

Una propuesta integral de manejo de efluentes

El sistema INTA Rafaela

La mayor escala e intensificación de los tambos provoca un incremento de la cantidad de efluentes generados en el sistema. Si estos no son manejados adecuadamente, se provoca un deterioro del ambiente (agua, suelo y aire) una transferencia de nutrientes desde los potreros hacia los corrales e instalaciones y se incrementan los riesgos sanitarios.

Una gestión sustentable implica:

- Implementar prácticas que permitan reducir la cantidad de efluentes generados,
- Planificar y definir un sistema de tratamiento y el destino final de los efluentes, considerando aspectos legales y ambientales.

El sistema de manejo de efluentes "INTA Rafaela" se desarrolló contemplando estos principios generales. A continuación se presenta el sistema de forma integral y se efectúa una descripción de cada uno de los componentes. Se brindan detalles constructivos y medidas según cantidad de vacas presentes en el tambo. Por último se presentan resultados referidos a la efectividad del sistema de tratamiento, respecto al recupero de material sólido de alto valor agronómico como enmienda orgánica y se cuantifican los litros de agua que pueden ser reciclados.

El sistema completo

Como punto de partida se pretende dar una visión general de la propuesta (Figura 1). En el sistema se generan tres circuitos:

- **Agua sin contaminante proveniente de la placa de refrescado.** Se almacena en un depósito y es utilizada como agua de bebida y/o para la limpieza de pisos.
- **Efluentes.** Son recolectados en una cámara y bombeados hacia el decantador de sólidos donde se retienen sólidos. El efluente líquido resultante pasa por gravedad al sistema de triple lagunas (la primera anaeróbica, y segunda y tercera facultativas), luego por el filtro y, por último, es almacenada en un depósito. Una bomba utiliza este líquido tratado para el lavado de los pisos del corral.
- **Sólidos.** Los sólidos procedentes del recupero en pisos y de la limpieza del decantador son almacenados en el depósito de sólidos. Estos son posteriormente distribuidos en el campo en momentos y lugares oportunos.

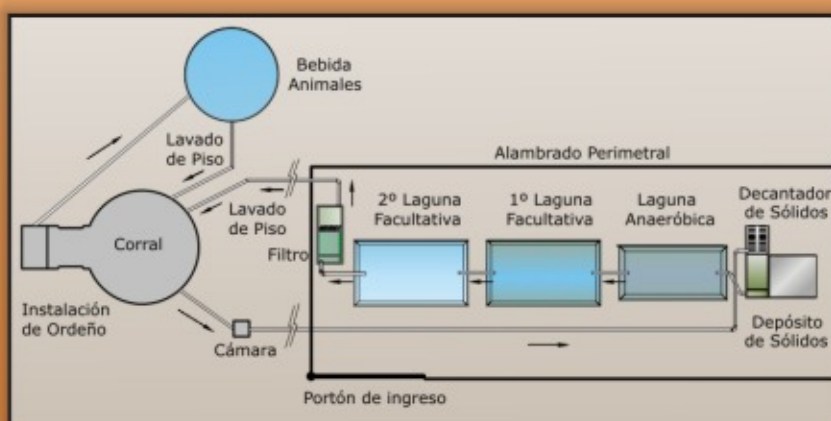


Figura 1. Esquema integral del "Sistema de tratamiento de efluentes INTA Rafaela".

Las soluciones de lavado de la ordeñadora y tanque de frío pueden formar parte de los efluentes y ser tratados por el sistema. Contrariamente, la leche de descarte, el calostro y materiales tales como plásticos, vidrios, metales, etc, NO deben ser parte de este destino.

Por restricciones ambientales, el sistema de lagunas debe ubicarse a:

- Más de 50 m de las instalaciones de ordeño
- Mas de 50 m de la perforación de agua
- Mas de 100 metros de las viviendas

Por seguridad, las lagunas deben estar cercadas con alambrado, señalizadas y el entorno debe estar con el pasto cortado. Como medida adicional se puede colocar un alambre liso de alta resistencia tensado alrededor de cada una de las lagunas a unos 70 cm de altura, sostenido por postes. Esto le permite a un operario desplazarse con un arnés colocado en su cintura al momento en que esté realizando el mantenimiento.

Las partes del sistema

Aprovechamiento integral del agua de la placa de refrescado

El agua es bombeada desde la perforación, pasa por la placa y va a un tanque elevado ubicado en la instalación de ordeño. Este alimenta distintos consumos de la instalación. El rebalse es dirigido a un depósito (tipo tanque australiano) (Figura 2). Esta agua puede ser utilizada como bebida de animales y/o para limpieza de pisos. De esta forma es posible reciclar alrededor de 60 litros de agua por vaca y por día.

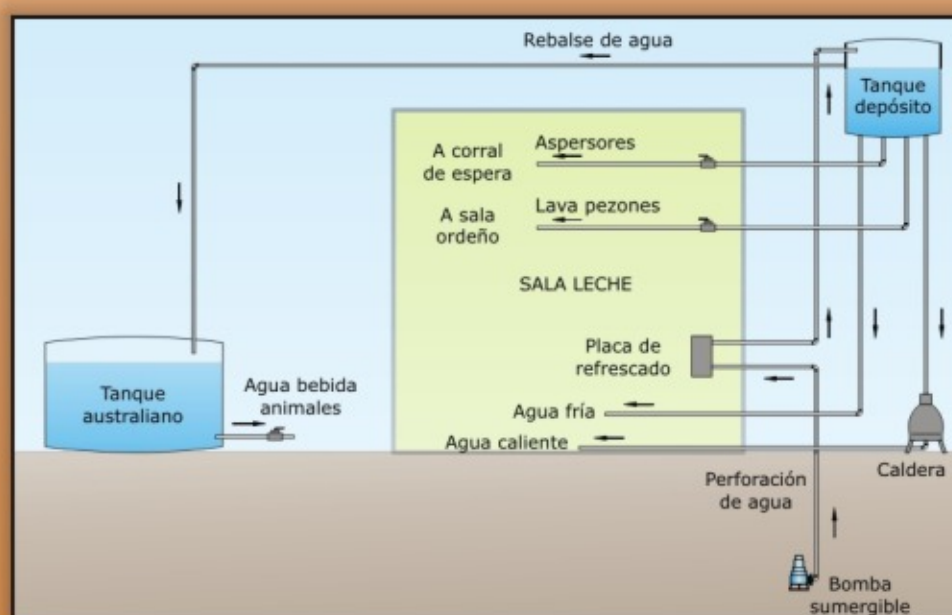
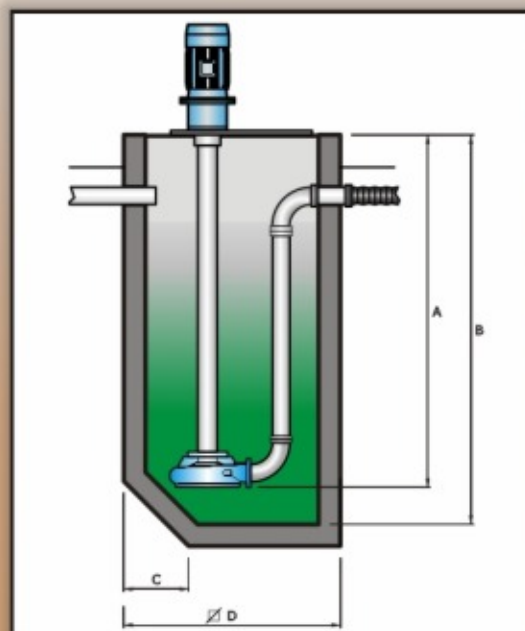


Figura 2. Esquema donde se muestra circuito del agua proveniente de la placa de refrescado.

Pendientes, cámara y bombeo de efluentes.

Los pisos de sala de ordeño y corrales deben tener una pendiente de 1,5 a 2% desde la sala de leche hacia el corral de espera. El corral debe tener un cordón perimetral para evitar el derrame del efluente.

Los efluentes llegan por gravedad a la cámara. Su capacidad depende de la escala del tambo y su diseño debe permitir la instalación de la bomba (Figura 3). La bomba se acciona automáticamente por nivel y envía el efluente al decantador de sólidos. La manguera de transporte es "manguera negra" de 2 a 2,5 pulgadas de diámetro, la cual debe ser enterrada a 0,50 m.



Vacas en ordeño (cabezas)	A (m)	B (m)	C (m)	D (m)
Hasta 300	2,60	3,00	0,70	1,50
Más de 300	2,60	3,00	0,70	2,00

Figura 3. Esquema y dimensiones de la cámara de recepción de efluentes e instalación de bomba.

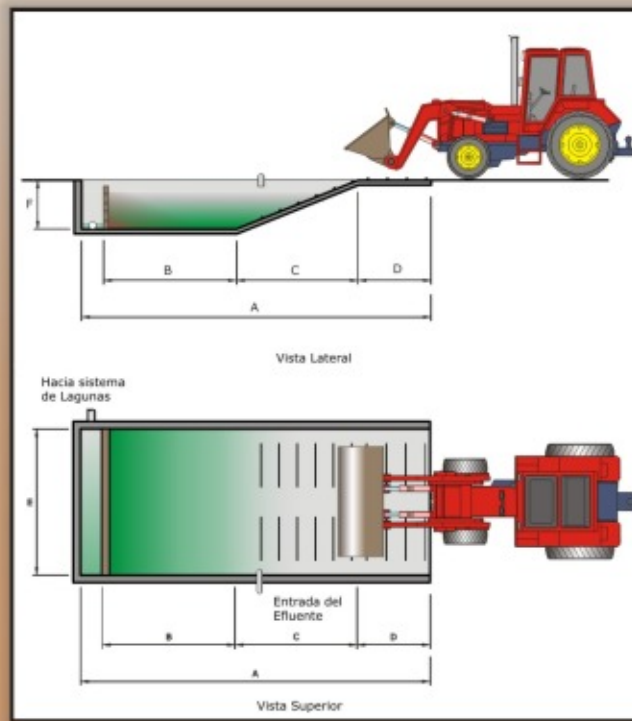
Cuadro 1. Tipos de bombas que pueden utilizarse para el transporte del efluente.

Tipo de Bomba	Máximo de sólido (%)	Caudal (m ³ /cm ²)	Presión de salida (kg/cm ²)	Requerimiento eléctrico (kw/hp)	Aplicaciones
Centrífuga de eje horizontal	10	20 - 60	2 - 6	22 - 30 26 - 35	Transferencia y riego
Centrífuga sumergida con eje elevado	10	20 - 60	1 - 2	3 - 4 5 - 6	Transferencia y aspersión grosera
Centrífuga y motor sumergido	5	20 - 60	2 - 4	3 - 4 7 - 9	Mezcla, aspersión grosera, transferencia
Rotor a tornillo	10	5 - 30	2 - 4	12 - 16	Mezcla, aspersión grosera
Lobular	20	20 - 50	1 - 3	11 - 15	Mezcla, aspersión grosera, transferencia
Rotativa a paleta	15	40 - 60	2 - 3	15 - 20	Aspersión grosera

Las bombas más utilizadas por prestación y costos son la centrífuga sumergida con eje elevado y la centrífuga con motor sumergido.

Decantador de sólidos

El decantador debe ubicarse preferentemente próximo a la primera laguna de tratamiento. La descarga de los líquidos debe ubicarse por encima del nivel de la laguna para facilitar el drenaje natural de éstos (Figura 4). El diseño propuesto según tamaño de rodeo prevé una limpieza cada 5-6 días, aproximadamente.

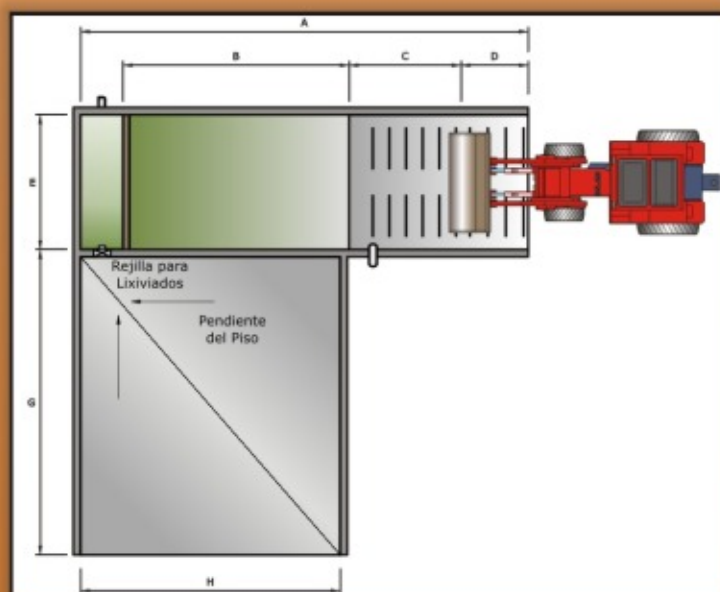


Vacas en ordeño (cabezas)	A (m)	B (m)	C (m)	D (m)	E (m)	F (m)
150	6	1,5	2,5	1,5	3	1
300	9	4,5	2,5	1,5	3	1
400	10	5,5	2,5	1,5	3	1
500	11,5	7	2,5	1,5	3	1
600	12,5	8	2,5	1,5	3	1

Figura 4. Esquema y dimensiones del decantador de sólidos (vista lateral y superior).

Playón depósito de sólidos

El material sólido retirado del decantador debe depositarse en el playón. La pala frontal permite este doble trabajo (limpieza y depósito) (Figura 5). El playón está construido con tres paredes, una de las cuales es compartida con el decantador. Este diseño minimiza los tiempos muertos del equipamiento. Las dimensiones son de acuerdo al tamaño de rodeo y prevén una remoción total del material 2 veces por año.



Vacas en ordeño (cabezas)	G (m)	H (m)
100	8	4
200	10	5
300	12	6
400	14	7
500	16	8

Figura 5. Esquema y dimensiones del playón de almacenamiento de sólidos.

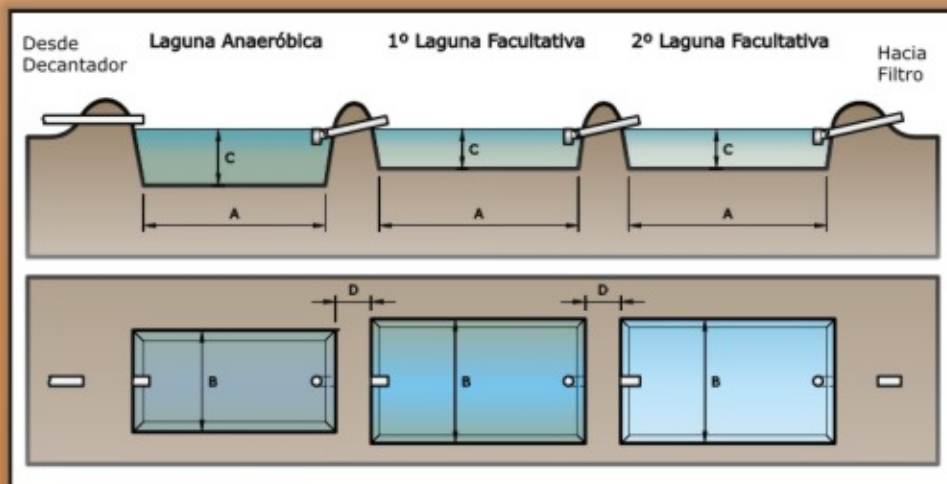
Sistema de triple laguna

Las lagunas son instalaciones que posibilitan el almacenamiento y el tratamiento biológico de los efluentes con el objetivo de reducir su poder contaminante (Figura 6)

Para evitar la infiltración de los efluentes hacia las napas de agua subterránea, el piso de las lagunas debe ser recubierto con una capa de tierra colorada (arcilla) de unos 15 cm. Esta capa debe ser compactada.

Para la conexión entre las lagunas utilizar caños de PVC, de tipo cloacales (diámetro = 11 cm). La distancia de separación entre las mismas, debe ser aproximadamente de 3 metros.

Se proponen dimensiones según el tamaño de rodeo. Los cálculos se realizaron considerando una generación diaria de 50 litros de efluentes por vaca.

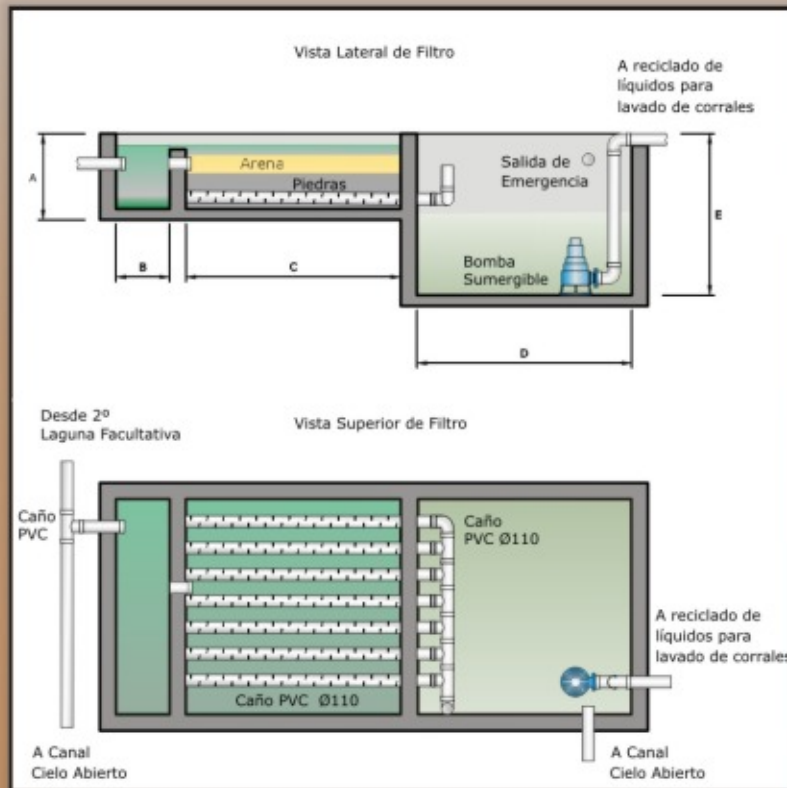


	100 V.O.			200 V.O.			300 V.O.			400 V.O.		
	A (m)	B (m)	C (m)	A (m)	B (m)	C (m)	A (m)	B (m)	C (m)	A (m)	B (m)	C (m)
1° Lag.	12,5	6	3	25	6	3	28	6	4	38	6	4
2° Lag.	12	8	1,5	23	8	1,5	34	8	1,5	46	8	1,5
3° Lag.	12	8	1,5	23	8	1,5	34	8	1,5	46	8	1,5

Figura 6. Esquema y dimensiones del sistema de triple laguna de almacenamiento y tratamiento biológico.

Filtrado del efluente y depósito del agua para el lavado de pisos

El efluente tratado pasa de la tercer laguna a un filtro de arena y piedras (Figura 7) . El movimiento del efluente a través del filtro es por gravedad. El efluente tratado y filtrado es almacenado en un depósito específico. La bomba de lavado toma este líquido para la primer limpieza de los pisos del corral. Una llave de paso habilita a esta misma bomba a tomar agua limpia del tanque australiano y efectuar un lavado de repase final.



A (m)	B (m)	C (m)	D (m)	E (m)
1	1	2	2	2

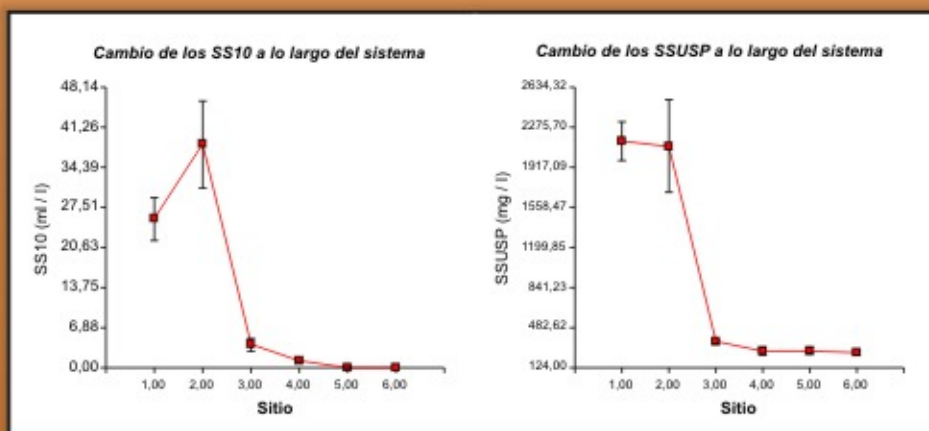
Figura 7. Esquema y dimensiones del filtro de arena y piedras. Vista lateral y superior.

Los resultados del sistema

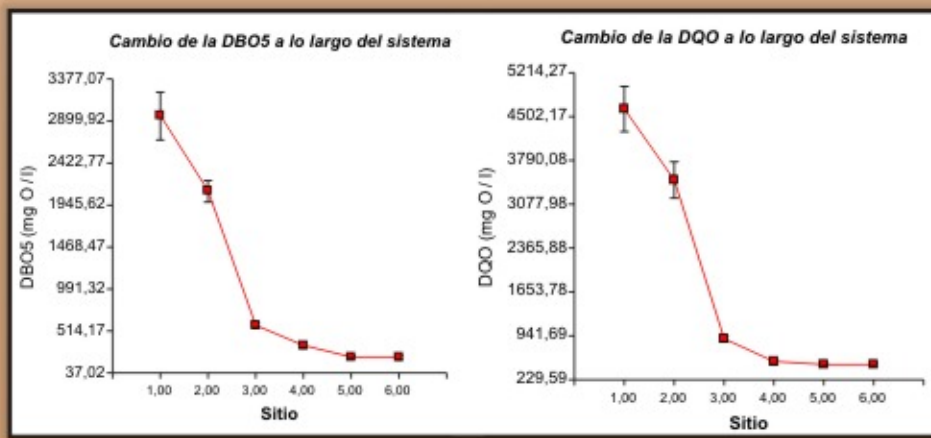
Eficiencia del tratamiento.

El funcionamiento del sistema puede evaluarse a través de parámetros que consideren la evolución de la carga contaminante contenida en el efluente a lo largo de dicho sistema.

Se presenta la evolución de los siguientes parámetros: Sólidos sedimentables (SS), Sólidos suspendidos (SSUSP), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO) (Figura 8). Estos resultados surgen del sistema existente en el Tambo Experimental de la EEA Rafaela. Tal como puede observarse en los gráficos, tanto el sistema como el dimensionamiento propuesto garantizan un alto nivel de efectividad para reducir la carga orgánica (superior al 90%).



- 1- Efluente inicial
- 2- Decantador
- 3- Laguna Anaeróbica
- 4- Laguna Facultativa 1
- 5- Laguna Facultativa 2
- 6- Filtro



- 1- Efluente inicial
- 2- Decantador
- 3- Laguna Anaeróbica
- 4- Laguna Facultativa 1
- 5- Laguna Facultativa 2
- 6- Filtro

Figura 8. Eficiencias de remoción de contaminates logrados por el sistema INTA Rafaela.

Recuperación de sólidos.

Del total de estiércol excretado por una vaca, alrededor de un 7 al 10% queda depositado en los pisos de las instalaciones de ordeño.

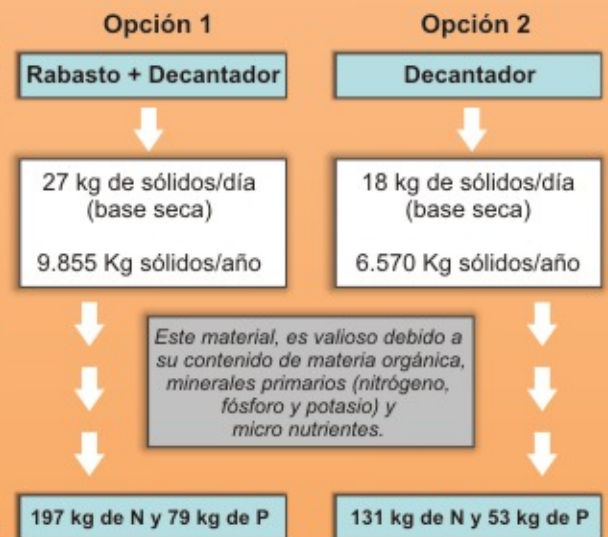
Se presentan 2 opciones de recupero de este material. Los cálculos se realizaron para un rodeo de 100 vacas. La única diferencia radica en que en la Opción 1 se recuperan sólidos en corral de espera a través de un rabasto y carretilla. Se muestran valores promedios.

Si transformamos la cantidad de los sólidos en su equivalente como un fertilizante comercial, podemos recuperar en promedio en un año cada 100 vacas:

Opción 1: 8,5 bolsas de urea y 3.4 bolsas de PDA

Opción 2: 5,5 bolsas de urea y 2,3 bolsas de PDA

La utilización estratégica de los residuos del tambo es una excelente opción para mejorar las propiedades del suelo y aumentar la oferta forrajera, evitando una fuente de contaminación.



Reciclado de agua para lavado de pisos

Los datos surgidos de un relevamiento realizado en tambos comerciales demostraron que, a nivel de las instalaciones de ordeño se generan alrededor de 50 litros de efluentes por vaca y por día. De estos 50 litros, entre 20-30 litros son consumidos diariamente para el lavado de pisos de corral de espera y sala de ordeño

Los resultados del sistema INTA Rafaela desarrollado en la EEA Rafaela del INTA demuestran que es factible recuperar alrededor del 50% de este volumen generado, es decir aproximadamente 25 litros por vaca por día. El 50% restante se pierde por evaporación, infiltración, se va con los sólidos, etc.

Como conclusión podemos informar que el sistema recupera como mínimo la cantidad de agua necesaria para el lavado de los pisos del corral de espera. Sector donde por cuestiones de seguridad, se está recomendando usar este efluente líquido tratado.

Circuito de efluentes líquidos.

1



2



3



4



5



- 1- Cámara de almacenamiento temporario.
- 2- Decantador de sólidos.
- 3- Laguna de estabilización.
- 4- Filtro de arena y piedras.
- 5- Reutilización del efluente líquido tratado.

Circuito de sólidos.

1



2



3



4



5



- 1-2 Recuperación de sólidos.
- 3- Playón de almacenamiento.
- 4-5 Esparcidor de sólidos.

Grupo Calidad de Leche y Agroindustria

Miguel Taverna
Verónica Charlón
Karina García
Emilio Walter

Consultas:

vcharlon@rafaela.inta.gov.ar
kgarcia@rafaela.inta.gov.ar



Proyecto Lechero