físicos) que mejoran las propiedades de los purines. La cantidad y dimensiones de las lagunas son las que definen los diferentes procesos, y van a ser definidas de acuerdo a los objetivos propuestos en el Plan de Uso Agronómico de cada establecimiento.

A continuación se describen las consideraciones a tener en cuenta de acuerdo al tipo de tratamiento que se quiere realizar: anaeróbico, aeróbico o facultativo.

3.b.1 Tratamiento anaeróbico:

La descomposición de la materia orgánica por organismos en ausencia de oxígeno libre es un proceso que se realiza en forma natural en las aguas superficiales, suelos, lagunas y en los tanques para lodo cerrados.

El proceso puede ser utilizado tanto para el tratamiento de purines y residuos orgánicos, como para aguas residuales municipales y residuos de la industria alimentaria. La eficiencia del proceso es muy dependiente de la temperatura de funcionamiento.

Laguna anaeróbica:

Consiste en una primera laguna que se construye con profundidad de más de 2 m y una reducida superficie expuesta a la atmósfera. De esta manera recibe menos agua de lluvia y favorece el mantenimiento de la temperatura de la masa líquida. Estas características garantizan la condición de anaerobiosis.

Debido a la alta carga orgánica que recibe, posee un elevado nivel de descomposición de la materia orgánica, que hace que se consuma más oxígeno del que se produce.

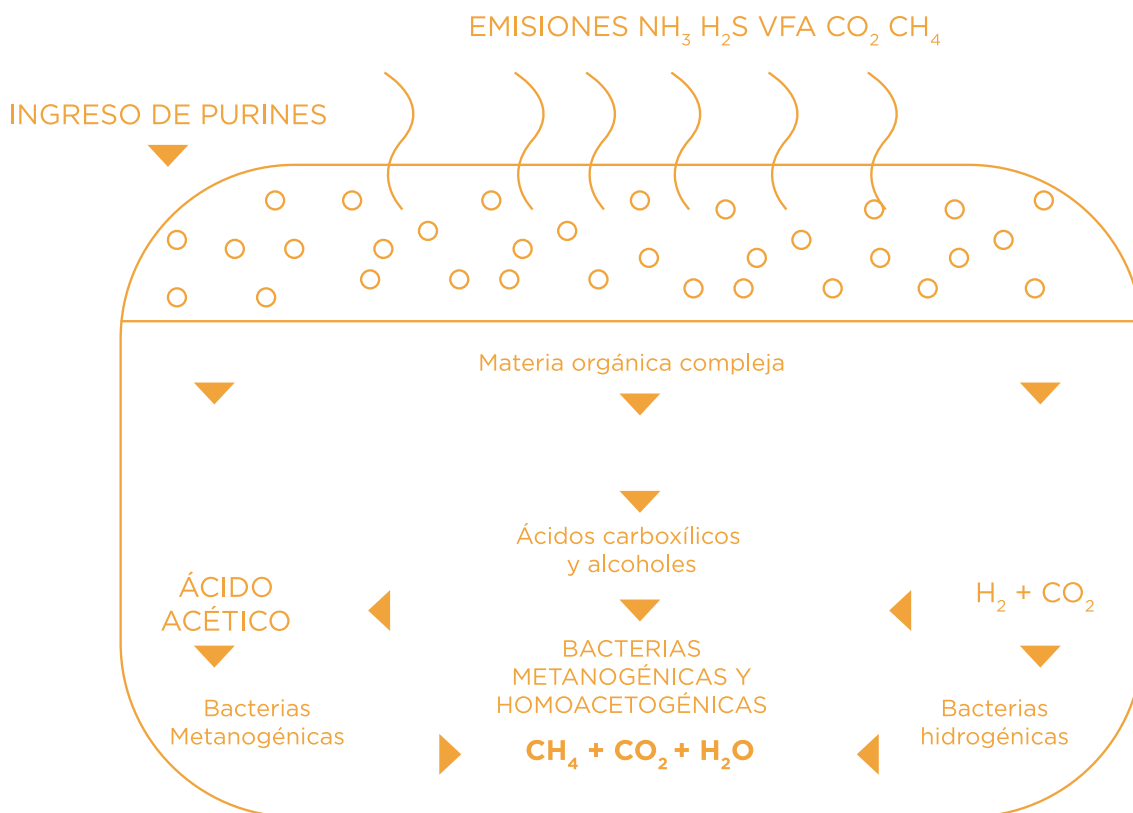


Figura 4.7 Esquema para la representación de los procesos que ocurren en una laguna de tipo anaeróbica (Adaptado por M. A. Herrero, basado en Burton y Turner, 2003).

Consideraciones para la construcción de una laguna anaeróbica:

- . Profundidad: entre 2,5 y 3,6 m (puede llegar a 5 m). En el caso de que la napa no permita una profundidad mayor a 3 m, se recomienda realizar un talud que sobresalga de la superficie.
- . Relación ancho-largo: 1:2, 1:3 (que el ancho no exceda los 8 m). La forma rectangular induce el flujo de movimiento de agua tipo "pistón" en todas las lagunas.
- . Paredes: Pendiente de acuerdo al tipo de suelo para evitar desmoronamientos: 1:1- en suelos poco estables o arenosos; 1:2- en estables o arcillosos y 1:3- en suelos muy estables.
- . Impermeabilización con materiales como geomembrana, cemento u otros plásticos resistentes.
- . Entrada del purín: En lo posible, alimentado por gravedad y por encima del nivel de líquido.
- . Salida del purín: Si el sistema cuenta con laguna facultativa se recomienda utilizar caño PVC con forma de T acostada en la boca de ingreso. La parte inferior de la T se ubica 30 cm como mínimo bajo el nivel máximo de la laguna y la parte superior por encima de él.
- . Rampa de acceso: Para facilitar la captación de los purines al vaciar la laguna.



Figura 4.8 Laguna anaeróbica en un tambo comercial de la Cuenca Oeste de Buenos Aires, con falta de mantenimiento en su perímetro (Imagen Ing. Agr. Inés Vankeirsbilck).

3.b.2 Tratamiento facultativo:

Este tratamiento incluye procesos tanto aeróbicos como anaeróbicos.

Lagunas facultativas:

Su ubicación sería una segunda laguna cuya profundidad no debe ser mayor a 1,5 m. Poseen una zona aeróbica en superficie (primeros 0,6 m), seguida por una zona facultativa (en la cual conviven reacciones aeróbicas y anaeróbicas), y una anaeróbica en el área de mayor profundidad.

Encontramos una elevada actividad de algas y otros microorganismos en la superficie, que beneficia la generación de oxígeno en este sitio. En la superficie no debemos encontrar costras o capas de sólidos.

Consideraciones para su construcción:

- . Profundidad: no menor a 0,9 m ni mayor a 1,5 m.
- . Superficie: se recomienda que sea elevada para mayor intercambio con la atmósfera.
- . Paredes laterales: bien inclinadas con pendiente recomendada 2:1.
- . Impermeabilización con materiales como geomembrana, cemento u otros plásticos resistentes.

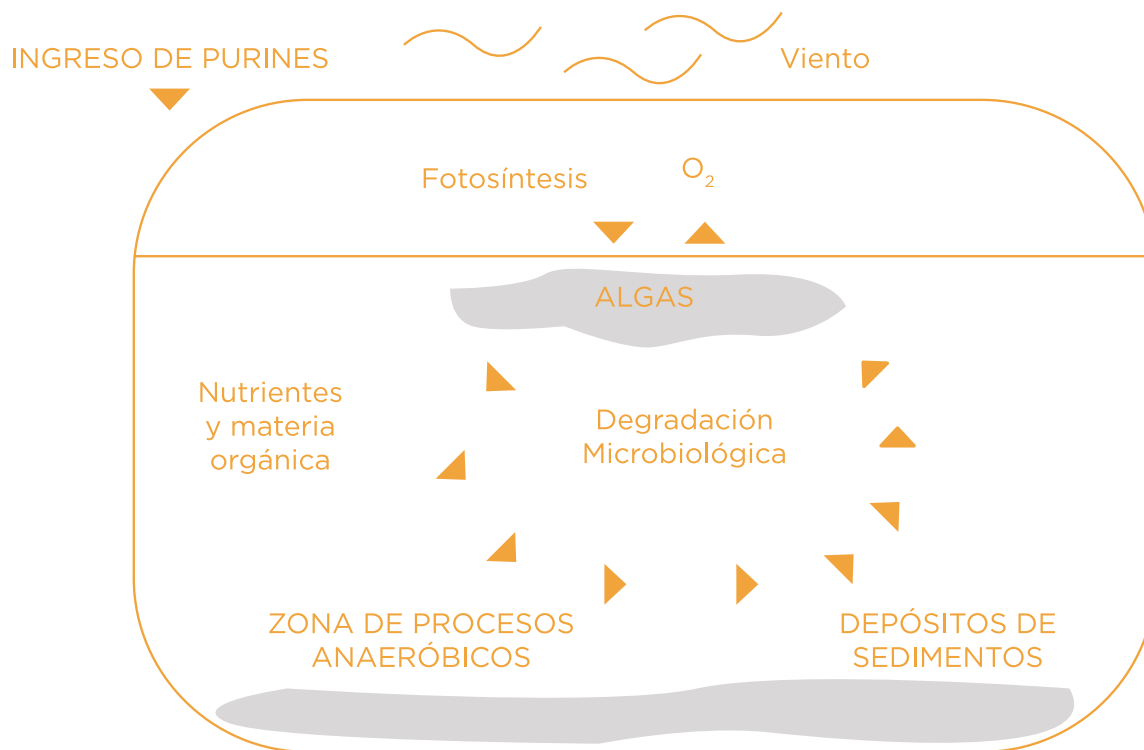


Figura 4.9 Representación de los procesos que ocurren en una laguna de tipo facultativa (Adaptado por M. A. Herrero, basado en Burton y Turner, 2003).

3.b.3 Tratamiento aeróbico:

Se refiere al proceso que se realiza para descomponer la materia orgánica en presencia de oxígeno libre. El tratamiento consiste en disolver oxígeno suficiente en los purines (a través de aireación), para estimular el crecimiento de las bacterias aeróbicas. Los beneficios potenciales incluyen:

- . Estabilización del estiércol y la reducción de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y de la Demanda Química de oxígeno (DQO).
- . Disminución de los agentes patógenos.
- Reducción de olor
- . Obtención de un estiércol más homogéneo que resulta más fácil de bombear. El compostaje de estiércol sólido es un tipo de tratamiento aeróbico.

3.c Consideraciones para el cálculo de la dimensión de la/s lagunas de almacenamiento y tratamiento:

En primer lugar, para calcular la dimensión de las lagunas, es muy importante definir tres aspectos de gran importancia: los aportes de purines y agua generados en la sala de ordeño, los aportes de agua generados por las precipitaciones del lugar y por último el tiempo de permanencia de los purines en el área de tratamiento.

3.c.1 Aporte en la sala de ordeño:

En este sector es donde se genera el mayor de volumen de purines que se dirigen al área de almacenaje/tratamiento, el cual varían ampliamente de acuerdo a la aplicación de buenas prácticas en este sector. Para el cálculo de este volumen se debe tener en cuenta:

1. N° de vacas en ordeño
2. Producción de leche por día
3. Tiempo de ordeño
4. Excretas generadas en la sala
5. Agua de lavado de pisos, máquinas y equipo de frío
6. Agua utilizada para el enfriamiento de la leche
7. Recuperación de agua

En este cálculo es importante considerar por un lado el consumo de agua en las actividades de ordeño, tema que fue tratado con detalle en el capítulo “Usar el agua eficientemente” (Capítulo 3), y el estiércol generado en este sector durante la actividad de ordeño, variando la cantidad de heces ingresadas al sistema de almacenamiento/tratamiento de acuerdo a la presencia o no de separados de sólidos.

3.c.2. Aporte pluvial:

Las superficies del sistema de captación, conducción y almacenaje de purines que están expuestas a las lluvias, generan un aporte directo de agua de buena calidad hacia las lagunas. Estas superficies son:

1. Sala de ordeño
2. Corral de espera
3. Manga de tratamientos
4. Pisos externos
5. Laguna/s de tratamiento

Al igual que el aporte en la sala de ordeño, este depende del manejo implementado para la recuperación de agua. Es prácticamente indispensable contar con un sistema de captación de estas aguas, principalmente en aquellas superficies que se encuentren techadas. El beneficio de esto no solo radica en una alternativa de disminución de volumen de dimensionamiento de la/s laguna/s, sino también permite recuperar agua de buena calidad para el consumo animal, y disminuye considerablemente el embarrado de la zona de la sala de ordeño generado en la época de lluvias.

c.3.c. Tiempo de permanencia de los purines en las lagunas de almacenamiento/tratamiento:

Al momento de planificar la dimensión de las lagunas, es indispensable tener en cuenta el tiempo mínimo de retención de los purines en la/s laguna/s, el cual se establece de acuerdo a la supervivencia de determinados patógenos, estableciendo para este caso un período **mínimo de 120 días**, considerando que en este momento ocurre una disminución importante de agentes patógenos y degradación de productos veterinarios que pueden intervenir en la sanidad de nuestro rodeo. Para más detalles de este tema se puede consultar en el capítulo 6: “Los purines y la diseminación de microorganismos patógenos”.

PARA RECORDAR

- En la etapa de diseño se deberá contemplar un tiempo de retención o capacidad de almacenamiento de purines **MÍNIMO DE 120 DÍAS.**

CONSIDERACIONES FINALES Y HERRAMIENTA DE AYUDA

Es recomendable consultar con un profesional idóneo durante el diseño de las instalaciones para el manejo de los purines, ya que la adecuada construcción de las mismas impactará directamente tanto en la inversión requerida inicialmente, como en su posterior funcionamiento.

La Herramienta de cálculo de efluentes creada en el marco interinstitucional del “Proyecto Gestión de Efluentes en Tambo” puede ser de gran ayuda a la hora de planificar y evaluar posibles escenarios para el manejo de los purines. La misma se encuentra disponible en la web www.crea.org.ar/caculo-de-efluentes

Buenas Prácticas vinculadas al almacenamiento de purines

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
20. Respetar las recomendaciones de construcción de las lagunas según zonas y legislación local.	Permitirá aumentar su vida útil y retener todos los residuos generados.
21. Calcular correctamente la dimensión de las lagunas de acuerdo a las precipitaciones y al tamaño del rodeo (ver módulo: plan de uso agronómico).	Evitará que rebalse la laguna.
22. Impermeabilizar la laguna.	Impide la infiltración del contenido de la laguna y la posterior contaminación de napas y suelo.
23. Mantener el pasto cortado y libre de elementos externos como bolsas, bidones, entre otros, alrededor de las lagunas.	Previene el alojamiento de plagas de insectos o roedores en los márgenes de la laguna.

Los 10 puntos clave para su autoevaluación

Marque con una cruz donde corresponda

	SIEMPRE	A VECES	NUNCA/ NO REALIZO
1. ¿Manejo los animales con calma, siguiendo su ritmo, sin elementos agresivos u animales que los asusten?			
2. Considerando la rutina de ordeño, ¿Evalúo la dinámica en busca de disminuir el tiempo y consecuentemente la producción de purines?			
3. ¿Considero el confort y bienestar del animal en la construcción y/o mejoras de las instalaciones?			
4. ¿Realizo un diagnóstico del correcto funcionamiento y la limpieza de los equipos de ordeño?			
5. ¿Aplico prácticas que reducen el consumo de agua en el momento del ordeño?			
6. Además del agua de bebida animal, ¿reutilizo el agua de la placa de refrescado con otros destinos? Ej: limpieza de instalaciones			
7. ¿Recolecto el agua de lluvia de los techos de la sala y corrales?			
8. ¿Chequeo las instalaciones de conducción de purines de manera de prevenir posibles focos de contaminación?			
9. ¿Planifico las dimensiones del sistema de almacenamiento de purines de acuerdo a la generación y al posible crecimiento del rodeo?			
10. ¿Mantengo la limpieza, protección y señalización de la zona de almacenamiento de purines?			

CAPÍTULO 5: CARACTERIZACIÓN DE PURINES

—

Los niveles de nutrientes en los establecimientos de producción de leche están determinados por factores geográficos que dependen del lugar en que se encuentra el predio y en los que el hombre no puede intervenir (clima, tipo de suelo, calidad de agua, etc) y por factores de manejo que dependen de decisiones del productor y del asesor, asociados a los niveles de productividad del sistema y es allí donde se debe trabajar responsablemente, sin generar grandes disturbios que afecten a la salud humana y del medio ambiente.

En los últimos años se ha estudiado y discutido mucho acerca de la cantidad de nutrientes que ingresan como insumos y salen como producto en la producción lechera, y del movimiento o transferencias que se producen dentro del sistema, presentando sectores en los cuales se acumulan y otros en los que se encuentran deficitarios siendo ambas situaciones perjudiciales. Es indispensable contar con indicadores y herramientas de cálculo que permita monitorear estos sectores. Esto permite definir acciones de manejo minimizando el riesgo de afectar a la sustentabilidad de los sistemas lecheros.

A continuación se desarrollan algunas de las herramientas que se consideran esenciales para poder planificar el Uso agronómico de los purines y/o estiércol. En primer lugar, el Balance de Nutrientes que nos permite detectar exceso o déficit de estos en los distintos sectores del establecimiento; la Calidad y Cantidad de Purines que describen el valor de estos como fertilizante orgánico; la Caracterización del Suelo, que es la base para determinar el nivel de purines/estiércol a aplicar y por último los Requerimientos de Cultivo de acuerdo al rendimiento esperado.



1. BALANCE DE NUTRIENTES:

El Balance de Nutrientes es una herramienta que permite cuantificar y comparar la cantidad de nutrientes que entran y salen de un predio, lote, corral, etc., determinando los sectores en los cuales hay exceso o déficit de nutrientes.

En este capítulo se trabajarán algunos conceptos claves para el manejo de nutrientes tendiente a desarrollar un Plan de Uso Agronómico. Hay dos premisas que se repiten en numerosos estudios de sistemas de producción primaria de leche:

1. El exceso de nutrientes en algunos sectores como los corrales de alimentación y la sala de ordeño, debido a la permanencia de los animales en estos y su consecuente acumulación de excretas, las cuales son derivadas en su mayoría a los lugares de almacenamiento y quedan contenidos dentro de lo que denominamos purines.
2. El déficit de nutrientes en los lotes productivos, donde se cosecha el cultivo para alimento del rodeo, el cual es consumido en corrales (silo, heno, etc.) sitio en los cuales los animales devuelven parte de los nutrientes al suelo.

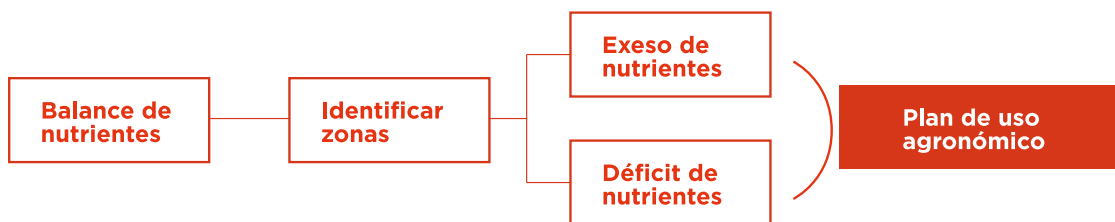


Figura 5.1 Esquema que representa la relación entre el Balance de Nutrientes y el Plan de Uso Agronómico.



Figura 5.2 Ejemplo de herramientas para facilitar la gestión. Fuente:

<http://www.fvet.uba.ar/proyectoareaagricola/>

Buenas Prácticas para realizar el Balance de Nutrientes

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
1. Llevar registro riguroso de los insumos del establecimiento y de los productos que salen del predio.	Esto facilita el desarrollo de un Balance de Nutrientes (BN).
2. Registrar el contenido de N, P y K de cada insumo y producto.	
3. Realizar un Balance general del establecimiento con frecuencia anual.	Evaluar y comparar los insumos que entran con los productos que salen, se puede estimar aquellos elementos que puedan encontrarse en exceso o déficit.
4. Registrar valores anuales de nutrientes.	Comparar entre años para determinar cambios por acumulación o déficit.
5. Realizar un Balance por sectores del establecimiento.	Permite determinar las zonas de acumulación de cierto nutriente y aquellas en déficit.

2. CANTIDAD Y CALIDAD DE PURINES:

La cantidad y calidad de nutrientes en los distintos sectores de un establecimiento está definido por varios factores entre los cuales encontramos:

1. Tiempo de permanencia de los animales: Se considera que un animal excreta entre un 5% y 6% del total diario por hora de permanencia en corrales, por lo tanto el tiempo que estos permanezcan en ellos, será un factor determinante de la cantidad de estiércol que se acumule en las instalaciones. En lotes de pastoreo, se estima que bostean un poco menos y su distribución depende del sistema de pastoreo.

2. Bienestar animal: Se considera que el comportamiento animal incide en sus “patrones” de bosteo. Por ejemplo, ante una situación de estrés, el animal excreta más. ¿Qué sería una situación de estrés para ellos? Presencia de animales que los asusten (perros por ejemplo), exigirles una velocidad de movimiento mayor a la que ellos pueden trasladarse por naturaleza (al utilizar cuatriciclos, motos o caballos para su arreo), recibir gritos u otros ruidos ajenos a los cotidianos, demorar la rutina de ordeño más tiempo del acostumbrado, entre otros.

3. Eficiencia del sistema de captación de purines: Estos deben ser captados en su totalidad para luego ser trasladados en el lugar de almacenamiento. A mayor eficiencia de captación, mayor será la cantidad conducida hacia el almacenaje.

4. Calidad de agua: Numerosos estudios demuestran una gran variabilidad en la cantidad de sales y en el origen de las mismas que contiene el agua. Al ser el constituyente principal del purín, influencia directamente en su calidad.

5. Composición de la dieta del rodeo: La dieta del rodeo influencia en la calidad del estiércol del animal, por ejemplo, aquellos animales que consumen principalmente pasturas, producen un estiércol que contiene aproximadamente un 14,5% de N del total de la MS ; en cambio cuando su alimento principal es balanceado, los valores se aproximan a 5%. Esto demuestra la gran

importancia de la calidad del alimento en la calidad final del estiércol.

6. Relación agua:sólido expresado como % MS: El uso de agua en las instalaciones, determina la relación agua:sólido, presentando mayor concentración de nutrientes cuanto más eficiente es el uso del agua en el momento del ordeño.

La tabla 5.1 muestra los valores en parte por millón (ppm=mg/kg o mg/l) de algunos nutrientes que tienen valor como fertilizante y que se hallan en las fracciones líquidas y sólidas de los sistemas de tratamiento. El material semisólido corresponde al retenido por el separador de sólidos (considerando un contenido de MS de 5,09% promedio). Para el caso de los líquidos, estos corresponden a los que se hallan en la primera y segunda laguna de tratamiento. Estos valores son orientativos, ya que representan el promedio de diferentes tambos comerciales de la región pampeana de nuestro país.

	Semisólido de separador	Efluente 1º laguna de tratamiento	Efluente 2º laguna de tratamiento
Nt (ppm)	946	219	111
Pt (ppm)	183	36	34
K (ppm)	595	242	236

Tabla 5.1 Valores de Nitrógeno total (Nt), Fósforo total (Pt) y Potasio (K) aproximados en tambos en Argentina contenidos en separadores de semisólidos como tratamiento primario y en la primer laguna y segunda laguna medidos en parte por millón (ppm) (Herrero, M.A, 2014 y García et al, 2012).

Tanto en material semisólido como en líquido, los valores presentan una gran variabilidad. Por lo tanto se recomienda que cada predio realice un análisis particular para conocer la composición de nutrientes de su propio purín.

A continuación se exponen los procedimientos de toma de muestra de líquido contenido en lagunas y de sólidos de pilones, las cuales deben tenerse en cuenta para obtener una muestra que refleje valores reales de nutrientes en el purín o material sólido, y que se traslade hasta el laboratorio sin ser alterada. Si estos pasos previos al análisis no se realizan correctamente, el valor final no tendrá validez.

A. Procedimiento de muestreo para lagunas:

En primer lugar es importante establecer el objetivo del muestreo, ya que puede variar el momento o sitio de toma de muestras. En este caso particular haremos referencia al análisis necesario para diseñar en el predio el Plan de Uso Agronómico.



Figura 5.3 Representación de los materiales necesarios para realizar un muestreo de laguna de efluentes. *El muestreador se puede confeccionar mediante un palo de madera o un caño de PVC de 1 pulgada, con un largo mínimo de la mitad del ancho de laguna. En uno de los extremos sujetar bien firme un recipiente plástico o un cucharón de sopa grande de acero inoxidable.

Se genera una muestra representativa por laguna. Para proceder a la toma de muestra se recomienda utilizar siempre guantes de latex.

1. En el recipiente colector se colocan numerosas submuestras tomadas en distintos sitios de la laguna espaciados de manera regular y que represente lo mejor posible la laguna. Mientras más submuestras de distintos sectores de la laguna se tomen, más representativa será la muestra, y por lo tanto más certero el análisis. Se recomienda utilizar por lo menos 6 sitios de muestreo, 3 a cada lado (Figura 5.4) ubicados regularmente a lo largo de la laguna. Cabe destacar que una laguna bien construida facilitará el muestreo.

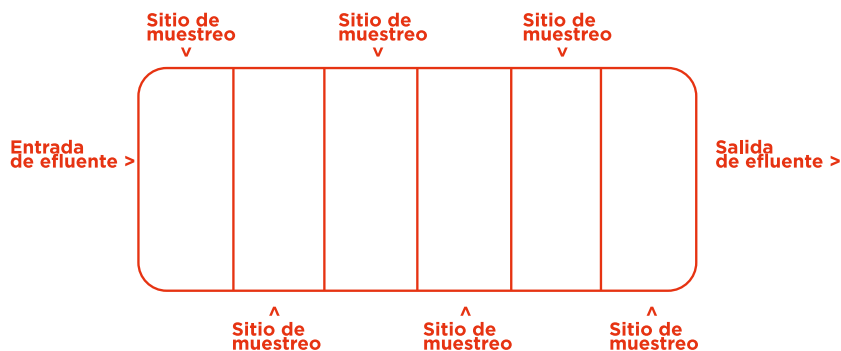


Figura 5.4: Arriba, esquema de sitios de muestreo de acuerdo a las medidas de cada laguna, dividida en 6 secciones similares. Abajo, ejemplo de sitios de toma de muestra en un caso real.

2. Una vez obtenidas las submuestras en el recipiente colector, se homogeneiza con el removedor (que al ser espumadera permite remover posibles sólidos gruesos) y se coloca en el recipiente porta muestra.

3. Etiquetar como se presenta en la Figura 5.5, y llevar inmediatamente a la conservadora, la cual debemos tener la precaución de no ubicarla al sol.

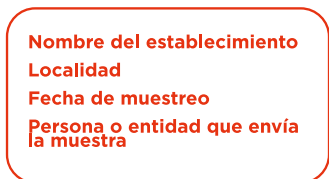


Figura 5.5 Modelo de etiqueta.

Las muestras deben conservarse en la heladera hasta el envío al laboratorio sin superar las 48 horas desde la toma de la muestra. En caso contrario, consultar al laboratorio para saber si el análisis a realizar permite la posibilidad de congelamiento.

B. Procedimiento de muestreo para pilas de sólidos:

Al igual que en el procedimiento de lagunas el objetivo del muestreo es el que define la forma y momento de muestreo, y en este caso haremos referencia al análisis para diseñar el Plan de Uso Agronómico.



Figura 5.6 Representación de los materiales necesarios para realizar un muestreo de pilones de estiércol.

Generar una muestra compuesta por cada pilón de sólido. Al igual que para líquido es muy importante utilizar guantes.

1. En cada pila identificar al menos 5 sitios de muestreo, distribuidos lo más uniforme posible (Figura 5.7).

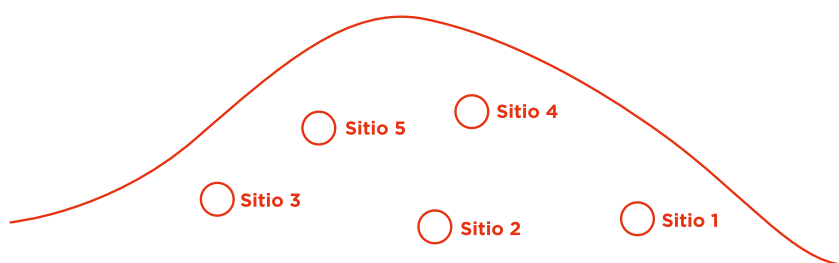


Figura 5.7 Arriba fotografía de un pilón de sólidos en establecimiento comercial, y abajo esquema de puntos de muestreo.

2. En cada sitio, con el rastrillo de mano, profundizar aproximadamente 0,3-0,4 m y con la pala de mano tomar 4 muestras equidistantes y llevarlos a una bolsa de plástico (comenzar tomando muestra en los sitios inferiores para que no caiga material sobre los siguientes).
3. Posteriormente colocar las 5 muestras en una superficie plana y limpia, mezclar bien, ayudándonos con la pala de mano y generar una muestra que quepa en el envase plástico de 0,5 l.
4. Etiquetar con los mismos datos indicados en la Figura 5.5.

Los análisis mínimos recomendados a solicitar para Plan de Uso Agronómico tanto para los purines de la laguna como para los sólidos del playón son:

- | | | |
|--------------------|---------------------------|-----------------|
| . Materia Seca | . Nitrógeno total | . Fósforo total |
| . Materia Orgánica | . Sodio | . Potasio |
| . pH | . Conductividad eléctrica | |

Los resultados obtenidos servirán para la planificación posterior del uso de purines y/o estiércol como fertilizante.

Buenas Prácticas para mejorar la Cantidad y Calidad de los Nutrientes en Purines y/o Estiércol

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
6. Conocer la cantidad de nutrientes del purín y del estiércol	Esto permite conocer su valor como abono fertilizante, facilitando el desarrollo del Plan de Uso Agronómico (PUA), para manejar el “desbalance” de nutrientes.
7. Solicitar los análisis de acuerdo al previo PUA (nutrientes a aplicar y frecuencia solicitada).	Es importante definir el PUA para la determinación de los elementos a analizar y la frecuencia de aplicación planificada.
8. Realizar los muestreos de purín y estiércol de acuerdo al protocolo correspondiente.	Si la muestra no fue tomada correctamente, el análisis NO tendrá validez.
9. Explicar correctamente al personal responsable del muestreo el protocolo de análisis.	Es importante instruir al personal e informarle sobre la importancia de su rol en el procedimiento.
10. Conservar las muestras de manera adecuada.	Es indispensable para que lleguen a su destino sin sufrir modificaciones. Estas recomendaciones surgen de cada parámetro y tipo de análisis.
11. Reducir el uso de agua al mínimo.	Permite disminuir el volumen de líquido en el almacenamiento, y reduce los costos de su uso.
12. Evitar situaciones de estrés al arrear a los animales.	Evita el exceso de estiércol en las instalaciones.
13. Respetar los tiempos en la rutina de ordeño.	Considerar las Buenas Prácticas en el ordeño. No exceder el tiempo de encierre de los animales, no solo reduce las excretas en este sector por disminución de tiempo de estancia, sino que evita una situación de estrés de los animales.
14. Balancear la dieta animal.	Un balance inadecuado de proteína y energía en la dieta, genera un desperdicio de nutrientes por parte del animal, principalmente N y P.

3. CARACTERIZACIÓN DE SUELOS:

La extracción de nutrientes y el bajo aporte de residuos de cosecha por parte de cultivos destinados a alimento animal en los lotes, son las principales causas que han llevado a crear un balance negativo del nivel de nutrientes en la mayoría de los suelos de los tambos de Buenos Aires.

El nivel de nutrientes en el suelo es uno de los factores principales que pueden limitar la producción de los cultivos. El reúso de los purines nos permite re-incorporar y re-acoplar los nutrientes de nuevo al sistema. A su vez otras propiedades de gran valor como la materia orgánica y micronutrientes que no son incorporados con una fertilización común de productos inorgánicos a los predios. A su vez, brinda la oportunidad de minimizar los riesgos de contaminación que genera la acumulación de purines.

Una herramienta más para el Plan de uso agronómico: El muestreo de suelos y su posterior análisis, nos permite conocer los niveles de nutrientes que el suelo contiene. Este dato junto a las necesidades del cultivo en cuestión, son claves para poder calcular la cantidad de purín a aplicar a un potrero.

Muestreo de suelos:

Al igual que para muestreo de purines, se determina el momento y forma de muestreo según los objetivos planteados. Por ejemplo, si se planteó determinar el nivel de elementos móviles del suelo (por ejemplo, nitratos), las muestras deben tomarse unos días antes de la siembra. Si lo que queremos determinar son aquellas características del suelo, que incluye elementos poco móviles (por ejemplo, fósforo), puede realizarse en cualquier momento de año y se recomienda realizarlos cada 3 a 5 años.



Figura 5.8 Materiales necesarios para realizar un adecuado muestreo de suelos.

El protocolo de toma de muestra de suelo indica obtener una muestra de cada lote o ambiente (en el caso de presentar en un mismo lote irregularidades, por ejemplo: loma y bajo).

A continuación se describen los pasos simplificados para proceder a la toma de muestras de suelo de un lote o ambiente:

1. Determinar el sistema de muestreo, el cual puede ser al azar o sistemático, pero que sea lo más representativo posible del lote. Podemos ver algunos ejemplos en la Figura 5.9.



Figura 5.9 Diferentes esquemas en los que podemos basarnos para seleccionar los puntos de muestreo de suelo.

2. Se recomienda tomar como mínimo 10 submuestras (idealmente entre 20 y 30), independiente del tamaño del lote. Al ser lotes que pueden haber contado con la presencia de animales, evitar que los puntos de muestreo caigan en un sitio de bosteo.

3. Para caracterizar el suelo deben considerarse submuestras entre 0 y 20 cm. Si queremos muestrear nitratos antes de la siembra, al ser muy móvil, se recomienda entre 0 y 60 cm, confeccionando 3 muestras de distinto estrato del perfil, en bolsas separadas: la primera de 0 a 20 cm, la segunda de 20 a 40 cm y la tercera de 40 a 60 cm.

4. Sobre la bandeja o balde colector (el cual debe estar totalmente limpio), colocar el contenido recolectado, mezclar bien ayudándonos con la pala de mano y cuarteo la muestra (separar una cuarta parte del total, como indica la Figura 5.10.).



Figura 5.10 Cuarteo de la muestra de suelo y presentación final de la muestra.

5. Esa cuarta parte, colocarla en una bolsa nueva, con su etiqueta correspondiente y llevar a la conservadora. En el caso de nitratos, las muestras deben ser refrigeradas a 4°C.

Las etiquetas deben aclarar profundidad a la que fue tomada la muestra y el número de lote, o aclaración de ambiente (Figura 5.11.).

Figura 5.11 Modelo de etiqueta para enviar muestra de suelo a laboratorio.

Nombre del establecimiento

Lote o ambiente

Profundidad de muestreo

Localidad y fecha de muestreo

Persona o entidad que envía la muestra

¿Qué solicitar al laboratorio? Para tener una caracterización inicial de nuestro suelo se puede considerar solicitar los siguientes análisis:

- . pH
- . Conductividad eléctrica (CE)
- . Materia Orgánica
- . Nitrógeno Total (Nt)☒
- . Nitratos (NO₃) (antes de la siembra)
- . Fósforo Total (Pt)
- . Fósforo Disponible
- . Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)
- . Azufre (S)
- . Calcio (Ca)
- . Magnesio (Mg)
- . Sodio (Na)
- . Potasio (K)

Buenas Prácticas para mejorar la Cantidad y Calidad de los Nutrientes en Purines y/o Estiércol

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
15. Incorporar el cálculo de rendimiento de los cultivos.	Esto permite conocer el nivel de extracción de nutrientes en los lotes.
16. Determinar los nutrientes a analizar antes de planificar el muestreo.	Las recomendaciones de muestreo pueden variar de acuerdo al nutriente a analizar.
17. Realizar un análisis visual de cada lote a muestrear.	Observar el lote y organizar las áreas de bajo o loma, en el caso de que éstas se diferencien, para diferenciar las zonas a muestrear.
18. Realizar el muestreo de suelo de acuerdo al protocolo de toma de muestras.	Nos permitirá obtener datos válidos sobre el nivel de nutrientes de suelos de cada establecimiento.
19. Conservar las muestras adecuadamente para que lleguen en buenas condiciones al laboratorio.	Si se altera la muestra, el resultado no es válido.
20. Capacitar al personal en la importancia y forma de toma de muestras.	En el caso de no contar con un profesional idóneo que realice esta actividad, se considera indispensable que quien vaya a realizar la toma de muestras se interiorice en la importancia y la técnica de esta actividad.
21. Llevar registros del nivel de nutrientes de cada lote.	Esto permite estudiar la evolución del lote y detectar acumulación o déficit de nutrientes en estos.

4. REQUERIMIENTO DE LOS CULTIVOS:

El requerimiento de los cultivos es la herramienta que complementa al Balance de nutrientes y a la caracterización de purines y suelo. En la tabla 5.2 se presentan los requerimientos de dos cultivos utilizados frecuentemente para alimentación del rodeo lechero, expresado por tonelada cosechada, que junto con el rendimiento esperado del cultivo y la información correspondiente a la concentración en suelos, se convertirán en la base de cálculo de la cantidad de purín a aplicar.

Cultivo	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Azúfre	Calcio	Magnesio
Maíz (kg/t)	22	4	19	4	3	3
Alfalfa (kg/t)	25-30	2,2-3,3	18-25	2,5-5	11-12,5	2-3,7

Tabla 5.2 Requerimientos de algunos nutrientes para los cultivos de maíz para grano y alfalfa (INPOFOS)

La Figura 5.12 representa la relación entre las herramientas descritas en este capítulo, a partir de las cuales se obtienen datos muy importantes y esenciales para proceder al Plan de Uso Agronómico.

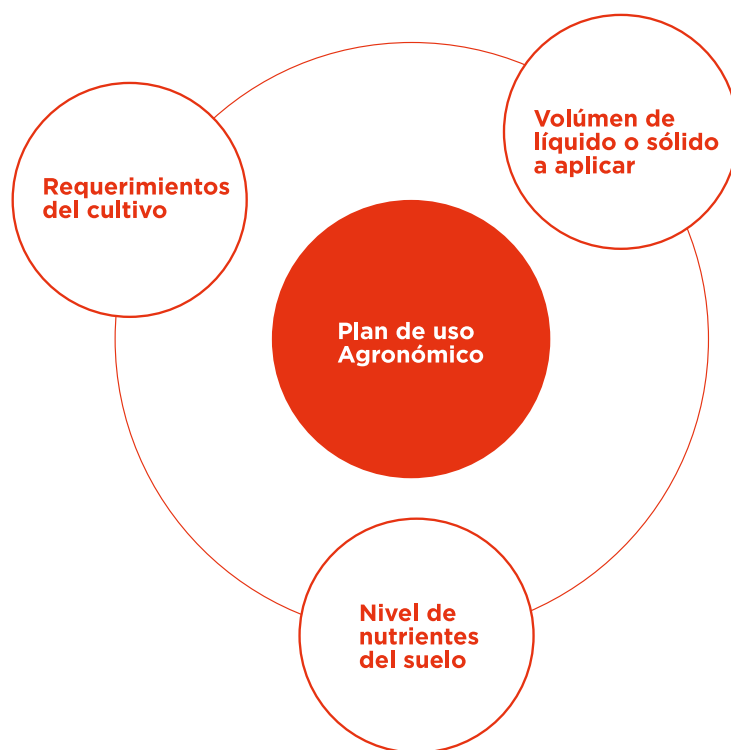


Figura 5.12 Representación de la complejidad que requiere el Plan de Uso Agronómico.

Los 10 puntos clave para su autoevaluación

Marque con una cruz donde corresponda

	SIEMPRE	A VECES	NUNCA/ NO REALIZO
1. ¿Llevo registros al día sobre los productos que ingresan y egresan del establecimiento diariamente?			
2. ¿Realizo Balances de Nutrientes anuales, tanto general del establecimiento como específicos de las diferentes zonas? por ejemplo: sala de ordeño, lotes, corrales.			
3. ¿Realizo análisis de laboratorio periódicos para conocer el valor como abono fertilizante de los purines?			
4. ¿Leo y respeto el protocolo de toma de muestras de purines y de transporte?			
5. ¿Evalúo el nivel de nutrientes de los suelos mediante análisis de laboratorio de los diferentes lotes del establecimiento?			
6. ¿Leo y respeto el protocolo de toma de muestras de suelo y de su transporte?			
7. ¿Considero las necesidades del Plan de Uso Agronómico para realizar los análisis de suelo y de purines?			
8. ¿Aplico aquellas prácticas que reducen el consumo de agua en el momento del ordeño?			
9. ¿Mantengo actualizados los registros de datos de producción de los diferentes cultivos para obtener promedios de producción propios de mi establecimiento?			
10. ¿Capacito al personal sobre la importancia de llevar registros de información y desarrollo de determinados indicadores como balances de nutrientes?			

CAPÍTULO 6: LOS PURINES Y LA DISEMINACIÓN DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS

El manejo de excretas de origen animal y su reutilización es una práctica enfocada a reducir la contaminación por nutrientes como el nitrógeno y el fósforo. Sin embargo, hay que considerar que las excretas contienen microorganismos patógenos. Muchos de estos patógenos pueden sobrevivir en excretas y suelo durante un año. Por esta razón es importante extremar los cuidados. Estos comienzan desde la selección de los animales que ingresan o permanecen en el predio. Las mejores prácticas son las que comienzan por un rodeo sano, luego por el control en las excretas y finalmente con las prácticas de aplicación a campo.

En este capítulo se profundiza en los aspectos sanitarios del manejo de purines y sus impactos. Se detallan las prácticas para reducirlo desde el manejo del ganado, en su manejo y tratamiento y en la aplicación a campo.

¿A qué denominamos “patógenos”? Un agente biológico patógeno es un ente que puede producir algún tipo de enfermedad o daño en el cuerpo de un animal, un ser humano o un vegetal. No todos los patógenos tienen el mismo nivel de supervivencia (Tabla 6.1), ni sobreviven de igual manera en el ambiente. Existen factores como la temperatura, la radiación, la humedad, el pH del medio y la alta concentración de amoníaco que pueden incidir en la vida infectiva en los diferentes compartimentos ambientales.

	Purines (días)	Estiércol (días)	Suelo (días)	Agua (días)	Plantas (días)
Streptococci spp.	170	170	+ 60	s/d	s/d
Salmonella spp.	120	120-190	60-380	16 -120	+ 35
E. coli	60-90	70	45 - 400	16 - 35	180
M. avium spp. paratuberculosis	+ 350	+ 350	+ 350	270 - 400	+ 180
Mycobacterium bovis	70 - 180	70 -180	+ 60	s/d	60 -180
Brucella	15 -120	15-120	125 -300	60	s/d
Listeria	100 - 365	100-300	120 - 360	120	50-120

Tabla 6.1 Supervivencia de algunos patógenos en diferentes medios expresada en días.

Fuente: Adaptado de Burton y Turner, 2003; González Pereyra y Herrero, 2010; Alfaro y col., 2015

Cuando se reutilizan estiércol y purines crudos que tienen alta carga de patógenos ingresan a la cadena alimentaria pudiendo llegar a los alimentos. Los tratamientos de estas excretas en los establecimientos lecheros disminuyen las cargas de patógenos. Por ejemplo cuando se almacena estiércol y se logra el aumento de la temperatura en las pilas (+ de 55°C) se puede disminuir hasta un tercio de la carga si se mantienen estas temperatura por algunos días. Lo mismo ocurre con el compostaje de sólidos, siendo éste uno de los métodos más efectivos para su eliminación porque asegura en el proceso el sostenimiento de altas temperaturas. En el caso del compostaje se requiere por lo menos de tres semanas a más de 65°C para destruir al *Mycobacterium bovis* (Tuberculosis).

Los tratamientos anaeróbicos en lagunas también logran la disminución de la carga al igual que la digestión anaeróbica, si bien esta última es efectiva para algunos patógenos. La aireación artificial de las lagunas puede llegar a disminuir el 80% de la carga bacteriana.

Otro momento importante en la disminución del impacto de los patógenos es al momento de la aplicación. Si se aplica en cobertura, los rayos UV en las estaciones primavera, verano y principio de otoño afectan su supervivencia. Sin embargo, si llueve y se producen escurrimientos, estos patógenos podrían llegar a cuerpos de agua superficiales. Si se incorporan al suelo para evitar el escurrimiento, los patógenos pueden sobrevivir más tiempo. No obstante, hay estudios que muestran que la competencia con microorganismos del suelo y el mismo pH puede afectar su supervivencia.

Como puede observarse es un tema complejo que comienza desde la selección de los animales que ingresan o permanecen en el predio. Las mejores prácticas son las que comienzan por un rodeo sano y luego por el control en las excretas.



Buenas prácticas vinculadas a la evaluación de la condición general de sitio

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
1. Partir de un rodeo sano	Contar con un rodeo sano tiene todas las ventajas. Entre ellas minimizar los riesgos de enfermedades para los trabajadores y la reducción de la carga de patógenos al ambiente desde las excretas.
2. Implementar un correcto plan de vacunación y de prevención sanitaria en general	Es un paso fundamental para tener un rodeo sano.
3. Registrar todos los eventos vinculados a la sanidad animal, cumplimentando requisitos de SENASA.	El cumplimiento de los requisitos oficiales es parte de un manejo sanitario correcto del rodeo.
4. Selección de animales sanos para reposición	Propiciar la reposición con animales criados en el mismo predio con pautas de sanidad adecuadas habiendo implementado un plan de prevención de enfermedades y revisar los animales antes de decidir su permanencia en el predio.
5. Ingresar animales al predio de origen conocido	Evaluar la situación y manejo sanitario de los predios en los cuales se adquieran animales. Estos predios deberían implementar planes de sanidad similares, contando con los registros suficientes para evaluar esta condición antes de adquirir animales de reposición. Solicitar la realización de exámenes diagnósticos de enfermedades de largo periodo de incubación y zoonóticas.
6. Diseño adecuado de potrero lazareto para observar a los animales que ingresan al predio	Poseer un potrero separado de otras zonas productivas como lazareto. Este potrero debe estar identificado y localizado en un lugar donde sea fácil la visualización y control de los animales que ingresan.
7. Registro y señalización de animales	Como parte de un manejo eficiente, tener un registro y señalización de todos los animales desde su nacimiento hasta su muerte o hasta que salen de los predios.
8. Buen acceso a fuentes de agua de bebida de calidad para los animales.	Para sostener la producción y salud animal se debe ofrecer agua de calidad, fresca y limpia a voluntad.
9. Realizar análisis del agua de bebida de los animales por lo menos una vez al año	Evaluar especialmente contenido de nitratos y carga bacteriológica para diagnosticar tempranamente cambios en la calidad que puedan revertirse.

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
10. Evitar el acceso de animales a fuentes de agua superficial.	El manejo de aguas superficiales requiere sostener una calidad adecuada minimizando las fuentes de contaminación. El acceso directo de animales es una fuente de contaminación directa con excretas.
11. Almacenar alimentos en lugares limpios.	Los galpones o sectores de almacenamiento de alimentos deben estar limpios y secos. De esta forma se preservará la calidad de los alimentos.
12. Control de moscas y roedores en instalaciones.	Tanto moscas como roedores actúan como vectores de diferentes enfermedades. Se recomienda la implementación de un protocolo de control de vectores.
13. Buen acceso a los alimentos y dieta adecuada para asegurar la salud animal.	Así como es importante para lograr buenos índices productivos, contar con agua de calidad y con buena accesibilidad, lo mismo ocurre para los alimentos. Estas instalaciones deben estar construidas para este fin de forma exclusiva. Revisar presencia de hongos.
14. Manejar sin estrés a la hacienda dado que los animales estresados excretan más cantidad de patógenos.	El estrés al que son expuestos los animales por falta de bienestar animal predispone estos a enfermedades, dado que se afecta su inmunidad.
15. Diseño adecuado de un sector para animales enfermos.	Poseer un sector para aislar animales enfermos separados del resto del rodeo. Estas instalaciones deben estar en lugares de fácil observación. Registrar las enfermedades y los tratamientos aplicados.
16. Manejo de materiales para el tratamiento sanitario.	En las manos pueden permanecer microorganismos que afectan la salud animal, del personal y de la familia del operador. Se deben implementar programas, facilitar los elementos de limpieza y realizar una adecuada capacitación a todos los trabajadores en el predio.
17. Higiene de manos del operador.	En las manos pueden permanecer microorganismos afectan la salud animal, del personal y de la familia del operador. Se deben implementar programas, facilitar los elementos de limpieza y realizar una adecuada capacitación a todos los trabajadores en el predio.

¿Qué prácticas realizar?

Motivos por los cuales se recomienda

18. Gestión de residuos veterinarios

Los materiales de trabajo de uso veterinarios (jeringas, guantes, envases de vacunas, antiparasitarios y otros medicamentos) deberán ser almacenados en recipientes identificados a tal fin, para su posterior retiro por empresa de servicios que los dispondrá en plantas de tratamiento especializadas en estos residuos. Guardar los remitos de retiro para adjuntar a los registros y presentar a las autoridades en las instancias que lo ameriten.

19. Colocación de cartelería apropiada a estas actividades.

Colocar carteles indicadores con letra legible para facilitar el manejo sanitario.



Evitar acceso directo a fuentes de agua



Acceso a agua limpia



Revisar presencia de hongo en alimentos y no suministrarlos al ganado



Disponer de instalaciones especiales para los alimentos



Colocar cartelería para la información de los trabajadores

Imágenes provistas por Ings. Agrs. M.A. Herrero e Inés Vankeirsbilck.

Buenas prácticas para la reducción de patógenos en la recolección y el almacenamiento de purines y estiércol

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
20. Evitar acumulación de agua en caminos de acceso a instalaciones de ordeño.	Cualquier acumulación de agua en caminos forma barro que provee un ambiente ideal a la multiplicación de patógenos, atracción de otros vectores como moscas y además son sectores que favorecerán el escurrimiento de estiércol y patógenos a zonas bajas.
21. Utilizar pediluvios antes del ingreso al ordeño.	La higiene de cascos y pezuñas es una actividad importante para disminuir el ingreso de suciedad a la sala de ordeño y mejora la sanidad de patas.
22. Evitar descargas accidentales a potreros bajos.	Las descargas directas resultan en una fuente de ingreso incontrolable de patógenos y excesos de materia orgánica y nutrientes. Esto produce la contaminación y aumenta la llegada de vectores de enfermedades que se multiplicarán en estas zonas contaminadas.
23. Evitar acumulación y escurrimientos no deseados de excretas desde corrales e instalaciones y desde los canales de traslado de purines.	Los escurrimientos incontrolados terminan generalmente en zonas bajas luego de recorrer diferentes áreas de manejo de animales. Sus efectos son similares a los descritos en 19 y 21.
24. Sembrar fajas de gramíneas en los bordes de cuerpos de agua.	Las fajas de gramíneas como otro tipo de vegetación trabajan como filtros naturales. Depuran el purín ante algún desborde involuntario y también se utilizan como un tratamiento terciario que disminuye la carga de nutrientes a cuerpos de agua.
25. Retener los purines en lagunas de tratamiento el tiempo necesario.	El diseño de lagunas de tratamiento debe respetar el volumen necesario al tiempo de residencia determinado para cada situación. Un tratamiento bien diseñado disminuirá la multiplicación de estos microorganismos.
26. Diseñar lagunas anaeróbicas para la primera fase de tratamiento.	Estos procesos tienen un funcionamiento eficaz para disminuir la carga de patógenos.
27. Aireación mecánica de lagunas aeróbicas	La aireación de la capa superior de lagunas anaeróbicas o de lagunas facultativas facilita el crecimiento de bacterias aeróbicas que mejoran el tratamiento y bajan la carga de patógenos.

¿Qué prácticas realizar?

Motivos por los cuales se recomienda

28. Cuando se maneja estiércol se deben mantener en playas de estacionamiento al sol.

Las instalaciones para el acopio de sólidos deben ser en playas con piso de cemento y escurrimiento de líquidos hacia el sector de tratamiento general, con un tamaño suficiente que asegure la llegada de la radiación solar a la mayor superficie posible para disminuir la carga de patógenos y el contenido de agua.



Almacenamiento de sólidos en pistas de concreto

Imagen provista por Ing. Agr. M. A. Herrero

Buenas prácticas para la reducción de patógenos en la recolección y el almacenamiento de purines y estiércol

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
29. Apilar estiércol sobre base de cemento por encima de la línea de inundación y no sobre tierra.	Esta práctica disminuirá la llegada de lixiviados con exceso de nutrientes y patógenos al agua subterránea reduciendo la probabilidad de contaminación.
30. Evitar el ingreso por escurrimiento de agua de lluvia en las pilas de almacenamiento.	El ingreso de agua aumenta la humedad de las pilas y favorecerá la multiplicación de patógenos, por ello es importante evitarlo.
31. Compostaje de sólidos para bajar la carga de patógenos.	El proceso de compostaje eleva la temperatura de la masa de estiércol luego de 4-6 semanas y el sostenimiento de temperaturas superiores a 55°C disminuyen la carga de patógenos.
32. Buscar alternativas de tratamiento para determinado patógenos resistentes.	Asesorarse sobre tratamientos especiales que puedan ser utilizados para determinados patógenos resistentes.
33. Correcta disposición de cadáveres.	Se debe consultar la normativa vigente para la construcción de instalaciones especiales o la incineración de cadáveres. Se recomienda desinfectar todo equipamiento utilizado para prevenir la salud del trabajador y de su familia y disminuir la carga de patógenos en el ambiente.

Buenas prácticas en el Uso Agronómico para disminuir la carga y diseminación de patógenos

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
34. Evitar realizar uso agronómico con purines o efluentes crudos.	La llegada al suelo y a las plantas de efluentes crudos facilitaría la incorporación de patógenos a la cadena alimentaria.
35. No sobre-dosificar cuando se realiza uso agronómico de estiércol y purines.	La aplicación de dosis correcta puede evitar el aumento de la carga de patógenos que permanecer en el ambiente y a su vez reduce el impacto en cursos de agua en caso de escurrimiento.
36. Trabajar con equipos limpios de campañas anteriores propias o a los que vienen con contratistas de otros establecimientos.	Al finalizar la temporada se recomienda limpiar correctamente los equipos. Esta actividad es muy importante cuando se contratan empresas externas al establecimiento para el manejo de purines y estiércol dado que pueden aportar una carga de patógenos y contaminar a los animales propios.

Buenas prácticas en el Uso Agronómico para disminuir la carga y diseminación de patógenos

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
37. Evitar aplicar purines en invierno.	En invierno el crecimiento de las plantas es mínimo y en consecuencia utilizan menos agua y nutrientes, por lo que puede aumentar la presencia de los patógenos en el ambiente en el caso de aplicar. A su vez, la menor cantidad de horas de luz aumenta la persistencia de los patógenos en suelo y planta. El sol directo ayuda a disminuir la persistencia.
38. No aplicar purines con viento.	El viento favorecerá la deriva del material y de los patógenos a lotes y casas cercanas en forma de aerosoles y con partículas de polvo.
39. Adecuar el método de aplicación considerando carga de patógenos, estado del cultivo y maquinaria disponible.	Si se sospecha de presencia de patógenos no utilizar aspersores con los purines. Sí podría utilizarse estiércol en aplicaciones al suelo o inyección de purines al suelo para evitar que queden patógenos sobre las plantas.
40. Aplicaciones sobre suelo desnudo previo a la siembra.	Esta práctica puede asegurar la llegada de los rayos UV a los purines haciendo decrecer la carga ambiental de patógenos.
41. Aplicar en lotes de pastoreo considerando días de descanso para ingreso de animales según estación del año.	La aplicación sobre lotes en pastoreo deberá realizarse por lo menos 3 semanas antes del ingreso del ganado en verano y 6-7 semanas desde fines de otoño a inicio de primavera.
42. Realizar una correcta calibración de los equipos de aplicación.	Para que el purín /efluente /estiércol esté bien distribuido sobre el terreno y evitar charcos que son fuente de mayor carga de patógenos, se deberá realizar una correcta calibración inicial de los equipos y controlar durante la aplicación.

Correcta dosificación



Evitar charcos por mala calibración de equipos



Imágenes provistas por Ing. Agr. M. A. Herrero

Los 10 puntos clave para su autoevaluación

Marque con una cruz donde corresponda

	SIEMPRE	A VECES	NUNCA/ NO REALIZO
1. ¿Aplico y doy cumplimiento con todas las prácticas oficiales para tener un rodeo sano (registros, ingreso de animales, vacunación)?			
2. ¿Realizo un adecuado manejo de agua de bebida, la alimentación y manejo de los animales sin estrés?			
3. ¿Mantengo limpias las instalaciones de alimentos y se realizo control de moscas y roedores?			
4. ¿Planifico y destino adecuadamente un sector para animales enfermos y se utilizo materiales de uso veterinario descartables?			
5. ¿Evito los vertidos accidentales de purines o de aguas residuales con tratamiento ineficiente a potreros bajos?			
6. ¿Realizo un chequeo de posibles fugas por escurrimientos de excretas desde corrales e instalaciones y/o canales de traslado de purines?			
7. ¿Elijo una disposición de sólidos y líquidos acorde a los patógenos presentes?			
8. ¿Tengo en cuenta en la aplicación de purines como uso agronómico evitar la incorporación de patógenos a la cadena alimentaria?			
9. ¿Tengo en cuenta en la aplicación de purines como uso agronómico la elección de fecha y cultivo?			
10. ¿Evito aplicar purines en pleno invierno o en días con viento?			

MÓDULO 3:
PLAN DE USO AGRONÓMICO



CAPÍTULO 7: CARACTERIZACIÓN PREDIAL. ¿Dónde voy a aplicar?

Para un mejor entendimiento del presente capítulo se recomienda la lectura previa de módulo “Gestión de los purines”. Las características o calidad de los purines, tal como materia seca y concentración de nutrientes (N y P) y sales, definen el uso agronómico de los mismos. Por lo tanto, para el correcto y eficiente aprovechamiento agronómico de los purines se aconseja seguir las buenas prácticas que se recomiendan en dicho módulo.

El reciclado de los nutrientes que forman parte de los purines no es algo nuevo. Los animales al realizar su actividad de pastoreo realizan naturalmente un reciclado de nutrientes al sistema. Las excretas producidas por los animales devuelven al ambiente parte de los nutrientes que son extraídos al consumir los forrajes. Sin embargo, al ser la devolución mediada por el manejo animal, la alta carga instantánea o falta de planificación en la rotación agrícola podría llevar a situaciones de incrementos en los nutrientes en los lotes por encima de la capacidad del sistema de reciclarlos. De superarse esta capacidad de reciclado, el suelo quedaría en una situación de potencial riesgo de contaminación difusa.

En la provincia de Buenos Aires el reciclado de los nutrientes en forma antropogénica, es decir manejada por el hombre, como una opción de gestión de los purines para el tambo es algo nuevo. La aplicación de los purines al suelo de potreros o lotes necesita de criterios y conceptos para realizar una gestión de los nutrientes que sea sustentable. Aprovechando los aportes benéficos al suelo sin incurrir en riesgos para éste y el ambiente, como podrían ser las aguas subterráneas o superficiales (Capítulo 1). La aplicación al campo sin planificación de los purines podría llevar en más o menos tiempo a incrementar los niveles de ciertos nutrientes en el suelo hasta valores que pueden comprometer su capacidad productiva futura. Así mismo, este incremento en nutrientes excederá la capacidad de reciclado del suelo que al interactuar junto con otras variables climáticas, por ejemplo las

lluvias, daría lugar a los procesos de lixiviación y escurrimiento. Ambos desencadenantes de potenciales problemas de contaminación puntual o difusa en el área rural.

Como misión de las autoridades locales de preservar los recursos naturales y el ambiente para la sociedad es que el sector tambero deberá gestionar un permiso para desarrollar su gestión de purines. El permiso de Uso Agronómico (UA) de los purines es otorgado en forma conjunta por la Autoridad del Agua (ADA) y el Ministerio de Agroindustria de la provincia.

En este capítulo se brindarán los conceptos necesarios para comprender los alcances, beneficios y riesgos que tiene el uso de los purines como enmienda o fertilización en los campos. Así mismo se presentarán pautas mínimas para realizar un adecuado Plan de Uso Agronómico (PUA) requisito al momento de gestionar el permiso de uso agronómico antes las autoridades.

Plan de Uso Agronómico (PUA)

El PUA tiene como objetivo que el productor - asesor pueda planificar la disponibilidad de los nutrientes aportados por los purines de forma de maximizar los rendimientos de los cultivos mientras que minimiza el riesgo de degradación del suelo y de impacto ambiental.

El desarrollo de un PUA se divide en dos partes, a saber: la caracterización predial y las consideraciones técnicas para la aplicación agronómica. En este capítulo abordaremos la primera y en el próximo la segunda.

Desarrollo de la caracterización predial

La caracterización predial consiste en determinar en qué lotes será posible de realizar la aplicación agronómica y tendrá como producto un croquis del establecimiento. Para ello se seguirán una serie de lineamientos que serán abordados en este capítulo, como ser el perfil del suelo,

pendientes, ubicación en el paisaje, distancias mínimas a puntos críticos, etc. Las definiciones a las que se vayan llegando serán el resultado de este proceso de caracterización y el insumo para poder continuar con la etapa de “Consideraciones técnicas para la aplicación agronómica”.

Todo establecimiento tendrá dos zonas que deberán ser bien delimitadas en el croquis, lotes en que se podrá realizar UA o **zonas posibles y zonas de exclusión o áreas de NO aplicación** (Figura 7.1).

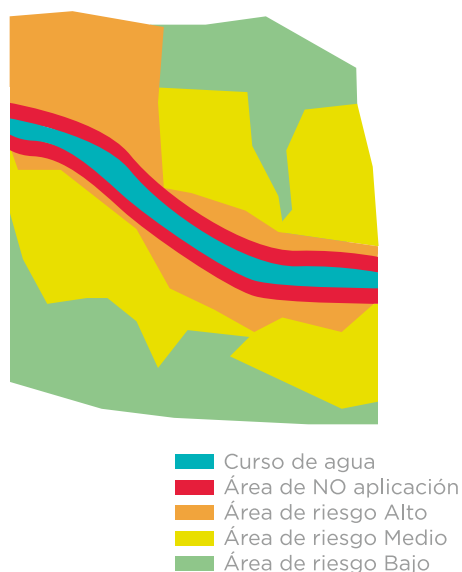


Figura 7.1 Ejemplo de croquis para incluir en un PUA. Fuente: Elaboración propia, adaptado de Think Manures

Delimitación de las zonas de exclusión

Con motivo de preservar los recursos naturales e incentivar a la producción sustentable no será posible realizar UA bajo ninguna metodología de aplicación en las áreas que denominaremos **zonas de exclusión**. Como soporte a la delimitación de la zona de exclusión se podrá valer de las “Buenas Prácticas en la caracterización predial del PUA”.

A continuación abordaremos los conceptos principales a conocer para una correcta delimitación, las cuales formarán parte del croquis que acompañe el PUA.

Las distancias mínimas determinan la zona de exclusión o área de seguridad de acción estableciendo un área de contención ante la ocurrencia de eventos no deseados actuando de buffer de los procesos resultantes buscando minimizar los impactos en áreas linderas. La Tabla 7.1 presenta las distancias mínimas recomendables priorizando la seguridad de las áreas linderas ante potenciales impactos. En los casos en que fuese posible la selección del nivel de seguridad (normal, medio o máximo) queda a evaluación del productor/asesor según la situación y resguardo que se presente con el objeto, infraestructura, recurso natural, forrajes, cultivos, etc. linderos a la zona de exclusión.

La utilización de un nivel de **seguridad normal** sería aconsejable ante la interacción entre la baja probabilidad de eventos indeseados y áreas linderas a la zona de exclusión en las siguientes situaciones de ejemplo: áreas poco sensibles, áreas despejadas de forrajes o cultivos, no involucra a recursos naturales de difícil recuperación o potencial daño permanente, no serían potencial causa de conflictos sociales ni afectarían la salud humana o animal. Caso contrario se aconseja extremar las precauciones aumentando el nivel de seguridad. De no tener los elementos necesarios para realizar una selección, es aconsejable la consulta a un profesional o por principio precautorio tomar como referencia un nivel máximo. A posterior podrá ser actualizado si el caso lo amerita.

Se establecerá una distancia mínima que acompañe el límite perimetral del establecimiento¹ con el fin de no causar inconvenientes en lotes y propiedad vecina durante y pos aplicación de purines. La elección de un nivel de seguridad normal (Tabla 7.1) contemplaría la situación dónde los recursos linderos no sean objeto que pudiese comprometerse en caso de un imprevisto en la aplicación del purín. Por ejemplo con un lote sin uso temporalmente o barbechado en propiedad vecina la elección de un nivel de seguridad normal podría ser apropiado. En cambio ante la presencia de recursos que no pueden ser alcanzados por un aplicación de purines, como ser recursos forrajeros, verdeos, cultivos de cobertura, cultivos para silajes o grano o pasturas es aconsejable elevar el nivel de seguridad.

¹ Entendiéndose por el establecimiento al área propia o en posesión, sea alquiler u otro vínculo de posesión.

Así mismo, se deberán extremar las precauciones (nivel máximo) cuando las áreas vecinas pudiesen ser viviendas habitadas o habitables, unidades sanitarias, entidades educativas, espacios de recreación y asentamiento urbano.

Los cuerpos de agua superficiales como arroyos, ríos, lagunas o espejos de agua permanentes o temporales serán protegidos con una zona de exclusión que acompañará la figura del recurso hídrico. Normalmente los niveles de los recursos son estacionales, variando de cotas de nivel máximas en épocas de lluvias recurrentes a cotas de nivel mínimas en épocas con pocas lluvias. Considerando que en ninguna circunstancia el producto purín podría entrar en contacto con las aguas naturales, el nivel de seguridad elegido para la confección del PUA contemplará la variación de las cotas de nivel máximas de los últimos 25 años. A partir de ésta, se establecerá un nivel de seguridad que contemple dicha variabilidad, la deriva en la aplicación y la posibilidad del movimiento lateral y vertical del purín sobre la superficie dependiendo la pendiente, textura y cobertura vegetal del suelo (Figura 7.2).

En la siguiente sección se abordan los criterios para determinar las condiciones necesarias para destinar un lote al PUA. Sin embargo, cuando el lote se encuentra en una posición de media loma a bajo, finalizando en un recurso hídrico superficial, en concordancia con la definición del área de exclusión específica del recurso hídrico se deberán contemplar dichos criterios para el lote. De esta forma se contribuye mediante la gestión del lote, sumada al área de exclusión del

lote, sumada al área de exclusión del recurso hídrico, a la conservación de este último.

Los recursos hídricos subterráneos son de gran importancia (Capítulo 1) por lo que su preservación no es cuestionada. Las precauciones que se deberá tener con éstos son variadas, pero las que conciernen a este capítulo son puntualmente enfocadas en las perforaciones (Capítulo 2). Las perforaciones al ser una potencial vía de comunicación directa desde la superficie al recurso subsuperficial son un punto crítico donde se deben extremar las medidas de monitoreo y prevención. En la gran mayoría de los predios se observa como una práctica habitual que una perforación este ubicada en las proximidades de las instalaciones de ordeño o viviendas. En esta situación nos encontramos con varios criterios superpuestos en cuanto a distancias mínimas. Por lo tanto la definición de la zona de exclusión deberá definirse con el criterio más estricto.

Normalmente no sucederá lo mismo con los molinos instalados en el campo, puesto que son instalaciones que se encuentran aisladas de otras obras de infraestructuras. Al momento de definir una distancia mínima de aplicación o zona de exclusión al molino, seguramente el único criterio a contemplar sea el de perforaciones.

Figura 7.2 esquema para interpretar las zonas de exclusión en recursos hídricos. Fuente: Elaboración propia

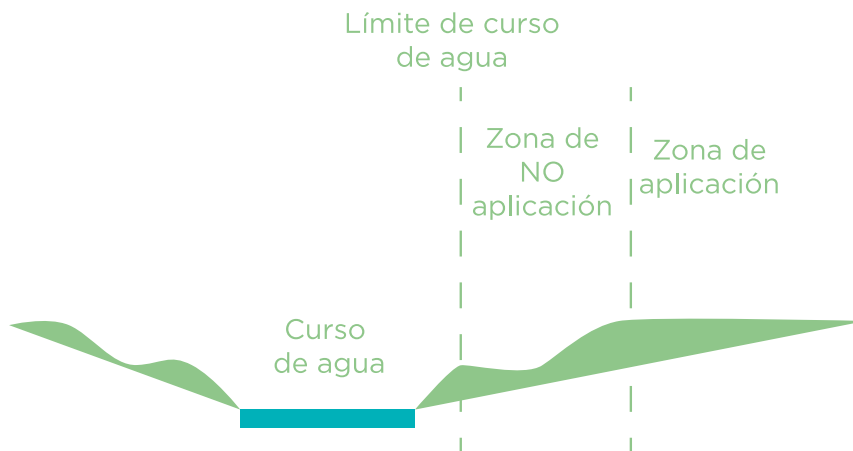


Tabla 7.1: Márgenes de seguridad sugeridos para delimitar las zonas de exclusión. Fuente: Elaboración propia según diferentes bibliografías internacionales.

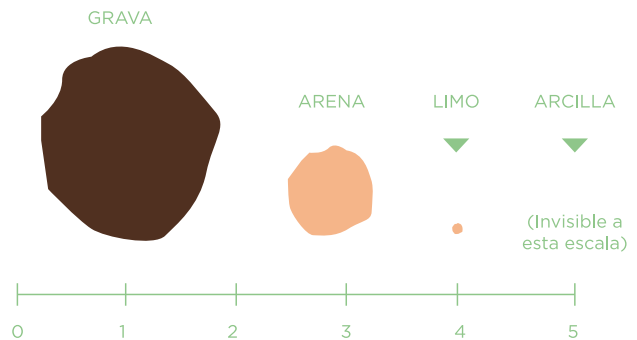
Tipo de Límite mínima (m)	Distancia
Perimetral del establecimiento	No menos de 5 m
Perimetral a centros poblados, escuelas, unidades sanitarias	No menos de 15m
Recursos hídricos superficiales	No menos de 15 m
Perforaciones	No menos de 10 m
Instalaciones de ordeñe	No menos de 50 m
Viviendas	No menos de 50 m
Otras instalaciones	No menos de 25 m

Posición del paisaje y textura de suelo como determinantes en zonas de exclusión.

Las características del suelo y el paisaje son atributos que serán nuevamente analizados al momento de realizar la aplicación del purín (Capítulo 8). Sin embargo, podrían existir valores de dichos atributos que definan una zona para la cual sea apropiado restringir en forma permanente la posibilidad de utilización en el Plan de Uso Agronómico (PUA).

Comenzaremos con una breve reseña del suelo resaltando sus componentes y las características que le confieren. Los constituyentes de los suelos son clasificados según el tamaño de partícula de mayor a menor en grava, arena, limo y arcilla (Figura 7.3). Las fracciones menores a 2 mm son las que se **definen edáficamente como suelo**, únicamente la grava queda fuera de este rango y por ello se lo considera un material inerte en la dinámica del suelo.

Figura 7.3 Clasificación de las partículas del suelo por su tamaño. Fuente: Elaboración propia.



La textura del suelo le imprime características específicas que permiten interpretar sus propiedades. La textura del suelo es la composición cuantitativa de arena, limo y arcilla. Hay términos texturales que definen universalmente una proporción de los componentes, para ello se ha desarrollado el diagrama triangular donde se representan los valores de las tres fracciones y como son constituidas las 14 clases texturales (Figura 7.4).

Figura 7.4 Triángulo textural. Fuente: extraído de edafología.net



Imaginando el suelo como una esponja, el resultado de la interacción entre la textura y el agua define la velocidad con la que el agua desciende, tasa de infiltración, y la capacidad de retención de agua en los estratos de suelo. Suelos arenosos tienen alta tasa de infiltración, pero con poca capacidad de retención de agua. La aplicación de purines en estos suelos tendría un potencial riesgo en el recurso hídrico subterráneo, pues drenarían fácilmente sin retención en el suelo. En cambio, suelos arcillosos pueden retener más agua que los suelos de partículas más gruesas, incluso la retienen con mayor fuerza. La aplicación de purines en suelos arcillosos con un drenaje muy lento conlleva a un riesgo de encharcar la superficie (Tabla 7.2).

Tabla 7.2 Rango de variación y promedio de las tasas de infiltración en función a las texturas de suelo más características. Fuente: Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP).

Textura del suelo	Rango de variación (mm/h)	Tasa de infiltración promedio (mm/h)
Arenosa	25 a 50	35
Franco - arenosa	13 a 75	25
Francas	7,5 a 20	12,5
Franco - limoso	2 a 15	7,5
Arcillo - limoso	0,2 a 5	2,6
Arcilla	0,1 a 1	0,5

El PUA debe contar con un relevamiento de las series de suelos que conforman el establecimiento. Se puede recurrir como fuente de consulta para la obtención de los mapas de suelos al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) mediante su visor GIS² o al Instituto Geográfico Nacional (IGN).

De la interacción entre la textura del suelo y la posición en el paisaje de los lotes se delimitarán las zonas de exclusión. Para ello se deberá considerar entonces la textura, la tasa de infiltración, la pendiente y las distancias que se presenten con respecto a los recursos hídricos superficiales y subterráneos. En posiciones del paisaje sin pendiente, las características del suelo es el criterio principal para analizar el PUA. Por ejemplo, en las lomas arenosas con niveles freáticos menores a 2,5 m las aguas subsuperficiales podrían ser alcanzadas por los purines aplicados. Como así también los suelos franco - limosos o franco - arcillosos en posiciones bajas del relieve o en cercanías a lagunas o arroyos. Ambos ejemplos ameritan que las áreas sean reservadas en forma permanente marcándolas como zonas de exclusión. En las posiciones con pendientes, las medias lomas, existe una interacción entre ésta y la textura del suelo. Las áreas con pendientes mayores al 7% se delimitarán como zonas de exclusión. Pendientes por encima de ese valor vehiculizan el transporte de nutrientes adheridos a las partículas de suelo degradándolo además del potencial acumulamiento de suelo (nutrientes) por escurrimiento en zonas más bajas del terreno. Las pendientes en el rango del 1% al 7% presentarán un riesgo en dependencia con la clase textural, siendo aconsejable consultar con un profesional la determinación del área de exclusión. Las pendientes menores al 1% se asemejan a posiciones bajas en el relieve o próximas a ésta, presentando relevancia las características del suelo como criterio definitorio.

² Se puede consultar en <http://visor.geointa.inta.gob.ar>

Buenas prácticas en la caracterización predial del PUA

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
1. Caracterización del establecimiento. Delimitación de infraestructuras.	Realizar un croquis del establecimiento aportará a la mejor gestión ambiental y empresarial. Como primer paso en el diseño del PUA se deberá demarcar el perímetro del establecimiento con superficie propia y arrendada detallando: perímetro, punto de identificación en la tranquera de ingreso, calles, viviendas, galpones, sala de ordeñe e infraestructura contigua, perforaciones, infraestructura de almacenamiento o tratamiento de purines, recursos hídricos superficiales permanentes y temporales. Este croquis será solicitado por las autoridades.
2. Caracterización del establecimiento. Distancias mínimas.	Seguir las indicaciones en cuestiones de distancias mínimas del presente capítulo. Las mismas le ayudarán a realizar una producción sustentable a usted y a toda la región. Si todos los usuarios de recursos naturales respetan las buenas prácticas se evitarán problemas potenciales de alteración en calidad y/o cantidad de las fuentes de agua.
3. Caracterización del establecimiento. Identificación de lotes. Suelos y posición en el paisaje.	El croquis deberá contar con los lotes identificados de forma inequívoca. Se asignarán las clases texturales y la posición en el paisaje. Esto permitirá, además de cumplir con el requisito normativo, planificar la rotación agrícola, la gestión de fertilizaciones y preservar los recursos naturales. Se podrá realizar un seguimiento en registros que ayudará a la gestión sustentable del establecimiento.
4. Caracterización del establecimiento. Determinando las zonas de manejo.	Identificar las diferentes zonas según las indicaciones del capítulo. Es vital poner conciencia en este proceso para la preservación de los recursos en cantidad y calidad. En definitiva es usted quien los usufructúa actualmente y seguramente deseará que así lo sea por mucho tiempo. Se aconseja marcar en el croquis con colores todas las zonas, para su fácil y rápida interpretación, por ejemplo: rojo: zona de exclusión, amarillo: zona permitida con riesgo medio o restricciones en la aplicación agronómica (Ver Capítulo 8) verde: zona permitida de bajo riesgo.

¿Qué prácticas realizar?**Motivos por los cuales se recomienda**

5. Determinar las zonas de exclusión.

Ejercer al momento del diseño del PUA un juicio preventivo siguiendo las pautas y parámetros del presente capítulo. Consultar con un profesional las situaciones particulares o dudas que no estén contempladas en el presente. Ante una decisión dudosa o de múltiples opciones primar el criterio más restrictivo con el fin de preservar los recursos naturales y garantizar la sustentabilidad de la producción agropecuaria.

6. Actualización periódica del croquis

Mantener el croquis actualizado, el mismo será solicitado por las autoridades en las reiteradas actualizaciones de permisos. Además un croquis actualizado donde se indiquen cambios de manejo y/o de construcciones le dará un tiempo para sentarse a planificar los próximos años de su establecimiento. Incluya este proceso en un

Los 10 puntos clave para su autoevaluación

Marque con una cruz donde corresponda

	SIEMPRE	A VECES	NUNCA/ NO REALIZO
1. ¿Verifico la necesidad de una actualización del croquis del establecimiento?			
2. ¿Verifico el estado y nivel de cota de los recursos hídricos superficiales en los periodos de máximas precipitaciones?			
3. ¿Evalúo dos veces al año para detectar cambios en las condiciones de las zonas perimetrales y áreas vecinas del establecimiento?			
4. ¿Reviso y registro regularmente las condiciones de las perforaciones e instalaciones de los molinos en busca de daño, encharcamiento, u otras anomalías?			
5. ¿Consulto anualmente o antes de un cambio en su permiso de uso agronómico los sitios de los organismos oficiales en busca de actualizaciones en las regulaciones?			
6. ¿Consulto anualmente o antes de un cambio en su permiso de explotación del recurso hídrico subterráneo los sitios de los organismos oficiales en busca de actualizaciones en las regulaciones?			
7. ¿Registro las situaciones imprevistas o novedosas al momento de realizar las aplicaciones de purines (Capítulo 8) que deban ser consideradas a futuro al momento de planificar y renovar su PUA?			
8. ¿Comparto la información del croquis del establecimiento y PUA con el personal encargado de realizar las aplicaciones de purines?			
9. ¿Verifico que la aplicación de los purines haya seguido las indicaciones establecidas en el croquis del establecimiento?			
10. La confección del PUA es una instancia de planificación que guiará los próximos 4 años en la gestión de purines. En esta instancia pueden surgir dudas importantes, ¿Consulto a un profesional para resolver la situación?			

CAPÍTULO 8: CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA LA APLICACIÓN AGRONÓMICA. ¿Cuándo y cómo voy a aplicar?

En este capítulo se presentarán algunas consideraciones técnicas a tener en cuenta para el desarrollo del Plan de Uso Agronómico (PUA).

Recordemos que el PUA tiene como objetivo que el productor o su asesor pueda planificar la disponibilidad de los nutrientes aportados por los purines para maximizar los rendimientos de los cultivos y minimizar el riesgo de degradación del suelo y el impacto ambiental.

El desarrollo de un PUA se divide en dos partes: la caracterización predial (la cual fue descrita en el capítulo 7) y las consideraciones técnicas para la aplicación agronómica, la cual se desarrolla en este capítulo. Ambas etapas, además de presentar criterios y contenidos teóricos, contribuyen a brindar información al productor o asesor en concordancia con los requisitos y presentaciones que se deberán realizar conforme a la resolución ADA 737/18.

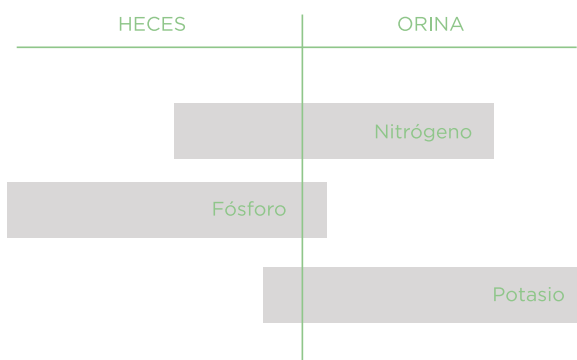


Figura 8.1: Distribución de nutrientes entre heces y orina. Fuente: elaboración propia adaptado de NRCS Agricultural Waste Management Field Handbook, Part 651

Cuando se aplica el purín en el suelo para su aprovechamiento se requiere pensar en la calidad del mismo y en su proceso de incorporación. La variación de calidad de estos materiales (purines) es muy amplia ya que dependerá de varios

factores ya desarrollados en capítulos anteriores. Ante esta situación es recomendable su muestreo y análisis en laboratorio (Capítulo 5). En la figura 8.1 podemos observar la distribución de algunos de los nutrientes presentes en las heces y la orina de las vacas lecheras, los cuales son responsables en gran parte de la calidad final del purín. Por ejemplo, se estima que aproximadamente el 80% del fósforo que se excreta está presente en las heces, y hasta un 90% del potasio se localiza en la orina. En el caso del nitrógeno sus diferentes fracciones se encuentra en partes iguales en las heces y la orina. La heces y orina se mezclan con el agua utilizada en las instalaciones de ordeño y otros desechos generados en estas, los cuales son conducidos y dispuestos generalmente en lagunas. Como hemos visto en capítulos anteriores, este material posee un contenido total de sólidos totales o materia seca (% MS) muy variable, que de acuerdo a datos locales presentan un valor de menos del 1% MS sin ninguna intervención y hasta un 10% MS cuando se utiliza un homogeneizador que mezcla los sedimentos del fondo de la laguna previo a su utilización agronómica (Figura 8.2).



Figura 8.2 Arriba una imagen de un homogeneizador. Abajo homogeneizador en funcionamiento, enganchado a la toma de fuerza de un tractor. Fuente: Gergolet agrícola.

¿Por qué es tan importante el contenido de Materia Seca del purín?

Gran parte del contenido de nutrientes está presente en la fracción de sólidos, por lo que trabajar con un %MS más alto requerirá de menor caudal para cubrir cierto nivel de nutrientes a aplicar. Esto implica no solo un ahorro económico directo al disminuir la necesidad de reiteradas aplicaciones, sino también un menor impacto en el dimensionamiento del sistema de almacenamiento.

Una de las estrategias principales para lograrlo es el Uso Eficiente del Agua durante las operaciones de ordeñe, enfocado en los beneficios económicos, productivos y ambientales que esto implica (Capítulo 3).

Conceptos técnicos para el mejor aprovechamiento del purín

Para un aprovechamiento eficiente de los nutrientes contenidos en el purín debemos asegurar que los mismos sean incorporados al cultivo disminuyendo las pérdidas. Los procesos de pérdidas abordados hasta este momento son la lixiviación y el escurrimiento. Nutrientes móviles, como el N, son susceptibles de abandonar los límites del sistema en un proceso de lixiviación. Con otros nutrientes, sean o no móviles, podría pasar lo mismo mediante el arrastre de partículas de los primeros centímetros del suelo por acción del escurrimiento, con especial atención al P por sus impactos en procesos de eutrofización en aguas superficiales (figura 8.3).

La volatilización es un proceso que involucra formas nitrogenadas en interacción con el suelo cuyo producto son formas volátiles que se escapan a la atmósfera (Figura 8.3). En la aplicación agronómica cobra importancia ambiental este proceso debido al perfil de las fuentes nitrogenadas presentes en el purín. El purín extraído de una laguna anaeróbica es rico en nitrógeno orgánico (N_{org}) (hasta un 20%) y en amonio (NH_4^+) (hasta un 70%) pero pobre en nitratos (NO_3^-) (hasta un 10%) (Tabla 8.1).

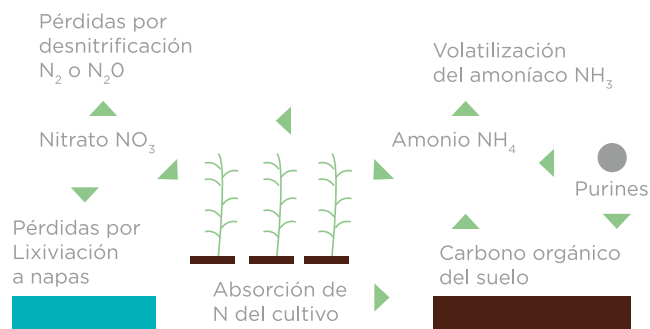


Figura 8.3: Ciclo del N, formas y vías posibles luego del UA. Fuente: elaboración propia adaptado de Fertilizing with biosolids, PNW 508

	Efluente Crudo	Efluente tratado
pH	7,22 (6,64; 9,16)	7,70 (7,14; 8,3)
Conductividad eléctrica (mS/cm)	3,69 (0,93; 20,2)	3,45 (0,88; 21,4)
Fósforo total (mg/L)	36 (7,3; 130)	34,5 (5,2; 86)
Nitrógeno total Kj (mg/L)	219,1 (28; 840)	111,6 (25; 809)
Amonio (mg/L)	211 (3; 340,7)	205,5 (1,7; 442)
Nitratos (mg/L)	4,9 (2,7; 21)	10,6 (2,1; 58)
Potasio (mg/L)	242 (84; 427)	236 (16; 369)

Tabla 8.1: Valores iniciales (purines crudos) y finales (purines tratados) de diferentes parámetros físico-químicos hallados en lagunas de tratamientos de purines en cuencas lecheras de Buenos Aires (n=26), expresados como mediana (mínimos-máximo). Fuente: M.A. Herrero

Luego de la aplicación el NH_4^+ estará rápidamente disponible para las plantas pero una porción importante será perdida en forma de amoníaco (NH_3) a la atmósfera. Esta pérdida es muy rápida durante las primeras dos horas luego de la aplicación. Las formas orgánicas serán convertidas por los microorganismos del suelo en disponibles para las plantas (NH_4^+ y NO_3^-) mediante el proceso de mineralización. Es importante tener presente que este proceso es favorecido en suelos húmedos y que presenten temperaturas mayores a 16 °C. En estas condiciones podría estimarse que hasta la mitad de la mineralización del N_{org} que ocurre durante el primer año podría ocurrir dentro de las primeras seis semanas seguidas a la aplicación. El resto continuará mineralizándose lentamente en ese año y en los próximos. En la Tabla 8.2 se muestran rangos de valores que hacen a la disponibilidad de nutrientes. En los sistemas que apliquen todos los años se deberá tener en cuenta el coeficiente de mineralización de las aplicaciones anteriores. Un esquema de esta situación se observa en la Figura 8.4.

Nutriente	1er año	2do año	3er año
N	30 - 40%	30 %	30 %
P	50 - 60%	25%	25%
K	100%	-	-

Tabla 8.2 Proporción de cada nutriente que estará disponible durante el año de aplicación (1er. Año) y durante los años subsiguientes cuando no se realizan aplicaciones sucesivas. Fuente: Adaptado de Eghball y col., 2002.

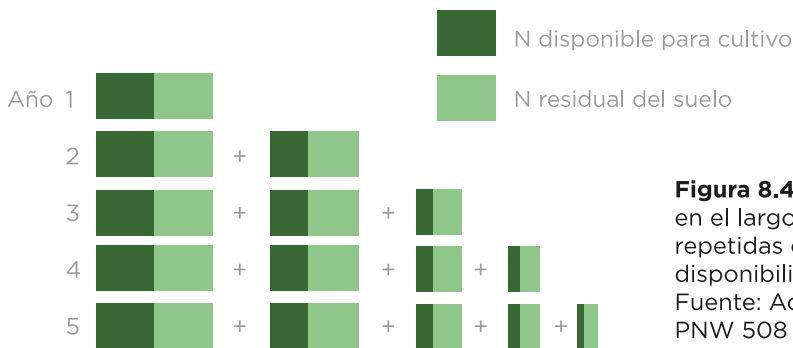


Figura 8.4 Esquema conceptual del ciclo de N en el largo plazo cuando se realizan aplicaciones repetidas en el mismo lote. Se observa la disponibilidad instantánea y residual año a año. Fuente: Adaptado de Fertilizing with biosolids, PNW 508

En la Tabla 8.1 podemos identificar que el purín también contiene cantidades significativas de fósforo total, lo que podría mejorar en el largo plazo la fertilidad de los suelos. El monitoreo del nivel de P edáfico deberá ser una práctica periódica y mediante un simple balance de nutrientes del lote se podrá realizar un monitoreo de esta situación. Según bibliografía internacional el rango podría ser del 50 - 60% de disponibilidad sobre el P total durante el primer año. En los años sucesivos también estará disponible la fracción remanente como lo muestra la tabla 8.2.

Disponibilidad de tecnologías para el mejor aprovechamiento del purín

En los países con mayor trayectoria en la gestión de purines (por ejemplo EEUU, Nueva Zelanda y países de Europa) existen opciones de maquinarias al momento de realizar las aplicaciones. Ejemplo de esto son los aplicadores superficiales, móviles o semi móviles, de arrastre o autopropulsados que buscaron satisfacer demandas según el estrato y necesidades de los productores (Figura 8.5).



Regador móvil conectado a la fuente de purín por manguera



Camión purinero autopropulsado



Cañon móvil conectado a la fuente de purín por manguera



Tanque purinero de arrastre o enganche a un tractor

Figura 8.5: Fotografías de ejemplo de diferentes tecnologías de aplicación superficial. Fuente: effluentpondssystem.co.nz – pumpn.co.nz – naturalresources.wales – avondhupress.ie – pedleyslurry.co.nz – fieldcropsnews.com

Recientemente con los avances en las investigaciones orientadas en aspectos ambientales, las nuevas tecnologías están buscando disminuir las pérdidas de nutrientes durante la aplicación. Las tecnologías modernas hacen que la aplicación de purines sea en forma directa en los primeros centímetros de suelo, podría ser por el método de inyección o por simple incorporación directa (Figura 8.6). La inyección de purín es la tecnología con mayor precisión al momento de depositar el producto en el suelo, minimizando las pérdidas por volatilización a casi nulas. Es una tecnología de altos costos de desarrollo. La tecnología de incorporación directa, muy similar a la siembra directa, presenta menor eficiencia al momento de depositar el purín en el suelo lo que aumenta las pérdidas por volatilización. Por presentar menores costos de desarrollo y varias alternativas de configuración podrían permitir mayor grado de adopción local.



Inyectora de arrastre conectada a un tanque purinero



Incorporación directa de arrastre conectada por manguera a la fuente de purín



Inyectora autopropulsada

Figura 8.6: Fotografías de nuevas tecnologías que depositan los purines en el interior del suelo. Fuente: effluentpondssystem.co.nz – pumpn.co.nz – naturalresources.wales – avondhupress.ie – pedleyslurry.co.nz – fieldcropsnews.com

Desarrollo del Plan de Uso Agronómico (PUA)

El Anexo V de la resolución ADA 737/18 es requisito para la obtención del permiso de UA, el mismo tiene como objetivo aportar al productor una herramienta de organización y planificación, como así también herramientas futuras de diagnóstico ambiental de su empresa.

Algunas consideraciones que deberá tener el productor o su asesor al momento de completar los requisitos son detalladas a continuación:

Información para el PUA. Esta sección requiere del detalle acerca de la superficie potencial con capacidad de UA, comprendida por las hectáreas propias más las arrendadas. De la Caracterización Predial (Capítulo 7) se delimitará y por lo tanto se restarán aquellas superficies con limitaciones para el UA del total del establecimiento.

Planificación agrícola y forrajera. En esta sección se deberá especificar la rotación agrícola – forrajera del establecimiento. Debido a las diversas formas e indicadores se priorizó la forma que fuera más simple. Por eso se espera que se complete la participación promedio anual de cada recurso como proporción del total (%). Este indicador será obtenido indirectamente de la participación en superficie de los recursos, pero al conocerse la variabilidad en la planificación, el porcentual expresa una intención y es más flexible. Inicialmente se podrían utilizar los últimos años como ejemplo, y a partir de eso revisar cambios en la planificación para poder evaluar la participación de los recursos (%) para los próximos 4 años (período de vigencia del permiso). También se deberá hacer el promedio anual de los fertilizantes sintéticos y completar por tipo.

Uso agronómico del purín. La sección de Uso Agronómico del Purín del Anexo V de la resolución consta de la presupuestación de la dosis por los próximos 4 años, período de validez del permiso. Por tratarse de una información de dosis planificada se deberá guardar en forma complementaria los análisis de purines y los registros de dosis y lotes simultáneamente para que estén disponibles ante una solicitud expresa de las autoridades.

Plan de contingencia. La sección de Plan de contingencia seleccionado en el Anexo V requiere de la selección de opciones alternativas al uso

agronómico ante situaciones extremas o no planificadas. La opción seleccionada deberá ser complementada con la información respaldatoria para que pueda ser evaluada por las autoridades. Por ejemplo, seleccionando “sistema de aplicación propio que flexibiliza el UA planificado” se deberá tener constancia del equipo, en caso de “contratación de servicio de aplicación” podría ser un comprobante de ello.

Desarrollo de aspectos técnicos para la estimación de la dosis en la aplicación agronómica

¿Estimar la dosis necesaria o los nutrientes a aplicar?

Los países que ya tienen más de 20 años de uso agronómico se han ido encontrando con situaciones complejas en términos ambientales que culminaron en la determinación de algún tipo de limitación o requisito más estricto al UA. Son ejemplo de eso dosis máxima de nutrientes (N y P) o a nivel de macro nutrientes (Ca) por unidad de superficie, prohibición de períodos en el año para aplicación y herramientas de estimación de lixiviación y escurrimiento que determinan la viabilidad del UA.

En Argentina la situación es más simple, en gran medida a causa de la extensión de nuestros sistemas de producción, sin por ello perder el foco en un futuro donde los sistemas deben conservar y/o alcanzar la sustentabilidad en el eje ambiental.

Claves para una correcta gestión del PUA

Análisis de suelos Análisis de purines Establecer un objetivo de rendimiento del cultivo

El UA debe ser entendido como una licencia social y ejercido en forma responsable.

La primera pregunta que surge al comenzar a trabajar en el UA es ¿cuál es la dosis óptima o qué dosis voy a aplicar? La respuesta a la pregunta “dosis” es dependiendo de las necesidades y el objetivo perseguido por el productor. A continuación, evaluaremos dos

metodologías de aplicación diferentes:

- . Metodología de determinación de dosis mediante un Balance de Nutrientes por lote
- . Metodología por Dosis Constante

1. Metodología por balance de nutrientes de lotes

Cuando el objetivo es priorizar los nutrientes y la producción objetivo, se debería comenzar por estimar la dosis a aplicar. Para ello se deberá contar con la calidad del purín, un análisis de suelo del lote y el rendimiento objetivo del cultivo. Además se deberá consultar una base de datos de requerimiento nutricionales de cultivos, por ejemplo la del IPNI . Con estos elementos se plantea realizar un balance de N y P del potrero, donde la demanda del cultivo en nutrientes es conocida al igual que el aporte del suelo y de fertilizantes sintéticos. El grado de participación de estos últimos dependerá del aporte del purín (lo complementa) en la dosis a estimar.

En el ejemplo 8.1 se presenta un caso para un cultivo de maíz con destino a silaje de planta entera sembrado temprano (septiembre/octubre) del cual se prevé un rendimiento de 45 t MV/ha (35% MS). Para la estimación de la dosis a aplicar se cuenta con la siguiente información: a) análisis de suelo hasta los 60 cm del lote y b) análisis del purín por aplicar.

A continuación se presentan los pasos a seguir:

Ejemplo 8.1. Determinación de la dosis de N disponible para las plantas

Paso 1: Estimación del requerimiento del cultivo. Se utilizó el requerimiento de nutriente por unidad de peso en base a los datos nutricionales provistos por el IPNI.

Rinde objetivo (t MV/ha)		Requerimiento de nitrógeno (kg/t MV.ha)		Requerimiento Total de N (kg/ha)
45	x	49	=	220,5

Paso 2: Estimación del aporte de nitrógeno por el suelo, valor obtenido del análisis de suelo.

Perfil del suelo (cm)	Densidad del perfil (t/m ³)	Profundidad del perfil (m)	Sup. (m ²)	Masa total de suelo (t/ha)	Cantidad de N-NO ₃ ⁻ (ppm)*	Total de N (Kg/ha)
0-20	1,1	0,2	10.000	2.200	27	59,4
20-40	1,2	0,2	10.000	2.400	15	36,0
40-60	1,3	0,2	10.000	2.600	8	20,8
				7.200	50	116,2

*ppm = g N/t suelo

Paso 3: Estimación del aporte de nitrógeno del purín tomando el valor de nitrógeno total. Si el resultado de laboratorio también tiene disponible el valor de Amonio (NH₄⁺) saltar al Paso 6.

Densidad (kg/dm ³)	MS (%)	N _t (%)	Volumen (l/ha)**	Aporte de N (kg/ha) cada 10.000 l
1,07	x 8	x 1,2	x 10.000	= 10,2

*Nt: Nitrógeno total por metodología de Kjeldahl.
 **10.000 l/ha es equivalente a una lámina de 1 mm

Paso 4: Se plantea el balance de nutriente N para el cultivo de maíz con las características objetivos.

Cultivo	Demanda de N (kg/ha)	Aporte de N (kg/ha)	Total N (kg/ha)
Requisito	220,5		220,5
Aporte*		116,2	-116,2
		TOTAL	-104,3

*Aporte de N del suelo

Por lo tanto se necesitan adicionar 104,3 kg N/ha de otra fuente externa. Las opciones son los purines y los fertilizantes sintéticos nitrogenados.

Paso 5: Determinamos las opciones de participación de ambas fuentes de nutrientes N para este caso de ejemplo.

Hay que tener presente que la Eficiencia del Uso de Nitrógeno del purín varía en un rango de 0-40% dado que presenta formas volátiles que dependiendo de las condiciones climáticas y el método de aplicación define tal rango. Para el ejemplo utilizamos una eficiencia del 30%.

Balance de nutriente (N)				Demanda N (kg/ha)	Aporte N (kg/ha)	Total N (kg/ha)
Requisito del cultivo				220.5		
Aporte del suelo					116.2	
Subtotal						-104.3
Aporte con purín con 30% EUN	Escenario de UA	% N requerido	Lámina (mm)			
	1	5%	1.69	5.2	-99.1	
	2	10%	3.38	10.4	-93.9	
	3	15%	5.08	15.6	-88.7	
	4	20%	6.77	20.9	-83.4	
	5	30%	10.15	31.3	-73.0	
6	40%	13.54	41.7	-62.6		

Tabla 8.3 Diferentes escenarios de UA posibles según el nivel (%) de purín

Resultados: se presentan varios escenarios posibles originados con el aumento de la participación del purín en el balance de N. Comenzando con el Escenario 1 con un aporte del 5% del nitrógeno demandado (5,2 kg N/ha) hasta el Escenario 6 aportando 41,5 kg N/ha (40% del requisito).

Recomendación: ¿Cuál es el escenario correcto?

En la columna de lámina (mm) se presenta el volumen a aplicar al lote. En la mayoría de las situaciones y por las características de este purín (8% MS) normalmente no se recomendaría superar los **5 mm de lámina**. Es decir que hasta el Escenario 3 (Tabla 8.3) se podría utilizar aportando 15,6 kg N/ha, en esta instancia sería oportuno realizar una evaluación del costo de oportunidad de realizar la aplicación y el costo del fertilizante sintético.

Recomendación de lámina: se recomienda no superar los 5 mm de lámina. Para más información consulte con su profesional agronómico

Paso 6: Estimación de la disponibilidad de nitrógeno orgánico del purín considerando el valor de nitrógeno total y amonio (NH₄⁺).

N _t * (%)	N-NH ₄ ⁺ (%)	N Orgánico	Disponibilidad del N Orgánico (%)	N Orgánico Disponible (%)
----------------------	------------------------------------	------------	-----------------------------------	---------------------------

$$1,2 - 1 = 0,2 \times 25 = 0,05$$

*N_t: Nitrógeno total por metodología de Kjeldahl.

El N orgánico del purín deberá ser mineralizado antes de estar disponible para las plantas. En el ejemplo se estima que un 25% del N orgánico total podrá estar disponible durante el primer año.

Paso 7: Estimación de la disponibilidad de N proveniente del ion amonio del purín

En este paso el nivel de volatilización es un factor que depende de la tecnología de aplicación, como en la normalidad de los casos en Buenos Aires estaremos aplicando sin incorporación utilizaremos un 50% de pérdidas.

Concentración de N-NH ₄ ⁺ del purín (%)	Volatilización del NH ₄ ⁺ (%)	N-NH ₄ ⁺ Disponible (%)
---	---	---

$$1 - 50 = 0,5$$

Paso 8: Estimación de la disponibilidad de nitrógeno del purín tomando el valor de nitrógeno total y el valor de Amonio (NH₄⁺)

N Orgánico Disponible (%)	N-NH ₄ ⁺ Disponible (%)	N Disponible (%)	Densidad (kg/dm ³)	MS (%)	Volumen (l/ha)*	Aporte de N (kg/ha) cada 10.000
---------------------------	---	------------------	--------------------------------	--------	-----------------	---------------------------------

$$0,05 \times 0,5 = 0,025 \times 1,07 \times 8 \times 10.000 = 214,4$$

*10.000 l/ha es equivalente a una lámina de 1 mm

Paso 9: Se plantea el balance de nutriente N para el cultivo de maíz con las características objetivos.

Ítem	Demanda de N (kg/ha)	Aporte de N (kg/ha)	Total N (kg/ha)
Requisito del cultivo	220,5		220,5
Aporte del suelo		116,2	-116,2
		TOTAL	-104,3

Por lo tanto se necesitan adicionar 104,3 kg N/ha de otra fuente externa. Las opciones son los purines y los fertilizantes sintéticos nitrogenados.

Paso 10: Determinamos las opciones de participación de ambas fuentes de nutrientes N para este caso de ejemplo.

Balance de nutriente (N)		Demanda N (kg/ha)	Aporte N (kg/ha)	Total N (kg/ha)
Requisito del cultivo		220.5		
Aporte del suelo			116.2	
Subtotal				-104.3
	Escenario de UA	% N requerido	Lámina (mm)	
Aporte con purín (Norg+N-NH4)	1	5%	1.11	5.2
	2	10%	2.22	10.4
	3	15%	3.32	15.6
	4	20%	4.43	20.9
	5	30%	6.65	31.3
	6	40%	8.86	41.7

Tabla 8.4 Diferentes escenarios de UA posibles según el nivel (%) de purín

Paso 11: Registro de la información.

Anotar los datos de dosis, volumen, lote, cultivo, etc. en los registros para finalizar el proceso (Anexo xxx).

Resultados: se presentan varios escenarios posibles originados con el aumento de la participación del purín en el balance de N. Comenzando con el Escenario 1 (Tabla 8.4) con un aporte del 5% del nitrógeno demandado (5,2 kg N/ha) hasta el Escenario 6 aportando 41,7 kg N/ha (40% del requisito).

Recomendación: ¿Cuál es el escenario correcto?

En la columna de lámina (mm) se presenta el volumen a aplicar al lote. En la mayoría de las situaciones y por las características de este purín (8% MS) normalmente no se recomienda superar los **5 mm de lámina**. Es decir que hasta el Escenario 4 (Tabla 8.4) se podría utilizar aportando 20,9 kg N/ha, en esta instancia sería oportuno realizar una evaluación del costo de oportunidad de realizar la aplicación y el costo del fertilizante sintético.

Recomendación de lámina: se recomienda no superar los 5 mm de lámina. Para más información consulte con su profesional agrónomo

¿Cuál es la mejora en las estimaciones cuando se utiliza el valor de N-NH₄⁺ en lugar de Nt?

El poder utilizar el nitrógeno detallado por contribución de las diferentes fuentes nitrogenadas nos permite poder utilizar, por ahora, dos factores de eficiencia como son la volatilización del amonio y la disponibilidad de N orgánico. La incorporación del amonio al momento de la aplicación, por ejemplo inyectado, mejora drásticamente la volatilización a valores por debajo del 10% o al incorporarlo dentro de las primeras 6 horas disminuye al 20-30%. En el caso del N orgánico, de repetirse las aplicaciones en el mismo lote, en la planificación tendremos que considerar la mineralización del N orgánico remanente de las aplicaciones hecha en años anteriores (Tabla 8.2).

Estimando el aporte de fósforo (P₂O₅)

Para la estimación del aporte de fosfatos del purín será necesario contar con la caracterización del mismo (Capítulo 5).

Siguiendo el mismo ejemplo que para la estimación de N, suponiendo los siguientes datos:

Densidad (kg/dm ³)	MS (%)	Concentración de P en el purín (%)	Volumen (l/ha)*	Aporte de P** (kg/ha) cada 10.000 l	Aporte de P ₂ O ₅ (kg/ha) cada 10.000 l
1,07	x 8	x 0,15	x 10.000	= 1,28	= 2,94

*10.000 l/ha es equivalente a una lámina de 1 mm

**Para convertir en unidades de P₂O₅, se emplea P₂O₅ = 2,3 * P

2. Metodología de dosis constante

Cuando el objetivo planteado es elevar el nivel nutricional de los lotes del establecimiento, estimar los nutrientes a aplicar es la metodología a realizar. Por ejemplo, para aumentar los niveles de P en una serie de años se podría utilizar una dosis única con nutrientes constantes a aplicar. Sin embargo, hay que tener presente que los requisitos son los mismos:

- . conocer la calidad del purín
- . realizar análisis de suelo
- . tener el rinde estimado o registro del cultivo

En esta metodología el balance de nutrientes por lote se realiza ex post, es decir luego de realizada la aplicación y un análisis de suelo de los lotes. Es de esperar que en algún momento se alcancen los niveles buscados de nutrientes, instancia en la cual habría que cambiar de metodología a "balance de nutrientes por lote" (ver ejemplo 8.1).

En el ejemplo 8.2 se presenta un caso típico donde se prioriza la gestión del sistema de disposición del purín. El purín será utilizado a dosis constante sobre un lote con barbecho para un cultivo de maíz con destino a silaje de planta entera sembrado temprano (Septiembre/Octubre). En esta instancia el rendimiento del cultivo no es relevante en el momento de la aplicación. Las recomendaciones previas del caso son: a) análisis de suelo hasta los 60 cm del lote, muestrear previo a la aplicación de purines y b) tomar la muestra de purín para su posterior análisis. Para la pos aplicación y una vez recibidos los datos de los laboratorios se recomienda estimar un rinde objetivo, por ejemplo 45 t MV/ha (35% MS) y verificar los aportes de nutrientes mediante los pasos de la metodología de "balance de nutrientes". A continuación se presentan los pasos a seguir para estimar el aporte de nutrientes a dosis constante:

Ejemplo 8.2. Metodología de dosis constante

Paso 1: completar los registros con la dosis (volumen) de purín aplicado y el lote correspondiente y adjuntar el análisis de purín (Anexo II).

Paso 2: con la información de caracterización del purín estimamos la cantidad de N aplicado

Volumen aplicado (l/ha)	Densidad (kg/dm ³)	MS (%)	Nt* (%)	Aporte de N (kg/ha)	EUN** (%)	N Disponible (kg/ha)
60.000	x 1,07	x 8	x 1,2	= 61,6	x 50	x 30,8

*Nt: Nitrógeno total por metodología de Kjeldahl.

**EUN: Eficiencia de uso del nitrógeno. Factor que involucra las pérdidas por volatilización y disponibilidad de N orgánico

Paso 3: con la información de caracterización del purín estimamos la cantidad de P aplicado

Volumen aplicado (l/ha)	Densidad (kg/dm ³)	MS (%)	P (%)	Aporte Total de P (kg/ha)	Aporte Total equivalente P ₂ O ₅ (kg/ha)
60.000	x 1,07	x 8	x 0,15	= 7,7	= 17,72

Paso 4: Registro de la información.

Una vez estimados los aportes de nutrientes como se realizó en los pasos anteriores, no olvidar de anotar los datos obtenidos en los correspondientes registros que se anexan en esta guía (Anexo I). Los mismos servirán para las futuras aplicaciones.

Consideraciones y herramientas de ayuda para el productor y asesor técnico.

La confección del PUA es un proceso periódico que se desarrolla cada 4 años, por lo tanto el asesoramiento profesional podría ser de gran importancia para respetar los requisitos de las autoridades y generar un cronograma de trabajo acorde a las necesidades del establecimiento. La opción de Uso Agronómico anual es una instancia de conexión que genera confianza con un profesional idóneo. Como soporte del productor y asesor técnico están disponibles dos herramientas: a) calculador de balance de nutrientes del establecimiento y b) calculador de purines para tambo.

El calculador de balance de nutrientes para el establecimiento tiene como objetivo hacer una evaluación general del status de nutrientes (N y P). La necesidad de un balance de nutrientes de lote para estimar las dosis de aplicaciones excede las funcionalidades de la herramienta, sin embargo podría ser de utilidad para comprender el proceso y diagnosticar la empresa (ver Capítulo 5 y Figura 8.7).



Figura 8.7 Calculador de Balances de Nutrientes. Disponible en: <http://www.fvet.uba.ar/proyectoareaagricola/>

El calculador de purines para tambos permiten al productor y al asesor técnico plantear escenarios posibles y poder obtener una idea aproximada de los volúmenes de agua utilizados y generados que luego serán conducidos y dispuestos en las lagunas. En la Figura 8.8 se presenta la “Herramienta de cálculo de purines” creada por un grupo de técnicos (INTA, CREA, empresas) en el marco interinstitucional del “Proyecto Gestión de Efluentes en Tambo”. El mismo es de libre uso y se encuentra disponible en (<https://www.crea.org.ar/caculo-de-efluentes/>).

Buenas prácticas en los aspectos técnicos para la aplicación agronómica

¿Qué prácticas realizar?	Motivos por los cuales se recomienda
1. Desarrollo del Plan de Uso Agronómico	En primera instancia el anexo V es un requisito de la resolución que acompaña la guía. Además el invertir un tiempo en planificar la rotación del establecimiento es un proceso de organización y gestión que cuenta con múltiples beneficios: financieros, presupuestación forrajera, costos y márgenes, logística, etc.
2. Muestrear el suelo del/los lotes con destino a UA	Disponer de la composición de nutrientes de los perfiles de los lotes permite hacer un balance de nutrientes local y realizar un monitoreo en el tiempo. Ambas situaciones, sea por extracción o sobrestimación de nutrientes es en detrimento de la producción y los resultados de la empresa. Desconocer el nivel nutricional del lote podría llevar a potenciales impactos ambientales locales y/o regionales.
3. Muestrear el purín previo a su aplicación	En caso de ser necesario realizar las labores de homogeneización unos días antes a la aplicación, muestrear y enviar al laboratorio el purín. A pesar de que en la actualidad existe un período de días entre el envío de la muestra y la devolución de resultados, esperemos que en un futuro cercano sea más ágil. Así mismo hay que estar atentos a métodos indirectos de medición que puedan ayudar a tomar decisiones en el campo. El resultado permitirá tomar la decisión correcta en cuanto a la cantidad de purín aplicar en función al contenido de nutrientes.
4. Realizar un balance de nutrientes	El balance de nutrientes del lote, ya sea previo o pos aplicación, es una herramienta de gran importancia. Permite ajustar las aplicaciones futuras y organizar el plan de rotaciones actual y futuro. También por medio de éste se pueden implementar un monitoreo de nutrientes inmóviles, como el P, para establecer la tendencia y tomar decisiones a futuro. Hay que tener presente que el exceso de nutrientes móviles y no móviles, también, pueden ocasionar impactos ambientales severos.
5. Llevar los registros actualizados	Mediante los registros se puede organizar las tareas y logística de los servicios. Muchas veces el servicio de aplicación es tercerizado, poseer un registro al día permite una mejor implementación del PUA al contratista y disminuir los errores y/o confusiones. Juntar los registros en el mismo lugar siempre cuestión de que no sea necesaria su búsqueda. Los anexos de la presente guía pretenden facilitar dicha tarea.

Desarrollo de aspectos técnicos para determinar el momento en la aplicación agronómica

Época del año

Con el propósito de hacer mejor uso de los nutrientes, el momento ideal para aplicar es cuando se presenta la mayor demanda de nutrientes por parte del cultivo. Por lo tanto el conocimiento de la fisiología vegetal es una herramienta valiosa. La disponibilidad de los nutrientes es otro concepto a tener presente, siendo que el solo hecho de la aplicación no asegura la incorporación absoluta al suelo y la captación por el cultivo en forma inmediata. Para los **cultivos de verano** existen tres momentos a considerar en la fenología para hacer uso agronómico: A) en barbecho, B) próximo a la siembra y C) post siembra.

A. En barbecho estaremos priorizando la incorporación de los nutrientes aplicados del purín otorgando un tiempo a la cinética de los procesos del suelo. Consecuencia del clima con temperaturas bajas (menores a 15° C promedio) y húmedo (pero por debajo de capacidad de campo del suelo) sucederían bajas pérdidas por volatilización, no siendo óptimas las condiciones para este proceso. Sin embargo, aunque el amonio no tenga chances de volatilizar, estaremos en una situación poco propicia para su aprovechamiento siendo que no está sincronizado con la demanda de un cultivo en activo crecimiento. A la fracción de N orgánico se le estarían presentando las condiciones favorables para ser incorporado al suelo e ingresar al proceso de mineralización para su posterior uso como nitrato .

B. Próximo a la siembra buscando sincronizar el aporte y disponibilidad del amonio para el momento de demanda del cultivo. Aunque por la tecnología de aplicación superficial (sin incorporación) el proceso de volatilización será más significativo que al barbecho. Cambiando la tecnología por una de incorporación se estaría maximizando el uso de los nutrientes. El tiempo destinado a la incorporación y mineralización de la fracción orgánica es menor pero con mejores condiciones climáticas, mayores temperatura y humedad edáfica que beneficia el proceso, estimando una disponibilidad al cultivo en etapas más avanzadas (por ejemplo en estado reproductivo). Es importante considerar que

perforaciones de agua salinas producen purines salinos y la aplicación de estos podría tener impacto negativo en el proceso de germinación.

C. Post siembra también se estará priorizando el aporte de amonio en un momento de demanda creciente del cultivo. La tecnología de aplicación tiene el rol más destacado de los tres momentos. La situación climática juega a favor de la volatilización del N aumentando enormemente las pérdidas. También la mineralización contará con mayores tasas ayudando a la fracción orgánica a disponer nitratos para las etapas avanzadas del cultivo.

Para los cultivos, verdes o pasturas implantados en otoño el UA queda condicionado a las condiciones climáticas, hídricas y edáficas. La condición hídrica del perfil del suelo es determinante en estaciones húmedas, el nivel de napa condiciona las aplicaciones. No se aconseja realizar UA en situaciones donde las napas están cercanas a la superficie (por ejemplo menos de 1 m). Se recomienda planificar las aplicaciones a estaciones del año donde predominen condiciones climáticas adecuadas.

Clima

Las estaciones húmedas del año son las menos aptas para planificar hacer UA. Se deberá tener al menos un período libre de lluvias de al menos 7 días para hacer una aplicación de purín. Para ello se recomienda adquirir series históricas de precipitaciones de la zona, con intervalos diarios, de los últimos 10 a 20 años, considerando los problemas por la variabilidad e incertidumbre climática de los últimos años

En las estaciones donde la relación de lluvias con altas temperaturas es favorable para los procesos de evapotranspiración y evaporación, será aconsejable planificar la aplicación de purines, en la cual se deberá tener especial atención en la semi incorporación del purín dentro de las primeras 6 a 12 horas para aumentar la eficiencia de uso de N y disminuir las pérdidas por volatilización. Normalmente podría coincidir con finales del invierno y principios de la primavera, pero dependerá de la región de la provincia con sus isohietas. El verano es una estación apta para las aplicaciones, respetando siempre un pronóstico de 7 días libre de lluvias.

Cultivos - Forrajes

Las aplicaciones en materiales forrajeros que son fuente directa de consumo animal hasta el momento no son recomendables por cuestiones de sanidad animal (Capítulo 6).

Hay evidencias locales en ensayos experimentales que demuestran el acostumbramiento animal a consumir forrajes que han sido aplicados con purines pos pastoreo. El tiempo de resguardo entre la aplicación y el pastoreo varía en invierno, con aproximadamente 90 días a verano que disminuye a 45 días. Sin embargo los autores de dichos estudios mencionan la necesidad de mayor información con respecto a cuestiones sanitarias de parasitosis, como así también de tuberculosis y paratuberculosis (Capítulo 6).

Por la información hasta el presente solo se recomienda la aplicación de purines en períodos previos a la emergencia o en etapas muy tempranas en la fenología de los cultivos. Con el avance de las tecnologías probablemente existirán más opciones, hay que estar atentos a las opciones futuras.

Los 10 puntos clave para su autoevaluación

Marque con una cruz donde corresponda

	SIEMPRE	A VECES	NUNCA/ NO REALIZO
1. ¿Realizo los análisis de suelo de los lotes que tengo por PUA asignados para la próxima aplicación de purines?			
2. ¿Muestreo el purín previo a las aplicaciones?			
3. Al momento de hacer UA, ¿Estoy tomando decisiones en base a la información de los análisis de suelo y purines?			
4. ¿Utilizo el balance de nutrientes de potrero como una herramienta de decisión para determinar la dosis de nutrientes necesaria?			
5. ¿Estoy considerando el pronóstico climático por lluvias al momento de realizar las aplicaciones?			
6. ¿Llevo el registro actualizado del PUA?			
7. Al momento de aplicar, ¿Verifico el correcto funcionamiento del equipo aplicador?			
8. Luego de realizar las aplicaciones, ¿He notado algún efecto adverso en cultivo y/o suelo que pueda registrar para futuras aplicaciones?			
9. Al poco tiempo de realizar las aplicaciones noto que la/s lagunas se vuelven a llenar, ¿Estoy analizando las posibles causas de esto?			
10. ¿Reviso periódicamente las instalaciones y sistema de gestión de purines para verificar su estado y funcionamiento de acuerdo a lo planificado?			

GLOSARIO DE TÉRMINOS¹

MÓDULO A: EL AGUA EN EL TAMBO

ACUÍFERO: Un acuífero es aquel estrato o formación geológica permeable que permite la circulación y el almacenamiento del agua subterránea por sus poros o grietas, aportando una cantidad importante de agua a ser extraída.

AGUAS ARRIBA: Es el sector reconocido como más alto, desde donde escurre el agua hacia un sector más bajo.

AGUA SUBTERRÁNEA: Es el agua que se encuentra debajo del suelo entre grietas y espacios que hay en el suelo, incluyendo arena, rocas y piedras. Abastece manantiales y pozos de agua. El límite superior de la zona saturada es denominado napa freática.

AGUA SUPERFICIAL: Agua que fluye hacia arroyos, ríos y lagos naturales, humedales, y reservorios construidos por el hombre.

CAÑERÍA DE AISLACIÓN: Cañería ciega, conocida como “cañería camisa”.

COLIFORMES: Grupo de bacterias de larga vida que se encuentran principalmente en el intestino de los animales de sangre caliente y que también pueden ser encontrados en suelos. Coliformes de origen fecal (ej. *Escherichia coli*) que usualmente son usadas como indicadores de contaminación o de la presencia de organismos patogénicos.

CONTAMINACIÓN: Es un proceso por el cual se introducen sustancias o elementos físicos a un medio natural, causando inestabilidad, desorden y provocando que sea inseguro o no apto para su uso.

CONTAMINACIÓN DIFUSA: Contaminación del agua, aire o suelo que no puede ser atribuida a una fuente localizada de polución (ej.

LIXIVIACIÓN, ESCURRIMIENTO o EMISIONES DE AMONIO desde un campo).

CONTAMINACIÓN PUNTUAL: Contaminación o emisión de una fuente estacionaria que puede ser claramente localizada (establos para ganado o almacenamiento de residuos orgánicos).

CONTAMINANTE: Una sustancia que se encuentra en un medio al cual no pertenece o que lo hace a niveles que pueden causar efectos (adversos) para la salud o el medio ambiente.

CUENCA: Divisoria de agua o borde imaginario separando las zonas de CAPTACIÓN HIDROGRÁFICA de dos sistemas hidrográficos distintos.

ESCURRIMIENTO: El flujo de lluvia, agua de riego, estiércol líquido, etc. sobre la tierra. El ESCURRIMIENTO puede causar contaminación por el transporte de contaminantes, patógenos, etc., por ejemplo, en los PURINES a las aguas superficiales.

EUTROFIZACIÓN: Proceso de ENRIQUECIMIENTO NUTRICIONAL en el agua o en el suelo, con el consiguiente agotamiento del oxígeno en los ecosistemas acuáticos, pérdida de biodiversidad, etc. Se refiere especialmente al impacto de las emisiones de amoníaco y de óxidos nitrosos en los ecosistemas terrestres de gran parte del mundo.

FILTRO: Cañería ranurada o cañería rejilla. Es el sector de la cañería filtrante por donde ingresa el agua desde el acuífero hacia la perforación.

INTERCONEXIÓN DE ACUÍFEROS: Conexión hidráulica de dos o más acuíferos, definida por la mezcla de las aguas de los mismos.

LIXIVIACIÓN: La pérdida de elementos y compuestos solubles del suelo en el agua de drenaje al medio acuoso, incluyendo el AGUA SUBTERRÁNEA. Esto se aplica especialmente a la LIXIVIACIÓN DE NTRATOS (NO₃) cuyo transporte se realiza por el suelo en su agua de drenaje.

1. La mayoría de estos términos fueron extraídos del GLOSARIO DE TÉRMINOS ASOCIADOS AL MANEJO RESIDUOS ORGANICOS Y PRODUCCION ANIMAL de Herrero, M. A., La Manna, A., Kunz, A., Gonzalez Pereyra, V. Alfaro, M. Steinmetz, R.L.R., Nicoloso, R. da S. Editores: Editores Salazar Sperberg, F., Charlon V., and Palhares, J.C.P. que se encuentra en proceso de publicación y que están basados en Glossary of Terms for livestock and manure management, Brian, B. & Menzi, H, RAMIRAN (FAO), 2011.

MICROORGANISMOS: Organismos vivos de tamaño microscópico o sub-microscópico. Incluyen bacterias, algas, hongos y virus, aunque este último no es considerado como un organismo vivo.

NAPA FREÁTICA: Nivel de agua de un acuífero no confinado, por debajo del cual generalmente los poros están saturados.

NIVEL FREÁTICO: La zona superior del acuífero se conoce como nivel freático. Se mueve libre y cambia de posición según las precipitaciones. El “acuífero freático” es que el primero se contamina.

PATÓGENOS: Microorganismos que pueden causar enfermedades a humanos, animales y plantas. Los patógenos incluyen bacterias, virus y parásitos que en agricultura pueden ser encontrados en RESIDUOS ORGÁNICOS, BARROS RESIDUALES CLOACALES, etc.

PREFILTRO: Es el filtro de grava que se coloca entre la rejilla o cañería ranurada y el acuífero.
SELLO SANITARIO: Mezcla de cemento que se coloca entre el terreno perforado y la cañería de aislación.

TAPÓN DE FONDO: Cañería ciega, cerrada en el extremo inferior.

ZONA NO SATURADA: La zona no saturada del suelo (ZNS), es la que se encuentra situada entre la superficie del suelo y los acuíferos. En ella ocurren importantes procesos físicos, químicos y biológicos, dado que es la zona en la cual se pueden degradar los contaminantes antes de llegar al acuífero.

MÓDULO B: GESTIÓN DE PURINES

AEREACIÓN: El proceso de incorporación de aire en residuos orgánicos LÍQUIDOS o SÓLIDOS para lograr TRATAMIENTO AERÓBICO. Hay una gama de métodos disponibles incluyendo AIREADORES, LAGUNAS diseñadas especialmente para PURINES O LÍQUIDOS RESIDUALES y con mezclado mecánico o volteado de ESTIÉRCOL SÓLIDO.

AEREAADOR: Un dispositivo mecánico usado para transferir y difundir oxígeno (AEREACIÓN) en un líquido, p. PURÍN. Hay muchos tipos diferentes de AEREAADORES que varían en costo, EFICIENCIA

DE TRANSFERENCIA DE OXÍGENO, aplicación y confiabilidad. Incluyen: Aireadores de superficie, Sistemas de inyección de aire y Sistemas basados en bombas

AERÓBICO: Que contiene oxígeno libre o que requiere oxígeno libre. **BACTERIAS AERÓBICAS**

AGITACIÓN: El proceso de MEZCLAR el contenido de un depósito de PURINES (o LIQUIDOS RESIDUALES) para romper LA COSTRA dura o cubierta seca y remover cualquier sedimento para obtener un material más homogéneo. Se hace a menudo previo al bombeo hacia fuera del depósito y su aplicación al suelo, por medio de una bomba adecuada donde los depósitos más pequeños pueden ser mezclados por una BOMBA SUMERGIBLE PICADORA. Por una Hélice o impulsor giratorio o por burbujeadores.

AGUA DE LAVADO: Agua utilizada para la higiene de equipos de ordeño y salas, ZONAS de hormigón usadas por el GANADO, maquinaria, etc.

AGUAS RESIDUALES: Agua contaminada con HECES, ORINA, leche, químicos, etc., que representa un riesgo de contaminación, que tiene un escaso valor como fertilizante.

AGUA SUCIA: Agua derivada del lavado de equipos y pisos en salas de ordeña, arrastre superficial de zonas de hormigón o PATIOS DE ALIMENTACIÓN empleadas por el GANADO por efecto de la lluvia contaminada con HECES, ORINA, desechos de alimento animal, etc. Contiene materia orgánica y puede representar un riesgo de contaminación, tiene un bajo VALOR FERTILIZANTE.

ANAERÓBICO: Sin contenido de oxígeno libre o que no requieren oxígeno libre (BACTERIAS ANAERÓBICAS) u oxígeno que está unido químicamente a un compuesto como los NITRATOS (NO₃).

BIOGAS: Es una mezcla de los gases METANO y dióxido de carbono, con concentraciones más pequeñas de otros gases, producidos a partir de la DIGESTIÓN ANAERÓBICA de RESIDUOS LÍQUIDOS ORGÁNICOS, entre otros sustratos.

CAMA: Material ubicado en los pisos de las instalaciones para el GANADO (paja, paja picada,

aserrín, virutas de madera, arena o turba) que proporciona cierta comodidad a los animales y además absorbe la humedad.

COMPOST: Es el RESIDUO ORGÁNICO SÓLIDO LUEGO DE SER COMPOSTADO. El término también se usa para indicar mezclas de, por ejemplo: Turba, suelo, etc. para plantas en crecimiento o también es el producto obtenido de COMPOSTAR otros residuos vegetales o vegetales o RESIDUOS ORGÁNICOS.

COMPOSTAJE: Este proceso normalmente se refiere a la descomposición de RESIDUOS ORGÁNICOS SÓLIDOS en presencia de oxígeno libre, es decir, bajo condiciones AERÓBICAS. Esto puede lograrse girando o mezclando mecánicamente un montón o pila con un cargador frontal o equipos más especializados, por ejemplo, para incorporar aire. Durante el COMPOSTAJE, el nitrógeno inorgánico se convierte en formas orgánicas y algunas se pierden a través de la VOLATILIZACIÓN. El término COMPOSTAJE no debería ser utilizado para material orgánico que no haya pasado por este proceso aeróbico.

CORRAL DE ENCIERRE: Un lugar de superficie dura donde las VACAS LECHERAS son reunidas previo al ordeño. Puede estar situado dentro o fuera del edificio.

COSTRA: Una capa fibrosa flotante que se forma en la superficie de purines almacenado especialmente en purines de ganado. Se puede favorecer por la adición de PAJA o de otro material fibroso formándose una COSTRA ARTIFICIAL. Reducen las emisiones de amoníaco desde el depósito.

DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO): En conjunto con DQO, la DBO es una medida de la polución potencial en cuerpos de agua y en residuos orgánicos. Se utiliza un test de laboratorio para medir la cantidad de oxígeno disuelto consumido por la acción química o biológica cuando una muestra es incubada a 20°C por un número dado de días.

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO): Una medida de la cantidad de oxígeno consumida por la oxidación de la descomposición e inerte materia orgánica y la oxidación de sustancias reducidas en agua. La DQO es siempre más alta que la DBO, pero las medidas pueden hacerse en

pocas horas mientras que la medición de la DBO lleva cinco días.

DEPÓSITO DE SÓLIDOS: Normalmente es una estructura triangular, rectangular o cuadrada con un piso de hormigón y hormigón armado o paredes de madera. El suelo se inclina hacia el lado abierto donde la filtración / drenaje (FRACCIÓN LÍQUIDA) de las pilas ESTIÉRCOL SÓLIDO se recoge en una cuneta y se almacena por separado. Generalmente no tienen paredes y están situados en lugares sin pendiente.

DIGESTIÓN ANAERÓBICA: Es la descomposición de materia orgánica por microorganismos en ausencia de oxígeno libre. Es un proceso que ocurre naturalmente en aguas superficiales, en el suelo, en LAGUNAS y en tanques cerrados de purines, por ejemplo, cuando no hay oxígeno presente. El proceso se puede utilizar para el TRATAMIENTO de RESIDUOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS y para desechos orgánicos tales como aguas residuales municipales y residuos de la industria alimentaria. La eficiencia del proceso depende en gran medida de la temperatura de funcionamiento. La mayoría de los DIGESTORES industriales y agrícolas se utilizan en un rango MESÓFILICO, donde se requiere una inversión significativa en maquinaria, construcciones y costo de operación. Se estabiliza el estiércol, se reduce DBO y DQO y los olores, se disminuyen patógenos y se produce biogás.

DIGESTOR: Un recipiente o REACTOR en el que el RESIDUO ORGÁNICO LÍQUIDO, entre otros, sufre una DIGESTIÓN ANAERÓBICA.

EFLUENTE: Líquido proveniente de RESIDUOS ORGÁNICOS o TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES o procesos industriales. A menudo se usa para describir la descarga líquida al medio ambiente, usualmente de agua, con autorización y estándares o condiciones adecuadas.

ESTIÉRCOL: Residuo orgánico producido por animales de granja estabulados. Generalmente corresponde a una mezcla de HECES y ORINA con o sin material de CAMA, dependiendo del tipo de SISTEMA DE ESTABULACION ANIMAL. EXCRETAS: Residuos eliminados por el cuerpo: HECES + ORINA.

FERMENTACIÓN: Descomposición de sustancias orgánicas bajo condiciones ANAERÓBICAS por la acción de ENZIMAS segregadas por organismos

vivos como bacterias y levaduras. Los procesos involucrados en el ENSILAJE y en DIGESTIÓN ANAERÓBICA son ejemplos de FERMENTACIÓN.

FOSA: Un lugar de almacenamiento subterráneo con suelo y paredes impermeables y una tapa sólida o con rejilla que es comúnmente utilizado para el almacenamiento a corto plazo de AGUAS RESIDUALES, PURINES, RESIDUOS LÍQUIDOS, etc.

HECES: Residuo sólido o material no digerido por los animales.

HUMEDALES ARTIFICIALES: construcción semi-natural en tierra que comprende típicamente lechos de plantas adaptadas tal como cañas (*Phragmites spp*) y canales rellenos de grava. Tienen potencial para el tratamiento (eliminación de la DBO y de los NUTRIENTES PARA CRECIMIENTO VEGETAL). Se pueden utilizar para efluentes diluidos (ej. De lavado de corrales de ordeño) o como tratamiento terciario.

LAGUNA AERÓBICA: LAGUNAS que contienen RESIDUOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS o PURINES que son aireadas mecánicamente con un AIREADOR o diseñadas para ser superficiales y naturalmente AERÓBICAS.

LAGUNA ANAEROBIA: Es un TRATAMIENTO, principalmente en climas más cálidos, en el que el RESIDUO ORGÁNICO LÍQUIDO se almacena en LAGUNAS de por lo menos 2 m de profundidad durante 30 a 200 días y sufre DIGESTIÓN ANAEROBIA y, en climas más cálidos, produce BIOGÁS.

LAGUNA DE TRATAMIENTO: Normalmente es una gran estructura rectangular o cuadrada con paredes inclinadas de tierra (LAGUNA SOSTENIDA POR TIERRA) con una gran relación superficie / profundidad. Puede ser revestido con material impermeable al agua. Se utiliza para almacenar RESIDUOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS Y PURINES. Es vaciada con una bomba o por un excavador mecanizado. Las LAGUNAS pueden estar diseñadas para el TRATAMIENTO biológico y no sólo para el almacenamiento. Puede ser AERÓBICO, ANAERÓBICO o FACULTATIVO dependiendo del diseño, la velocidad de carga y el tipo de microorganismo presente.

MESÓFILO: Procesos que ocurren a temperaturas entre 20 y 40 °C.

PASTEURIZACIÓN: Esterilización parcial por calor, a una temperatura específica, en general 70°C, durante un periodo específico de tiempo.

PATIO DE ALIMENTACIÓN: Una superficie dura donde el GANADO, generalmente BOVINOS, son alimentados fuera del lugar de alojamiento.

PILAS DE COMPOST: Una pila de forma larga también denominada andana (típicamente de 1 a 3 metros de altura, de 2 a 5 metros de ancho y de longitud indeterminada) de RESIDUO SÓLIDO ORGÁNICO, generalmente sometido a COMPOSTAJE.

PROTOCOLO DE TOMA DE MUESTRAS: Es un documento que describe la secuencia de etapas a seguir para la toma de muestras, para estandarizar una metodología de trabajo.

PURINES: Corresponde a las HECES y la ORINA producidas por el GANADO estabulado, usualmente mezcladas con restos de CAMA y algo de agua durante el manejo, generando RESIDUOS ORGÁNICOS con un CONTENIDO DE MATERIA SECA de entre 1 al 10%.

REACTOR: Un recipiente en el que ocurre TRATAMIENTO o PROCESAMIENTO.

RESIDUO ORGÁNICO: Término general para referirse a cualquier material de tipo orgánico que puede utilizarse como suplemento de materia orgánica a los suelos aportando NUTRIENTES PARA LAS PLANTAS, usualmente en menores concentraciones comparadas con FERTILIZANTES INORGÁNICOS.

RESIDUOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS: Es un término general para definir cualquier RESIDUO ORGÁNICO que fluye por gravedad y que puede ser bombeado desde instalaciones de GANADO estabulado. Existen diferentes tipos de residuos líquidos que surgen de las distintas formas de ESTABULAR animales, de las formas de realizar el ALMACENAMIENTO de estos residuos y de los tipos de TRATAMIENTO a realizar.

RESIDUOS ORGÁNICOS SEMI- SÓLIDOS: RESIDUOS ORGÁNICOS provenientes de instalaciones de GANADO que no pueden ser bombeadas ni apiladas.

RESIDUOS ORGÁNICOS SÓLIDOS: RESIDUOS ORGÁNICOS de GANADO en confinamiento que no fluye por gravedad, que no puede ser

bombeado, pero puede ser apilado en una pila. Puede incluir RESIDUOS ORGANICOS de ganado vacuno, cerdos, aves de corral, caballos, ovejas, cabras y conejos. Existen varios tipos diferentes de RESIDUOS ORGÁNICOS SÓLIDOS que surgen de diferentes tipos de confinamiento del ganado, del almacenamiento y tratamiento de estos residuos.

SEPARADOR DE SOLIDOS: Un tipo de criba fuerte y gruesa que se inserta previamente a la laguna con el fin de contener el material sólido, a la vez que permite el pasaje de los líquidos (fracción líquida) El líquido se bombea desde el contenedor periódicamente, dejando en el sector estiércol sólido que puede ser removido. También puede ser una caja tamiz que puede ser una jaula de malla de acero soldado o una caja hecha de durmientes de ferrocarril de madera con ranuras horizontales.

SEPARACIÓN MECÁNICA: La separación mecánica de material grueso y fibroso de los RESIDUOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS, especialmente PURINES, para producir una FRACCIÓN LÍQUIDA más fluida y una FRACCIÓN SÓLIDA que pueda ser apilable. Los productos son más fáciles de manejar que el PURÍN. La FRACCIÓN LÍQUIDA requiere menos potencia para el bombeo a través de tuberías, para la mezcla y para la AIREACIÓN y es menos probable que forme una CUBIERTA O COSTRA o un sedimento durante el almacenamiento. También hay una mejora en el VALOR COMO FERTILIZANTE. La FRACCIÓN SÓLIDA puede ser COMPOSTADA y manejada como RESIDUO ORGÁNICO SÓLIDO.

TERMÓFILO: Procesos que ocurren a temperaturas mayores a 40°C

TIEMPO DE RETENCIÓN: El tiempo durante el cual un sustrato (ej) es retenido en recipiente de tratamiento o reactor.

TRATAMIENTO: Un proceso biológico, químico o físico controlado que cambia las propiedades de LOS RESIDUOS ORGÁNICOS. La mayoría de los tipos de tratamiento requieren inversión en plantas, maquinarias y costos operativos. Los beneficios dependen del tipo de tratamiento y de los parámetros (por ejemplo, temperatura) bajo los cuales se opera y se controla.

TRATAMIENTO AERÓBICO: Es la descomposición de materia orgánica en presencia de oxígeno

libre. El tratamiento consiste en disolver suficiente oxígeno en LOS PURINES (a través de AERACIÓN) para estimular el crecimiento de bacterias aeróbicas. Los beneficios potenciales incluyen la estabilización del estiércol y reducción de la DBO y DQO, de patógenos y de olores. El COMPOSTAJE de ESTIÉRCOL SÓLIDO es un tipo de TRATAMIENTO AERÓBICO.

TRATAMIENTO BIOLÓGICO: Una clase de tratamiento, en el cual los microorganismos son utilizados para desintegrar los componentes orgánicos por ej en LOS RESIDUOS SÓLIDOS o AGUAS RESIDUALES

SANITIZACIÓN: Acción por la cual los microorganismos patógenos son eliminados por calor o por adición de agentes químicos o por radiación.

MÓDULO PLAN DE USO AGRONÓMICO

ABSORCIÓN POR LAS PLANTAS: Absorción de los NUTRIENTES PARA LAS PLANTAS (por raíces y hojas).

AMONÍACO: NH₃. Un gas derivado de la urea (ácido úrico) excretado por el GANADO Y AVES, que está implicado en la ACIDIFICACIÓN y el enriquecimiento de nitrógeno de ecosistemas sensibles.

AMONIFICACION: Proceso por el cual algunos organismos del suelo, "amonificadores", convierten el nitrógeno orgánico, por ejemplo en suelos o en residuos orgánicos, en iones de amonio.

ANCHO DE APLICACIÓN: Es el ancho que abarca una pasada del equipo de aplicación ya sea de RESIDUOS ORGÁNICOS líquidos o sólidos.

APLICACIÓN: Distribución de RESIDUOS ORGÁNICOS al suelo por cualquier método.

APLICACIÓN AL VOLEO: Aplicación de RESIDUOS ORGÁNICOS distribuidos en toda la superficie (comparada con COLOCACIÓN o EN BANDAS).

ASPERSOR: Un dispositivo, generalmente alimentado por una manguera, para la aplicación de agua de riego (o a veces agua sucia) a los cultivos a bajas presiones y caudales.

BALANCE DE NUTRIENTES: Una comparación entre entrada y salidas de NUTRIENTES a diferentes escalas (predial, potrero, rodeo etc.). Se expresa por nutriente considerado.

CAMIÓN CISTERNA: TANQUE construido sobre un chasis completo con motor y cabina adecuado para el transporte de RESIDUOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS en caminos públicos.

DESPARRAMADOR DE SÓLIDOS: Máquina para la APLICACIÓN de RESIDUOS ORGÁNICOS SÓLIDOS al suelo.

DISTRIBUCIÓN EN BANDAS: La APLICACIÓN de RESIDUOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS a la superficie del suelo en franjas paralelas utilizando un DISTRIBUIDOR DE BANDAS. Se usa principalmente para reducir las EMISIONES DE AMONÍACO y el OLOR en la aplicación.

ELEMENTO TRAZA: Un elemento químico que es requerido en muy pequeñas cantidades por las plantas o animales para su normal funcionamiento, crecimiento y salud, Incluye hierro, zinc, boro, cobre, manganeso, cobalto y molibdeno.

FERTILIZANTE: Cualquier material natural o manufacturado que aplicado al suelo provee uno o más NUTRIENTES de PLANTAS. Este término es generalmente aplicado a materiales inorgánicos que están disponibles comercialmente.

FERTILIZANTE MINERAL: FERTILIZANTE manufacturado a través de un proceso químico o a través de minería. Opuesto a este serían los materiales orgánicos que contienen carbono.

FERTILIZANTE ORGÁNICO: Un FERTILIZANTE que deriva de origen orgánico como de productos animales (por ejemplo, RESIDUOS ORGÁNICOS ANIMALES, sangre seca, pezuñas y harina de huesos), residuos de plantas o de materiales de origen humano (por ejemplo, BARROS CLOACALES).

FERTIRRIEGO: Cuando se aplica a los cultivos a partir del riego presurizado, tanto fertilizantes orgánicos o inorgánicos (minerales) o aguas regeneradas de procesamiento de alimentos o tratamientos de AGUAS RESIDUALES.

INCORPORACIÓN: Es una forma de introducir LOS RESIDUOS ORGÁNICOS al suelo, permitiendo reducir la emisión de AMONÍACO y OLORES. Luego de la dispersión del RESIDUO ORGÁNICO, este se mezcla en el suelo mediante maquinaria de cultivo apropiada (arado, rastra de dientes, rotovactor o discos).

INYECCIÓN: La APLICACIÓN de RESIDUOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS por su disposición en surcos en el suelo, que disminuye las EMISIONES DE AMONÍACO y de OLORES en la aplicación. Puede ser INYECCIÓN PROFUNDA donde la aplicación se realiza en surcos profundos hechos por púas especialmente diseñadas para ese fin (150 mm) o INYECCIÓN SUPERFICIAL donde se aplica en surcos superficiales por un disco o una púa (50 mm). Usados principalmente para reducir EMISIONES DE AMONÍACO y el OLOR.

MACRONUTRIENTE: Elemento químico necesario por las plantas en relativamente grandes cantidades. Usualmente se refiere a nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y azufre (S).

MATERIA FRESCA: Peso húmedo del material sin modificaciones.

MATERIA ORGÁNICA: Residuos derivados de plantas, animales y microorganismos en varias etapas de descomposición.

MATERIA SECA: Residuo que queda luego de calentar la muestra en condiciones estándares (usualmente alrededor de 105 °C a un peso constante) para extraer su contenido de agua. Comúnmente expresado como porcentaje del peso original del material. También expresado como SÓLIDOS TOTALES (ST).

METALES PESADOS: Grupo de elementos metálicos, que en altas concentraciones en el suelo puede llevar a efectos tóxicos en plantas, animales y humanos que ingieren plantas o partículas de suelo. Incluye plomo, cadmio, zinc, cobre, mercurio y níquel. Puede ser encontrado en cantidades importantes en BARROS CLOACALES y otros residuos.

METANO: CH₄. Un GAS DE EFECTO INVERNADERO producido durante la FERMENTACIÓN ANAERÓBICA de la MATERIA ORGÁNICA, especialmente de la FERMENTACIÓN RUMINAL entérica y el almacenamiento de RESIDUOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS. Un constituyente de BIOGÁS.

MINERALIZACIÓN: La transformación por microorganismos de compuestos orgánicos en compuestos inorgánicos, por ejemplo, en suelos de residuos orgánicos aplicados.

MICRONUTRIENTE: Elemento químico necesario por las plantas en relativamente pequeñas

cantidades. Por ejemplo, cobre (Cu), zinc (Zn), manganeso (Mn).

MOMENTO DE APLICACIÓN: Normalmente se refiere a la estación o mes del año en que se aplica al suelo.

NITRIFICACION: La transformación por bacterias del nitrógeno amonio en nitrito y luego en NITRATO. Un proceso AERÓBICO que puede ocurrir en los suelos y durante la AERACION de residuos orgánicos líquidos.

NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL (NTK): Cantidades totales de nitrógeno en formas orgánicas y reducidas de nitrógeno en una muestra, por ejemplo, de ESTIÉRCOL ANIMAL. **NUTRIENTES DISPONIBLES PARA LAS PLANTAS:** La cantidad de NUTRIENTES PARA LAS PLANTAS contenidas en por ej. RESIDUOS ORGÁNICOS ANIMALES en formas químicas que pueden ser potencialmente e inmediatamente absorbidas por las plantas.

NUTRIENTES PARA LAS PLANTAS: Elementos necesarios para el normal crecimiento de las plantas. Usualmente dividido en macronutrientes y MICRONUTRIENTES.

ÓXIDO NITROSO: N₂O. Un GAS DE EFECTO INVERNADERO derivado principalmente del proceso de DESNITRIFICACIÓN.

pH: Medida de la concentración de hidrógeno en una solución, que indica su acidez o alcalinidad. Expresado en una escala de 0 a 14, donde 7 es neutral, los valores altos son más alcalino y los valores bajos son ácidos.

PLATO DISTRIBUIDOR: Un dispositivo de distribución de RESIDUOS ORGÁNICOS líquidos en donde este es forzado bajo presión por una boquilla a un plato inclinado que incrementa el área de distribución en forma de “ventilador” (ver también AL VOLEO). Por lo general montados en la parte trasera de los tanques.

REGISTROS: Herramienta de trabajo donde se asientan los acontecimientos económicos, productivos y técnicos del establecimiento.

RELACIÓN C:N: La cantidad total de carbono (C) dividida por la cantidad total de nitrógeno (N) contenido por ej, en una muestra de ESTIÉRCOL ANIMAL. Los RESIDUOS ORGÁNICOS ANIMALES que tiene relaciones altas de C:N como el

ESTIÉRCOL, usualmente precisan períodos prolongados para su descomposición o MINERALIZACIÓN en el suelo, como los PURINES con una relación baja C:N.

RESPUESTA DEL CULTIVO: Incremento en el rendimiento del cultivo que proviene de la aplicación de NUTRIENTES PARA LAS PLANTAS ej. en FERTILIZANTE o RESIDUOS ORGÁNICOS.

RIEGO: La APLICACIÓN de líquido por manto o a través de cañerías conectando al irrigador. El RIEGO es adecuado para RESIDUOS ORGÁNICOS que pueden ser bombeados a través de una cañería larga y descargados a través de boquillas pequeñas sin obstruir las cañerías ej. PURINES, FRACCIONES LÍQUIDAS y AGUAS RESIDUALES.

SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES: Material total suspendido en líquido, que es expresado comúnmente como concentración en términos de miligramos por unidad de volumen o peso. Normalmente determinado como la recolección de sólidos en un papel de filtro.

TANQUE DE VACÍO: Un tanque con una bomba de vacío utilizada para evacuar el aire del mismo y crear un vacío que permite succionar RESIDUOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS. El tanque es presurizado por la bomba y puede forzar a los RESIDUOS ORGÁNICOS hacia afuera, por lo general hacia un PLATO DISTRIBUIDOR.

TANQUE PURINERO: Tanque de metal cilíndrico con una sección transversal circular o elíptica que está montada sobre ruedas para transportar RESIDUOS ORGÁNICOS líquidos.

TASA DE APLICACIÓN: Se refiere normalmente a unidad de masa (toneladas) o de volumen (metros cúbicos) de RESIDUOS ORGÁNICOS aplicada por unidad de superficie (por ejemplo, en hectáreas).

VALOR FERTILIZANTE: El valor de RESIDUOS ORGÁNICOS etc. (ej. pesos/m³) está basado en el costo de proveer las mismas cantidades de NUTRIENTES PARA LAS PLANTAS que contiene el FERTILIZANTE INORGÁNICO. Debe estar especificado si está basado de nutrientes TOTALES o en los contenidos DISPONIBLES en los RESIDUOS ORGÁNICOS.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

MÓDULO A: EL AGUA EN EL TAMBO

Auge M. Hidrogeología de llanuras.

<http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/miguel/HidrogeoLlanuras.pdf>. Acceso el 19/02/2013.

Callinan, L. Department of Primary Industries. Water use in Victorian dairy sheds. Published by the Department of Primary Industries, 1 Spring Street, Melbourne, Victoria 3000 Australia, 2009.

Carbó L, Flores M, Herrero MA. Well site conditions associated with nitrate contamination in a multilayer semiconfined aquifer of Buenos Aires, Argentina. Environmental Geology. <http://dx.doi.org/10.1007/s00254-008-1426-6> . 2009. Vol 57 (7):1489-1500.

Charlon V, Taverna M, Herrero MA, El agua en el tambo en el libro "Manual de referencia para el logro de leche de calidad" Editor Taverna, INTA Rafaela, 2ª Edición. 2005: 43 -54(2005). ISBN 987-521-165-6.

Charlón, V. Taverna, M.; y Paniggatti C. Cuantificación y caracterización de los efluentes generados en las instalaciones de ordeño. Abstracts 11ª Conferencia de la Organización Internacional de la Conservación del Suelo (ISCO´2000). 2000. http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/El_agua_en_el_tambo.pdf. Consultado el 21/04/2017

Código Alimentario Argentino. Capítulo XII. Bebidas Hídricas, Agua y Agua Gasificada. Agua Potable. Artículo 982 (Res. Conj. SPRyRS y SAGPyA N° 68/2007 y N° 196/2007). En línea: http://www.anmat.gov.ar/codigoa/Capitulo_XII_Agua_2007-05.pdf .

Department of Primary Industries. Dairy shed water, How much do you use? A comprehensive guide to calculating water use in the dairy shed. Published by the Department of Primary Industries, 1 Spring Street, Melbourne, Victoria 3000 Australia, July 2009. http://agriculture.vic.gov.au/__data/assets/pdf_file

[e/0007/197080/Dairy-shed-water.pdf](http://www.fao.org/docrep/004/T0218E/T0218E00.HTM) Consultado el 25/01/2018

FAO. Milking, milk production hygiene and udder health. FAO Animal production and health paper 78. Recurso Online: <http://www.fao.org/docrep/004/T0218E/T0218E00.HTM> .Consultado el 26/01/2018

Felice, G. Estimación del consumo de agua en tambos de la cuenca norte de la provincia de la pampa durante la rutina de ordeño. 2014 http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_felice_estimacion_consumo.pdf .Consultado el 21/04/2017

Herrero MA. El agua y su importancia en la producción ganadera - Rev. Georgica, - 1998. 6: 67-86, Huesca - España.

Herrero MA y Maldonado May V. Calidad de agua, un desafío para la lechería. Rev. de la Asoc. Química Argentina. 2000. 339: 18-23.

Herrero MA, Sardi G, Maldonado May V, Flores M, Orlando A, Carbó L. Distribución de la calidad del agua subterránea en sistemas de producción agropecuarios bonaerenses - I - Calidad físico química y condiciones de utilización del agua. Rev. Arg. Prod. An. 2000, 20 (3-4), 229 - 237.

Herrero MA, Iramain MS, Korol S, Flores M, Pol M, Maldonado May V, Sardi G, Buffoni H, Fortunato MS. Calidad de agua y contaminación en tambos de la cuenca lechera de abasto sur. Rev. Arg. Prod. An. 2002, 22 (1):61-70

Herrero, M.A. La importancia del agua en la producción de leche. InfoVet n° 59; Junio, 2003 http://www.fvet.uba.ar/areas/arch_bases_agric/agualech.pdf .Consultado en 21/04/2017

Herrero M.A., Gutiérrez, G., Pazos, D.A., Carbó L.I., Sardi, G.M.I. Distribución de contaminantes naturales y antropogénicos en agua subterránea de tambos en la Región Pampeana. Proceedings V Congreso Iberoamericano de Química y Física Ambiental. Mar del Plata, Argentina. 2008; 1:1-7

Herrero M.A., Rabuelto, M., Orlando, A., Bruni, O., Charlón, V. y Korol, S. Identificación de contaminantes en aguas subterráneas en sectores de concentración animal en un tambo. Comunicación. Revista Argentina de Producción Animal Vol. 28 Supl. I. 2008 (b)

Herrero M.A., Gil S. Consideraciones ambientales de la intensificación en producción animal, Ecología Austral v.18 n.3. 2008

Herrero MA, Sardi G, Valeriani E, Thiel I, Orlando AA. Contaminación del agua en áreas rurales: diagnóstico, demandas y soluciones. Ciencia e Investigación, 2009. 59 (2):27-36.

Herrero, M.A.; Thiel, I. "Water contamination from rural production systems 2" en Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS) impresa para lo cual se actualizaron contenidos UNESCO, Ed. UNESCO, OXFORD UNITED KINGDOM, ISBN 978-1-84826-622-3. 2009 . p: 1-35, Internacional con referato.

Herrero, M.A. Uso y manejo del agua y efluentes en un área rural: Consecuencias sanitarias y ambientales de la intensificación de la producción primaria de leche. Tesis de doctorado, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Cátedra de Salud Pública e Higiene Ambiental. Buenos Aires, Argentina, 2014

Herrero M.A., Gil S. Manejo del agua en sistemas ganaderos. En BM Press (ed) La producción animal y el ambiente. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina, 2014: p. 35 -65
Hoekstra, A.Y. The hidden water resource use behind meat and dairy. Animal Frontiers, 2012; 2 (2): 3-8

Iramain, M.S; Nosetti, L; Herrero, M.A; Maldonado May, V; Flores, M; Carbó, L. Evaluación del uso y manejo del agua en establecimientos lecheros de la provincia de Buenos Aires, Argentina En: Gobierno de Chile; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Agua, Vida y Desarrollo. Santiago de Chile, IICA, oct. 2001. p.1-11, Ilus.
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/encuen/leche.pdf> .Consultado el 25/10/2017

Martin RJ, Thomas SM, Stevens DR, Zyskowski RF, Moot DJ, Fraser TJ. Improving water use efficiency on irrigated dairy farms in Canterbury.

Proceedings of the New Zealand Grassland Association. 2006, 68: 155-160.
National Academy of Science. Nutrients and toxic substances in water for livestock and poultry. National Academy of Sciences, Washington D.C. 1974.

National Research Council. Nutrient requirements for dairy cattle. 7th. Revised ed. Natl. Acad. Press, Washington DC. 2001.

Looper, M. L.; Wakdner, D.N. Water for Dairy Cattle, guide D-107. Cooperative Extension Service, College of Agriculture and Home Economics, New Mexico State University. 2007
http://aces.nmsu.edu/pubs/_d/D107.pdf
.Consultado el 01/05/2017.

Loobuyck, M., Willame C., Bazantay, F., Corbet, V. Economies d'énergie dans le refroidissement du lait á la ferme. Revue Generale du Froid et du conditionnement d'air. Avril 2012, pag 39-44., 2012

Moyano Salcedo A, Tieri M.P., Herrero M.A. Huella hídrica en establecimientos lecheros de Buenos Aires, Argentina. 2015.
https://www.researchgate.net/publication/283687662_huella_hidrica_em_establecimientos_lecheros_de_buenos_aires_argentina .Consultado el 01/05/2017.

Murphy, M. R., C. L. Davis, and G. C. McCoy. 1983. Factors affecting water consumption by Holstein cows in early lactation. J. Dairy Sci. 66:35-38.
Nickish, M. B.; Manejo de los recursos hídricos en zonas áridas y semiáridas para áreas de secano. 2012.
<https://inta.gob.ar/documentos/manejo-de-recursos-hidricos-para-areas-de-secano-segunda-edicion> .Consultado el 25/10/2017

Nosetti, L.; Herrero, M. A., Pol, M., Maldonado May, V.; Iramain, M. S., Flores, M., Cuantificación y caracterización de agua y efluentes en establecimientos lecheros I. Demanda de agua y manejo de efluentes. 2002
<http://www.fvet.uba.ar/publicaciones/archivos/ant/herrero1.pdf> .Consultado el 21/04/2017

Taverna M.A., V. Charlón; Panigatti C., Castillo A., Serrano P., 2004. Manejo de los residuos originados en las instalaciones de ordeño. INTA Ediciones. Rafaela, Argentina. 2004

U.S. Environmental Protection Agency. Drinking

Water Contaminants. National Primary Drinking Water Regulations. Last updated on Thursday, June 5th, 2008. En línea: <http://www.epa.gov/safewater/contaminants/index.html>.

Ward, D.; McKague, K., Water requirements of livestock. Factsheet AGDEX 716/400, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (Ontario, Canada). 2007. Disponible en web www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/07-023.pdf

Willers H, Karamanlis X, Schulte D. Potential of closed water systems on dairy farms, *Wat. Sci. Tech.*, 1999. 39 (5), 113-119.

MÓDULO B: GESTIÓN DE PURINES

Alfaro, M., Collins, M., Cuevas, J., Huertas, J., Meyer, L., Salazar, F., Salgado, M., Torres, B. 2015. Buenas prácticas ganaderas para reducir la carga de patógenos en purines. *Boletín INIA N° 313*

Birchall, S.; Dillon, C.; Wrigley, R. 2008. Effluent and Manure Management Database for the Australian Dairy Industry. Dairy Australia. Delivering for the dairy industry. EN: <http://www.dairyclimatetoolkit.com.au/-/media/climatetoolkit/reports/da%202008%20effluent%20and%20manure%20mgt%20database.pdf>

Burón-Alfano, V.; Questa, G.; Herrero, M. A.; Orlando, A. A.; Flores, M.; Charlón, V. 2009. Potencial de reutilización de los residuos provenientes de tambos comerciales para la fertilización de recursos forrajeros. *Revista Investigación Veterinaria*, p 85-92.

Burton, C. H., Turner C. (2003). Manure management. Treatment strategies for sustainable agriculture. Silsoe Bedford, UK: Silsoe Research Institute

Carbó, L. I. 2012. Balances de nutrientes como herramienta para estimar el potencial para el reciclado de los efluentes de tambo en recursos forrajeros. Trabajo de coronamiento. Especialidad en Manejo de Sistemas Pastoriles. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

Charlon, V. 2007. Residuos en las Instalaciones de Ordeño. IDIA XXI Lechería. Ediciones INTA ISBN 987-521-0044-7, p 80-85.

García, K.; Charlon, V.; Taverna, M.; Walter, E.; Arenas, M.; Filipone, J. 2012. Evaluación de un tamiz estático para la separación y recuperación de sólidos de los efluentes del tambo. Ficha técnica N° 25. INTA EEA Rafaela.

González Pereyra, A.V. y Herrero, M.A. 2010. Riesgos sanitarios en el manejo de efluentes animales. *Motivar*, Abril, Año 8 (88): 16-17. Herrero, M.A. 2014. Uso y manejo del agua y efluentes en un área rural: Consecuencias sanitarias y ambientales de la intensificación de la producción primaria de leche. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires.

Herrero, M. A.; Gil, S. B.; Sardi, G. M.; Flores, M. C.; Carbó, L. I.; Orlando, A. A. 2006. Transferencia de nutrientes del área de pastoreo a la de ordeño en tambos semiextensivos en Buenos Aires, Argentina. EN: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-34982006000100002 INPOFOS. Archivos Agronómicos 3.

Requerimientos nutricionales de los cultivos. EN: [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/0B4CDA48FABB666503257967007DD076/\\$FILE/A4A%203.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/0B4CDA48FABB666503257967007DD076/$FILE/A4A%203.pdf)

Manual de manejo y utilización de purines en lechería. 2012. Consorcio lechero. Chile. Editor: Francisco Salazar Sperberg. INIA Remehue. EN: <http://www.consorcirolechero.cl/chile/documentos/publicaciones/manual-manejo-de-purines-v2.pdf>

Negri, L. M.; Aimar, V. 2017. Guía de Buenas Prácticas para tambos. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina, 87 p.

Sosa, D. A. 2012. Técnicas de toma y remisión de muestras de suelos. Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul. EN: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-tcnicas_de_toma_y_remisin_de_muestras_de_suelos.pdf

Taverna, M.; Charlon, V.; Panigatti, C.; Castillo, A.; Serrano, P.; Giordano, J. (2004). Manejo de los residuos originados en las instalaciones de ordeño. Una contribución al logro de ambientes sanos. Ediciones INTA ISBN 987-521-121-4, 75 p. Taverna, M.; García, K.; Adorni, M.B. 2014. Procedimiento de muestreo de efluentes líquidos y sólidos orgánicos generados en el tambo.

Ediciones INTA ISBN 978-987-521-514-6, 37 p.

Vankeirsbilck, M.I.; Barraco, M.; Maekawa, M. 2016. Propiedades químicas de los suelos en lotes de establecimientos lecheros de la Cuenca Oeste bonaerense. XXV Congreso Argentino de Ciencias del Suelo.

Venglosky, J., Sasakova, N., Placha, I. 2009. Pathogens and antibiotic residues in animal manures and hygienic and ecological risks related to subsequent land application. *Biorsource technology*, 100 (2): 5386-5391

Wang, H., Magesan, G. 2004 An overview of the environmental effects of land application of farm effluents. *New Zealand Journal of Agriculture* Vol. 47: 389-403 389

MÓDULO PLAN DE USO AGRONÓMICO

Calculating manure application rates. *Manure Management Facts*. Manitoba state. 2009
Correa, C., Rezzano N., García, F. 2016. Manual para la gestión ambiental en tambos. Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA). Montevideo, Uruguay. ISBN: 978-9974-658-24-0

DairyNZ. A farmer's guide to managing farm dairy effluent. A good practice guide for land application systems. 2013. Disponible en: www.dairynz.co.nz

DairyNZ. A guide to managing farm dairy effluent. Auckland. 2008
Dorrnsoro, Carlos. Introducción a la edafología. Tema 4: Propiedades del suelo. <http://www.edafologia.net/introeda/tema04/text.htm> . Acceso el 21/07/2018

Eghball, B., Wienhold, B. J., Gilley, J. E., & Eigenberg, R. A. (2002). Mineralization of manure nutrients. *Journal of Soil and Water Conservation*, 57(6), 470-473. <https://doi.org/10.1006/meth.2001.1262>
Maryland Department of Agriculture, 2017.

Farming with your nutrient management plan. A comprehensive guide to Maryland's nutrient management regulations and requirements. PROSAP. Medición de la infiltración en el suelo mediante infiltrómetros de doble anillo. Instructivo. <http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO%2>

O_R014_%20infiltrometro%20doble%20anillo.pdf. Acceso el 21/07/2018

Salazar Sperberg, F. (2012). Manual de manejo y utilización de purines de lechería. Remehue, Chile, Ed. Consorcio Lechero. Consultado 01/02/2014 <http://www.consorcirolechero.cl/chile/pags/libros-manuales.php>.

Sullivan, D.M., Cogger, C.G., Bary, A.I. Fertilizing with biosolids. A Pacific Northwest Extension Publication. Oregon State University. 2015
Think Manures. A guide to manure management. 2014. Disponible en: www.nutrientmanagement.org

ANEXO I

REGISTRO DE APLICACIÓN DE PURINES

A continuación se dispondrá de plantillas para utilizar para los registros históricos de aplicaciones. En caso de estar por llenarlos todos, previamente fotocopie uno vacío y adjúntelo al presente anexo.

Nombre del Lote:

Superficie (ha):

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Cultivo	Fecha de siembra dd/mm/aa	Cantidad (l/ha)	Comentarios (método de aplicación, clima, etc.)

Nombre del Lote:

Superficie (ha):

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Cultivo	Fecha de siembra dd/mm/aa	Cantidad (l/ha)	Comentarios (método de aplicación, clima, etc.)

Nombre del Lote:

Superficie (ha):

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Cultivo	Fecha de siembra dd/mm/aa	Cantidad (l/ha)	Comentarios (método de aplicación, clima, etc.)

Nombre del Lote:

Superficie (ha):

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Cultivo	Fecha de siembra dd/mm/aa	Cantidad (l/ha)	Comentarios (método de aplicación, clima, etc.)

Nombre del Lote:

Superficie (ha):

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Cultivo	Fecha de siembra dd/mm/aa	Cantidad (l/ha)	Comentarios (método de aplicación, clima, etc.)

Nombre del Lote:

Superficie (ha):

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Cultivo	Fecha de siembra dd/mm/aa	Cantidad (l/ha)	Comentarios (método de aplicación, clima, etc.)

Nombre del Lote:

Superficie (ha):

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Cultivo	Fecha de siembra dd/mm/aa	Cantidad (l/ha)	Comentarios (método de aplicación, clima, etc.)

Nombre del Lote:

Superficie (ha):

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Cultivo	Fecha de siembra dd/mm/aa	Cantidad (l/ha)	Comentarios (método de aplicación, clima, etc.)

Nombre del Lote:

Superficie (ha):

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Cultivo	Fecha de siembra dd/mm/aa	Cantidad (l/ha)	Comentarios (método de aplicación, clima, etc.)

Nombre del Lote:

Superficie (ha):

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Cultivo	Fecha de siembra dd/mm/aa	Cantidad (l/ha)	Comentarios (método de aplicación, clima, etc.)

Nombre del Lote:

Superficie (ha):

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Cultivo	Fecha de siembra dd/mm/aa	Cantidad (l/ha)	Comentarios (método de aplicación, clima, etc.)

Nombre del Lote:

Superficie (ha):

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Cultivo	Fecha de siembra dd/mm/aa	Cantidad (l/ha)	Comentarios (método de aplicación, clima, etc.)

ANEXO II REGISTRO DE NUTRIENTES POR LOTE

A continuación dispondrá de plantillas para utilizar para los registros históricos de nutrientes. En caso de estar por llenarlos todos, previamente fotocopie uno vacío y adjúntelo al presente anexo.

* Recuerde adjuntar los análisis a este anexo

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Datos del análisis de purines*			Datos del análisis de suelo*		Nitrógeno aplicado (kg N/ha)
	N Total	N-NH ₄ ⁺	P Total	N Total	P Total	

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Datos del análisis de purines*			Datos del análisis de suelo*		Nitrógeno aplicado (kg N/ha)
	N Total	N-NH ₄ ⁺	P Total	N Total	P Total	

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Datos del análisis de purines*			Datos del análisis de suelo*		Nitrógeno aplicado (kg N/ha)
	N Total	N-NH ₄ ⁺	P Total	N Total	P Total	

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Datos del análisis de purines*			Datos del análisis de suelo*		Nitrógeno aplicado (kg N/ha)
	N Total	N-NH ₄ ⁺	P Total	N Total	P Total	

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Datos del análisis de purines*			Datos del análisis de suelo*		Nitrógeno aplicado (kg N/ha)
	N Total	N-NH ₄ ⁺	P Total	N Total	P Total	

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Datos del análisis de purines*			Datos del análisis de suelo*		Nitrógeno aplicado (kg N/ha)
	N Total	N-NH ₄ ⁺	P Total	N Total	P Total	

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Datos del análisis de purines*			Datos del análisis de suelo*		Nitrógeno aplicado (kg N/ha)
	N Total	N-NH ₄ ⁺	P Total	N Total	P Total	

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Datos del análisis de purines*			Datos del análisis de suelo*		Nitrógeno aplicado (kg N/ha)
	N Total	N-NH ₄ ⁺	P Total	N Total	P Total	

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Datos del análisis de purines*			Datos del análisis de suelo*		Nitrógeno aplicado (kg N/ha)
	N Total	N-NH ₄ ⁺	P Total	N Total	P Total	

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Datos del análisis de purines*			Datos del análisis de suelo*		Nitrógeno aplicado (kg N/ha)
	N Total	N-NH ₄ ⁺	P Total	N Total	P Total	

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Datos del análisis de purines*			Datos del análisis de suelo*		Nitrógeno aplicado (kg N/ha)
	N Total	N-NH ₄ ⁺	P Total	N Total	P Total	

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Datos del análisis de purines*			Datos del análisis de suelo*		Nitrógeno aplicado (kg N/ha)
	N Total	N-NH ₄ ⁺	P Total	N Total	P Total	

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Datos del análisis de purines*			Datos del análisis de suelo*		Nitrógeno aplicado (kg N/ha)
	N Total	N-NH ₄ ⁺	P Total	N Total	P Total	

Fecha de aplicación dd/mm/aa	Datos del análisis de purines*			Datos del análisis de suelo*		Nitrógeno aplicado (kg N/ha)
	N Total	N-NH ₄ ⁺	P Total	N Total	P Total	