

**DIAGNOSTICO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LOS
RESIDUOS GENERADOS POR LA PRODUCCIÓN DE AVES Y
VACUNOS DE LECHE EN CHILE Y CAPACITACION EN LA
EVALUACION DE PLANTELES PECUARIOS**

INFORME FINAL

ENERO – 2006

1.- OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar la línea base que permita establecer una plataforma de la futura normativa, y entregar elementos que puedan ser utilizados en forma inmediata por el sector productor, para el mejor manejo ambiental de los residuos generados de sus explotaciones. Además de capacitar al personal del SAG en la evaluación de impactos ambientales y fiscalización de planteles pecuarios.

Objetivos Específicos

Los objetivos específicos de esta consultoría, son los siguientes:

- 1).- Capacitar a los funcionarios SAG en la evaluación de impacto ambiental de planteles pecuarios.
- 2).- Dimensionar y caracterizar la producción de residuos pecuarios (guanos y purines), a partir de un catastro de productores de aves y bovinos de leche y carne bajo sistemas de manejo intensivos, localizados entre la I y X región.
- 3).- Sistematizar la información relevante, nacional e internacional, respecto a la legislación y normativa, manejo y disposición de residuos orgánicos provenientes de planteles avícolas y de bovinos de leche y carne, bajo sistemas de producción intensiva, e identificar la brecha existente para la formulación, en el país, de una normativa ambiental moderna.

Para lograr los objetivos planteados, el estudio se ha desarrollado en tres (3) etapas de acuerdo a lo indicado en la propuesta de trabajo, presentándose a continuación los avances realizados a la fecha.

2.- ETAPAS

Etapa 1:

- 1) Taller de capacitación en evaluación de impacto ambiental de planteles pecuarios.

Este taller se realizó en el Centro Regional de Investigación La Platina de INIA, los días 7 y 8 de septiembre de 2005. En el taller de capacitación se desarrolló temáticas tales como, entre otras, caracterización de residuos ganaderos, principales problemas ambientales de la producción ganadera, el nitrógeno como elemento contaminante, otros contaminantes, sistemas de tratamiento naturales y convencionales, etc. En anexo 1 se adjunta programa del taller. La asistencia fue de 38 personas, de diferentes oficinas regionales del SAG, listado que se adjunta en anexo 2. A los asistentes se les repartió una carpeta y lápices como material de trabajo, y se comprometió la entrega de una Guía de Evaluación de Planteles Ganaderos, la cual fue enviada posteriormente. En la última jornada se aplicó una evaluación, cuyo contenido se adjunta en anexo 3, conjuntamente con los resultados, los cuales fueron muy positivos, destacándose el hecho de la gran confianza que se produjo para exponer las dudas. Al final del taller se procedió a la entrega de diplomas de asistencia y se cerró con un cóctel de camaradería.

- 2) Una Guía de trabajo práctico.

Esta Guía fue, enviada, discutida y analizada con SAG y su texto se adjunta en Anexo 4. Incluye planillas de cálculo para desarrollar pequeñas operaciones de balance hídrico, de nitrógeno y determinar las capacidades de retención de agua del suelo. Adicionalmente, se adjuntó al CD de presentaciones y material de estudio, que se detalla en el punto 3.

- 3) Un CD con presentaciones y material de estudio

El CD se encuentra entregado con el detalle de las presentaciones del taller, textos y material adicional de estudio, y planillas de cálculo que permiten desarrollar balances y análisis de planteles. En el anexo 5 se adjunta carátula del CD respectivo.

Etapa 2:

- 4) Catastro de productores de aves y bovinos de leche y carne bajo sistemas intensivos de producción, entre la I y la X regiones, según corresponda.

Esta fase corresponde al segundo objetivo planteado en este estudio, que es dimensionar y caracterizar la producción de residuos pecuarios (guanos y purines), a partir de un catastro de productores de aves y bovinos de leche y carne bajo sistemas de manejo intensivo, localizados entre la I y X región, según corresponda.

Las actividades comprometidas para el cumplimiento de este objetivo se encuentran enmarcadas en la Etapa 2 de la propuesta y se relacionan con lo siguiente:

- 5) Catastro de productores de aves y bovinos de leche y carne bajo sistemas intensivos de producción, entre la I y la X regiones, según corresponda.
- 6) Caracterización de residuos orgánicos de planteles avícolas y bovinos (carne y leche, en sistemas intensivos) en término de volumen, composición, uso y destino.

Catastro de planteles de producción de aves y bovinos.

El catastro identifica a los principales planteles de aves, ubicados entre las regiones I a X y a los planteles de ganado bovino de carne y leche, bajo un sistema de producción intensiva,

ubicados entre las regiones V y X. Además se agregó, para el caso específico de productores de leche, la información correspondiente a la IV Región del país.

El desarrollo de este catastro se estructuró fundamentalmente sobre la base de la información disponible en la unidad de Pecuaria del Servicio Agrícola y Ganadero en las distintas regiones. Complementariamente se utilizó información parcial del INE, y de informantes calificados. Adicionalmente, se desarrolló una campaña de terreno donde se localizaron planteles con sus coordenadas geográficas y se obtuvo información de número de animales, así como de su estructura productiva y el manejo de residuos. Por último, se recurrió a bases de datos de INIA, en especial en la IX Región y X región, las cuales poseen información relevante de la localización y clasificación por número de animales.

Se debe resaltar que la información obtenida no es completa, no está totalmente actualizada, y que debe reconocerse el dinamismo de la actividad pecuaria. Una forma de subsanar esta situación a futuro es generar un procedimiento que permita a los organismos encargados de registrar este tipo de actividad, actualizar sistemáticamente su información. Sin embargo, la información generada, recopilada y estructurada en una nueva base de datos que se entrega, se estima que representa un porcentaje significativo de la realidad del sector. Dada la complejidad y extensión de la información, ésta se entrega en formato digital en CD que acompaña a este informe.

Estructura de la base de datos

Para estructurar la base de datos que se entrega, se tomó en consideración el propósito último de esta consultoría que es dimensionar la producción de residuos orgánicos derivados de la actividad pecuaria en lo que dice relación con aves y vacunos bajo sistemas de producción intensivo. En última instancia, a partir de esta información se pretende estimar la contribución de estos residuos en la generación de posibles excedentes de nutrientes al ambiente.

Caracterización de los residuos orgánicos.

Con la finalidad de estimar la producción de residuos orgánicos, en términos de volumen, composición, uso y destino de éstos, se tomaron las muestras comprometidas en la propuesta de trabajo y analizadas para las variables indicadas. Para ello, se seleccionó, en forma conjunta con el profesional encargado de pecuaria del SAG de cada región, a 3 productores representativos de ésta, tomando como criterio principal para esta selección el grado de representatividad en función del mayor aporte a la producción regional, tanto del rubro aves, como de bovinos (carne y leche), según corresponda. Adicionalmente, a estos productores seleccionados, se les aplicó una encuesta con el objetivo de estimar la producción de residuos por animal, el uso y destino actual de éstos y, a partir de esto, hacer una proyección para la población total. Dada la magnitud del estudio y los recursos económicos disponibles, no fue posible hacer un muestreo conforme a las exigencias de una rigurosidad estadística, para que el muestreo fuera estadísticamente válido, es decir, en términos de número de muestras en relación al universo, representatividad espacial y de los sistemas de producción, tamaño de plantel, tecnologías, etc. Sin embargo, el criterio adoptado fue dirigir el muestreo a aquellas explotaciones de mayor impacto en la producción de residuos, que es el objetivo central de este estudio. En el cuadro siguiente se desagrega por especie y región, el número de muestreos realizados.

Región	Tipo de plantel y especie					Total
	Gallinas ponedoras	Broiler de engorda	Pavos de engorda	Bovinos de leche	Bovinos de carne	
Tarapacá	2	2	---	---	---	4
Antofagasta	1	---	---	---	---	1
Atacama	---	---	---	---	---	0
Coquimbo	2	1	---	1	---	4
Valparaíso	3	1	2	2	1	9
Metropolitana	---	1	1	2	1	5
O'Higgins	2	1	---	3	3	9
Maule	1	---	---	3	1	5
Bío-Bío	---	---	---	3	1	4
Araucanía	---	---	---	7	---	7
Los Lagos	---	---	---	7	---	7
TOTAL	11	6	3	28	7	55

Las variables analizadas en cada muestreo fueron las siguientes:

- N total
- N-NH₄⁺
- N-NO₃
- P total
- pH
- CE
- Carbono orgánico
- Relación C/N
- Materia orgánica
- Sólidos totales
- Sólidos volátiles
- Humedad
- Materia seca
- Densidad aparente
- Coliformes fecales

Las muestras indicadas en el cuadro anterior fueron enviadas a distintos laboratorios acreditados para los análisis comprometidos en las quince variables señaladas anteriormente, los cuales son:

AGROLAB: pH; CE; Materia Orgánica; Carbono orgánico; Relación C/N; N total; N-NH₄; N-NO₃; P₂O₅; Humedad; Materia seca; Sólidos totales y Sólidos Volátiles

INIA-La Platina: Densidad Aparente

CESMEC: Coliformes fecales

Una copia de los resultados analíticos de cada muestra individual se adjunta en formato electrónico (CD), mientras que a continuación se presenta en los cuadros siguientes un resumen con esta información:

Broiler y Ponedoras													
Variable	Unidad	1ª región				2ª Región		4ª Región			5ª Región		
		Agrícola Ariztía- Valle de Lluta Arica				Kutulas Antofagasta		Agrícola Sta. Elvira La Serena	Agrícola La Herradura Coquimbo	Agrícola Avemor Ovalle	Tressa Limache	Agrícola Cuncumén	Ariztía- Las Flores Cuncumén
		Ponedoras	Compost Broiler	Engorda	Reproductores	Ponedoras a las 20 semanas	Ponedoras a las 80 semanas	Ponedoras	Ponedoras	Engorda	Ponedoras	Ponedoras	Engorda
pH (1:5)		7,5	6,5	7,5	6,8	8,0	8,5	6,1	6,7	6,1	6,8	7,3	6,0
CE (1:5)	dS/m	11,5	15,0	10,5	13,1	9,5	11,4	13,2	8,9	11,4	12,5	13,2	15,0
MO	%	40,2	56,5	84,5	10,0	68,2	54,9	75,1	74,0	76,2	58,7	58,2	89,3
CO	%	22,1	31,1	46,5	5,5	37,5	30,2	41,3	40,7	41,9	32,3	32,0	49,1
N Total	%	1,7	2,8	3,5	0,8	3,3	1,7	6,8	9,1	5,7	4,2	3,8	5,7
C/N		13,0	11,0	13,3	6,9	11,4	17,8	6,1	4,5	7,3	7,8	8,5	8,6
N-NO ₃	ppm	1.422	1.147	1.102	1.095	1.095	1.022	1.351	1.261	1.381	1.162	717	1.129
N-NH ₄	ppm	460	790	270	310	710	440	3.530	1.100	1.230	1.930	1.310	1.730
P	%	2,1	1,2	1,3	0,6	1,6	1,9	4,0	3,5	3,9	4,5	2,2	1,5
Sólidos Totales	%	61	71,0	83,0	92,0	45,0	58,0	22,0	28,0	31,0	32,0	39,0	43,0
Sólidos Volátiles	%	38	53,5	80,0	9,5	64,5	52,0	71,0	70,0	72,0	56,0	57,0	85,0
Humedad	%	39	29	17	8	55	42	78	72	69	68	61	57
Materia Seca	%	61	71	83	92	45	58	22	28	31	32	39	43
Coliformes Totales	NMP/g	5,0*10 ³	0,2		50	> 1,6*10 ⁶	5*10 ⁴	2,3*10 ³	> 1,6*10 ⁷	> 1,6*10 ⁷	1,7*10 ⁴	5*10 ⁵	50
Coliformes Fecales	NMP/g	3,0*10 ³	0,2		50	> 1,6*10 ⁶	5*10 ⁴	2,3*10 ³	> 1,6*10 ⁷	> 1,6*10 ⁷	3*10 ³	3*10 ⁵	30
Salmonella	NMP/g	<3	<3		<3	< 3	< 3	< 3	9	< 3			

Broiler y Ponedoras							
Variable	Unidad	RM		6ª Región			7ª Región
		Ariztia-Huechún Melipilla	Champion Leyda	Agrsuper-Totihue Rengo	Agrícola Shabla Doñihue	Agrícola Galdacano-Doñihue	Avícola Opazo Unihue-Maule
		Engorda	Ponedoras	Engorda	Ponedoras	Ponedoras	Ponedoras
pH (1:5)		6,2	6,4	6,6	6,5	6,1	8,1
CE (1:5)	dS/m	13,3	17,3	9,4	10,4	13,8	13,1
MO	%	85,8	56,5	92,0	40,7	67,1	73,8
CO	%	47,2	31,1	50,6	22,4	36,9	40,6
N Total	%	3,7	5,4	4,5	2,4	5,4	1,78
C/N		12,9	5,8	11,0	9,3	7,0	22,8
N-NO ₃	ppm	1.753	1.223	1.323	1.389	1.953	1.252
N-NH ₄	ppm	14.099	31.012	710	1.220	3.190	4.998
P	%	1,6	2,6	3,3	1,6	4,0	2,53
Sólidos Totales	%	39,0	29,0	77,0	37,0	25,0	46
Sólidos Volátiles	%	85,0	56,0	87,0	39,0	64,0	73
Humedad	%	61	71	23	63	75	54
Materia Seca	%	39	29	77	37	25	46
Coliformes Totales	NMP/g	8*10 ⁴	50	1,3*10 ⁴	1,6*10 ⁶	9*10 ⁶	2,3*10 ³
Coliformes Fecales	NMP/g	30	< 0,2	8*10 ³	8*10 ⁵	9*10 ⁶	2,3*10 ³
Salmonella	NMP/g						

Pavos				
Variable	Unidad	5ª Región		RM
		Ariztía Quillay 4 Cucumén	Sopraval La Esmeralda Quillota	Ariztía-Malvilla Melipilla
		Engorda	Engorda	Engorda
pH (1:5)		5,0	5,6	5,2
CE (1:5)	dS/m	15,2	17,6	15,6
MO	%	90,9	86,2	88,9
CO	%	50	47,4	48,9
N Total	%	5,67	6,56	6,42
C/N		8,8	7,2	7,6
N-NO ₃	ppm	385	1.443	1.790
N-NH ₄	ppm	1.140	1.330	11.110
P	%	1,4	4,85	1,38
Sólidos Totales	%	41	47	46
Sólidos Volátiles	%	86	82	88
Humedad	%	59	53	54
Materia Seca	%	41	47	46
Coliformes Totales	NMP/g	< 0,2	70	< 0,2
Coliformes Fecales	NMP/g	< 0,2	2,1	< 0,2
Salmonella	NMP/g			

Bovinos de leche y carne								
Variable	Unidad	4ª región		5ª región		RM		
		Hcda. Huentelauquén Choapa	Agrícola Sta. Sara Casablanca	Las Cruzadas Quillota	Ariztía Longovilo	Ariztía Guanaco Melipilla	Agrícola Los Rey Pelvín Peñaflor	Pahuilmo Mallarauco
		Lechería	Lechería	Lechería	Engorda	Engorda	Lechería	Lechería
pH (1:5)		9,0	6,8	6,6	8,0	7,6	8,6	7,7
CE (1:5)	dS/m	15,2	8,5	9,7	11,1	4,1	7,4	6,3
MO	%	76,2	84,5	90,9	80,7	19,3	70,7	76,7
CO	%	41,9	46,5	50	44,4	10,6	38,9	42,2
N Total	%	3,87	2,81	2,95	3,12	0,79	3,15	2,07
C/N		10,8	16,5	16,9	14,2	13,4	12,3	20,4
N-NO ₃	ppm	1.261	771	917	1.882	292	1.619	708
N-NH ₄	ppm	780	130	400	2.296	107	715	456
P	%	2,8	1,97	2,52	1,15	0,88	0,91	0,72
Sólidos Totales	%	22	18	14	27	68	27	26
Sólidos Volátiles	%	72	80	86	80	19	70	76
Humedad	%	78	82	86	73	32	73	74
Materia Seca	%	22	18	14	27	68	27	26
Densidad	gr/cc							
Coliformes Totales	NMP/g	1,6*10 ⁷	1,4*10 ⁶	1,7*10 ⁶	3*10 ⁶	0,2	3*10 ⁷	3*10 ⁷
Coliformes Fecales	NMP/g	1,6*10 ⁷	1,1*10 ⁶	1,3*10 ⁶	1,1*10 ⁶	< 0,2	3*10 ⁷	3*10 ⁷
Salmonella	NMP/g	< 3						

Bovinos de leche y carne							
Variable	Unidad	6ª región					
		Rinconada Quicharco Chimbarongo	La Macarena Chimbarongo	La Macarena Chimbarongo	Soc. Agr. Puente Negro San Fernando	Soc. Agr. Constanz San Fernando	Esc. Agr. Las Garzas Chimbarongo
		Lechería	Lechería	Engorda	Engorda	Engorda	Lechería
pH (1:5)		6,7	6,9	7,5	8,2	8,2	7,0
CE (1:5)	dS/m	6,2	4,8	12,7	10,6	12,5	7,8
MO	%	86,7	43,3	59,3	73,5	74,0	90,4
CO	%	47,7	23,8	32,6	40,4	40,7	49,7
N Total	%	2,48	1,36	1,44	2,27	2,56	3,42
C/N		18,4	16,8	21,6	17,1	15,2	14,0
N-NO ₃	ppm	840	311	1.028	781	1.705	1.160
N-NH ₄	ppm	280	220	180	50	560	820
P	%	2,4	1,6	2,1	2,3	1,5	2,5
Sólidos Totales	%	17	26	29	30	20	15
Sólidos Volátiles	%	82	41	56	70	70	85
Humedad	%	83	74	71	70	80	85
Materia Seca	%	17	26	29	30	20	15
Densidad	gr/cc						
Coliformes Totales	NMP/g	1,6*10 ⁶	5*10 ⁶	1,3*10 ⁶	2,8*10 ⁶	5*10 ⁵	9*10 ⁵
Coliformes Fecales	NMP/g	1,6*10 ⁶	5*10 ⁶	1,3*10 ⁶	2,8*10 ⁶	5*10 ⁵	5*10 ⁵
Salmonella	NMP/g						

Bovinos de leche y carne									
Variable	Unidad	7ª región				8ª Región			
		Viña San Rafael San Rafael	Puangue Arriba San Rafael	José Jaramillo San Rafael	San Ricardo San Rafael	Rondadero Chillán	El Risquillo	La Cantera	Tucumán - V. Jerez
		Engorda	Lechería	Lechería	Lechería	Lechería	Lechería	Lechería	Carne
pH (1:5)		7,0	8,3	7,3	8,7	6,5	6,8	9	6,4
CE (1:5)	dS/m	4,2	3,0	7,5	8,2	1,5	13,7	1,47	12,9
MO	%	73,8	53,5	81,8	58,5	0,2	2,0	12,0	4,3
CO	%	40,6	29,4	45	32,2	0,12	1,1	6,7	2,36
N Total	%	1,78	0,94	1,15	1,46	0,03	0,18	0,46	0,38
C/N		22,8	31,3	39,1	22,1	4	6,1	14,6	6,2
N-NO ₃	ppm	365	239	701	743	21	239	308	406
N-NH ₄	ppm	803	380	732	359	27	917	133	1.262
P	%	1,01	0,64	0,76	0,88	0,008	0,04	0,45	0,08
Sólidos Totales	%	25	76	20	97	0,24	2,72	95	6,9
Sólidos Volátiles	%	73	53	81	58	57,7	69,8	12	83
Humedad	%	75	24	80	3				
Materia Seca	%	25	76	20	97				
Densidad	gr/cc					1,01	1,03		1,045
Coliformes Totales	NMP/g	5*10 ⁶	1,7*10 ⁵	5*10 ⁶	1,1*10 ⁴	1.3 x 10 ⁵	3.0 x 10 ⁵		2.2 x 10 ⁶
Coliformes Fecales	NMP/g	5*10 ⁶	1,7*10 ⁵	5*10 ⁶	1,1*10 ⁴	1.3 x 10 ⁵	2.3 x 10 ⁵		1.4 x 10 ⁶
Salmonella	NMP/g								

Bovinos de leche y carne

Variable	Unidad	9ª Región (Purines)						
		Sta. Teresa	Fernando Cortéz	La Hiedra	Sta. Rosalia	Carillanca	Huilquilco	Campamento La Quila
		Lechería						
pH (1:5)		7,1	6,9	6,7	6,6	6,7	6,8	7,5
CE (1:5)	dS/m	0,2	4,3	5,6	15,5	0,9	16,4	4,6
MO	%	0,0	0,3	4,9	7,0	0,2	5,0	0,1
CO	%	0,002	0,18	2,67	3,84	0,11	2,77	0,06
N Total	%	0,02	0,04	0,07	0,45	0,02	0,37	0,04
C/N		0,1	4,5	38,1	8,5	5,5	7,5	1,5
N-NO ₃	ppm	2	61	54	673	8	578	37
N-NH ₄	ppm	12	241	309	1530	32	1575	253
P	%	0,00008	0,0094	0,018	0,085	0,002	0,082	0,0071
Sólidos Totales	%	0,1	0,5	3,1	9	1,9	6,7	0,3
Sólidos Volátiles	%	41,7	55,1	87,3	69,8	76,4	64,3	31,1
Humedad	%	99,9	99,5	96,9	91	98,1	93,3	99,7
Materia Seca	%	0,1	0,5	3,1	9	1,9	6,7	0,3
Densidad	gr/cc	0,99	0,97	0,95	1	0,96	0,98	0,97
Coliformes Totales	NMP/g	1.4 x 10 ³	5.0 x 10 ⁴	5.0 x 10 ⁵	3.0 x 10 ⁵	8.0 x 10 ⁴	1.3 x 10 ⁶	1.3 x 10 ⁴
Coliformes Fecales	NMP/g	3.0 x 10 ²	5.0 x 10 ⁴	3.0 x 10 ⁵	3.0 x 10 ⁵	8.0 x 10 ⁴	5.0 x 10 ⁵	8.0 x 10 ³
Salmonella	NMP/g							

Bovinos de leche y carne

Variable	Unidad	10º Región (Purines)						
		Remehue 1	Remehue 2	Remehue 3	Remehue 4	Remehue 5	Remehue 6	Remehue 7
		Lechería	Lechería	Lechería	Lechería	Lechería	Lechería	Lechería
pH (1:5)		7,41	7,31	6,53	7,22	6,92	7,17	7,27
CE (1:5)	dS/m	3,65	11,2	17,4	13,5	8,14	5,48	5,52
MO	%	0,16	0,64	5,35	2,04	1,03	0,29	0,2
CO	%	0,09	0,37	3,1	1,19	0,6	0,17	0,12
N Total	%	0,026	0,094	0,258	0,162	0,065	0,058	0,032
C/N		3,5	3,9	11,9	7,4	9,2	2,9	3,8
N-NO ₃	ppm	10	94	393	314	112	68	56
N-NH ₄	ppm	142	518	1093	711	262	232	237
P	%	0,008	0,024	0,077	0,019	0,008	0,012	0,017
Sólidos Totales	%	0,24	1,26	7,61	2,79	1,32	0,72	0,38
Sólidos Volátiles	%	50	63,2	76,6	71,4	70	63,6	50
Humedad	%							
Materia Seca	%							
Densidad	gr/cc	0,98	0,94	0,97	0,96	0,95	0,97	0,94
Coliformes Totales	NMP/g	2.3×10^3	5.0×10^3	9.0×10^7	2.2×10^4	5.0×10^4	2.8×10^4	3.0×10^3
Coliformes Fecales	NMP/g	2.3×10^3	5.0×10^3	9.0×10^7	2.2×10^4	5.0×10^4	5.0×10^3	3.0×10^3
Salmonella	NMP/g							

RESULTADOS ETAPA 2

La presentación de los resultados se hace en función de los productos esperados de esta consultoría y referidos a los siguientes aspectos:

Catastro de planteles ganaderos y producción de residuos.

A continuación se hace una descripción de los principales aspectos relativos al manejo de los animales de producción intensiva, aves y bovinos, que inciden directamente en la producción, manejo y destino de los residuos generados por cada clase animal.

Gallinas ponedoras:

El sistema productivo, en general, se lleva a cabo en jaulas con diversas tecnologías (nº de pisos, tamaño, forma y disposición y transporte de los huevos). Lo común es que el sistema dure desde la semana 18 a la 104, considerando que las primeras 18 semanas, corresponde a la crianza de las gallinas, entrando a postura a la semana 18. La duración del ciclo de postura es variable y depende de la productividad individual su descarte anticipado. Dado el sistema, el guano producido cae inmediatamente bajo las jaulas y se acumula, desde donde es retirado en tiempos variables (desde diariamente, cada 3 días, mensualmente y al término del ciclo). La implicancia de esto es que hubo dificultades para estimar los volúmenes producidos y el tipo de guano a muestrear. Esto último permite explicar las diferencias que se pueden apreciar en los resultados analíticos del guano. En general, se evidenció que los productores no llevan registros detallados respecto a la producción ni destino de estos residuos. Para estimar el volumen producido se consideró la información obtenida a nivel de pabellones individuales para lo cual se tomó en cuenta el número de animales, la cantidad de limpiezas en un año, y el volumen retirado en cada limpieza. Esto permitió inferir la producción individual de guano, por ave y por día. Se estima que el valor más apropiado es del orden de los 70 gr/animal/día, detectándose fluctuaciones entre los 54 y 76 gr/animal/día. De acuerdo a esto, se estimó una producción de guano, por plantel, y

agrupada posteriormente a nivel de comuna y de región, información que se entrega en versión digital, dado la extensión de las planillas respectivas.

En el cuadro siguiente se presenta el número de aves de postura y su producción de guano agregada a nivel regional.

Región	Producción estimada de guano, a nivel regional, de gallinas ponedoras		
	Nº de gallinas ponedoras	Producción anual de guano (ton/año)	Producción anual de guano (m ³ /año)
Tarapacá	421.594	5.924	10.772
Antofagasta	198.000	2.782	5.059
Atacama	---	---	---
Coquimbo	730.700	10.268	18.669
Valparaíso	3.213.102	49.257	82.095
Metropolitana	4.379.895	61.548	111.906
O'Higgins	521.948	7.406	13.336
Maule	938.680	13.198	23.983
Bío-Bío	1.074.447	15.099	27.452
Araucanía	52.850	743	1.350
Los Lagos	29.410	413	751
TOTAL PAIS	11.560.626	166.638	295.373

Al graficar esta información se puede observar que la dotación nacional de gallinas ponedoras se concentra en dos regiones del país, siendo la región Metropolitana la de mayor incidencia, con un 37,9 % del total, seguido por la Región de Valparaíso, con un 27,8 %. Ambas regiones concentran el 65,7 % de la dotación nacional. Esta población de ponedoras, cercana a 11,6 millones de aves, genera al año del orden de 295.373 m³ de guanos, que de igual manera, se concentran aproximadamente en las mismas proporciones en las dos regiones indicadas.

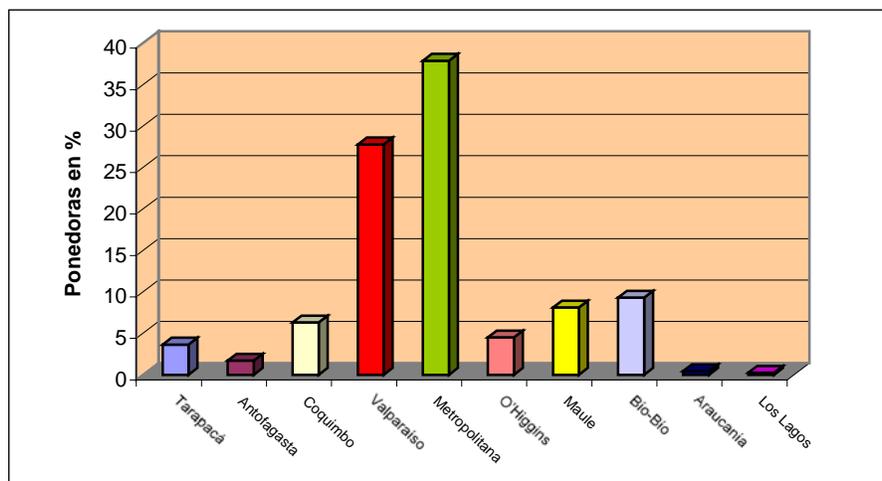
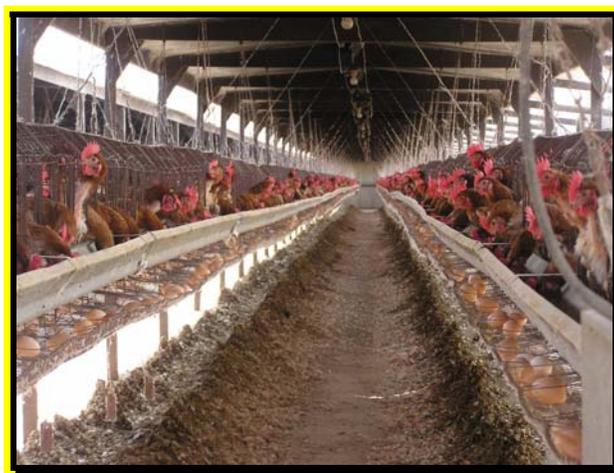


Figura 1. Dotación porcentual de ponedoras a nivel regional

Las siguientes fotografías ilustran plantales de gallinas ponedoras en diferentes regiones de Chile, muestreadas a través del proyecto



Fotografía 1: Vista plantel Kutulas de ponedoras en región de Antofagasta. Retiro de guano al término del ciclo.



Fotografía 2: Vista plantel de ponedoras en región de Coquimbo. Retiro de guano automatizado y diario

Broiler de engorda:

El sistema productivo, en general, se desarrolla en pabellones con piso de tierra, sobre el cual se emplea una cama de viruta, aserrín o paja de trigo. El ciclo completo dura entre 45 a 50 días, luego del cual, se retira el guano y la cama, los que quedan en una proporción cercana al 50% cada uno. Se desinfecta el pabellón y en un período de entre 12 y 20 días, se reinicia un nuevo ciclo, de tal manera que se obtienen entre 5 y 6 ciclos por año. A diferencia de lo comentado para gallinas ponedoras, en este caso existe un mayor control sobre los residuos retirados, dado que al parecer el proceso se observa más tecnificado. En algunos casos, el retiro de los residuos está externalizado a empresas especializadas. Para cuantificar los volúmenes de guano producido, se estimaron los m³ de residuos retirados de cada pabellón luego de cada ciclo (información aportada por la empresa) y se descontó la cama empleada (usando un factor de 0,5 a 0,6 según plantel). Esto permitió inferir la producción individual de guano, por ave y por día. Se estima que el valor más apropiado es del orden de los 33 gr/animal/día, detectándose fluctuaciones entre los 21 y 40 gr/animal/día. De acuerdo a esto, se estimó una producción de guano, por plantel, y agrupada posteriormente a nivel de comuna y de región, información que se entrega en versión digital, dado la extensión de las planillas respectivas.

En el cuadro siguiente se presenta el número de broiler en engorda y su producción de guano agregada a nivel regional.

Región	Producción estimada de guano, a nivel regional, de broiler en engorda		
	Nº de broiler en engorda	Producción anual de guano (ton/año)	Producción anual de guano (m ³ /año)
Tarapacá	15.800.574	15.643	28.441
Antofagasta	---	---	---
Atacama	---	---	---
Coquimbo	111.000	122	222
Valparaíso	49.965.396	59.958	99.931
Metropolitana	56.331.000	47.505	112.662
O'Higgins	69.913.776	77.384	139.828
Maule	---	---	---
Bío-Bío	---	---	---
Araucanía	---	---	---
Los Lagos	---	---	---
TOTAL PAIS	192.121.746	200.612	381.084

Al graficar esta información se puede observar que la dotación nacional de broiler de engorda se concentra en tres regiones del país, siendo la región de O'Higgins la de mayor incidencia, con un 36,4 % del total, seguido por la Región Metropolitana, con un 29,3 % y, la de Valparaíso con un 26,0 %. Estas tres regiones concentran el 91,7 % de la dotación nacional. Esta población de broiler, cercana a 192 millones de aves, genera al año del orden de 381.084 m³ de guanos, que de igual manera, se concentran aproximadamente en las mismas proporciones en las tres regiones indicadas. Se observa además, un crecimiento interesante en la Región de Tarapacá, con aproximadamente 15, 8 millones de aves, lo que representa un 8,2% del total nacional.

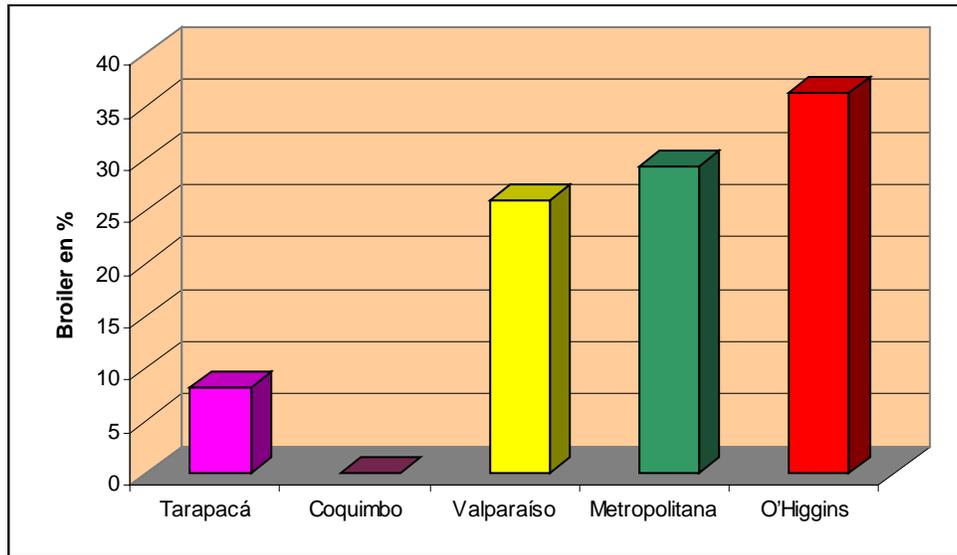


Figura 2. Dotación porcentual de broilers a nivel regional

Las siguientes fotografías ilustran planteles de pollos de engorda en diferentes regiones de Chile, muestreadas a través del proyecto.



Fotografía 3: Vista plantel de pollos de engorda en región de Tarapacá. Retiro de guano a término de ciclo (50 días). Plantel Agrícola Tarapacá



Fotografía 4: Cancha de compostaje, Agrícola Tarapacá. I Región.

Pavos de engorda:

El sistema productivo, en general, se desarrolla en pabellones con piso de tierra, sobre el cual se emplea una cama de viruta, capotillo y/o paja. Respecto al sistema productivo se observaron dos situaciones: una en que se tienen pabellones conformados solamente por hembras, y otros con machos, y una segunda donde se mezclan hembras y machos.

En el primer caso, existe una etapa de 6 semanas de duración, denominada preengorda, donde coexisten hembras y machos en proporción de 49 y 51%, respectivamente. Luego de esto, se separan y las hembras se terminan en 8 semanas adicionales mientras que los machos se terminan en 13 semanas adicionales. En preengorda, hay 5 ciclos/año; en engorda hembras, 4,5 ciclos/año y engorda machos, 3 ciclos/año. En el caso de las hembras, la densidad poblacional es de 5,4 aves/m², mientras que los machos es de sólo 3,6. El peso vivo de los animales a su término es de aproximadamente 8 kg para las hembras y 19 kg para los machos. De acuerdo a esto, la producción de guanos se estimó a partir de los volúmenes de residuos producidos por ciclo. En el caso de los machos, descontando la cama de virutas, se generan 40m³/pabellón de 3.600 animales en un período de 13 semanas,

mientras que en el caso de las hembras, se producen 30 m³/pabellón de 5.400 animales, en un período de 8 semanas. De acuerdo a esto, la producción diaria de guano, en el caso de las hembras, es de alrededor de 99 gr-animal/día, mientras que los machos tienen una producción de guano de alrededor de 122 gr-animal/día.

El segundo caso, corresponde a pabellones de mayor superficie, de alrededor de 1.600 m², donde conviven hembras y machos; 4.000 a 4.200 hembras y 5.500 a 5.800 machos, lo que da un total de 9.500 a 10.000 aves por pabellón. En el caso de las hembras, éstas terminan su ciclo a los 100 días, mientras que los machos continúan hasta los 150 días. Al término, el pabellón es limpiado, desinfectado y permanece por aproximadamente 30 días en descanso, para luego continuar con un segundo ciclo. De esta forma, existen 2 ciclos al año. De acuerdo a esto, la producción de guanos se estimó a partir de los volúmenes de residuos producidos por ciclo, que alcanza aproximadamente a 300 m³, de los cuales un 40% corresponde a la cama y el 60% a guano. Esto implica una producción de guano promedio de 180m³/pabellón/ciclo, lo que equivale aproximadamente a 120 gr-animal/día, en promedio.

De acuerdo a esto, se estimó una producción de guano, por plantel, y agrupada posteriormente a nivel de comuna y de región, información que se entrega en versión digital, dado la extensión de las planillas respectivas.

En el cuadro siguiente se presenta el número de pavos en engorda y su producción de guano agregada a nivel regional.

Región	Producción estimada de guano, a nivel regional, de pavo en engorda		
	Nº de pavos en engorda (anual)	Producción anual de guano (ton/año)	Producción anual de guano (m ³ /año)
Tarapacá	---	---	---
Antofagasta	---	---	---
Atacama	---	---	---
Coquimbo	---	---	---
Valparaíso	5.354.355	78.825	171.359
Metropolitana	2.480.000	41.069	89.280
O'Higgins	1.447.501	22.602	49.136
Maule	---	---	---
Bío-Bío	---	---	---
Araucanía	---	---	---
Los Lagos	---	---	---
TOTAL PAIS	9.281.856	142.496	309.775

Al graficar esta información se puede observar que la dotación nacional de pavos se concentra en tres regiones del país, siendo la 5ª región la de mayor incidencia, con un 57,7 % del total, seguido por la Región Metropolitana, con un 26,7 % y la 6ª región con solo el 15,6 %. Esta población de pavos, cercana a 9,3 millones de aves, genera al año del orden de 309.775 m³ de guanos, que de igual manera, se concentran aproximadamente en las mismas proporciones en las tres regiones indicadas.

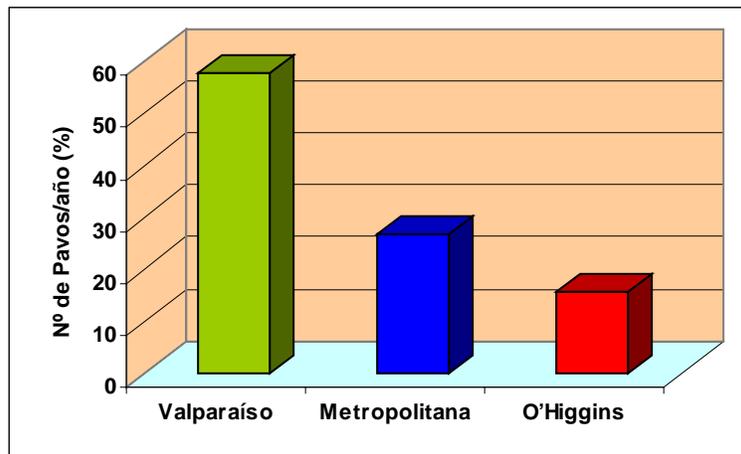


Figura 3. Dotación porcentual de pavos a nivel regional.

Las siguientes fotografías ilustran planteles de pavos de engorda en diferentes regiones de Chile, muestreadas a través del proyecto.



Fotografía 5: Plantel de pavos de engorda. Sopraval región de Valparaíso.



Fotografía 6: Retiro del guano al término del ciclo. Plantel de pavos de engorda.
Sopraval región de Valparaíso.

Bovinos de leche:

a).- Zona Central (principalmente regiones de Valparaíso, Metropolitana, de O'Higgins y del Maule)

Los planteles lecheros de pequeños y medianos productores, generalmente practican un sistema extensivo de producción, sobre la base de pastoreo directo en potrero, durante gran parte del año, siendo suplementadas solamente durante el invierno con concentrados y fardos de alfalfa. Bajo este esquema las vacas acceden a la sala de ordeña 1 a 2 veces por día y nuevamente vuelven a potrero.

Sin embargo, los planteles con mas de 100 vacas en ordeña, en promedio, practican un sistema de mayor intensidad, puesto que los animales permanecen estabulados y son alimentados principalmente con fardos de alfalfa y concentrados.

En este último sistema de producción, los animales permanecen en un patio de tierra durante gran parte del día y pasan a la sala de ordeña dos veces al día. De esta manera, la mayor parte de los residuos generados quedan en el patio, de donde son retirados una vez al año, dado que los productores prefieren no intervenir el suelo para no soltarlo y evitar mayores anegamientos durante el invierno. De acuerdo, a los predios visitados, se estima que la producción de guano, en estas condiciones, fluctúa entre 4,0 a 5,8 m³/vaca/año. Estos guanos son aplicados directamente al campo o quedan disponibles para su venta.

Por otra parte, los purines producidos en la sala de ordeña, son retirados diariamente mediante alguno de los siguientes procedimientos:

- lavado con agua de canal que van directamente a las acequias de riego y de ahí al sistema de riego predial;
- “manguereo” y junto al agua de limpieza los residuos van a un pozo purinero, para luego derivarlos a potrero
- Paso de una tolva por los pasillos que retiran los sólidos y líquidos, los cuales son transportados a una “guanera” o potrero de sacrificio, de aproximadamente 0,5 ha, donde se amontonan, sin ventilación posterior. La fracción líquida se infiltra en el suelo y el sólido es retirado en verano para ser utilizado en el campo propio y/o venta.
- Limpieza de los pasillos con pala mecánica con tractor, tres veces al día, residuos que se depositan en un pozo purinero. Se agrega agua para diluir y se bombea a una piscina acumuladora con agitador o directamente al campo. Se estima que la producción de estiércol depositado por los animales en la sala de ordeña es de aproximadamente 25 kg. de guano/día/animal, con un 85% de humedad, es decir de 3 a 4 Kg de MS/día/animal.

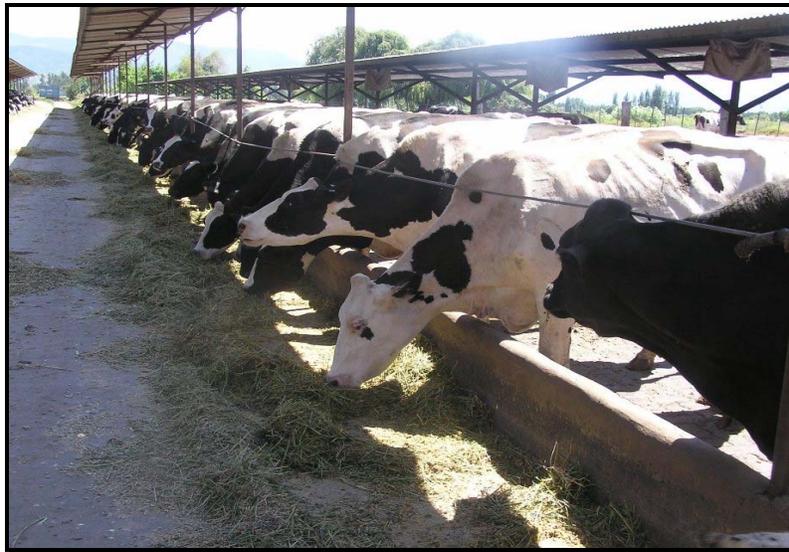
En general, los productores no llevan registros, ni tienen estimaciones de la producción de purines, ni guano seco. Sin embargo, la literatura indica que la producción de estiércol de ganado lechero, bajo condiciones de la zona central de Chile, para un animal de 635 kg. es de 52,2 Kg/día, con una humedad promedio de de 87,3% (Pedraza, C. Tierra Adentro N° 9,

1996). Del mismo modo, la disposición en campo de estos residuos se hace sin ninguna consideración técnica, desconociéndose las tasas de aplicación por unidad de superficie.

A modo de resumen, se puede concluir que los mayores riesgos de contaminación se pueden producir por:

- Transporte de nutrientes y coliformes fecales por el agua superficial de riego.
- Lixiviación de nutrientes contenidos en los guanos almacenados en los patios de ordeña y en los sitios destinados a almacenar guanos y purines.

A continuación se presentan algunas fotografías que ilustran lo comentado



Fotografía 7. V Región, lechería bajo un sistema de producción intensiva



Fotografía 8. V Región. Patio de tierra de una lechería



Fotografía 9. RM. Lavado de sala de ordeña con canal de riego

b).- Zona Centro - Sur (principalmente regiones del Bío-Bío y La Araucanía)

La producción de leche en estas regiones, se caracteriza especialmente por sustentarse en un sistema en base a praderas y suplementación de concentrado, existiendo así explotaciones cuya principal fuente de alimentación es el uso de pradera y en otras

ocasiones el uso de concentrado, el que juega un rol estratégico de mayor importancia que no deja de ser considerable. Sin embargo, desde hace algunos años y por motivos económicos el uso de la pradera como base de alimentación se ha incrementado entre los productores.

En efecto, la alimentación se basa principalmente en el uso de la pradera para pastoreo, uso de forraje conservado y concentrado con productos obtenidos del predio (granos, maíz, lupino, etc.) o importados a la explotación. De acuerdo a la información obtenida desde los profesionales del SAG de las áreas visitadas y los productores en conjunto, se observa un decreciente número de productores, principalmente del estrato medio (aquellos con vacas masa entre 50-100), los cuales se han visto más afectados por las condiciones del mercado, no así los pequeños productores que han permanecido relativamente constantes al igual que los grandes productores.

Respecto al manejo de los residuos, se pudo observar especialmente en los predios de productores medianos a grandes, un alto grado de preocupación por el tema y consecuentemente, todos los productores disponen de algún sistema para evitar que los purines alcancen las aguas superficiales (canales o esteros). Esto se vio reflejado en que todos los predios visitados contaban con algún medio de almacenamiento de los purines, los que se utilizan como complemento a la fertilización de cultivos o praderas, aplicados a través del riego.

Específicamente, los residuos líquidos provienen principalmente del agua de lavado de los patios de alimentación y sala de ordeña, y en menor grado de los residuos de los animales. Para el lavado de los patios de alimentación, lo común fue observar el uso de agua de canales o de pozos profundos, mientras que para el lavado de las salas de ordeña se usa agua de pozo. El agua producto de la limpieza es acumulada en lagunas, la mayor parte de las veces sin revestimiento, aunque también se encontraron lagunas impermeabilizadas con geotextil o pozos construidos en cemento. Los volúmenes de agua utilizados en general

fueron altos, no obstante, en el caso de un predio fiscalizado por el uso de purines, se observó el uso de lavadoras hidroneumáticas de alta presión.

En cuanto a la disposición de los purines, éste es aplicado sobre los terrenos, en áreas cercanas al punto de almacenamiento, durante todo el año, para lo que se utilizan sistemas de riego por aspersión, cañones autopropulsados y pivotes, y en algunos casos mediante riego superficial (tendido). En forma excepcional, se encontraron algunos predios en que se realiza separación de fases mediante una prensa, utilizándose los sólidos para cama de las vacas y los líquidos son aplicados a los potreros; ésta modalidad, en opinión de los productores, resulta antieconómica.

En general, no se observó un criterio técnico para la selección de los potreros donde se disponen los purines, cuya aplicación se realiza tanto en invierno como en verano, sin considerar los contenidos de humedad del suelo, ni los volúmenes aplicados.

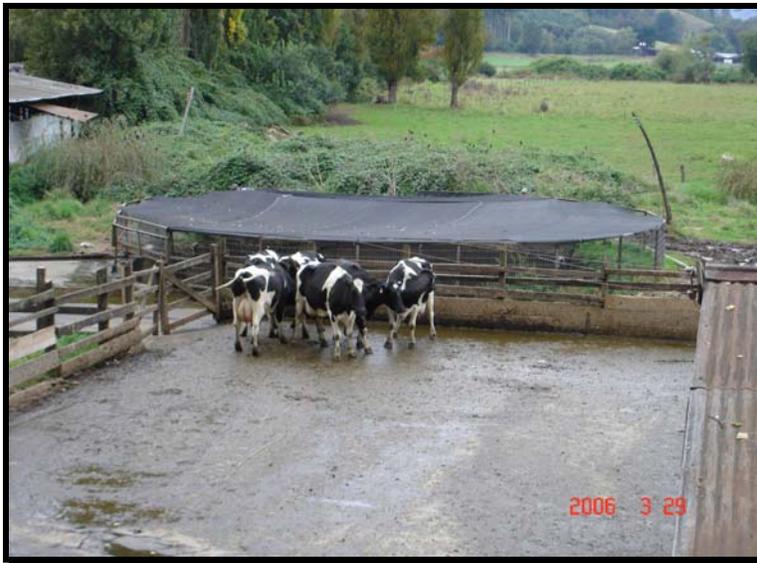
Los predios adscritos a los programas PABCO presentan un mayor grado de compromiso con el manejo de los residuos, como por ejemplo, uso de mallas para cubrir los pozos purineros, registros, etc., de igual manera y siguiendo con el esquema común, se observó la aplicación de los purines durante todo el año.

En resumen, se puede comentar que los productores priorizan en alto grado el tema ambiental, a tal punto que aquellos que han enfrentado fiscalizaciones y multas por el manejo de sus purines, han modificado su sistema de explotación, privilegiando así la alimentación en praderas y disminuyendo los tiempos que las vacas pasan en condiciones de confinamiento, con el fin de disminuir el volumen de purines de la explotación.

Pareciera ser que el costo de las inversiones adicionales para el almacenamiento de los purines en aquellos periodos en que el suelo se encuentra saturado (invierno), así como también la falta de información técnica, serían las principales razones por la que los productores realizan la disposición de los purines al suelo, durante todo el año.



Fotografía 10.- Prensa separadora de sólidos-líquidos. Lechería.
Sector Angol, IX Región.



Fotografía 11.- Patio de espera, lechería y pozo acumulador.
Sector Loncoche, IX Región.

c).- Zona Sur (Región de Los Lagos)

Los antecedentes que se entregan a continuación para la descripción de las lecherías de la Región de Los Lagos, se origina en este estudio y en un estudio anterior realizado por Salazar y otros, 2003. “Prospección del manejo y utilización de efluentes de lecherías en el sur de Chile” Archivos Med. Veter. 35(2) Universidad Austral de Chile.

Se observa que las lecherías que representan los mayores riesgos de contaminación corresponden a medianos y grandes productores, y están conformadas por planteles con un número de vacas en lactancia que fluctúan entre 50 a 800, con un predominio de predios con rebaños entre 100 y 150 vacas en ordeña. Esto se debe a que en estos establecimientos pecuarios se realiza generalmente estabulación de los animales en los meses invernales, generándose por ende gran cantidad de efluentes.

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

Origen y producción de efluentes: El agua lluvia, y las aguas sucias (principalmente del lavado de pisos) son los principales constituyentes en los efluentes de lecherías del Sur de Chile (Figura 4). Fecas y orina sólo representan un 25% del volumen total de efluentes producidos.

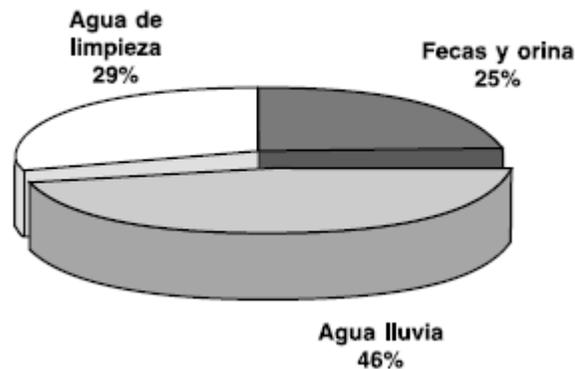


FIGURA 4. Contribución de los componentes que entran al pozo de almacenamiento

El volumen total de efluentes generados en cada predio fue estimado en un valor promedio de 6.780 m³/año (775 a 42.790 m³/año). Esto es equivalente a una producción diaria de 105 litros/vaca (34 a 260 litros/vaca). Se pudo apreciar una gran variación entre los valores obtenidos, lo cual puede explicarse por las distintas prácticas y los sistemas utilizados en el manejo de los efluentes a nivel predial.

Se evidencia una gran contribución de aguas lluvia desde áreas no techadas, techos sin canalización y del agua lluvia que ingresa directamente al pozo purinero descubierto. Este fenómeno es de particular importancia en predios localizados en áreas de gran pluviometría y en instalaciones con sistemas de lavado de piso que utilizan un gran volumen de agua limpia.

Por otra parte, fue posible establecer que la mayoría de los agricultores no conocen los volúmenes de efluentes generados en su predio y que comúnmente no toman en cuenta su valor como fertilizante. En general, se pudo establecer que sólo la cantidad de agua utilizada para limpiar los equipos de ordeña y estanque de enfriamiento era conocida, lo que puede ser explicado porque este tipo de información es entregado periódicamente por las empresas fabricantes de los equipos de lechería.

Se determinaron tres fuentes principales de generación de agua sucias: agua de limpieza de pisos (73%), agua de limpieza de equipo de ordeña (20%) y agua para aseo del estanque de

almacenamiento de leche (7%). Se estimó una producción media de agua sucia de 1.798 m³/año, equivalente a un promedio diario de 36 litros/ vaca (6 a 173 litros/vaca).

De esta manera, se estima que una reducción del ingreso de agua lluvia al pozo de almacenamiento, permitiría disminuir considerablemente los volúmenes de efluentes producidos y por lo tanto incrementar la capacidad de almacenaje. Para reducir el ingreso de aguas lluvia hacia los pozos es necesario incrementar el área techada y canalizar aguas contaminadas y limpias en forma separada. Otra estrategia posible de implementar es la reducción de los volúmenes de agua limpia utilizada para el aseo de patios y pisos.

Destino de los efluentes: La mayoría de ellos (87%) colecta las fecas y orina en pozos purineros, un 11% los deriva a pozo y canal y un 2% los dispone exclusivamente en canal de desagüe.

Almacenamiento: Si bien, en la mayoría de los predios existe un pozo para coleccionar los efluentes producidos, éstos presentan una escasa capacidad de almacenamiento.

Existen principalmente dos tipos de estructuras de almacenamiento. El 47% de los predios los almacena en estructuras de concreto, el 41% en pozos de tierra, mientras que el 12% utiliza una combinación de ambos tipos, donde solo parte de su estructura es de concreto. Esta estimación sin embargo no refleja los volúmenes almacenados en uno u otro tipo de construcción, teniendo por lo general los pozos construidos en tierra una mayor capacidad de almacenamiento.

La capacidad de almacenamiento promedio de purines en los pozos, en las lecherías, se estima en 919 m³ (con una variación entre los 20 a los 3096 m³). Esto es equivalente a un valor promedio de 5.7 m³ por vaca/año (varía entre los 0.3 a los 24.1 m³ por vaca/año) de capacidad de almacenamiento. Estos valores son muy reducidos, y a pesar de la gran variación encontrada entre predios, la mayoría de ellos dispone de una reducida capacidad de almacenamiento, lo que implica repetidas aplicaciones de purines durante el año para evitar la saturación del pozo.

Se estima que la capacidad promedio de almacenamiento, en la X Región, es de 16% (1% a 57%) de los efluentes producidos anualmente, situación que es posible mejorar sustancialmente reduciendo las vías de ingreso de aguas lluvia a los pozos de almacenamiento (directa o indirectamente). Esta práctica puede tener un positivo efecto a través de la optimización de la época de aplicación de los efluentes a los cultivos o pradera.

Dosis de aplicación: De acuerdo a estudios anteriores se puede indicar que sólo el 37% de los productores conoce las dosis utilizadas en praderas y cultivos, y un 52% de ellos sólo posee una idea de la relación volumen/área (e.g. número de carros aplicados por potrero), mientras que el 11% de los agricultores desconoce absolutamente la dosis aplicada. En base a esto es posible deducir que gran parte de los agricultores no consideran el aporte de nutrientes de los efluentes.

Los volúmenes de efluentes aplicados alcanzan en promedio a alrededor de 76 m³/ha/año, existiendo una gran variación en las dosis utilizadas (12 a 300 m³/ha/año). Los volúmenes más altos son utilizados en cultivos, preferentemente en maíz forrajero.

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

Respecto de la disposición de los purines, la gran mayoría de los productores, los aplican sobre praderas, y en menor grado sobre cultivos. Las aplicaciones en cultivos son realizadas casi exclusivamente en maíz forrajero, existiendo algunos casos en que se aplican en alfalfa y remolacha. La gran proporción de los agricultores que aplica los efluentes en praderas puede ser explicada por los sistemas de producción de leche en el Sur de Chile que se basan

en este recurso. En general, existe una reducida área dedicada a rotación de cultivos, con un incremento importante del maíz forrajero en los últimos años.

Técnica y equipos de aplicación: En general, los predios disponen solamente de sistemas de aplicación de purines en superficie, utilizando bombas con sistemas de irrigación (65%), carros purineros (23%) o una combinación de éstos.

De acuerdo a estos antecedentes se puede resumir que en las lecherías de la zona sur del país, no se realizan buenas prácticas en el manejo y utilización de los efluentes, lo cual es particularmente notorio en la época y dosis aplicadas. Se estableció que el agua limpia, principalmente a través del agua lluvia, constituye el principal constituyente de los efluentes de lechería, lo que permite explicar los grandes volúmenes producidos y bajos valores de materia seca obtenidos.

Entre las opciones de mejoramiento al sistema de manejo de los residuos generados se podría plantear evitar el ingreso de agua limpia al pozo de almacenamiento, con el fin de incrementar su capacidad y optimizar la época de aplicación en cultivos y praderas.

Finalmente, es importante señalar que bajo las actuales prácticas de manejo de los efluentes de lechería, existe un potencial de contaminación directa y difusa, lo cual requiere un esfuerzo en investigación, transferencia de tecnología y educación, con la finalidad de reducir los posibles impactos negativos en el ambiente.

De acuerdo a estos antecedentes, se estimó una producción de guano, por plantel, y agrupada posteriormente a nivel de comuna y de región, información que se entrega en versión digital, dado la extensión de las planillas respectivas. En el cuadro siguiente se presenta el número de bovinos de leche y su producción de residuos agregada a nivel regional.

Región	Producción estimada de residuos, a nivel regional, de bovinos de leche		
	Nº de animales (anual)	Producción anual de residuos sólidos (guanos) (m ³ /año)	Producción anual de residuos líquidos (orina) (m ³ /año)
Tarapacá	---	---	---
Antofagasta	---	---	---
Atacama	2.193	31.688	19.405
Coquimbo	6.118	76.972	47.136
Valparaíso	31.857	407.747	249.697
Metropolitana	38.459	481.955	295.141
O'Higgins	16.058	226.966	138.990
Maule	45.358	559.867	342.853
Bío-Bío	73.260	899.789	551.014
Araucanía	126.225	1.659.850	1.016.462
Los Lagos	47.082	558.030	341.727
TOTAL PAIS	386.610	4.902.864	3.002.425

A diferencia de lo que se presentó en la sección aves, en que la producción está concentrada en pocas empresas y que en general, estas empresas tuvieron dispuestas a proporcionar información más precisa y valiosa para este estudio, y donde se llegó a una estimación cercana al 98% de la población total de aves, tanto de engorda como ponedoras, en el caso de los bovinos de leche, como la producción está muy atomizada, especialmente en las regiones del sur, y como consecuencia, las estadísticas disponibles son de mala calidad, se llegó a estimar una fracción de la dotación real nacional. En todo caso, lo que se propone en este estudio es una metodología de cómo abordar el tema de la producción de residuos animales y contaminantes asociados, para proponer líneas de trabajo futura en el tema.

Bovinos de engorda

a).- Zona Central (principalmente regiones de Valparaíso, Metropolitana, de O'Higgins y del Maule)

La engorda bajo un sistema intensivo de producción, se focaliza principalmente entre medianos y grandes productores de la zona central. Los planteles visitados tenían una dotación que fluctuaba entre 110 a 1.200 animales en engorda y permanecían en corrales de una superficie de 2 a 5 ha.

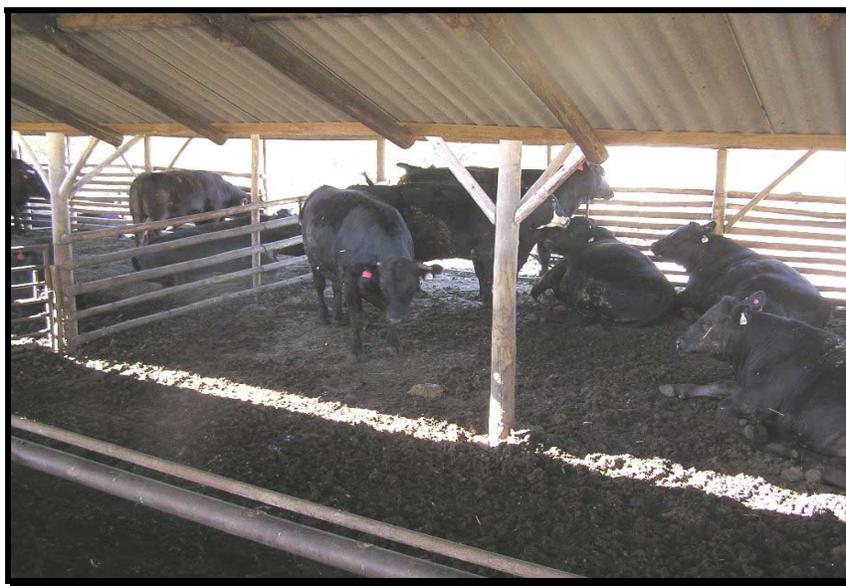
Normalmente, la engorda se realiza en el período otoño - invierno, a partir de marzo, donde el animal llega con aproximadamente 350 kg y luego de 3 meses se puede vender con 450 kg, es decir con una ganancia de 100 kg, o bien, entran con aproximadamente 180 kg para luego de 7 a 8 meses salir con 500 kg. Sin embargo, si el precio no es adecuado, el animal se termina a los 10 meses, con 650 kg para la venta.

La alimentación se basa en paja de avena, maíz, guano de pollo, pulpa de manzana, deshidratados hortícolas, harinilla y pelón de almendra, entre otros.

Los purines generados se acumulan en los corrales y patios. Algunos predios cuentan con tranques acumuladores donde se acumula el estiércol de los corrales que es limpiado con agua dos veces a la semana. El guano de los patios se acumula en éstos, donde la fracción líquida percola y la sólida se mantiene durante todo el ciclo de engorda, luego del cual es retirado y dispuesto en el campo en cultivos de maíz, frutales o bien vendidos, con la misma finalidad.

La producción de guano seco, se estima en aproximadamente 2,35 m³/animal en un período de engorda de 7 a 8 meses. Sin embargo, se debe indicar que los productores no llevan registros de la producción de guano, ni tampoco de las tasas de aplicación por unidad de superficie cuando se realiza la disposición de éstos en suelos agrícolas.

Los riesgos de contaminación en los sistemas intensivos de bovinos de engorda, se relacionan con la alta carga de estiércol líquido y guano seco, en pequeñas superficies, lo que se podría traducir en percolación de nutrientes, especialmente nitratos.



Fotografía 12.- RM. Bovinos en engorda bajo un sistema de producción intensivo



Fotografía 13.- Laguna de acumulación de purines, al fondo patios de alimentación. Sector Angol IX Región.

b).- Zona Centro - Sur (principalmente regiones del Bío-Bío y La Araucanía)

La producción intensiva de carne, presenta un mayor grado de heterogeneidad en los procesos de engorda, encontrándose las siguientes variantes:

1) alimentación en potreros de sacrificio sin infraestructura; 2) engorda en potreros con patios de alimentación con techo para protección de las lluvias y 3) engorda en galpones.

De estos tres sistemas, el “2)” que utiliza patios de alimentación, es el que presentaría mayores problemas ambientales, debido a que las aguas lluvias escurren superficialmente hacia canales o cursos de agua ubicados en las cercanías, especialmente por la acumulación de aguas provenientes de los techos, las que son descargadas en los mismos potreros. En estos sistemas, los residuos se acumulan por períodos de seis a ocho meses, y si bien los residuos líquidos de los animales no escurren, éstos se encuentran acumulados en gran cantidad sobre el suelo durante los períodos invernales, agravado aún más debido a los volúmenes de agua provenientes de los patios de alimentación. Es importante mencionar que en estos predios no se observó infraestructura alguna para el control de residuos líquidos. La engorda en galpones, normalmente se hace mediante el sistema de cama caliente por lo que no existen residuos líquidos, y los residuos sólidos son retirados durante la primavera para ser utilizados como enmienda orgánica en los potreros.

A continuación se presentan fotografías que muestran algunos aspectos de los planteles visitados en esta zona.



Fotografía 14.- Limpieza de patios de alimentación, VIII Región.



Fotografía 15.- Limpieza patios de alimentación, especial atención a los altos volúmenes de agua utilizado, VIII Región.

De acuerdo a estos antecedentes, se estimó una producción de guano, por plantel, y agrupada posteriormente a nivel de comuna y de región, información que se entrega en versión digital, dado la extensión de las planillas respectivas. En el cuadro siguiente se

presenta el número de bovinos de engorda y su producción de guano agregada a nivel regional.

Región	Producción estimada de guanos, a nivel regional, de bovinos de engorda		
	Nº de animales (anual)	Producción anual de residuos sólidos (guanos) (m ³ /año)	Producción anual de residuos líquidos (orina) (m ³ /año)
Tarapacá	---	---	---
Antofagasta	---	---	---
Atacama	1.650	23.842	14.600
Coquimbo	---	---	---
Valparaíso	3.316	34.031	20.840
Metropolitana	4.869	49.933	30.578
O'Higgins	2.563	27.229	16.675
Maule	29.573	300.312	183.906
Bío-Bío	316.842	3.783.338	2.316.847
Araucanía	1.970	19.263	11.796
Los Lagos	8.568	75.578	46.282
TOTAL PAIS	369.351	4.313.526	2.641.524

Al igual a lo comentado para los bovinos de leche, en este caso también la información oficial es incompleta. Similarmente, se llegó a estimar una fracción menor de la dotación real nacional. En todo caso, lo que se propone en este estudio es una metodología de cómo abordar el tema de la producción de residuos animales y contaminantes asociados, para proponer líneas de trabajo futura en el tema.

Durante el desarrollo del catastro, se recopiló información de algunos planteles de bovinos, en que fue imposible diferenciar su destino final, ya sea leche o carne, y por lo tanto se sindicaron en una categoría lechería/engorda, cuya dotación y producción de residuos se desglosa regionalmente en el cuadro siguiente:

Región	Producción estimada de residuos, a nivel regional, de bovinos de lechería/engorda		
	Nº de animales (anual)	Producción anual de residuos sólidos (guanós) (m ³ /año)	Producción anual de residuos líquidos (orina) (m ³ /año)
Tarapacá	---	---	---
Antofagasta	---	---	---
Atacama	---	---	---
Coquimbo	7.178	88.195	54.009
Valparaíso	7.894	96.111	58.856
Metropolitana	5.710	67.521	41.348
O'Higgins	---	---	---
Maule	9.121	97.929	59.970
Bío-Bío	30.311	337.644	206.767
Araucanía	39.795	464.420	284.402
Los Lagos	12.799	142.056	86.992
TOTAL PAIS	112.808	1.293.876	792.344

Dada la gran cantidad de información recopilada, ésta se estructuró en una base de datos, cuyo detalle se presenta a continuación.

Base de datos

El objetivo de la base de datos fue relacionar el número de planteles y animales por clase con la producción de residuos y contaminantes o nutrientes de cada uno de ellos. Para esto se estructuró una matriz en Excel, la que contenía la Clase, Especie y Clasificación común de los animales comprometidos en este estudio; a saber, vacunos de leche y carne, aves de corral como gallinas ponedoras, pollos y pavos de engorda. En segundo lugar, dentro de la estructura, está la ubicación administrativa y geográfica de los planteles, es decir, Región,

Comuna y georreferenciación de los planteles. Respecto a esto último, la georreferenciación no es completa sino complementaria a información comunal disponible en algunas regiones (De Los Lagos, por ejemplo); en algunos casos, donde la georreferenciación no existía, la localización del predio se ubicó en forma aleatoria dentro del sector rural de la comuna. En tercer lugar, se estimó plantel a plantel, la dotación de animales por año, que en el caso de pavos considera 2 ciclos, en broiler de engorda 5 a 6 ciclos y 1 en el caso de ponedoras y bovinos. Para el caso particular de bovinos, se consideraron sólo los planteles con una dotación superior a 50 animales, y en caso de las aves, superior a 1.000 animales.

Para estimar la producción de residuos se consideró la información capturada en terreno, validada con información bibliográfica, estimándose, para cada clase, una producción diaria de guanos, la que fue extrapolada a la población de cada plantel, comuna y región. En aves, dado que en muchos planteles el manejo de los guanos es externalizado, estas empresas llevan registros exhaustivos y sistemáticos de la producción de estos residuos, por lo cual se puede considerar que la estimación obtenida es bastante precisa. Por el contrario, en el caso de los bovinos, debido a la atomización, heterogeneidad de los sistemas de manejo animal y de los residuos generados, es prácticamente imposible hacer estimaciones de mayor precisión, salvo estudios de casos, no necesariamente extrapolables. En este caso, las estimaciones fueron basadas en literatura, parámetros internacionales e investigación institucional.

Del mismo modo que lo comentado con anterioridad, la información respecto al número de animales y la ubicación de los planteles, no se considera debidamente actualizada, de acuerdo a lo observado en terreno, situación que es aconsejable mejorar para poder hacer, en el futuro, estimaciones con un mayor grado de precisión.

Con el propósito de tener una representación gráfica de la información, se utilizaron programas tales como Mapobject y VisualBasic, para generar una aplicación autónoma, donde pudieran ser visualizados geográficamente los planteles, el número de animales, la

producción de residuos y nutrientes, a diversas escalas. El propósito último de este producto no comprometido en la propuesta, fue generar un prototipo de manejo de la información usando las tecnologías de la información y proponer una aplicación interactiva y de actualización permanente via Internet para los usuarios, usando lenguaje php. El producto generado, a nivel de prototipo, está contenido en un CD, el cual se anexa a este informe.

Adicionalmente, para los fines que se estimen convenientes, se adjuntan planillas Excel digitales, de aves (Broiler y ponedoras); de pavos y bovinos (carne y leche). Se adjunta además un ejemplo de la base de pavos, donde se ha transformado en tabla dinámica.

Etapa 3:

La etapa 3 consistió en la generación de varios productos relacionados a la temática del manejo y normativa de residuos ganaderos, los que se indican a continuación:

- ✓ Monografía de manejo de residuos orgánicos provenientes de planteles avícolas, y de bovinos de leche y carne, bajo sistemas de producción intensiva.
- ✓ Recopilación de normas nacionales e internacionales en manejo y disposición de residuos de planteles avícolas y de ganado bovino intensivo.
- ✓ Análisis de brecha entre las normas nacionales e internacionales y propuesta de trabajo futuro.
- ✓ Guía de tecnologías, técnicas de manejo y normativas que puedan ser implementadas en el país en forma inmediata sin previa validación.

A continuación se presentan los resultados de cada una de estas actividades.

RESULTADOS ETAPA 3

La presentación de los resultados se hace en función de los productos esperados de esta consultoría.

a) Monografía de manejo de residuos orgánicos provenientes de planteles avícolas, y de bovinos de leche y carne, bajo sistemas de producción intensiva.

Se escribieron dos monografías tituladas:

1. Manejo y utilización de los residuos generados por la producción de aves y,
2. Manejo y utilización de los residuos generados por la producción bovina.

Ambos documentos se adjuntan a este informe en versión digital, dada su extensión.

b) Recopilación de normas nacionales e internacionales en manejo y disposición de residuos de planteles avícolas y de ganado bovino intensivo.

Se elaboró un documento, que se adjunta en el mismo CD anterior, de las monografías, que contiene una recopilación de las normativas nacionales e internacionales que dicen relación con el manejo y disposición de residuos ganaderos.

c) Análisis de brecha entre las normas nacionales e internacionales y propuesta de trabajo futuro.

El objetivo de este capítulo es establecer un análisis comparativo”, entre las normas nacionales e internacionales, respecto del manejo y disposición de residuos provenientes de planteles avícolas y de ganado bovino, carne y leche, desarrolladas bajo sistemas de producción intensiva. Este análisis, denominado “análisis de brecha”, permite inferir aquellos aspectos legales que en la actualidad no se han implementado en Chile y que resultan básicos para elaborar un norma ambiental que haga sustentable la producción pecuaria intensiva en el país.

De esta manera, se revisó la legislación vigente en el país, así como la de los principales países de destino de nuestros productos cárnicos y lácteos (Estados Unidos, Canadá, Alemania, México, España, Inglaterra, Australia, Holanda, Dinamarca, Suiza, Irlanda, Belarus, Rusia y Ucrania), elaborándose cuadros comparativos para los ítems más relevantes respecto de las normativas que rigen los diversos aspectos de manejo de los residuos generados por los sectores de producción de aves, y de bovinos de leche y carne.

Por otra parte, de este análisis se definirán aquellos tópicos en que se hace imprescindible trabajar para depurar la legislación chilena y generar líneas de investigación orientadas al desarrollo de una línea base que haga posible sustentar las normas primarias y secundarias, apropiadas para el sector.

Las normativas que se consideran en este análisis están asociadas a los siguientes tópicos:

Infraestructura, equipos y gestión interna: Se refiere a normas relacionadas con la ubicación de los planteles ganaderos, para evitar problemas ambientales relativos a olores, polvo, etc. Características de las construcciones para evitar ingresos de roedores y vectores, así como los drenajes adecuados para remover las aguas lluvias. También consideran el manejo de los pabellones en término de limpieza y control periódico de insectos y roedores.

Transporte de guanos: Estas normativas dicen relación con las características que deben cumplir los medios que se utilicen para transportar los guanos desde un plantel al lugar de acopio o de disposición final

Extracción de guano desde pabellones: Relacionadas con el manejo del guano al ser retirado; períodos en que deben limpiarse los pabellones y control de vectores durante esa fase.

Construcciones para el almacenamiento de estiércol y acopio de guano: Estas normas están asociadas a las condiciones que deben cumplir los lugares donde se decida almacenar o acopiar los guanos; el control de olores y vectores; la disposición de animales muertos; diseños de las instalaciones para almacenar los guanos; manejo de pilas de compostaje y registros a considerar, entre otros.

Manejo del guano en corrales: Se asocia con condiciones para evitar escurrimiento en los corrales, mantención de bebederos, manejo del agua de limpieza y retiro del guano generado.

Manejo en salas de ordeña: Prácticas relativas al manejo del agua de limpieza al interior de la sala de ordeña, uso de detergentes para limpieza y retiro de purines producidos

Manejo de pozos purineros: Se refiere a normas asociadas a la localización, construcción, estructura, capacidad, vaciado de los pozos purineros y protecciones para evitar lixiviados y escorrentías.

Manejo de residuos líquidos: Instalación de bebederos, disposición de éstos, sistemas de almacenaje (lagunas), prácticas para reducir olores.

Vertidos de sustancias: Establece prohibiciones de verter sustancias o residuos riesgosos para la salud humana y el ambiente al suelo y cuerpos de agua.

Disposición de guanos y/o purines a suelos agrícolas como fertilizante: Normas relativas a la aplicación de guanos o purines al suelo como fertilizante para cultivos.

Emisiones atmosféricas: Considera aspectos de manejo de los guanos tendientes a reducir las emisiones de amonio a la atmósfera.

Planes de manejo de nutrientes (PTMN): Establece normas para hacer aplicaciones de guano relacionadas con dosis agronómica y ambientalmente sustentables, realizadas en función de balances nutricionales.

Plan de operación y mantenimiento del plan de manejo de nutrientes: Considera normativas para determinar ajustes al PTMN, mantención de equipos e infraestructura predial, calibración de equipos destinados a aplicar purines o guanos al campo, control de registros del plan, etc.

A continuación se presenta un cuadro comparativo para aquellas variables que se observaron mas relevantes y donde evidentemente existe una gran brecha entre las normativas de Chile, las de Norteamérica (Estados Unidos y Canadá) y las de Europa (España- Inglaterra-Dinamarca-Holanda). En el caso de éstas últimas se consideraron para efectos de esta comparación solo las normas emanadas de las distintas Directivas europeas relacionadas con el tema; no se consideraron las de cada país de la Comunidad Europea, debido a que son derivaciones de las Directivas generales y son específicas para las condiciones de producción de cada país. En este cuadro se obvian aquellos tópicos donde existe alguna concordancia entre las legislaciones comparadas.

NORM A	CHILE		NORTEAMERICA (ESTADOS UNIDOS – CANADA)		EUROPA (ESPAÑA- INGLATERRA- DINAMARCA-HOLANDA)	
	SECTOR	CONTENIDO	SECTOR	CONTENIDO	SECTOR	CONTENIDO
Construcciones para el almacenamiento de estiércol y acopio de guano	APA (1999), CONAMA (1998)	<p>Sitio: No menos de 500 m de poblaciones; almacenar en espacios cerrados, o protegido de humedad o lluvias, para evitar escurrimiento; área inferior a 2 ha; suelo impermeable; no menos de 200 m de cursos de agua; suelos planos, con pendiente inferior a 15%; evitar suelos con napa freática superficial; sin acceso visual desde la vía pública. Evitar áreas ventosas para no dispersarlo</p> <p>Compostaje: El material orgánico puede ser compostado en el sitio, para reducir el volumen que va a disposición final</p> <p>Control de olores: Control de humedad en las pilas para evitar olores (mantener el guano seco). Considerar la dirección del viento al remover el guano para evitar que olores y partículas alcancen a sectores residenciales o lugares públicos. Se debe considerar la formación de cortinas corta viento.</p> <p>Animales muertos: eliminarlos dentro de 1 día después de muertos; no es aceptable la quema abierta</p> <p>Control de vectores: Aplicación de insecticidas a las pilas para control de moscas</p> <p>Manejo de pilas: Diseño de sistemas de drenaje, control de temperatura para evitar fuego</p> <p>Despacho: coordinación para su uso rápido y evitar acopios prolongados</p> <p>Registros: Volúmenes de carga, descarga, despachos, transportista y procedencia del guano</p>	EPA Código 313	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El periodo mínimo de almacenamiento debe considerar el tiempo requerido para el uso de estos estiércoles o desechos en forma segura ambientalmente, tomando en consideración para su construcción el clima, los cultivos, el equipo y las reglamentaciones locales, estatales y federales. ▪ Entradas: deberán ser de tipo permanente, diseñadas para resistir la corrosión, obstrucción y daño por congelamiento. Las entradas en las construcciones cerradas deberán proveer de trampas selladas contra el agua <p>Seguridad: el diseño debería incluir elementos de seguridad apropiados para disminuir los peligros de las instalaciones</p> <p>El diseño de una instalación de almacenaje de estiércol debe tener una capacidad suficiente para contener el estiércol por un mínimo de 9 meses de producción y considerar una lluvia tormentosa de un día en un período de 30 años.</p>		<p>Control de olores: Cortavientos tales como árboles y defensas pueden ser usados. La distancia entre los cortavientos y las instalaciones de almacenaje, aún están siendo investigadas.</p>
		<p>NRBC (Natural Resources Conservation Board)</p> <p>AOPA (Agricultural Operation Practices Act)</p>				

NORM A	CHILE		NORTEAMERICA (ESTADOS UNIDOS – CANADA)		EUROPA (ESPAÑA- INGLATERRA- DINAMARCA-HOLANDA)	
	SECTOR	CONTENIDO	SECTOR	CONTENIDO	SECTOR	CONTENIDO
Manejo de los Residuos Líquidos	Código Sanitario. DFL 725/1968 Minsal Ley 3133/1916 Ministerio OOPP DS 351/1923 del Ministerio OOPP DFL 1/1990 del Minsal Norma técnica provisoria/ 92 de la Superinten decia de Servicios Sanitarios DS 609/1998 del Ministerio OOPP NCh 1333/Of. 1987, INN DS 1172/1997 Ministerio de OOPP DL 3557/1980 Minagri	Adecuada instalación de bebederos para reducir derrames de agua No deben descargarse sin un tratamiento previo a cursos superficiales de agua (prohibido). Los residuos líquidos a usarse fuera del predio deben almacenarse en lagunas, rodeadas de cortinas vegetales. La laguna deberá contar con un piso impermeable, debe tener capacidad para acumular los residuos durante el invierno, la pendiente de la laguna debe impedir escurrimiento superficial fuera de ella. La ubicación debe ser superior a 20 m de cursos de agua y respecto a vivienda a una distancia según establecido por el Servicio de Salud respectivo. Deberán tratarse los olores con aplicación de productos bacterianos o enzimáticos.			AOPA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ las estructuras de almacenaje de estiércol deben localizarse a mas de 100 m de un pozo, y al menos a 30 m de un curso de agua ▪ tener una dimensión suficiente de almacenaje para realizar el esparcimiento del estiércol cuando los cultivos puedan tomar estos nutrientes y cuando la escorrentía del estiércol desde el campo a aguas superficiales sea poco probable, ▪ conocer la pluviometría local, especialmente si la estructura no es cubierta (concentración de las lluvias, cantidad de lluvias, etc.) ▪ ser estructuralmente firme, contar con un diseño estructural ingenieril ▪ ser a prueba de agua, contar con un revestimiento para prevenir la contaminación de aguas subterráneas, ▪ estar localizada en una superficie “limpia” de la escorrentía de áreas adyacentes, ▪ para almacenajes que también incluyan aguas contaminadas de escorrentías del plantel, estar apropiadamente ubicado y tener una capacidad suficiente para contener la escorrentía estimada, ▪ estar localizados al menos a un metro por encima de niveles de inundación ▪ estar adecuadamente protegido para

NORMA	CHILE		NORTEAMERICA (ESTADOS UNIDOS – CANADA)		EUROPA (ESPAÑA- INGLATERRA- DINAMARCA-HOLANDA)	
	SECTOR	CONTENIDO	SECTOR	CONTENIDO	SECTOR	CONTENIDO
						<p>prevenir la entrada accidental de humanos, animales o maquinaria</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ tener un sistema de recolección de lixiviados y escorrentías con zonas buffer o con un sistema de captura de aguas sucias, y ▪ estar localizado fuera de la vista de lugares públicos y áreas residenciales
Vertidos de sustancias	<p>DS 745/93 Art.15 Minsal</p> <p>Código de aguas. Art. 92</p>	<p>Se prohíbe verter sustancias o residuos riesgosos para salud de trabajadores y para el medio ambiente</p> <p>Se prohíbe verter a canales sustancias o residuos que alteren la calidad del agua</p>				
Disposición de guano y/o purines a terrenos agrícolas con fines de fertilización	<p>CONAMA (1998) APA (1999) CONAMA (1998) BPA (2003) Ley 19,300 Código Sanitario</p> <p>DFL 725/1968 - Minsal</p> <p>DS 553/1990 del Minsal</p> <p>DFL 1122/1981 del Ministerio de Justicia</p> <p>Res. 7539/1976 - Minsal</p> <p>RES. 5081/1993 Servicio de Salud Metropolitano del Minsal</p> <p>Ley 3133/1916 Ministerio de OOPP</p> <p>Res. 3276/1977 -</p>	<p>La aplicación debe hacerse a una distancia igual o superior a 3 m de cuerpos de aguas superficiales y de pozos o norias</p> <p>El guano debe incorporarse al suelo antes de 2 días desde su aplicación, para evitar olores y vectores</p> <p>No aplicar guanos en suelos con riesgo de inundación. La pendiente del terreno debe ser inferior a 15%</p> <p>Aplicar cuando las condiciones de viento eviten olores a zonas pobladas.</p> <p>Se recomienda implementar sistemas de tratamiento de purines, como compostaje, lombricultura, solarización o secado</p> <p>Al aplicar al suelo incorporar a lo menos 20 cm, para evitar el desarrollo de larvas</p>				<p>Una alternativa es la aplicación directa al suelo de cultivo sin ser tratado. En caso contrario el método más común de tratamiento es el compostaje, cuyos requerimientos son normados por Environmet Code of Practice of Compost Facilities:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ la superficie donde se colocará el material a compostar debe estar compuesta por un material que provea la equivalente protección con una permeabilidad de menos de 5 x 10⁻⁸ m/s, ▪ debe ser construido con una pendiente mínima de un 2% para que el agua o lixiviado no se acumule sobre la superficie, ▪ mantener un sistema de escorrentía desde el área de compostaje a aguas superficiales limpias,

NORM A	CHILE		NORTEAMERICA (ESTADOS UNIDOS – CANADA)		EUROPA (ESPAÑA- INGLATERRA- DINAMARCA-HOLANDA)	
	SECTOR	CONTENIDO	SECTOR	CONTENIDO	SECTOR	CONTENIDO
			NRBC	<ul style="list-style-type: none"> ▪ propuesta del plan para prevenir que los nutrimentos aplicados contribuyan al deterioro de la calidad del agua, y ▪ pronunciamiento de que el plan se desarrollará en base a los requerimientos del estándar actual y las regulaciones y políticas federales, estatales o locales; y que cambios a estos requerimientos pueden implicar una revisión del plan. <p>Se debe implementar un plan de manejo de nutrientes (CAFO) y de los desechos producidos dentro del plantel; debe mantener esta documentación por lo menos por 5 años, y proporcionarla a la autoridad encargada de los permisos.</p> <p>El CAFO incluye la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ copia del plan de manejo de nutrientes ▪ fecha en que se regaló o vendió el estiércol, ▪ nombre de quién compró o recibió el estiércol, ▪ cuánto estiércol se entregó en cada oportunidad, ▪ análisis actual del estiércol entregado, ▪ fecha en que se efectuó inspecciones visuales de las áreas de almacenamiento y sistema de manejo del estiércol ▪ volumen de diseño y capacidad de las instalaciones de almacenamiento de estiércol, ▪ forma de eliminar animales muertos, ▪ forma en que se calcula la dosis de aplicación de 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ El esparcido está prohibido en la estación de invierno, lo cual requiere mantener una capacidad de 9 meses de almacenaje. ▪ Los estanques de estiércol líquido deben ser abiertos. Comúnmente se usa una cubierta de paja de trigo flotante. ▪ Se requiere que el almacenaje de estiércol sea revisado cada 10 años. Se requiere de un contrato de 5 años mínimo si la capacidad de almacenaje es alcanzada utilizando instalaciones arrendadas ▪ Planteles de más de 10 ha requieren un plan de rotación de cultivos y fertilización, así como el 65% de las tierras de cultivo deben ser sembradas para mantener una cubierta vegetal en otoño. ▪ Los materiales usados en las plantas de biogas son estiércol y desechos municipales. ▪ Las aguas subterráneas pueden tener un máximo de 50 ppm de nitrato ▪ no esparcir el estiércol en otoño o invierno, ▪ cubrir los almacenajes de estiércol, ▪ usar técnicas para minimizar pérdidas de amonio en la aplicación al suelo ▪ Si hay un curso de agua se debe dejar un área sin aplicación de al menos 10 m de ancho a ambos lados, ▪ Para reducir el

NORM A	CHILE		NORTEAMERICA (ESTADOS UNIDOS – CANADA)		EUROPA (ESPAÑA- INGLATERRA- DINAMARCA-HOLANDA)	
	SECTOR	CONTENIDO	SECTOR	CONTENIDO	SECTOR	CONTENIDO
			S.A.R (Standard and Administra tion Regulation.)	<p>estiércol, al área donde se extendió el estiércol,</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ rendimiento que se espera de la cosecha, ▪ cuando y como se aplicó el estiércol o aguas servidas a cada terreno ▪ estado del tiempo antes, durante y después de que se ha aplicado el estiércol o aguas servidas a cada terreno, ▪ resultados de las muestras de estiércol y aguas servidas y suelos y la forma en que se realizaron ▪ contenido de fósforo en el suelo en cada terreno ▪ cantidad de fósforo y nitrógeno que se aplicó a cada terreno ▪ cantidad y tipo de animales en el CAFO, ▪ cantidad de estiércol que se produjo durante el año, ▪ evitar aplicar estiércol a terrenos que estén a menos de 30 m de aguas superficiales, ▪ cantidad de hectáreas a las que se les aplica estiércol, ▪ cantidad de hectáreas que cubre el plan de manejo de nutrientes, <p>el plan de manejo de nutrientes debe ser elaborado y aprobado por un planificador de manejo de nutrientes (EPA 833-F-02-022,2002).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ El estiércol crudo y compostado, debe ser aplicado a tierras arables y ser incorporado dentro de 48 horas, excepto cuando es aplicado a cultivos 		<p>riesgo de contaminación de aguas subterráneas, los estiércoles no deben ser aplicados dentro de 50 m de un arroyo que aparece en primavera, pozo que supla de agua para consumo humano o para ser usados en lecherías.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ No esparcir estiércol en áreas del predio con pendientes muy pronunciadas que puedan tener riesgo de escorrentía durante todo el año, para evitar olores molestos y contaminar con nitratos u otros, áreas definidas como vulnerables. ▪ No aplicar al suelo una cantidad de estiércol que supere los 250 kg/há/año. ▪ El estiércol debe ser aplicado lo más cercano al período en que el cultivo tenga el máximo crecimiento y requiera la mayor cantidad de nitrógeno. ▪ No aplicar estiércoles cuando: <ul style="list-style-type: none"> ○ existan inundaciones en invierno; ○ en suelos con una permeabilidad lenta y el suelo esté en capacidad de campo; ○ En campos con drenajes subterráneos; ○ en campos donde la profundidad de suelo sobre la roca fisurada sea menor a 30 cm ○ no hacer aplicaciones de más de 50 m³/há de purines o 50 ton/há de estiércol en suelos

NORM A	CHILE		NORTEAMERICA (ESTADOS UNIDOS – CANADA)		EUROPA (ESPAÑA- INGLATERRA- DINAMARCA-HOLANDA)	
	SECTOR	CONTENIDO	SECTOR	CONTENIDO	SECTOR	CONTENIDO
				<p>forrajeros, siempre y cuando se encuentre al menos a 150 m de residencias,</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Para evitar riesgos medio ambientales no se debe aplicar estiércol o compost a menos de 30 m de algún cuerpo de agua o pozo si el estiércol es aplicado a la superficie de la tierra e incorporado dentro de 48 horas ▪ Se debe solicitar un permiso para acreditar que se tiene o posee la superficie de tierra para absorber la tasa de estiércol producido, basándose en los límites de nitrógeno del suelo. ▪ Se autorizará la aplicación de estiércol en concordancia con un PMN propuesto, si ésta será beneficiosa para el suelo. ▪ No se puede aplicar estiércol crudo o compostado al suelo si; la salinidad del suelo es mayor que 4 ds/m, n ▪ Para aplicaciones agrícolas superiores a 500 toneladas de estiércol anualmente, o estiércol compostado, se requiere como respaldo un análisis de suelo. ▪ Los estiércoles líquidos o efluentes de lagunas de tratamiento no pueden ser aplicados a través de un sistema de riego de cultivos de consumo humano <p>Una aplicación superior a 500 toneladas o más de estiércol ya sea en forma cruda o comportada/año a tierras de cultivos, debe registrar:</p>		<p>vulnerables, para evitar escurrimientos</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ los estiércoles de aves pueden aplicarse en dosis de 5-15 ton/há dependiendo del contenido de nitrógeno

NORM A	CHILE		NORTEAMERICA (ESTADOS UNIDOS – CANADA)		EUROPA (ESPAÑA- INGLATERRA- DINAMARCA-HOLANDA)	
	SECTOR	CONTENIDO	SECTOR	CONTENIDO	SECTOR	CONTENIDO
				<ul style="list-style-type: none"> ▪ el nombre y dirección de la persona desde donde el estiércol es recibido, la fecha de recibo y el volumen o peso recibido, ▪ la descripción legal de la tierra a la cual el estiércol crudo o compostado es aplicado, ▪ la superficie aplicada con estiércol crudo o compostado, ▪ la fecha de aplicación del estiércol o estiércol compostado, ▪ el volumen o peso del estiércol crudo o compostado que fue aplicado, ▪ las dosis de aplicación del estiércol crudo o compostado y fertilizante utilizado/campo y año ▪ la fecha de aplicación e incorporación y el método usado para cada campo, ▪ los resultados del análisis de suelo por campo para los nutrientes especificados en el Schedule 3 (Standards and Administration Regulation). 		
Plan de operación y mantenimiento del PTMN			EPA (código 590)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ plan de revisión periódico para determinar si los ajustes al plan son necesarios. Como mínimo los planes deben ser revisados con cada uno de los análisis de suelos, ▪ protección de las instalaciones para el almacenamiento del estiércol de las inclemencias del tiempo y de filtraciones o derrames accidentales, ▪ calibración del equipo utilizado para 		

NORM A	CHILE		NORTEAMERICA (ESTADOS UNIDOS – CANADA)		EUROPA (ESPAÑA- INGLATERRA- DINAMARCA-HOLANDA)	
	SECTOR	CONTENIDO	SECTOR	CONTENIDO	SECTOR	CONTENIDO
				<p>la distribución del guano, para asegurar su distribución uniforme,</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ documentación de la dosis de aplicación de nutrientes. Cuando la dosis de aplicación difiere de las recomendadas, los registros deberán indicar las razones, ▪ llevar registros del plan. <ul style="list-style-type: none"> - resultados de los análisis de suelo y recomendaciones para la aplicación de nutrientes, <ul style="list-style-type: none"> - cantidades, análisis y fuentes de nutrientes aplicados, - fecha y métodos de la aplicación de nutrientes, - cultivos, fechas de siembra y cosecha, rendimiento y remoción de residuos de cosechas, y - fecha de revisión y persona encargada de la revisión y recomendaciones que surjan como resultado de la revisión - Los registros se deberán mantener durante 5 años, o por un periodo mayor si lo requieren ordenanzas federales, estatales o locales. 		

Del análisis del cuadro, que permite comparar las recomendaciones y normativas ambientales chilenas, con aquellas aplicadas en Norteamérica, representada por Estados Unidos y Canadá, y en Europa, considerando solo las disposiciones emanadas de las Directivas Europeas, respecto al manejo de residuos ganaderos, se pueden establecer las siguientes brechas:

- En general, se aprecia que en aquellos tópicos relacionados con la ubicación de los planteles, infraestructura de los mismos y para el acopio de los residuos ganaderos, su transporte y disposición sobre cuerpos de agua, existen en Chile, al igual que en Norteamérica y Europa, normativas con fuerza legal, que pueden ser fiscalizadas por la autoridad competente, como SAG, Ministerio de Transporte y Servicio de Salud del Ambiente u otros.
- En Chile, la mayor parte de las disposiciones encontradas, de modo especial aquellas referidas a disposición de residuos sólidos y líquidos provenientes de actividades ganaderas, corresponden más bien a recomendaciones o sugerencias establecidas en el marco de buenas prácticas o acuerdos de producción limpia (APL), ambas de carácter voluntario. En Norteamérica y Europa, por el contrario, corresponden a normas o códigos establecidos por la EPA o la NRBC y Directivas, respectivamente; en ambos casos su incumplimiento tiene sanciones legales para los productores infractores.
- En relación con la disposición de residuos ganaderos en campos de cultivo, aprovechando el valor fertilizante que éstos poseen, en Chile no existe ninguna normativa, sólo está regida en forma muy vaga por recomendaciones ambientales o APL's, cuyo cumplimiento es sólo de carácter voluntario. En Estados Unidos y en Europa, la aplicación de residuos líquidos y sólidos a campos de cultivo está normada a través, ya sea del PTMN, regulado por el código 590 de EPA y la Directiva 91/156 y 91/676.

Es en este punto es donde se evidencia la principal brecha entre las normativas chilenas y sus pares extranjeras, donde por ejemplo, en Europa se cuenta con una apropiada definición de residuo, que indica que los estiércoles ganaderos cuando son usados en el marco de explotaciones agrícolas, para efectos de la ley, no son considerados como residuo. Mientras tanto, en Chile, este concepto no está establecido y se entiende que corresponde a un material que debe tener una disposición final.

De esta manera, a partir de esta definición surgen las principales diferencias, ya que mientras en Chile aún no se reconoce su valor como fertilizante y mejorador de atributos físicos y químicos del suelo para los guanos generados a partir de la producción ganadera intensiva de aves, leche y carne, en Europa y Estados Unidos, se han generado normativas para un uso adecuado y sustentable de los guanos y purines, como el PTMN regulado por el código 590 de EPA y las Directivas Europeas 91/156 UE y 91/676 UE. Dada esta indefinición, mientras en Europa y Estados Unidos, las aplicaciones se realizan utilizando balances nutricionales, en Chile se realizan sin ningún control, con las excepciones por ejemplo si se produjeran escurrimientos a cuerpos de agua, presencia de olores y vectores que afecten comunidades cercanas a los puntos de aplicación.

- Por otra parte, se observa en la legislación internacional la definición de “operaciones concentradas de alimentación animal” (CAFO’s o AFO’s, ver definición en: <http://extension.usu.edu/cooperative/waterquality/index.cfm/cid.813/tid.1728/#define>) conceptos muy apropiados dado que permiten homologar los diversos planteles existentes, sin considerar los tipos de animales, agrupando los establecimientos ya sea por tiempo de confinamiento y/o número de unidades animales. Esto permite aplicar normas comunes e implementar planes de aplicación que puedan ser supervisados y ajustados periódicamente.

En resumen, se puede indicar respecto de las normativas que debe legislarse en forma especial respecto a la definición de residuos ganaderos, puesto que en la actualidad la

legislación nacional no define este concepto, contemplando eso sí, múltiples disposiciones legales y reglamentarias que regulan su recolección, transporte y disposición final, no haciendo una clara definición del origen del residuo. En la medida que se le reconociera su carácter de no residuo con ciertas restricciones, se podría desprender el valor como material fertilizante u otros, y se podría legislar respecto de su utilización sustentable.

d) Guía de tecnologías, técnicas de manejo y normativas que puedan ser implementadas en el país en forma inmediata sin previa validación.

Factores críticos por sistema

Se identificaron diversos factores críticos por sistema productivo, es decir, determinar cual o cuales son los elementos restrictivos que presenta cada residuo en particular, con respecto al ambiente. A continuación, se define para cada uno de los sistemas los parámetros críticos identificados.

Aves de engorda y ponedoras

La producción de aves en engorda y ponedoras responde a un sistema de alimentación concentrada, donde los alimentos no son, en general, producidos en el predio, sino más bien importados. Por lo tanto, desde el punto de vista de la sustentación ambiental, los balances de masa y energía son generalmente abiertos, es decir, existe un excedente de nutrientes y materia orgánica por unidad de área. Esto puede estar asociado a problemas relacionados con contaminación de aire (por emisión de gases como metano, anhídrido carbónico, amoníaco, óxido nítrico, etc.), de aguas subterráneas (por lixiviación de nitrógeno, fósforo), de aguas superficiales (por nutrientes, hormonas, antibióticos, coliformes y DBO).

El guano de ponedoras y engorda tiene niveles de N total y P total, de aproximadamente 4,3 y 2,5% respectivamente. La conductividad eléctrica alcanza niveles promedio de 12 dS/m. Si se asume una aplicación promedio por hectárea de unas 10 ton/año, en base a materia

seca, se podría pensar en aportes de N de alrededor de 430 kg/ha/año, mientras que en el caso del fósforo, ascendería a 250 kg/ha. Del análisis de los datos encontrados, la relación promedio N_{total}/P_{total} en este tipo de guanos es de 2:1, con variaciones locales, mientras que la humedad presenta gran variación y debe ser analizada caso a caso. Por lo tanto, de estas cifras se desprende que de los nutrientes, el fósforo parece ser el elemento crítico, puesto que en la zona agrícola de Chile (excepto en suelos trumaos), las aplicaciones no superan los 150 kg/ha/año. Otra variable que parece ser crítica es la conductividad eléctrica, puesto que considerando que sobre 6 dS/m, prácticamente ningún cultivo puede desarrollarse en forma adecuada. Aplicaciones periódicas pueden representar un riesgo potencial de salinización de suelos, especialmente en zonas de baja pluviometría.

En el caso particular de la producción de pavos de engorda el guano producido presenta contenidos mayores de nutrientes y sales que el guano de pollos. En efecto, el N y P total, alcanza a 6 y 3% respectivamente, mientras que la conductividad eléctrica alcanza niveles promedio de 16 dS/m. Si se asume una aplicación promedio por hectárea de unas 10 ton/año, en base a materia seca, se podría pensar en aportes de N de alrededor de 600 kg/ha/año, mientras que en el caso del fósforo, ascendería a 300 kg/ha. Igualmente que en el caso anterior, la relación encontrada N_{total}/P_{total} es de 2:1. Por lo tanto, de estas cifras se desprende que, al igual que lo comentado para pollos, de los nutrientes, el fósforo parece ser el elemento crítico, puesto que en la zona agrícola de Chile (excepto en suelos trumaos), las aplicaciones no superan los 150 kg/ha/año. Por otra parte, si el programa de fertilización contempla además de la adición de guanos, la aplicación de fertilizantes nitrogenados minerales, el N pasaría a constituirse en otro elemento crítico. Finalmente, otra variable que parece ser crítica es la conductividad eléctrica, puesto que con concentraciones tan elevadas de sales en los guanos, representadas por el promedio de 16 dS/m, prácticamente ningún cultivo puede desarrollarse en forma adecuada y, aplicaciones periódicas pueden representar un riesgo potencial de salinización de suelos, especialmente en zonas de baja pluviometría.

Adicionalmente, dado el manejo del guano (el cual es retirado periódicamente desde los pabellones y acumulado en sectores aledaños a éstos) puede producir algunos de los siguientes problemas de carácter ambiental:

- Malos olores
- Presencia de moscas
- Esgurrimiento por aguas lluvias
- En aplicación al campo, no se usan balances de nutrientes

Otro aspecto crítico del proceso productivo es el hecho de que los residuos son acumulados en grandes pilas y permanecen por largo tiempo en el mismo punto. Esto puede originar, en zonas secas y con viento, deriva hacia otros sectores, con el consiguiente riesgo para la salud humana. En zonas más húmedas, dado que no existe acondicionamiento del lugar de emplazamiento de la pila, se pueden producir una serie de fenómenos, entre ellos, lixiviación de nutrientes y coliformes y consiguientemente contaminación de napas subterráneas.

Bovinos de carne

La producción de carne bovina bajo un sistema de engorda confinada presenta, similarmente a lo anterior, un sistema de alimentación concentrada, donde el grueso de los alimentos no son producidos en el predio, sino más bien importados. Igualmente, se puede indicar que los balances de masa y energía son generalmente abiertos, es decir, existe un excedente de nutrientes y materia orgánica por unidad de área. Esto se asocia a contaminación de aire (por emisión de gases como metano, anhídrido carbónico, amoníaco, óxido nítrico, etc.), de aguas subterráneas (por lixiviación de nitrógeno, fósforo), de aguas superficiales (por nutrientes, hormonas, antibióticos, coliformes y DBO). Sin embargo, a diferencia de los guanos de aves, las concentraciones de N y P son bastante menores, lo que implica, considerando aplicaciones de 10 ton/ha/año en base a materia seca, dosis de 220 y 160 kg/ha de N y P, respectivamente. A pesar de que en este caso el 50% del N aplicado corresponde a N nítrico, tanto este elemento como el P, para este nivel de aplicaciones se

encuentran en tasas agronómicas razonables, por lo tanto no se constituyen en problemas críticos. Una situación distinta es lo que ocurre con la salinidad, puesto que con niveles superiores a 10 dS/m, aplicaciones periódicas podrían transformarse en un riesgo potencial de salinización de suelos en áreas susceptibles.

Adicionalmente, dado el manejo del estiércol (el cual es apilado dentro de la misma área de engorda) puede producir algunos de los siguientes problemas de carácter ambiental:

- Malos olores
- Presencia de moscas
- Esgurrimiento por aguas lluvias
- En aplicación al campo, no se usan balances de nutrientes

Similarmente a lo comentado para aves, los residuos generados por estos sistemas productivos, también son apilados y permanecen por largo tiempo en el mismo punto. Esto puede originar, en zonas secas y con viento, deriva hacia otros sectores, con el consiguiente riesgo para la salud humana. En zonas más húmedas, dada que no existe acondicionamiento del lugar de emplazamiento de la pila, se pueden producir una serie de fenómenos, entre ellos, lixiviación de nutrientes y coliformes y consiguientemente contaminación de napas subterráneas.

Bovinos de leche:

Para bovinos de leche, es posible reconocer dos sistemas productivos bien característicos. El primero, que corresponde a un sistema de producción intensivo donde altas cargas de animales permanecen confinadas en espacios reducidos, alimentados con concentrados provenientes de afuera del predio, la problemática ambiental es similar a aquella discutida para bovinos de engorda, con los mismos parámetros críticos. El segundo, que es mayoritario en el país, es de carácter extensivo, y se caracteriza por una alimentación en base a praderas, generalmente producidas en la misma unidad predial.

Este último sector productivo, en general, no evidencia problemas por excedencia de nutrientes y salinidad, ya que los valores para estos parámetros son menores a los comentados para aves y bovinos de carne. Sin embargo, se puede indicar que el factor crítico en este caso es la gestión y manejo de los purines (agua de lavado y estiércol) en el predio, los que normalmente no son acumulados y son descargados a cursos superficiales de agua, condición al margen de la legislación vigente al respecto.

Aves de engorda y ponedoras

Dado los sistemas productivos de las aves, sistemas cerrados, el retiro de los guanos se realiza periódicamente luego de concluir los ciclos productivos. En el caso de broiler son 50 días, y de 6 meses a 1 año, en el caso de pavos y ponedoras. Tal como se comentó en la descripción del sistema productivo, estos guanos son retirados por empresas externas en la mayoría de los casos, especialmente en broiler y pavos, y/o por el propio productor. Los destinos de estos materiales son alimentación animal, uso como sustrato para viveros, previo compostaje, y aplicación directa a campo como mejorador de suelos, previo acopio temporal. Los guanos son acopiados en patios de piso de tierra, previamente apisonados, donde se realiza un proceso de descomposición espontánea.

El período de almacenamiento en patios es variable dependiendo de la sincronización con las actividades agrícolas del sector. Cuando es coincidente con la época de preparación de suelos, la mayor parte son distribuidos en los campos de las propias empresas o bien son vendidos a campos aledaños por estas empresas externas.

Existen otras situaciones en que estas empresas externas desarrollan procesos de compostaje o semicompostaje en campos ajenos a la empresa que produce los guanos, para lo cual los acopian en canchas apisonadas y luego del proceso, este material es vendido a viveros o huertos frutales, en un radio de hasta 100 km de distancia.

En consecuencia, para este sector productivo se propone incorporar ciertos protocolos de buenas prácticas, los cuales pueden incluir inversiones de diferente magnitud, a saber:

- Implementar un sistema de registro, que cuantifique los volúmenes evacuados desde el predio a los lugares de acopio y de éstos a los lugares de destino final.
- Delimitar las áreas de acopio, las cuales deben contar con un control de acceso y adecuada señalización.
- Nivelar las canchas de acopio con pendientes que permitan conducir y recolectar el escurrimiento producido por las aguas lluvia.
- Tratar o aplicar a la misma pila los percolados y escurrimientos recolectados.
- Cubrir el área de las pilas, al menos con malla rashel, en aquellas zonas donde el viento es un factor determinante.
- Aplicar un programa de control de vectores en las pilas.
- Evitar la descomposición espontánea, desarrollando un sistema de aireación permanente de las pilas de acopio, de forma tal de acelerar el proceso de compostaje, evitando olores y proliferación de vectores.
- Cubrir debidamente las cargas, para evitar derrames, líquidos y sólidos, durante el transporte a campo.
- Establecer planes de aplicación de guanos en función de balances nutricionales, para el caso de aplicaciones directas a predios agrícolas.

Bovinos de carne

Este sistema se basa en el confinamiento permanente de los animales, ya sea en pequeños corrales o en patios de engorda, donde el guano es acopiado en pilas sin ningún diseño, en el mismo patio o en algún potrero aledaño a los patios de engorda.

En consecuencia, para este sector productivo se propone incorporar ciertos protocolos de buenas prácticas, los cuales pueden incluir inversiones de diferente magnitud, a saber:

- Implementar un sistema de registros, que cuantifique los volúmenes evacuados desde el predio a los lugares de acopio y de éstos a los lugares de destino final.
- Nivelar los patios de engorda con pendientes que permitan conducir y recolectar el escurrimiento directo producido por las aguas lluvia y purines.
- Implementar un sistema de acopio de escurrimientos, tipo pozos purineros, que permita su control, y su aplicación a campo bajo condiciones favorables.
- Canalizar, conducir y retirar del lugar en forma independiente las aguas lluvia, evitando su contaminación con fecas y orina, para galpones de engorda.
- Establecer planes de aplicación de guanos, y líquidos provenientes de escurrimientos, en función de balances nutricionales, para el caso de aplicaciones directas a predios agrícolas.
- Establecer un programa de monitoreo de aguas subsuperficiales en la periferia de los patios de engorda, de forma tal de registrar posible contaminación de éstas, en cuyo caso (incremento progresivo de la concentración de ciertos elementos) se debería impermeabilizar los patios.
- Delimitar las áreas de acopio, las cuales deberían contar con un control de acceso y adecuada señalización.
- Nivelar las zonas de las pilas con pendientes que permitan conducir y recolectar el escurrimiento producido por las aguas lluvia.
- Implementar un sistema de manejo de la pila que incorpore control de vectores y volteo para permitir su aireación.
- Aplicar un programa de control de vectores en las pilas.

Bovinos de leche:

En general, para el sistema productivo bovinos de leche intensivo, se observa que la producción de residuos orgánicos está relacionada con la escala de producción y a su vez con la superficie destinada a ello. No se observan desbalances de masa como ocurre en otras producciones animales intensivas (cerdos, aves, engordas de bovinos intensivas),

donde el sistema productivo se basa en la importación de alimentos para producir carne. En este caso, como la producción se basa en praderas, los sistemas productivos son ambientalmente balanceados, es decir, los balances de masa de nutrientes, materia orgánica, energía, cierran en el entorno de la unidad productiva correspondiente (predio).

No obstante lo anterior, se observa para este sector, un serio problema de gestión de residuos, donde los productores no le asignan a los residuos producidos un valor fertilizante; no consideran inversiones para manejar los residuos de forma de aprovechar su valor y disminuir sus externalidades medioambientales, y por último, no manejan conceptos básicos que les permitan manejar en forma oportuna y eficiente sus purines.

Esta situación configura un cuadro donde los purines son mal distribuidos, generando excedentes temporales, los cuales son expulsados del sistema productivo utilizando mecanismos de alto impacto ambiental, como su descarga a aguas superficiales.

En consecuencia, para este sector productivo se propone que se incorporen ciertos protocolos de buenas prácticas, los cuales pueden incluir inversiones de diferente magnitud, a saber:

- Cuantificar el volumen de purines y efluentes producidos en cada predio y definir el área de los patios a utilizar, de acuerdo a la masa animal, restringiendo el acceso de los animales a áreas limpias.
- Canalizar independientemente las aguas lluvia, evitando su contaminación con fecas y orina.
- Reducir el volumen de agua de limpieza, idealmente reutilizando el agua de limpieza de equipos de ordeña y haciendo un uso eficiente de raspadores manuales o mecánicos, para el lavado de pisos.
- Almacenar en pozos impermeabilizados la totalidad de los purines producidos, durante los períodos donde no es posible distribuirlos adecuadamente, evitando su escurrimiento hacia cursos de agua.

- Aplicar los purines siempre de día, nunca al atardecer, debido a que los patógenos presentes en el purín son eliminados, en su mayoría, por la luz solar.
- No aplicar durante los fines de semana en predios localizados cercanos a casas o asentamientos humanos, tampoco cuando el viento sopla en dirección a las casas aledañas al sector de aplicación.
- Evitar además las aplicaciones de purines cercanas a cursos de agua, dejando una franja de terreno aledaña sin aplicación. No aplicar cuando existan condiciones de alta pluviometría, suelos saturados, vientos fuertes o alta temperatura (invierno y verano).
- Aplicar los purines lo más cercano a la fecha de establecimiento del cultivo y preferentemente en primavera, cuando existe el mayor crecimiento vegetal y por consecuencia, un mayor uso de agua y de nutrientes por las praderas y cultivos. En aplicaciones de cobertera sobre suelo barbechado, incorporarlos lo más rápido posible, idealmente dentro de las seis horas postaplicación.
- No pastorear con terneros las praderas donde recién se ha aplicado purines, pues el riesgo de contaminación por patógenos es mayor.
- Realizar un plan predial de aplicación de purines (PAP), definiendo claramente las áreas donde pueden o no ser aplicados, para reducir el riesgo de contaminación. Llevar registros, e idealmente un mapa, de los sectores donde se ha aplicado (dosis, tipo de purín) para las distintas fechas y años.
- Caracterizar el purín producido, en al menos 2 épocas del año, en relación a volumen diario producido, contenido de nitrógeno total y mineral, fósforo, potasio.
- Calcular la dosis de purines a aplicar de acuerdo a las características del purín, los requerimientos del cultivo y los niveles de fertilidad del suelo. Utilizar un balance de nutrientes para este efecto.
- Establecer un sistema de distribución y aplicación de purines que permita cumplir el plan predial de aplicación (PAP) establecido.
- Utilizar, cuando sea pertinente, equipos de aplicación con bajas pérdidas de N por volatilización y que no produzcan malos olores. En aspersión de purines con bajo contenido de materia seca, usar baja presión con la finalidad de reducir la formación

de microgotas. Calibrar correctamente el equipo para asegurarse que se está aplicando la dosis previamente calculada.

Respecto de las normativas, del análisis de brecha fue posible identificar algunas normas que podrían implementarse en el país, para hacer sustentable el manejo de los residuos ganaderos.

- 1) Establecer una norma legal que defina apropiadamente el **concepto de residuo**, y en especial aquellos derivados de la producción pecuaria. Este cuerpo legal podría reconocer el valor como fertilizante y/o mejorador de suelos de los purines, guanos, estiércol, etc., y darles un valor agregado dentro del sistema productivo.
- 2) **Homologar los planteles ganaderos** (lo que incluye todas las especies de crianza confinada y semi confinada) en función del tiempo de confinamiento, dado el efecto directo sobre la generación de residuos y los contaminantes asociados que tiene el tiempo de confinamiento. Por otra parte, para homologar las especies, se deberían definir los planteles en base al número de unidades animales y establecer un número mínimo de unidades animales, sobre el cual, el plantel presenta riesgos ambientales, y que por lo tanto amerite la implementación de medidas de mitigación. Complementariamente, se requiere que los planteles sean categorizados en relación al número de unidades animales que presentan, dado que la escala del plantel se relaciona estrechamente con la generación de impactos ambientales potenciales.

La implementación de normas legales referidas a la aplicación de residuos, en especial ganaderos, al suelo como fertilizante y/o mejorador de suelos, se ve dificultada fundamentalmente por la ausencia de líneas base de información y por la falta de definición de la vulnerabilidad del nuestro territorio. Mientras este impedimento se mantenga, difícilmente se podrá avanzar en el tema.

En este sentido, este estudio colabora en la definición de la línea base requerida, dado que identifica la distribución de planteles por clase animal, desarrolla estimaciones de

volúmenes de residuos, nutrientes y materia orgánica generados, y describe los sistemas de manejo de residuos de aves y bovinos utilizados en el país. La actualización y mejoramiento de esta información, en forma permanente se considera de vital importancia para apoyar las normativas futuras y la toma de decisiones de la autoridad, en este tema.

Por ello se sugiere en relación a esto, las siguientes *Acciones a nivel estatal o de organismos del Estado*

- a. Implementar una norma que obligue a cualquier propietario de un plantel ganadero intensivo (previa definición legal) a informar el inicio y término de actividades dentro de un plazo de 1 mes de ocurrido el hecho, como también de informar a la autoridad la dotación animal y sus cambios, en forma semestral, desagregada según lo pida el organismo pertinente.
- b. Mantener actualizado semestralmente el registro de los planteles ganaderos, el cual debe considerar, al menos aspectos como georreferenciación, número de animales por clase y tipo, y tipo de plantel.
- c. Implementar una norma que obligue a los productores ganaderos a informar del flujo de alimentos requeridos para la explotación, separado por tipo y cantidad, raciones utilizadas, almacenamiento, época del año en que las utiliza, origen de los mismos y composición de las dietas.
- d. Implementar una norma que obligue a los productores ganaderos a informar de los volúmenes, composición y destino de los residuos generados.

f) Propuestas de investigación y trabajo futuro

A partir del análisis de la información recopilada por esta consultoría, de a identificación de los parámetros y factores críticos en los diferentes sistemas de producción animal evaluados, se recomienda estudiar a futuro diferentes temáticas relacionadas con el manejo de los residuos provenientes de planteles ganaderos intensivos y su impacto en el ambiente. Estas temáticas son las siguientes:

- Definición de tasas sustentables, por zona climática, de aplicación de guanos de diferente naturaleza. Se busca conocer la velocidad de descomposición de la M.O, la entrega de nutrientes y las tasas de aplicación por zona geográfica y de acumulación de M.O en el suelo.
- Estudios de dinámica y biodisponibilidad de nutrientes provenientes de residuos ganaderos, específicamente fósforo.
- Estudio del efecto de dosis incrementales sobre propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, principalmente salinidad de suelos.
- Evaluación del impacto de la acumulación puntual de residuos ganaderos sobre las aguas subterráneas locales, por lixiviación de nutrientes.
- Desarrollo de un sistema experto para la toma de decisiones en la aplicación sustentable de residuos provenientes de plantales ganaderos al suelo.
- Evaluación de contaminantes difusos menores (antibióticos, hormonas, plaguicidas, ETM's) provenientes de residuos de plantales ganaderos, y su biodisponibilidad.

ANEXO 1

PROGRAMA TALLER DE CAPACITACION EN EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE PLANTELES PECUARIOS



TALLER DE CAPACITACION EN EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE PLANTELES PECUARIOS

Día 07 de Septiembre

- 9:00 – 9:30 Inscripciones
- 9:30 – 9:45 Inauguración del Taller
- 9:45 – 10:30 Efectos del Establecimiento de un plantel pecuario sobre el ambiente
Francisco Salazar S., Ing Agr. Ph.D.
- 10:30–11:00 Café
- 11:00- 12:00 Producción y caracterización de residuos orgánicos de planteles ganaderos y variables asociadas a los impactos ambientales: DBO, DQO, fósforo, CE y sólidos.
Sergio González, Ing. Agr. MS.
- 12:00-12:45 Producción y caracterización de residuos orgánicos de planteles ganaderos y variables asociadas a los impactos ambientales (en relación a residuos de planteles ganaderos):
N y su dinámica
Francisco Tapia, Ing. Agr. MS.
- 12:45-13:15 Consultas
- 13:15-14:00 Almuerzo
- 14:00-15:30 Sistemas de tratamiento de residuos ganaderos y eficiencia en la reducción de contaminantes
Sistemas naturales
a).- Acuáticos -
b).- Terrestres –
José María Peralta, Ing. Agrónomo Ph.D.
Sistemas convencionales
María Pía Mena, Ing. Civil, (Universidad de Chile)
- 15:30-16:15 Dinámica del agua subterránea y conceptos de fragilidad de sitio
Carlos Espinoza, Ing. Civil (Universidad de Chile)
- 16:15-16:45 Café
- 16:45-17:30 Propuesta de guía de evaluación de planteles de cerdo presentados al SEIA
Sergio González-José M. Peralta
- 17:30-18:00 Consultas

Día 08 de Septiembre

- 9:30-10:00 Unidades de medida y transformaciones
 José María Peralta
- 10:00-13:00 Conceptos de balances de masa, ejemplos y ejercicios (4 horas)
 Balances de nitrógeno
 Balances hídricos
 José M. Peralta-Sergio González M.
- 13:00-13:15 Consultas
- 13:15-14:00 Almuerzo
- 14:00-16:00 Evaluación de la presentación al SEIA de un plantel de cerdo.
 Sergio González, José María Peralta y Francisco Tapia
- 16:00-16:30 Café
- 16:30-17:30 Consultas – discusión – conclusión

ANEXO 2

LISTADO DE PARTICIPANTES TALLER DE CAPACITACION

INSCRIPCIÓN

TALLER DE CAPACITACION EN EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE PLANTELES PECUARIOS

NOMBRE	REGION	TELEFONO
Juan Machuca Lagos	RM	09-2360939
Francisco Javier Luco Francio	RM	8323805
Javier Araya Benavente	V	33-310829
Mónica Céspedes León	VIII	42-631096
Mario Gallardo Peña	RM	6764006
Carlos Benavente Carmona	VIII	09-0997614
Gonzalo Narea Cazenave	RM	6986517
Ana María Silva Andrade	VIII	09-6793419
Vivian Bustos Carrasco	VIII	09-4925802
Víctor Sandoval Moreno	V	09-4891812
Raúl Torres Miranda	IV	51-224836
Sergio Jerez Arraigada	SAG Central	09-9021515
Cristian Gutiérrez Serrano	SAG Central	08-2277231
Olga Espinoza Muñoz	SAG Central	3451541
Juan Fuller Catalán	V	32-311470
Oscar Parada Gálvez	IV	51-224836
Hugo Solís Jara	VI	72-715604
Juan Fernández Román	VI	72-571153
Ximena Contreras Fernández	RM	8581851
Ignacio Figueroa Cornejo	RM	09-5666158
Daniela Álvarez Gennaro	VI	09-4790693
Ricardo Rubio Casas-Cordero	V	34-421413
Fernando Hidalgo Standen	VI	72-821451
Francisco Iglesias Correa	VI	72-821451
Patricia Cáceres Díaz	III	52-220516
Rodrigo Alegría Méndez	III	52-212865
José Andaur Caceres	III	52-212681
Cristian Ruiz-Tagle Cueto	RM	8156444
Zandra Monreal Araya	RM	3451540
Ninoska Guilardes Morales	V	33-311470
Ema Martínez Núñez	V	33-311470
Claudio Banda Contreras	V	32-258768
Claudia Contardo Perinetti	V	34-510186
Jorge Moya Castro	VI	72-226996
Loreto Álvarez Gómez	RM	6764039
Claudio Cárdenas Catalán	RM	6764039
Benjamín Andrade Espejo	RM	6764040
Olivia Henríquez Henríquez	SAG Central	3451531

ANEXO 3

EVALUACIÓN TALLER DE CAPACITACION

EVALUACION TALLER

PREGUNTA	NOTA	COMENTARIO	Nº ALUMNOS	%
1	5	Aumentar el conocimiento del Proyecto	24	83
	4	Si, especialmente en temas más técnicos como los sistemas de tratamientos.	3	11
	3	Si aumentaron, los conocimientos	1	3
	2	En general se refuerzan conceptos, sin embargo hubo nuevos temas teóricos.	1	3
			29	100
2	5	Procesos químicos y biológicos en el suelo de N Medidas específicas de manejo de purines para efectos de evaluación ambiental.	24	83
	4	Alternativa efectivas y económicas de disposición significativa del N.	3	11
	3	Hubiese sido muy constructivo haber entregado los de los ejercicios planteados y trabajar en conjunto con el expositor.	1	3
	2	Ver el Manual sobre APL de cerdos	1	3
			29	100
3	5	Creo que fue un Taller de buen nivel La infraestructura es moderada (Sillas duras, Café escuálido, pantallas del data show muy abajo). Lo positivo estuvo en los contenidos y las exposiciones. Los cuadros copiados de publicaciones extranjeras deben presentarse traducidos.	24	83
	4	Mejor cumplimiento de los horarios, mayor tema para exponer los temas. Enfoque académico. Abundancia de datos no significativos y prolongada exposición de los Ingenieros.	3	11
	3	Explicaciones claras. El material de apoyo CD y documentos se debió entregar durante el Curso.	1	3
	2	Realizar talleres donde se observe la problemática SAG sobre la evaluación de estas actividades (Planteles de cerdos)	1	3
				100

ANEXO 4

GUIA DE EVALUACIÓN DE PLANTELES PECUARIOS

Guía de evaluación de planteles pecuarios

Introducción

De acuerdo a la normativa vigente, y al sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA) al SAG le corresponden funciones de evaluación de los estudios y declaraciones de impacto ambiental que presentan los proponentes, en el ámbito de velar por el cumplimiento de la normativas de carácter ambiental de competencia del Servicio, y de que aquellos proyectos que puedan generar impactos significativos sobre los recursos naturales renovables, del ámbito agropecuario y de ecosistemas de vida silvestre, apliquen las medidas de mitigación, restauración y/o compensación pertinentes.¹

Un plantel ganadero intensivo, y de forma especial uno de producción porcina, presenta múltiples efectos en las variables ambientales, aire, suelo y agua, principalmente debido a la concentración de una gran masa animal en pequeñas superficies de terreno, la utilización de alimento concentrado con materias primas originadas fuera del predio y, una abundante generación de excretas. Esta situación produce la excreción de gran cantidad de nutrientes, materia orgánica y patógenos al ambiente, lo cual puede eventualmente poner en riesgo los recursos ambientales asociados al proceso productivo.

Es fundamental evaluar apropiadamente un plantel ganadero intensivo, desde el punto de vista de su impacto en el medio ambiente, de forma tal de estimar o cuantificar los eventuales daños o riesgos y solicitar las medidas necesarias al proponente para su mitigación.

1 Fundamentos de la evaluación

¹ <http://www.sag.gob.cl/framearea.asp?cod=8>

La evaluación ambiental de un futuro plantel ganadero intensivo debe estar basada, en primer lugar, en la cuantificación de los impactos, tanto positivos como negativos que el plantel eventualmente ofrece. Esta cuantificación se realiza, por un lado, desarrollando balances de masa ² de los principales recursos que el plantel utiliza para su proceso productivo. En este sentido, son de gran importancia los balances de alimentación vs excretas, de agua, de los principales nutrientes, de DBO, etc., de forma de evaluar, al final del proceso, el o los factores limitantes que deben ser considerados por el proponente dentro de su sistema propuesto de manejo y/o tratamiento de los residuos producidos. Como un aspecto básico, se considera necesario que la presentación contenga toda la información necesaria para poder evaluar.

Por otra parte, la evaluación debe considerar aspectos relacionados al sistema o los sistemas de manejo o tratamiento propuestos, tales como eficiencias reales de reducción de contaminantes, metodología propuesta acorde al problema a resolver, e identificación de las externalidades asociadas al efluente final proveniente del sistema de tratamiento o manejo.

2.1 De la información necesaria

Uno de los aspectos claves que debe chequearse es que el proyecto de manejo ambiental de los residuos contenga toda la información necesaria para evaluar adecuadamente los eventuales impactos a las variables ambientales. Una guía importante es cumplir con lo solicitado en el II Acuerdo de Producción Limpia, en lo referente a los Planes de Aplicación de Purines (PAP's), formato que se incluye al final de este capítulo.

Pero, desde una perspectiva más global de análisis de las consecuencias ambientales de un plantel, es de gran importancia que el proyecto contenga al menos, los siguientes aspectos:

² Se refiere a considerar el plantel como un sistema físico, donde los ingresos de un elemento deben ser equivalentes a las pérdidas.

Antecedentes generales

Item	SI	Ubicación en documento	NO	Acepta	Rechaza	Observaciones
Nombre de la empresa o titular						
Nombre del propietario o representante legal						
Nombre de contacto en la empresa						
Teléfono de contacto						
Fax o correo electrónico de contacto						
Nombre del plantel o planteles						
Ubicación geográfica (UTM)						
Ubicación administrativa						
Plano de ubicación (1:50.000)						
Plano de detalle de cada plantel (1:5000 o más detalle)						
Responsable de la presentación al SEIA (persona natural o jurídica)						
Nombre completo del responsable						
Profesión						
Teléfono de contacto						
Fax o correo electrónico de contacto						

Descripción de cada plantel

Item	SI	Ubicación en documento	NO	Acepta	Rechaza	Observaciones
Tipo de plantel (detalle de todas las etapas de desarrollo del animal)						
Número de animales						
Reproductores						
Destete-engorda						
Otros						
Número de pabellones (desagregados/etapa de desarrollo)						
Tamaño (m ²) de pabellones						

Producción de excretas

Item	SI	Ubicación en documento	NO	Acepta	Rechaza	Observaciones
Cantidad de excretas sólidas (kg/pabellón/mes)						
Volumen de orinas (L/pabellón/mes)						

Sistemas de limpieza e instalaciones

Item	SI	Ubicación en documento	NO	Acepta	Rechaza	Observaciones
Sistema de limpieza						
Cama caliente (descripción del sistema)						
Volumen o masa de paja (kg o m ³ /mes/pabellón)						
Agua (descripción del sistema de gestión de agua)						
Volúmenes de agua utilizado en limpieza (l/mes/animal/etapa)						
Volúmenes de agua utilizado en bebida (l/mes/animal/etapa)						

Manejo de residuos

Item	SI	Ubicación en documento	NO	Acepta	Rechaza	Observaciones
Volumen de purines (L/pabellón/mes)						
Composición de Purines y guanos y lodos						
Química (aniones y cationes mayores disueltos, macro y microelementos)						
Biológica (coliformes fecales y Salmonellas, como mínimo)						
Física (pH, CE, Sólidos)						
Sistema de conducción del purín (largo, dimensión, material, emplazamiento)						
Descripción del manejo del purín (descripción de la gestión del purín hasta disposición final)						
Separación sólidos						
Guano y lodos (describir hasta disposición final en caso de separación de fases o sistema de tratamiento)						
Efluente (describir hasta disposición final en caso de separación de fases o sistema de tratamiento)						
Lagunaje (tipo de laguna, volumen, número de lagunas, tipo de revestimiento y manejo)						
Planta de lodos activados (volumen de lodos producidos, disposición de los lodos)						
Biodigestores (descripción y volumen y disposición de residuos producidos)						

Plan de disposición de residuos

Item	SI	Ubicación en documento	NO	Accepta	Rechaza	Observaciones
Purín crudo y efluentes						
Descarga a curso de agua (cumple DS90)						
Aplicación al suelo						
Volumen mensual a aplicar (m ³ /mes)						
Balace hídrico mensual (evapotranspiración, precipitaciones, retención en el suelo, riego, aplicación de purín o efluente)						
Balace de nitrógeno mensual (denitrificación/volatilización, extracción vegetal, aportes por aplicaciones y fertilizantes)						
Descripción de suelos (serie, tipo y fase, pendientes, retención de humedad, textura, CIC, estratas u horizontes, MO, profundidad de la napa, velocidad de infiltración)						
Uso del suelo (especie, superficie, demanda de N y agua, rotaciones, plano de uso del suelo)						
Carga de DBO por unidad de superficie (kg DBO/ha/día)						
Guanos y o lodos						
Alimentación animal						
Número de animales y masa de guano utilizada						
Aplicación al suelo						
Dentro o fuera del predio						
Compostado						
Composición y tasa de aplicación						
Crudo						
Tasa de aplicación						
Fuera del predio						
Sistema de transporte (descripción del acondicionamiento de la carga)						

Otros residuos

Item	SI	Ubicación en documento	NO	Accepta	Rechaza	Observaciones
Mortalidad (descripción del destino final, transporte y disposición de cadáveres y restos biológicos)						
Envases (sistema de acumulación, registro y disposición de envases)						

Plan de prevención y control de olores y vectores

Item	SI	Ubicación en documento	NO	Acepta	Rechaza	Observaciones
Presenta plan de prevención						
Identifica sitios críticos						
Propone medidas preventivas y de control						

Plan de contingencia

Item	SI	Ubicación en documento	NO	Acepta	Rechaza	Observaciones
Presenta plan de contingencia						
Identifica factores críticos						
Propone medidas de gestión (prevención y emergencia) para cada factor crítico						

2 Del sistema de tratamiento propuesto

Los sistemas de tratamiento propuesto de los efluentes provenientes de un plantel ganadero pueden ser diversos. Un sistema a implementar puede ser sólo el remover sólidos y aplicar al suelo el efluente restante, la utilización de lagunas anaeróbicas y aplicación al suelo, hasta los más complejos, como biodigestores y producción de biogás, hasta sistemas de nitrificación-denitrificación y floculación de sólidos, para finalmente terminar con el líquido remanente aplicado al suelo o, si cumple el DS 90, descargado a cauce superficial.

Lo importante en un sistema de tratamiento son algunos aspectos que dicen relación con:

- a) la eficiencia del tratamiento respecto a algún elemento que se desea reducir. En este sentido, es importante destacar que los sistemas de tratamiento no son, en general, 100% eficientes en la reducción de los contaminantes, al menos, no en un sentido

económico. Si consideramos un sistema que reduce el 90% de N, de un efluente que contiene 1.500 mg l^{-1} de dicho elemento, y lo comparamos con otro sistema que reduce el 95% de N, pero de un efluente que contenga 3.500 mg l^{-1} de N veremos que el primero deja un efluente con 150 mg l^{-1} de N, mientras que el segundo, deja un efluente con 175 mg l^{-1} de N. Cada método en general, tiene sus propias eficiencias ideales y reales (estas últimas descritas en sistemas actualmente en operación o en referencias bibliográficas de sistemas reales) y, en general, estas últimas son las más validas. Antecedentes respecto a la eficiencia teórica de diferentes sistemas de tratamiento pueden ser encontradas en esta misma guía (en capítulos de tratamientos convencionales y naturales), o en el documento “Recomendaciones técnicas para la gestión ambiental en el manejo de purines de la explotación porcina” que puede encontrarse en el siguiente sitio web: (http://www2.sag.gob.cl/Recursos-Naturales/manejo_purines_cerdo/inicio.htm). Cualquier valor de eficiencia que se reporte debería estar documentado con la analítica correspondiente e indicado el origen de la información.

- b) La pertinencia del método o sistema a utilizar: Este aspecto es privilegio de la empresa, sin embargo algunos aspectos pueden ser evaluados. Un aspecto a analizar es el objetivo del tratamiento o sistema, es decir, si ese sistema o tratamiento propuesto es apropiado para el factor considerado limitante ambientalmente. Para definir este punto, primero debería existir un análisis previo del factor o elemento limitante principal. Este factor o elemento limitante principal normalmente es uno de los elementos constituyentes del efluente, sin embargo, también puede ser la superficie disponible o la cercanía con centros poblados. Si fuera algún elemento o nutriente contenido en el efluente, el sistema propuesto debe estar orientado a reducir su presencia y se debe proveer información pertinente y actualizada acerca de sus eficiencias. Si el factor limitante fuera, por ejemplo, la cercanía con centros poblados, posiblemente el sistema debe estar diseñado para reducir olores y para la instalación debería tomarse en consideración los vientos predominantes y la posición fisiográfica. Si el factor fuera la superficie disponible,

el tratamiento debe estar diseñado para reducir el o los constituyentes a un nivel tal, que permita su aplicación final al suelo en forma sustentable

3 Balances de masa

Un balance de masa se refiere a establecer y cuantificar, dentro de un sistema, los aportes y las pérdidas de un determinado elemento o producto. La diferencia entre aportes y pérdidas, en peso, se considera un diferencial de almacenamiento dentro del sistema, el cual puede ser positivo o negativo (positivo refleja que el sistema ganó en masa y negativo significa que disminuyó la cantidad total en masa de ese elemento dentro del sistema). Lo más simple de entender es el balance de humedad en el suelo, donde si se midiera la cantidad total de agua en el suelo en una fecha determinada, después de un período de tiempo se podría volver a medir y la cantidad total habría variado. La siguiente figura ilustra lo anteriormente expuesto:

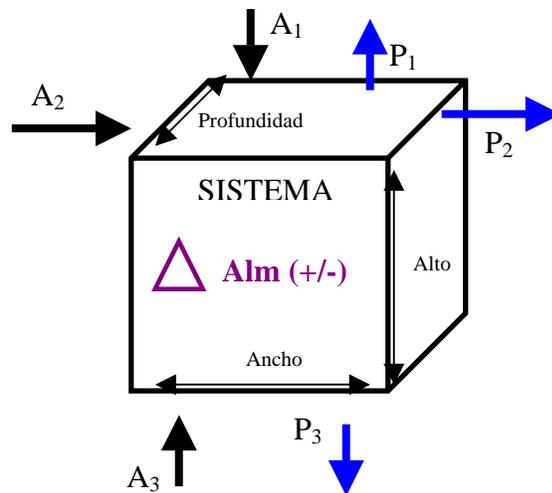


Figura 1: Definición de sistema y aportes y pérdidas.

El sistema se considera cualquier cuerpo, definido por dimensiones reales, en este caso, un ancho, un largo y una profundidad (lo que da un volumen), aunque también el sistema

puede ser bidimensional, lo que simplifica el análisis. A un sistema además se le puede agregar la dimensión tiempo si es que es necesario dentro del análisis y trabajar con flujos de materia en vez de masa.

La ecuación general de balance de masa corresponde a la siguiente:

$$\sum_1^n \text{Aportes} - \sum_1^m \text{Pérdidas} = \Delta \text{Almacenamiento}$$

El delta de almacenamiento corresponde a la ganancia o pérdida de masa del elemento bajo análisis en el período considerado. Por ejemplo, al realizar un balance hídrico anual, si se toma el contenido de humedad en 1 metro de suelo al día 0, al día 366, se vuelve a evaluar el contenido de humedad, y si este es inferior al inicial, quiere decir que el delta de almacenamiento es negativo, es decir, el suelo perdió humedad respecto al estado inicial.

3.1 Balance de agua

El balance de agua debe realizarse considerando, idealmente, todos los procesos que están involucrados en el ciclo del agua predial o del sistema. Aspectos claves en un balance hídrico son, como pérdidas y aportes: la evapotranspiración y la precipitación. Se les considera aspectos clave fundamentalmente debido a su magnitud e influencia en el balance general de agua.

Un balance de agua generalmente considera los siguientes aspectos:

$$\sum_1^n \text{Aportes} - \sum_1^m \text{Pérdidas} = \Delta \text{Almacenamiento}$$

$$(\text{Precipitación} + \text{Riego} + \text{Ascensocapilar}) - (\text{Esguerrimiento} + \text{Drenaje} + \text{Evapotranspiración}) = \Delta \text{alm agua}$$

El balance debe ser realizado en términos mensuales, utilizando registros de evapotranspiración históricos (al menos unos 5 años). Si es que son difíciles de encontrar, se sugiere obtener registros de evaporación de bandeja (E_b), y utilizar un coeficiente de bandeja (K_p) apropiado para transformarlos a evapotranspiración potencial (ETP). Para transformarlos a valores de evapotranspiración de cultivo (ETC), debe usarse un coeficiente de cultivo, que en la mayoría de los casos varía mensualmente, proveniente de una fuente confiable, ojalá local. Los registros de precipitaciones deben ser tomados de la estadística de promedios mensuales proveniente de estaciones meteorológicas establecidas, idealmente usando estadísticas de 10 años o más, de forma tal de capturar la variabilidad interanual. El riego es generalmente el resultado de la diferencia entre la precipitación y la demanda del cultivo o ETC.

El drenaje es consecuencia de la aplicación natural o artificial de agua, la cual excede la capacidad de retención del suelo³. En general, el drenaje fluctúa entre 8 y 25% de lo aplicado, aunque puede ascender a valores más altos cuando el riego es mal aplicado o existen lluvias más intensas. Valores inferiores de drenaje pueden conducir, bajo ciertas circunstancias a la acumulación de sales en el perfil del suelo.

El ascenso capilar es de importancia en el balance final cuando existe la presencia de un nivel freático cercano a la superficie. El escurrimiento superficial se produce cuando la velocidad de infiltración es excedida y existe pendiente suficiente para que el agua que no alcanza a infiltrar, se escurre superficialmente.

Resumiendo, en términos de balance hídrico, es necesario contrastar las precipitaciones y la evapotranspiración de cultivo; esto y la capacidad de retención del suelo, darán las necesidades de riego y el eventual drenaje (dependiendo de la eficiencia del método que se utilice para regar). A continuación se adjunta una propuesta de cálculo de la tasa de riego diario, considerando el suelo (planilla se adjunta en el CD).

³ Cap. Retención = suma(estrata 1 a N) de $((CDC_{(1 a N)} - PMP_{(1 a N)})/100) * Da * H_{1a N}$

DISEÑO AGRONÓMICO

DETERMINACION DE LA DEMANDA DE AGUA

SERIE SUELOS Cualquiera

DETERMINACIÓN DE LA LAMINA DE AGUA A REPONER

H	Lámina promedio de agua reponer (mm)	45,74 mm				
	Serie suelos	Cualquiera				
		ESTRATA 1	ESTRATA 2	ESTRATA 3	ESTRATA 4	Profundidad total
		0-31	31-43	43-50	51-75	(m)
H	Lámina a reponer por estrata (mm)	28,21	12,96	4,57	0,00	
CC	Capacidad de campo (%)	28	32	21	22	
PMP	Punto marchitez permanente (%)	14	16	12	12	
Da	Densidad aparente del suelo (gr/cm ³)	1,3	1,35	1,45	1,6	
h	Profundidad de raíces (m)	0,31	0,12	0,07	0,00	0,50
0.5	Criterio de riego	0,50	0,50	0,50	0,00	

EVAPOTRANSPIRACION DEL CULTIVO

Eta	Evapotranspiración (mm/día)	4,14
Evb	Evaporación de bandeja (mm/día)	5,17
Kp	Coefficiente de bandeja	0,8
Kc	Coefficiente del cultivo	1

TASA DE RIEGO

TR	Tasa de riego (mm/día)	5,51 mm/día	55,15 m ³ /ha
	Eficiencia del riego (%)	0,75	

3.2 Balance de nitrógeno

Similarmente al caso del agua, el balance de nitrógeno debe realizarse considerando, idealmente, todos los procesos que están involucrados en el ciclo del nitrógeno en el sistema. Aspectos claves en un balance de nitrógeno son, como pérdidas: la extracción por los cultivos, las pérdidas gaseosas como denitrificación y volatilización, y la lixiviación. Como aportes, deben considerarse la fertilización nitrogenada, tanto orgánica como mineral, la aplicación de N en forma de purines, la mineralización desde el suelo y la fijación simbiótica en el caso de cultivos de leguminosas.

Un balance de nitrógeno generalmente considera los siguientes aspectos:

$$\sum_1^n \text{Aportes} - \sum_1^m \text{Pérdidas} = \Delta \text{Almacenamiento}$$

$$(\text{Fertilización} + N_{\text{purin}} + \text{Mineralización} + \text{Fij. Simb}) - (\text{Extracción} + \text{Denitrif.} + \text{Volat.} + \text{Lixiviación}) = \Delta_{\text{alm}} N$$

El balance debe ser realizado en términos mensuales, utilizando una planilla similar a la utilizada para el balance hídrico, donde se consignent los aportes y las pérdidas de nitrógeno del sistema. Para aquellos componentes del balance donde la información es vaga, ceñirse a información bibliográfica adecuada. Ejemplos característicos son:

- a) Volatilización y denitrificación. Este componente generalmente es un porcentaje del N aplicado, donde su valor es variable dependiendo de la fuente de N utilizada, el pH del suelo, la época de aplicación, el estado hídrico del suelo, entre otros. La

literatura reporta valores para este componente de entre el 15 al 20% de pérdidas gaseosas de N respecto de lo aplicado, lo cual incluye ambos procesos, en clima frío, mientras que sube a 25 o incluso 35% en caso de climas más benignos (primavera verano).

- b) Mineralización neta: Este valor es incierto y dependerá de la cantidad de materia orgánica disponible en el suelo. Es el resultado de la inmovilización (transformación de N mineral a N orgánico) y la mineralización (transformación desde N orgánico a N mineral). Existe poca información a este respecto, y datos más precisos pudiesen ser encontrados en investigación local (INIA, Universidades). Si no existiera información, considerar este componente 0, es decir, la inmovilización es similar a la mineralización para el período.

Ciertos aspectos del balance deben ser considerados con atención, ya que la utilización de cifras inadecuadas puede conducir a errores de gran magnitud.

- a) Respecto de la extracción por el cultivo. En general, la extracción de los cultivos está dada por su biomasa producida multiplicado por el porcentaje de N contenido en sus órganos. Por lo tanto, no será lo mismo un cultivo de alfalfa que produce 17.000 kg/ha, con un contenido promedio de N de 4,5% con un maíz, con un rendimiento global de 35.000 kg y un porcentaje de N promedio del 1,4%. En el primer caso, la extracción teórica será de $17.000 \times (4.5/100) = 765$ kgN/ha, mientras que en el segundo será $35.000 \times (1.3/100) = 455$ kgN/ha. De la misma forma, si un cultivo de maíz u otro es atacado por plagas o enfermedades y no expresa su potencial de rendimiento, su extracción disminuirá. Para realizar un análisis más detallado, se recomienda utilizar tablas de extracción de N anuales, por cultivo y complementarlas con la dinámica de la extracción mensual del elemento, la cual estará dada por la curva de crecimiento determinada. En general, si se utiliza la extracción de N por cultivos como una forma de retirar N del suelo, los cultivos a utilizar deben ser altamente extractivos (ejemplos, maíz, ballica perenne, maíz-

ballica para extraer en época invernal y comienzos de primavera, alfalfa, morera u otros), en desmedro de cultivos frutales los cuales, en general, son de baja extracción (vides, ciruelos, duraznos, etc.). Otro aspecto de gran relevancia es que la extracción es un proceso asociado a la disponibilidad de agua, por lo tanto, un cultivo subrregado no absorberá N como uno adecuadamente regado.

- b) Respecto a la lixiviación: La lixiviación es un proceso físico, donde el agua excedente de la precipitación o riego que no es retenida en el suelo, drena más allá de la profundidad de raíces. Este proceso arrastra consigo N en solución el cual se pierde de ser absorbido por los cultivos. Por lo tanto, para que exista lixiviación, debe existir necesariamente drenaje de agua más allá de una cierta profundidad del suelo. Si no existe drenaje, y existe excedente de N en el balance de N, éste se acumulará en el suelo hasta que existan las condiciones para su transporte y eventual lixiviación. Siempre, aún bajo condiciones naturales, existe lixiviación de N, ya sea por la mineralización de la materia orgánica nativa del suelo o por aportes de fertilización artificial. Lo importante es definir una tasa de lixiviación razonable y sustentablemente segura. Posiblemente, si existieran las líneas base en el territorio, el límite superior podría fijarse usando una ponderación entre la lixiviación en condiciones de no uso del suelo, con aquellas de uso agrícola.

4 Factor limitante

Uno de los aspectos fundamentales de una evaluación de un plantel ganadero o porcino en particular es el reconocer lo que se conoce como factor limitante del diseño del sistema de tratamiento de purines o manejo de purines. Se considera como factor limitante aquel elemento que, por ejemplo, al ser aplicado al suelo, requiere de una superficie mayor de aplicación que algún otro en evaluación. Un ejemplo a continuación explicará la situación:

Caso 1: Plantel porcino ubicado en Lonquén que produce $700 \text{ m}^3\text{día}^{-1}$ de purines, con una concentración de N total de 1.550 mg l^{-1} . La superficie disponible para aplicar son 175 ha, y la rotación a usar será maíz-avena con una extracción de $650 \text{ kg de N año}^{-1}$. La evapotranspiración anual de la rotación es de 1.461 mm , y precipita 500 mm año^{-1} . ¿cuál es el factor limitante del diseño?

Análisis desde el punto de vista del agua.

Lo primero que se hace es un análisis rápido de la ETC vs la precipitación (tomar en cuenta que precipitaciones inferiores a los 10-15 mm, no deben descontarse del balance hídrico, ya que no se consideran efectivas), y calcular la eventual necesidad de riego (considerando la eficiencia de riego. La siguiente planilla (se incluye en el CD) muestra como se puede evaluar en forma rápida el aporte del purín al balance hídrico general. Si se varía la superficie en la celda E20, se puede calcular cuanta superficie se requiere para aplicar $700 \text{ m}^3\text{día}^{-1}$ de purín (como riego). Se observa que la superficie, a período de máxima demanda, no supera las 7,1 ha, de las 175 disponibles. De la misma forma, se observa que en Mayo, la demanda hídrica requiere $700 \text{ m}^3\text{día}^{-1}$ para 76 ha.

Esta planilla también puede ser útil para estimar en forma rápida las necesidades de almacenamiento invernal, cuando el purín no puede ser distribuido.

Análisis factor limitante del diseño. Purines como aporte hídrico

Mes	Evapotranspiración de cultivo		Precipitaciones		Pp-ETC (mm/día)	Eventual necesidad de riego	
	(mm/mes)	(mm/día)	(mm/mes)	(mm/día)		(mm/día)	$\text{m}^3/\text{día}$
Enero	216	7,0	0	0,0	-7,0	10,0	7.565
Febrero	175	6,3	0	0,0	-6,3	8,9	6.786
Marzo	165	5,3	2,5	0,1	-5,2	7,5	5.691
Abril	105	3,5	6,5	0,2	-3,3	4,7	3.565
Mayo	88	2,8	68	2,2	-0,6	0,9	700
Junio	45	1,5	125	4,2	2,7	-3,8	0
Julio	32	1,0	135	4,4	3,3	-4,7	0

Agosto	52	1,7	85	2,7	1,1	-1,5	0
Septiembre	101	3,4	45	1,5	-1,9	2,7	2.027
Octubre	125	4,0	21	0,7	-3,4	4,8	3.642
Noviembre	165	5,5	12	0,4	-5,1	7,3	5.537
Diciembre	192	6,2	0	0,0	-6,2	8,8	6.724
Total	1461		500				

Superficie a regar (ha)	76
Método de riego	Aspersión
Eficiencia de aplicación del método (%)	70

A esta misma planilla se le puede agregar el agua de riego a aplicar, de forma tal de estimar los requerimientos hídricos totales del predio en cuestión.

Análisis desde el punto de vista del Nitrógeno.

Para el mismo ejemplo anterior, se analiza a continuación el aporte de nitrógeno de los purines y se compara con la demanda de nitrógeno de la rotación. Se debe hacer una estimación de las pérdidas por volatilización y desnitrificación (que en el ejemplo podemos asumir como un 30%) y estimar la superficie requerida para utilizar el nitrógeno contenido en los purines.

El desarrollo simplificado de este tipo de análisis se presenta en la siguiente planilla (archivo excel incorporado al CD).

Análisis factor limitante del diseño. Purines como aporte de nitrógeno

Superficie (ha)	Flujo de purines (m ³ día ⁻¹)	Concentración de N		Carga total de Nitrógeno	
		mg N-NH ₄ ⁺ l ⁻¹	mg N-NO ₃ ⁺ l ⁻¹	kg N-NH ₄ ⁺ año ⁻¹	kg N-NO ₃ ⁺ año ⁻¹
175	700	1350	22	344.925	5.621

Porcentaje de Volatilización 20

Porcentaje de denitrificación 10

Pérdidas gaseosas		Carga de Nitrógeno final	
kg N-NH ₃ año ⁻¹	kg N-N ₂ año ⁻¹	kg N-NH ₄ ⁺ año ⁻¹	kg N-NO ₃ ⁺ año ⁻¹
68.985	562	275.940	5.059

Demanda de N	Superficie requerida	Diferencia de superficie
(kg N ha ⁻¹ año ⁻¹)	(ha)	(ha)
650	432,3	-257,3

Se puede apreciar en el análisis (que aunque grueso, ya que falta incorporar aspectos como demanda mensual de nitrógeno, aportes por el agua de riego) que si la demanda fuese pareja durante el año, existe, para este ejemplo, un déficit de superficie de alrededor de 257 ha, para aplicar el N producido con ese flujo de purines.

Por lo tanto, es posible indicar que el factor limitante del diseño, en este caso corresponde al nitrógeno, el cual se encuentra en exceso en relación a la superficie disponible. Esto indica que la evaluación de un plantel pasa por desarrollar balances de masa para diferentes elementos constituyentes del purín y contrastarlos con la reglamentación o uso vigente, de forma de establecer los límites.

Por ejemplo, para DBO₅, si consideráramos un límite de 300 kgDBO₅ ha⁻¹, tenemos:

Análisis factor limitante del diseño. Purines como aporte de DBO₅

Superficie	Flujo de purines	Concentración	Carga total de DBO₅		Superficie requerida
(ha)	(m ³ día ⁻¹)	mg DBO ₅ l ⁻¹	mg DBO ₅ día ⁻¹	kg DBO ₅ día ⁻¹	(ha)
175	700	32000	22.400.000	22.400	75

Carga máxima **300** kg DBO₅ ha⁻¹día⁻¹
Diferencial de superficie: 100 ha

Se observa en este ejemplo, que para una concentración de 32.000 mg l⁻¹ de DBO₅ y las exigencias de aplicación dadas de 300 kg DBO₅ ha⁻¹ día⁻¹, se requieren alrededor de 75 ha para cumplir el objetivo.

De acuerdo a estos balances independientes, se debe seleccionar el parámetro más exigente y diseñar la solución desde esta perspectiva. En este ejemplo, el más exigente en superficie es el nitrógeno, por lo cual será el elemento que controlará el diseño o acciones de manejo a implementar.

Recomendaciones generales a considerar para la evaluación

En el documento “Recomendaciones Técnicas para la Gestión Ambiental en el Manejo de Purines de la Explotación Porcina” recientemente editado, se muestran en su capítulo 4, una serie de recomendaciones de buenas prácticas en el manejo ambiental de los planteles, incluyendo purines y otros residuos, las cuales deben estar, de alguna forma, incluidas en la presentación.

Algunos aspectos básicos son, en relación al manejo de purines:

- Que sin perjuicio de la tecnología usada, el diseño de ésta debe considerar el nitrógeno, y la carga hidráulica (balance hídrico) como factores limitantes.
- Al aplicar, considerar cuidadosamente la extracción por los cultivos, pensando que ésta es variable y depende de cada especie y cultivar. En Chile se han determinado extracciones de entre 480 a 600 kg N/ha/año para un sistema de maíz-avena en la zona central del país, y de entre 350 a 550 kgN/ha/año para ballica perenne, en las mismas condiciones.
- Las cargas de nitrógeno por hectárea (kgN/ha/año) deben ser explicitadas. Se recuerda que estudios desarrollados en Chile (Proyecto FONSA 57-14-300, muestran que cargas superiores a 900 kgN/ha/año, no incrementan el rendimiento de los cultivos, y por lo tanto dejan N disponible para lixiviación.

- El análisis de las cargas por hectárea debe ser evaluado en forma individual, pensando en el concepto de balance, donde la extracción por los cultivos juega un rol preponderante, aunque también deben considerarse las pérdidas gaseosas (15 a 35% de lo aplicado) y una lixiviación permitida.
- La aplicación en condiciones de suelo desnudo debe ser evitada debido que está demostrado que incrementa la tasa de lixiviación de N hacia la profundidad del suelo. Por lo tanto es necesario poner atención a la distribución de los cultivos y su período de crecimiento. Si el proyecto considera la aplicación en condiciones de suelo desnudo o es implícito que así ocurrirá, se recomienda sugerir la implementación de lagunas anaeróbicas de acumulación por el período correspondiente.
- Deben presentarse explícitamente medidas de control que impidan el escurrimiento superficial de la fracción líquida y/o purines a cursos de agua cercanos, artificiales o naturales, así como su infiltración a aguas subterráneas.
- No regar con la fracción líquida y/o purín cuando llueva, ni mientras esté saturado el suelo con agua.
 - 1) En el plan de aplicación, debe indicarse la distancia mínima entre el límite del área de aplicación de purines y fuentes de agua potable, la cual no puede ser inferior a 20 m.
 - 2) Debe existir una distancia mínima de 3 metros entre el límite del área de aplicación de purines y cuerpos de agua superficiales (ríos, esteros, canales, humedales o lagos). Además, deberá contar con una pendiente igual o inferior al 15 %, salvo que existan obras ingenieriles que aseguren que no existirá contacto entre dicha aplicación y los cursos de aguas superficiales.

- 3) La aplicación debe ser realizada en áreas en donde no se generen inundaciones periódicas y/o afloramientos de agua.

ANEXO 5.

PAUTA PARA LA PRESENTACIÓN DE PLANES DE APLICACIÓN DE PURINES (PAP)

PAUTA PARA LA PRESENTACIÓN DE PLANES DE APLICACIÓN DE PURINES (PAP)⁴

I. OBJETIVOS DEL PLAN

1.1 Objetivo General

Reducir todos aquellos impactos o efectos propios de la aplicación de purines al suelo, sobre los recursos naturales renovables (suelos, agua superficial y subterránea, entre otros).

1.2 Objetivos específicos

- a) Reducir la carga de nitrógeno aplicada a los suelos de un predio.
- b) Identificar las características del predio que inciden directamente sobre el área de aplicación.
- c) Aumentar el nivel de conocimiento de la línea base sectorial respecto a los cargas de Nitrógeno aplicada a los suelos.

A continuación, se detalla toda la información que se requiere para evaluar la viabilidad técnica de un PMP:

⁴ Cada uno de los requerimientos deberá ser presentado en formato de tablas Excel.

II. ANTECEDENTES GENERALES

a) Nombre del plantel o planteles que componen el PMP.

N°	Nombre Predio	Nombre Plantel
1		
2		
3		

b) Nombre, RUT, teléfono y correo electrónico de contacto del propietario.

Nombre	Rut	Teléfono	E-mail

c) Ubicación de cada plantel:

Plantel	Región	Provincia	Comuna	Coordenada UTM ⁵	Rol	Superficie
1						
2						

Además, se deben adjuntar los siguientes productos cartográficos:

- Un mapa a escala 1:50.000 donde se muestre la ubicación exacta con las vías de acceso destacadas.
- Plano predial indicando emplazamiento del o los planteles y sistemas de tratamientos a emplear a escala 1:2.000 hasta 1:5.000.

d) Responsable del PAP a nivel de cada plantel:

Plantel	Responsable del PAP	Teléfono de Contacto
1		
2		
3		

⁵ La localización de cada plantel debe ser especificada usando GPS (Huso 18, datum 56, u otro especificado).

- e) **Profesional del área agronómica y/o ambiental acreditado que presenta el PAP,**
debe incluir número de registro en ASPROCER.

Nombre Completo:	
Profesión:	
RUT:	
Teléfono:	
E-mail	
N° de Registro:	

Fecha de presentación del PMP

II.- DESCRIPCIÓN DEL PLANTEL

- a) **Tipo de plantel:** Indicar para cada plantel, si corresponde a un plantel de reproducción, recría, crianza y engorda, otros o la combinación de algunos.

<i>Plantel</i>	<i>Tipo</i>
1	
2	
3	

- b) **Tamaño y número de pabellones:** Desagregar la información para cada plantel, y por etapa de desarrollo.

Plantel	<i>Crianza</i>		<i>Engorda</i>		<i>Reproductores</i>		<i>Otros</i>	
	N°.	Tamaño (m ₂)	N°.	Tamaño (m ₂)	N°.	Tamaño (m ₂)	N°.	Tamaño (m ₂)
1								
2								
3								

- c) **Número de animales:** Indicar para cada plantel, el número de animales por cada pabellón, desagregado por etapa de desarrollo e indicar rangos de pesos de cada etapa.

Plantel N°

Pabellón	<i>Crianza</i>		<i>Engorda</i>		<i>Reproductores</i>		Total
	N°	Rango	N°	Rango	N°	Rango	
1							
2							
3							

III.- CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS DE LIMPIEZA DE INSTALACIONES

- a) **Sistema de Limpieza:** Indicar para cada plantel, y/o pabellón el sistema de limpieza a utilizar, entre ellos, sistemas que utilizan agua: lavado con mangueras, llaves, flush, pit u otro o sistemas que utilizan cama caliente (Deep Bedding). Indicar con una X y entre paréntesis el número de pabellones con cada sistema de limpieza.

Plantel	Cama Caliente	Tradicional	Flush	Pit	Slat	Otro
1						
2						

- b) **Volumen total promedio de purines** generados en el día por pabellón y por plantel.

Plantel N°

	Pabellón				
	1	2	3	4	Total plantel
Volumen purín por día					

- c) **Volumen de paja promedio empleada:** Cuando sea aplicable, debe especificarse la cantidad, en volumen de paja a utilizar, por mes. Además, debe indicarse el tiempo de renovación de la cama y señalar el lugar de acopio y aplicación final.

Plantel N°

Mes	Pabellón (cantidad de paja a usar en Cama Caliente, m ³)				
	1	2	3	4	Total plantel
Enero					
Febrero					
Marzo					
Abril					
Cada cuantos meses se renueva					

IV.- TRATAMIENTO PRIMARIO DE PURINES

- a) **Sistema de conducción:** Indicar el largo, dimensión, tipo, materiales y revestimiento de los sistemas de conducción del purín, desde los pabellones, al sistema de tratamiento primario, si existe, y/o a su aplicación final. Deberá señalar si existe canalización independiente de las aguas lluvias.

Plantel	Largo	Tipo de Conducción	Material/ Revestimiento	Sección (largo*ancho) o diámetro	Canalización aguas lluvias independiente
1					
2					
3					

- b) **Sistema de acumulación, homogeneización y ecualización de purines:** Especificar, cuando sea aplicable, el número, ubicación, y dimensiones de las estructuras. Además, debe indicar los volúmenes promedio de purines producidos por día.

Plantel	Tipo de estructura	Dimensiones (m ³)	Volumen de purines producidos (m ³ /día)
1			
1			
1			
2			
3			

- c) **Sistema de filtración o separación de fases:** Cuando sea aplicable, especificar el tipo de separador utilizado, su capacidad de tratamiento, y eficiencias obtenidas. Agregar los volúmenes promedio de sólidos separados por día.

Plantel	Sistema de separación de fases	Capacidad de separación	Eficiencia del tratamiento (% humedad)	Sólidos separados (m ³ /día)
1				
2				
3				

V. MANEJO DE FRACCIÓN SÓLIDA

La fracción sólida debe ser considerada como parte integral de PAP, por lo cual se deben considerar los siguientes aspectos:

- a) **Caracterización de la fracción sólida:** Incluir una caracterización analítica (físico-químico), incluyendo al menos, los contenidos de Nitrógeno total, Fósforo total, Conductividad eléctrica, pH, Materia orgánica, Densidad aparente y Humedad.
- b) **Sistema de transporte:** Indicar como se desarrollará el transporte y cual será el destino de la fracción sólida.

Plantel	Tipo de transporte	Frecuencia	Destino final
1			
2			
3			

- c) **Almacenamiento o tratamiento secundario:** Indicar el lugar y la forma en que la fracción sólida será almacenada, el tiempo de almacenamiento y sus condiciones. Además, en el caso de la utilización de sistemas de estabilización, incluir un detalle del tratamiento secundario propuesto, en términos de la descripción de la metodología a utilizar, el diseño del proceso y el uso final de ésta fracción.

Plantel	Lugar y forma	Tiempo	Condiciones	Sistema de estabilización	Uso final
1					
2					
3					

- d) **Sistema de reutilización:** Se deberá indicar el sistema a utilizar, por ejemplo: aplicación al suelo, alimentación directa, ensilaje, compostaje, generación de

energía, sustrato para hongos. Debe presentarse una tabla, con los volúmenes reutilizados por uso señalado, de tal manera de estructurar un balance anual entre los volúmenes producidos con los empleados.

A continuación, se indican las condiciones específicas que debe incluir cada uno de los sistemas a considerar:

- ***Aplicación al suelo:*** Se incluirá un Programa de aplicaciones y un libro de registro de campo donde se detallen las aplicaciones realizadas. El programa anual debe ser presentado en una tabla, donde en forma mensual, se identifiquen los potreros, superficies (hás), frecuencias de aplicación, cultivos, volúmenes a aplicar y practicas agrícolas (incorporación). Los potreros de aplicación deben estar georeferenciados en un plano predial adjunto. Cuando la aplicación se realice fuera del predio, los antecedentes de este predio también deben estar incluidos en el Programa de Aplicación. En este último caso se debe adjuntar un contrato de aplicación del guano.
 - ***Alimentación de otras especies:*** Se incluirá un programa anual de alimentación y un libro de registro de campo. El programa anual debe ser presentado en una tabla, donde en forma mensual, se indiquen las especies, su número, % porcentaje de participación del guano en la dieta y volúmenes utilizados.
 - ***Otros usos:*** Para cualquier otro uso distinto a los señalados, deberá confeccionarse una programa anual y un libro de registro de campo, donde se especifiquen los volúmenes empleados en forma mensual.
- e) **Caracterización completa del lugar** donde se realizará la aplicación (profundidad de aguas subterráneas, tipo de suelo, Pendiente (expresada como porcentaje), profundidad efectiva del suelo, entre otros).

VI. MANEJO DE FRACCIÓN LÍQUIDA Y/O PURÍN

- a) **Caracterización de la fracción líquida y/o Purín:** Debe incluirse una caracterización analítica (físico-químico), de la fracción líquida y/o Purín a aplicar incluyendo al menos; contenido de Nitrógeno total, Fósforo total, DBO₅, contenido de sólidos totales y suspendidos, sólidos volátiles, Conductividad eléctrica, pH, densidad y temperatura⁶.
- b) **Almacenamiento y/o tratamiento secundario:** En este punto se debe indicar el lugar y la forma en que la fracción líquida y/o purín será almacenado, y/o tratado, el tiempo de almacenamiento o residencia y sus condiciones. Los sistemas a utilizar pueden ser lagunas, biorreactores u otros mecanismos.

Para cada caso se debe presentar un diseño preliminar que asegure el dimensionamiento de las estructuras necesarias para realizar almacenamiento y/o el tratamiento propuesto. Se recomienda como guía para el diseño de estos procesos, usar el documento “Recomendaciones ambientales para la explotación porcina”. Indicar distancias de estas estructuras a cursos de agua superficial y agua potable más cercanos.

plantel	lugar	sistema	profundidad napa	tiempo	condiciones	Distancia a cursos de agua
1						
2						
3						

⁶ Consideraciones para la toma de muestras: Envases a utilizar, preservación, tiempo máximo entre toma de muestra y análisis, volumen de muestra a tomar. Estas condiciones se establecen en las Normas Chilenas del INN (Instituto Nacional de Normalización) NCh 411 Of 96 –Calidad de Agua. Parte 1; Guía para el diseño de programas de muestreo, Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo, Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras y Parte 10: Guía para el muestreo de aguas residuales.

c) Sistemas de reutilización.

Aplicación al suelo: Cuando se utilice este mecanismo para aplicar la fracción líquida y/o purines, se recomienda utilizar como referencia, el capítulo 3.4.2.3., Sistema de Aplicación al Suelo, del documento “Recomendaciones Ambientales para la Explotación Porcina”.

De acuerdo a este documento, las tecnologías para la aplicación pueden ser las siguientes:

- Tasa Lenta,
- Infiltración Rápida o Flujo Superficial u
- Otras respaldadas técnicamente.

Sin perjuicio de la tecnología usada, el diseño de ésta debe considerar el nitrógeno, y la carga hidráulica (balance hídrico) como factores limitantes de cada tecnología.

Además, se deberán implementar medidas de control que impidan el escurrimiento superficial de la fracción líquida y/o purines y su posterior contaminación a los cursos de agua cercanos, artificiales o naturales, así como la infiltración a aguas subterráneas.

Dentro de este marco, no se podrá regar con la fracción líquida y/o purín cuando llueva, ni mientras esté saturado el suelo de agua. De igual forma, el lugar donde se efectuará la aplicación deberá cumplir con las siguientes características:

- a. Debe existir una distancia mínima de 20 metros entre el límite del área de aplicación de purines y fuentes de agua potable.
- b. Debe existir una distancia mínima de 3 metros entre el límite del área de aplicación de purines y cuerpos de agua superficiales (ríos, esteros, canales,

humedales o lagos). Además, deberá contar con una pendiente igual o inferior al 15 %, salvo que existan obras ingenieriles que aseguren que no existirá contacto entre dicha aplicación y los cursos de aguas superficiales.

- c. Áreas en donde no se generen inundaciones periódicas y/o afloramientos de agua.

En el caso de optar por esta alternativa, el Plan de Aplicación deberá incluir la siguiente información:

- a. Plano de ubicación georeferenciando de los potreros que recibirán los purines.
- b. Caracterizar de la superficie del terreno que recibirá aplicación de purines (Descripción de la serie de suelos, textura superficial, profundidad efectiva del suelo, topografía, fertilidad).
- c. Se debe presentar un balance de nitrógeno al inicio y otro al final del acuerdo, y detallar la forma en que cada productor reducirá el nitrógeno aplicado en los predios. La solución propuesta debe estar acompañada por un programa anual que muestre en forma mensual las tasas de aplicación en los diferentes potreros, extracción de los cultivos, etc, de forma de evaluar el procedimiento seleccionado, además de identificar la necesidad de almacenamiento del fracción líquida y/o Purín, cuando corresponda.
- d. Deben presentarse los balances hídricos mensuales que incluyan precipitaciones promedio mensuales, evapotranspiración (carga hidráulica). Se incluirá un programa anual de aplicaciones y un libro de registro de campo donde se detallen las aplicaciones realizadas. Los potreros de

aplicación deben estar individualizados y georeferenciados en el plano predial adjunto al PAP.

- **Otros usos:** Para cualquier otro uso distinto a los señalados, se deberá confeccionar un programa anual y un libro de registro de campo, donde se especifiquen los volúmenes empleados en forma mensual.

La persona encargada del muestreo será preferentemente un profesional o técnico del área química, el cual deberá acreditar su experiencia en este tipo de muestreos, o bien podrá ser tomada por personal del laboratorio que realizará los análisis de muestras.

Es preciso señalar que los análisis de las muestras deben ser realizadas de acuerdo a las metodologías establecidas en las Normas Chilenas del INN, esto es, NCh 2313-serie aguas residuales – métodos de análisis.

ANEXO 6

CARATULA CD DE PRESENTACIONES Y TEXTOS DE ESTUDIO



ANEXO 7

ENCUESTA DE TERRENO A PLANTELES SELECCIONADOS

Producción Avícola/Lechera/Carne 2005

1. DATOS ADMINISTRATIVOS.

Empresa:

Tipo de Platel:

Ubicación del Predio:

Región:

Provincia:

Comuna:

Nombre Muestreador:

2. INFORMACIÓN PRODUCTIVA DEL PLANTEL

Nº DE ANIMALES/TIPO

SUPERFICIE PRODUCTIVA:

3. SISTEMA PRODUCTIVO.

CONFINAMIENTO

¿Se trabaja con camas calientes o de que tipo utilizan?

¿Utiliza corrales con piso de

4.- PRODUCCION DE RESIDUOS/GUANO TON/MES/AÑO

Cama residual con estiércol:

Estiércol:

5.- SUPERFICIE PARA DISPONER LOS RESIDUOS/GUANO

6.- DESCRIBA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS/GUANO

7.- DESCRIBA EL ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS/GUANO

8.- DESCRIBA EL DESTINO DE LOS RESIDUOS/GUANO
