



Evaluación de las Emisiones de Amoniaco, Actividades Ganaderas RM

Informe Final

Santiago, Marzo 2006

POCH AMBIENTAL S.A.
Renato Sánchez N° 3838 – Las Condes – Santiago
☎ (56 2) 207 01 54 – Fax: (56 2) 263 47 66
e-mail: ambiental@poch.cl

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe constituye el “Estudio de Estimación de Emisiones de Amoníaco de las Explotaciones Ganaderas en la R.M” desarrollada por encargo del Servicio Agrícola y Ganadero con el objetivo principal de construir un inventario actualizado de fuentes emisoras de amoníaco en el sector ganadero de la Región Metropolitana junto con proponer un Sistema de Administración Georreferenciado que permitirá su actualización y seguimiento periódico.

El desarrollo de este inventario se enmarca en el contexto de reformulación del Plan de Prevención de Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (PPDA), el cual tiene entre sus tareas, la *“implementación de un programa estratégico para el control de amoníaco (NH₃), como parte de las responsabilidades del Servicio Agrícola y Ganadero, el Servicio de Salud del Ambiente de la Región Metropolitana y CONAMA, a partir del año 2005”* (artículo 66 PPDA).

El producto final del Sistema de Administración y Gestión del inventario de Emisiones, permite al administrador del SIG desplegar la información de manera gráfica (Pantalla y Mapas) y realizar consultas a las bases de datos asociadas, las que permitirán el despliegue gráfico de la cantidad de reclasificaciones de información que sea necesario.

Una de las principales fuentes de amoníaco atmosférico corresponde a las actividades ganaderas. Las emisiones de amoníaco dependen importantemente de las condiciones y el tipo de manejo que se le da al residuo de actividad ganadera, desde su excreción hasta su disposición final. Este manejo puede estar distribuido en diversos componentes que constituyen una cadena de manejo, los que se pueden dividir en tres grupos importantes: componentes desde la generación de la excreta (in situ), componentes para almacenar, procesar o estabilizar el purín, y componentes de disposición final.

El amoníaco presente en la atmósfera puede contribuir a la contaminación atmosférica, al reaccionar con bicarbonato, cloruro, nitrato, sulfito, o aniones de sulfato para formar aerosoles de partículas finas (e.g., sulfato de amonio). Estas se conocen comúnmente como PM 2.5 (material particulado fino, menor a 2.5 micrones de diámetro).

Es importante recalcar que los factores de emisión presentados en el siguiente análisis han sido desarrollados para fines comparativos, recomendados para la asignación de cuotas de emisión y planificación en calidad del aire, pero no para concentrar el análisis de emisiones en una granja en particular.

La siguiente figura representa el aporte de emisiones de las distintas fuentes de emisión de amoníaco, considerando la categorización general de los principales rubros ganaderos (Bovinos, aves y cerdos) y asignándoles una representación georeferenciada.

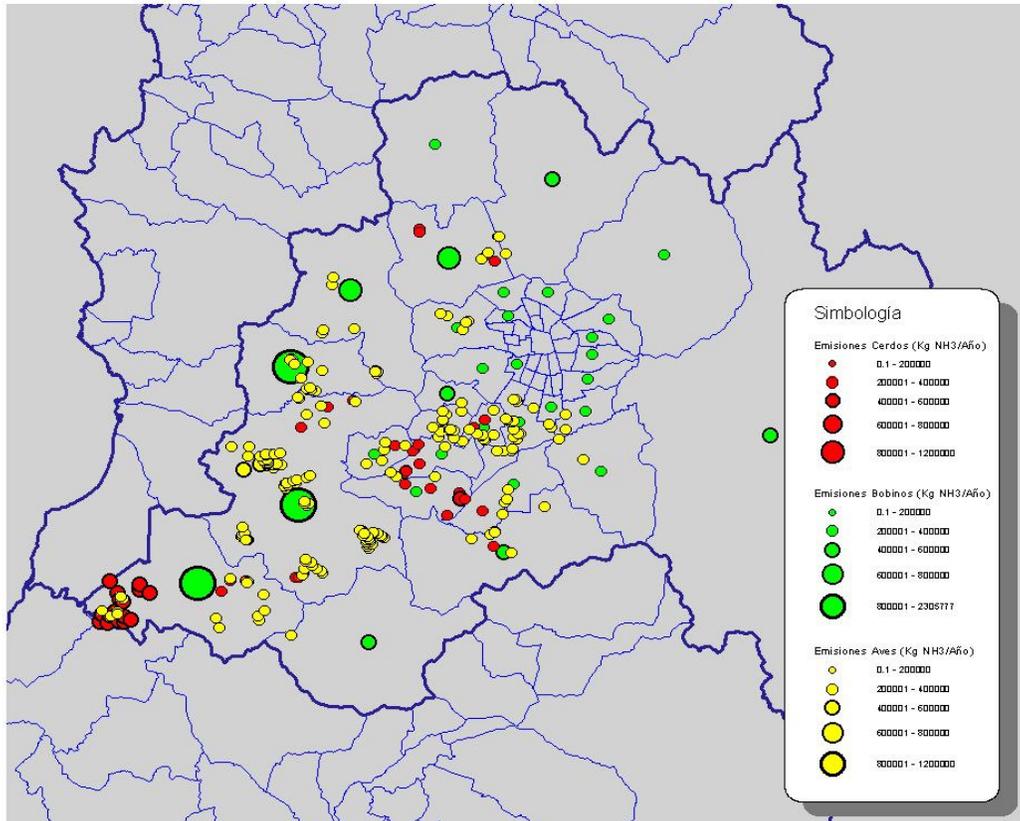


Figura I: Concentración de fuentes de emisión de amoníaco desde actividades ganaderas

Los resultados de la primera versión del inventario evidencian que la concentración de tanto fuentes de emisión como de total de emisiones de amoníaco, se acentúa importantemente en la zona sur poniente de la Región Metropolitana. Sin embargo, no deja de ser relevante la correlación que tendrán otras fuentes de emisión, con menor potencial de emisiones de amoníaco, pero con un mayor nivel de participación como precursores de material particulado fino dada su cercanía a los centros urbanos u otras fuentes de generación de emisiones por combustión. La siguiente tabla presenta las cifras asociadas a las emisiones de cada categoría de animal:

Tabla I: Emisiones de Amoníaco por categoría de animal

Categoría animal	Emisiones NH₃/año	Ton
Bovinos Total	8.282	
Vacas lecheras de la lactancia	4.68	
Vacas de carne	2.073	
Toros	245	
Novillos	934	
Terneros	351	
Cerdos Total	9.594	
Reproductoras	660	
Segundo estado	103	
Engorda	2.287	
Destete Venta	3.022	
MULTI	3.111	
MONO	333	
Aves Total	7.868	
Reproductoras	168	
Pollos Broiler	5.07	
Ponedoras	2.39	
Pavos	239	
Total	25.744	

Con el objetivo de que el presente modelo pueda generar inventarios de emisiones de amoníaco desde actividades ganaderas, que sean fructíferos a modelos de calidad del aire (los que a su vez asocian distintas fuentes de material particulado), se hace imperioso la obtención de antecedentes y registros que caractericen en forma representativa las operaciones ganaderas de la región. Se espera que la futura implementación de este modelo esté acompañada de un efectivo catastro de los productores ganaderos en la región, e incluya su dinámica, sus manejos de residuos, y los stocks de animal. Junto con esto, se espera la elaboración de referencias representativas para el contexto en cuestión de tanto factores de emisión asociados a distintas prácticas de manejo,

Inventario emisiones de NH₃, desde actividades ganaderas en la RM

como de muestras de nitrógeno en la excreta animal que sirvan como parámetros calibrados del modelo.

ÍNDICE GENERAL

1	Introducción.....	1
1.1	Principios generales sobre las emisiones de amoníaco.....	1
1.2	Formación de material particulado secundario.....	2
1.3	Emisiones de amoníaco desde explotaciones ganaderas.....	3
1.4	Cadenas de manejo de purines.....	7
2.	Fuentes de información, revisión bibliográfica y supuestos.....	9
2.1	Entidades consultadas.....	9
2.2	Información recopilada y supuestos.....	10
2.2.1	<i>Cerdos</i>	11
2.2.2	<i>Aves</i>	12
2.2.3	<i>Bovinos</i>	12
2.3	Inventario desarrollado por INIA en 1998.....	13
2.4	Referencia Metodológica.....	14
2.5	Factores de emisión de NH ₃ y contenido de nitrógeno excretado.....	16
2.6	Investigaciones chilenas.....	17
3.	actividades ganaderas y sistemas de manejo.....	19
3.1	Población animal.....	20
3.1.1	<i>Cerdos</i>	20
3.1.2	<i>Aves</i>	21
3.1.3	<i>Bovinos</i>	24
3.2	Descripción general sistemas de tratamiento.....	26
3.2.1	<i>Planteles de cerdos</i>	26
3.2.2	<i>Planteles de aves</i>	32
3.2.3	<i>Planteles de bovinos</i>	33
3.3	Principales cadenas de manejo.....	34
4	Metodología propuesta para la elaboración de un inventario de emisiones de Amoniaco....	36
4.1	Cadenas de manejo y estimación de emisiones de amoníaco.....	36
4.2	Estimación del contenido de nitrógeno en las excretas.....	38
4.3	Identificación y desarrollo de factores de emisión de NH ₃	40
4.4	Cálculos para estimación de emisiones de NH ₃	42
4.4.1	<i>Emisiones de amoniaco desde establecimientos de crianza y sistema de manejo y disposición final de residuos</i> 42	
4.4.2	<i>Pérdida de nitrógeno durante la aplicación en terreno</i>	44
5	Modelo conceptual del Sistema de administración y gestión de Información.....	46
5.1	Recepción, recopilación y sistematización de datos de actividades ganaderas.....	47
5.2	Modelación de Emisiones de Amoníaco.....	48
5.3	Transformación planillas a base de datos.....	48
5.4	Representación espacial de las base de datos.....	49
5.5	Representación geográfica.....	50
6	Inventario de Emisiones de Amoníaco.....	51
6.1	Presentación de la Interfaz del modelo.....	51
6.2	Análisis General del Inventario.....	52
6.3	Emisiones por categoría de animal.....	56

Inventario emisiones de NH₃, desde actividades ganaderas en la RM

6.3.1	Bovinos	56
6.3.2	Cerdos.....	58
6.3.3	Aves.....	62
6.3.4	Rango de Indicadores emisiones por número animales.....	64
6.4	Empresas con mayor aporte a las emisiones totales	66
6.5	Comparación resultados con Primera Versión Inventario Emisiones Amoníaco	69
7	Conclusiones.....	73
Anexo 1	.....	74
Anexo 2	.....	83
Anexo 3	.....	90
Anexo 4	.....	96
Anexo 5	.....	101
Anexo 6	.....	103
Anexo 7	.....	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Contaminantes precursores del material particulado fino (PM 2,5).....	3
Figura 2: A: Ácido Úrico y B: Urea.....	4
Figura 3: Ciclo biogeoquímico del nitrógeno	5
Figura 4: Principales componentes de la cadena de manejo y emisiones de NH ₃	8
Figura 5. Existencias de ganado en Región Metropolitana año 1997.....	20
Figura 6. Distribución de la producción avícola en la Región Metropolitana.....	22
Figura 7. Datos estadísticos del año 2004 producción de carne de ave (Broiler, Pavos y Gallinas).	23
Figura 8. Producción de huevos en la Región Metropolitana.....	23
Figura 9. Datos estadísticos del año 2004, producción de aves.	24
Figura 10: Distribución de bovinos por categoría.....	25
Figura 11. Distribución de granjas con tratamiento de residuos de cerdo.	27
Figura 12. Distribución de sistemas de tratamiento de purines de cerdo.....	27
Figura 13 Sectores con tratamiento de Agrícola Super, ASPROCER, 2000.....	28
Figura 14 Categorías de tratamiento de Agrícola Super, ASPROCER, 2000	29
Figura 15 Categorías de tratamiento de AASA, ASPROCER, 2000.....	30
Figura 16 Categorías de tratamiento de Agrícola El Monte y Agrícola Chillán Viejo, ASPROCER, 2000.....	30
Figura 17 Sectores con tratamiento de Otros productores, ASPROCER, 2000	31
Figura 18 Categorías de tratamiento, de Otros Productores, ASPROCER, 2000.....	31
Figura 19: Esquema de un cadena de manejo.....	37
Figura 20: Representación conceptual del Sistema de Administración y Gestión de Datos	47
Figura 21: Ejemplo de despliegue de gráfico de la información administrada por el SIG	50
Figura 22: Ejemplo de consulta e ingreso de datos en bases de datos, selección de categoría....	52
Figura 23: Aporte de las categorías de especies de animal al total de emisiones de amoníaco....	54
Figura 24: Aporte de cada rubro animal a las emisiones de Amoníaco en actividades ganaderas	55
Figura 25: Zona con mayor cantidad de emisiones por aporte de bovinos en la Región Metropolitana.....	57
Figura 26: Aporte de bovinos a las emisiones de Amoníaco en actividades ganaderas	58
Figura 27: Zona con mayor cantidad de emisiones por aporte de cerdos en la Región Metropolitana.....	59
Figura 28: Composición de aportes emisiones NH ₃ Cerdos	60
Figura 29: Fuente de emisión NH ₃ categoría Cerdos.....	61
Figura 30: Fuente de emisión NH ₃ categoría aves.....	63
Figura 31: Composición de aportes emisiones NH ₃ Aves.....	64
Figura 32: Mayor concentración de fuentes de emisión Agrícola Super Ltda.	67
Figura 33: Fuentes con mayor cantidad de emisiones por aporte de aves en la Región Metropolitana	68
Figura 34: Concentración de fuente de emisiones e identificación de distintos aportes	69
Figura 35: House with Deep Pit.....	84
Figura 36: House with digester and storage lagoon.....	84
Figura 37: House with Lagoon System.....	84
Figura 38: Broiler House	85

Inventario emisiones de NH₃, desde actividades ganaderas en la RM

Figura 39: Poultry dry layer	85
Figura 40: Poultry outdoor confinement area	85
Figura 41: Barn with solid storage system.....	86
Figura 42: Barn with deep pit	86
Figura 43: Dairy barn with slurry system	86
Figura 44: Dairy daily spread (scrape barn)	87
Figura 45: Dairy flush barn.....	87
Figura 46: Dairy pasture range	88
Figura 47: Dairy scrape barn.....	88
Figura 48: Beef Feedlot	89
Figura 49: Pastoreo	89

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde al informe final para la asesoría “Estudio de Estimación de Emisiones de Amoníaco de las Explotaciones Ganaderas en la R.M” desarrollada por encargo del Servicio Agrícola y Ganadero con el objetivo principal de construir un inventario actualizado de fuentes emisoras de amoníaco en el sector ganadero de la Región Metropolitana junto con la propuesta de un Sistema de Administración Georreferenciado que permitirá su actualización y seguimiento periódico.

El desarrollo del catastro de emisiones se enmarca en el contexto de reformulación del Plan de Prevención de Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (PPDA), el cual tiene entre sus tareas el desarrollo y aplicación de metodologías con el fin de reflejar en términos representativos las fuentes de emisiones atmosféricas. La actualización del PPDA contempla, en su artículo 66, la implementación de un programa estratégico para el control de amoníaco (NH₃), como parte de las responsabilidades de El Servicio Agrícola y Ganadero, el Servicio de Salud del Ambiente de la Región Metropolitana y CONAMA, a partir del año 2005. Este artículo establece que deberán realizar un estudio de emisiones de Amoniaco en los criaderos de animales de la Región Metropolitana, para definir y desarrollar a futuro, las exigencias de mitigación de emisiones de Amoniaco.

Los objetivos específicos de este estudio son:

- Construir, sobre la base de los trabajos ya realizados en CONAMA RM, un inventario de fuentes emisoras de NH₃ actualizado al año 2005, derivadas de explotaciones ganaderas.
- Descripción general de los residuos y sistemas de manejo asociados a la actividad ganadera en la RM.
- Proponer Sistema de Administración Georreferenciado de las emisiones de NH₃ del sector agrícola, que permita la actualización y seguimiento periódico.
- Generar la información necesaria para la modelación de NH₃ que permita estimar su aporte a la formación de material particulado fino (PM2.5).

Además se incluye información sobre los alcances del inventario anterior desarrollado para CONAMA por INIA, y las fuentes de información regional sobre explotaciones ganaderas (tales como los sistemas de manejo y los factores de emisión representativos).

1.1 Principios generales sobre las emisiones de amoníaco

Las emisiones de amoníaco tienen una vida relativamente corta en la atmósfera antes de que se incorporen a ecosistemas terrestres y acuáticos mediante deposición húmeda o seca. Generalmente, el amoníaco permanece en la atmósfera desde algunas horas a no más de varios días dependiendo de condiciones atmosféricas (National Emission Inventory—Ammonia Emissions from Animal Agricultural Operations). Por ende, los efectos del amoníaco pueden ocurrir en la vecindad inmediata de la fuente de emisión como a varios cientos de kilómetros de ésta.

Las concentraciones de amoníaco en el aire son muy variables. Estas pueden manifestarse en áreas urbanas, áreas rurales con cultivos y al interior de las viviendas, alcanzando un máximo en las explotaciones intensivas de ganado. Por su lado, los seres humanos son capaces de detectar, por su olor, concentraciones de 46,8 ppm. El límite tolerable de exposición cambia entre países pero es, normalmente, alrededor de 15 ppm. Por lo tanto, si se percibe olor ello indica que su concentración es muy alta¹.

Por otro lado, la deposición de exceso de amoníaco sobre aguas superficiales puede contribuir a la eutrofización de las aguas superficiales y de la contaminación de aguas subterráneas por efecto de nitratos.

1.2 Formación de material particulado secundario

El amoníaco presente en la atmósfera puede contribuir a la contaminación atmosférica, al reaccionar con bicarbonato, cloruro, nitrato, sulfito, o aniones de sulfato para formar aerosoles de partículas finas (e.g., sulfato de amonio). Estas se conocen comúnmente como PM 2.5 (material particulado fino, menor a 2.5 micrones de diámetro). También son precursores, el nitrato de amonio y el sulfato de amonio.²

Las partículas finas reducen visibilidad atmosférica y pueden causar una serie de problemas de salud humana significativos. Su tamaño hace que sean 100% respirables, por lo que penetran el aparato respiratorio y se depositan en los alvéolos pulmonares. Su acumulación puede producir los siguientes trastornos a la salud de la población³:

- Aumento en la frecuencia de cáncer pulmonar
- Muertes prematuras
- Síntomas respiratorios severos
- Irritación de ojos y nariz
- Silicosis
- Asbestosis
- Agrava el asma y las enfermedades cardiovasculares

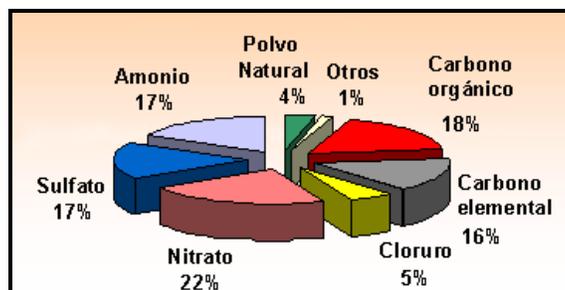
Debido a que son conocidos los efectos dañinos que en la salud tiene la inhalación de material particulado fino, y que la Región Metropolitana es reconocida como una zona saturada en material particulado, es importante identificar las fuentes de generación de sus principales precursores. El siguiente gráfico representa cuales son los principales contaminantes que constituyen al material particulado fino en la Región Metropolitana.

¹ INIA Informe Consultoría 1998, Evaluación de las Emisiones de Amoníaco.

² Ammonia Emission Inventory Development: Needs, Limitations, and What is Available Now. Patrick Gaffney, Dale Shimp. 1999.

³ <http://www.conama.cl/rm/568/article-1166.html>, CONAMA, RM. 2001.

Figura 1: Contaminantes precursores del material particulado fino (PM 2,5)⁴



A partir de esta figura es posible identificar los contaminantes precursores en la generación de material particulado fino. El aporte del amoníaco está expresado en la forma de amonio. El potencial de generación de PM_{2,5} depende importantemente de la correlación entre los distintos precursores. De este modo es necesario que coincida la presencia simultánea de gran parte de estos.

1.3 Emisiones de amoníaco desde explotaciones ganaderas

Una de las principales fuentes de amoníaco atmosférico corresponde a las actividades ganaderas⁵. La mayoría de estas emisiones ocurren por causa del amoníaco presente en las excretas una vez que los desechos son aplicados a la tierra.

Inicialmente, todo el nitrógeno excretado por animales está contenido en una variedad de compuestos orgánicos nitrogenados (principalmente urea, Ver figura N° 3). Las formas inorgánicas de nitrógeno (amonio NH₄⁺, nitritos NO₂⁻ y nitratos NO₃⁻) presentes en las excretas de animales, están generalmente en concentraciones traza. La conversión del nitrógeno orgánico a nitrógeno inorgánico (mineralización) ocurre inmediatamente después de la excreta animal, producto de una degradación biológica provocada por la enzima ureasa, presente en las excretas. La fracción de nitrógeno orgánico excretado que es mineralizado a nitrógeno amoniacal (forma inorgánica) durante la recolección y almacenaje de residuos, depende principalmente del tiempo transcurrido tras la excreta y, en menor grado, de la temperatura. La tasa de mineralización en los compuestos orgánicos nitrogenados restantes en los residuos es relativamente lenta, porque los son los más resistentes a la biodegradación.

Por lo tanto, los residuos recogidos inmediatamente tras la excreción poseen una concentración más alta de nitrógeno orgánico que aquel residuo que se ha almacenado por un extendido período de tiempo, tal como sólidos recogidos desde el fondo de lagunas anaerobias. Si bien el nitrógeno orgánico se mineraliza eventualmente a amonio, sus transformaciones (ej; fijación por minerales arcillosos y materia orgánica, utilización directa por plantas, fijación en el suelo por acción microbiana o nitrificación) limitan las potenciales emisiones.

⁴ <http://www.conama.cl/rm/568/article-1166.html>, CONAMA, RM. 2001.

⁵ Review of Emission Factors and Methodologies to Estimate Ammonia Emissions from Animal Waste Handling, 2002

En síntesis, parte del amoníaco generado proviene de la urea, por medio de conversión enzimática. El resto de las emisiones son debido a la mineralización de nitrógeno orgánico en el purín.

En la Figura 2 se presentan las estructuras de dos moléculas orgánicas nitrogenadas simples presentes en excretas de animales como lo son el ácido úrico y la urea, ambas precursoras de emisiones de amoníaco. Estas corresponden a cerca del 50 por ciento del nitrógeno excretado. Estos compuestos orgánicos se mineralizan más rápidamente a nitrógeno amoniacal (NH₃ y NH₄⁺). En el caso de las formas más complejas de nitrógeno orgánico presente en los desechos animales, se registra una tasa de mineralización más lenta, pudiendo tardar incluso años para la degradación de ciertas especies.

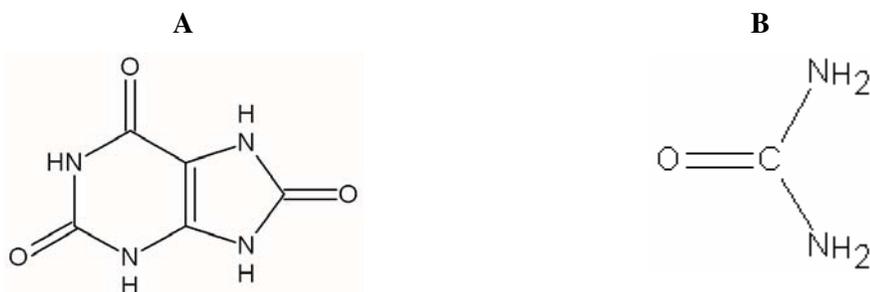


Figura 2: A: Ácido Úrico y B: Urea

Una vez mineralizado el nitrógeno orgánico a nitrógeno amoniacal, parte de este se encuentra en su forma volátil por lo que se desprenden emisiones de amoníaco a la atmósfera. En el caso particular del manejo de ganado, existen emisiones en los sectores donde se registren excretas, incluyendo instalaciones de animales en confinamiento, el posterior manejo y almacenaje de residuos, en la tierra donde éstas son incorporadas y en pastizales y praderas donde se mantiene a los animales.

La fracción de nitrógeno emitida como amoníaco desde los desechos del ganado depende de diversas variables incluyendo la concentración, el pH, la temperatura, y el movimiento de aire sobre la excreta. Estas variables controlan la fracción del nitrógeno amoniacal que se encuentra en la forma de amoníaco no ionizado (NH₃), la forma volátil del nitrógeno amoniacal. Al incrementarse la concentración de nitrógeno en la excreta, el pH y la temperatura, el potencial de emisión de amoníaco también aumenta.

El pH de los desechos afecta la razón de distribución del nitrógeno entre el amoníaco (NH₃) y el amonio (NH₄⁺), dado que en rangos ácidos (pH menor a 7.0), se tiene al amonio como especie dominante, mientras en condiciones básicas (pH mayor a 7.0) prevalece la presencia de amoníaco. Típicamente el pH de los residuos del ganado se encuentra sobre 7.0, hecho que favorece la volatilización y la emisión del amoníaco a la atmósfera.

La nitrificación, proceso que fija el nitrógeno como minerales inorgánicos, consiste en la oxidación microbiana del amoníaco hasta alcanzar la forma de nitrato (NO₃⁻). Para llevar a cabo este proceso las bacterias asociadas requieren de oxígeno, es decir, de condiciones aeróbicas. Aunque las condiciones aerobias puedan existir en algunos sistemas de manejo de desechos (e.g.,

almacenaje seco, tratamiento aireado), la mayoría de los sistemas de manejo operan bajo condiciones anaerobias. Por lo tanto, el proceso nitrificación no ocurre a menudo en las operaciones del ganado, a excepción de plantas de lodos activados y el compostaje.

El siguiente ciclo biogeoquímico del nitrógeno señala las transformaciones sufridas por el elemento a través de las matrices agua, suelo y aire.

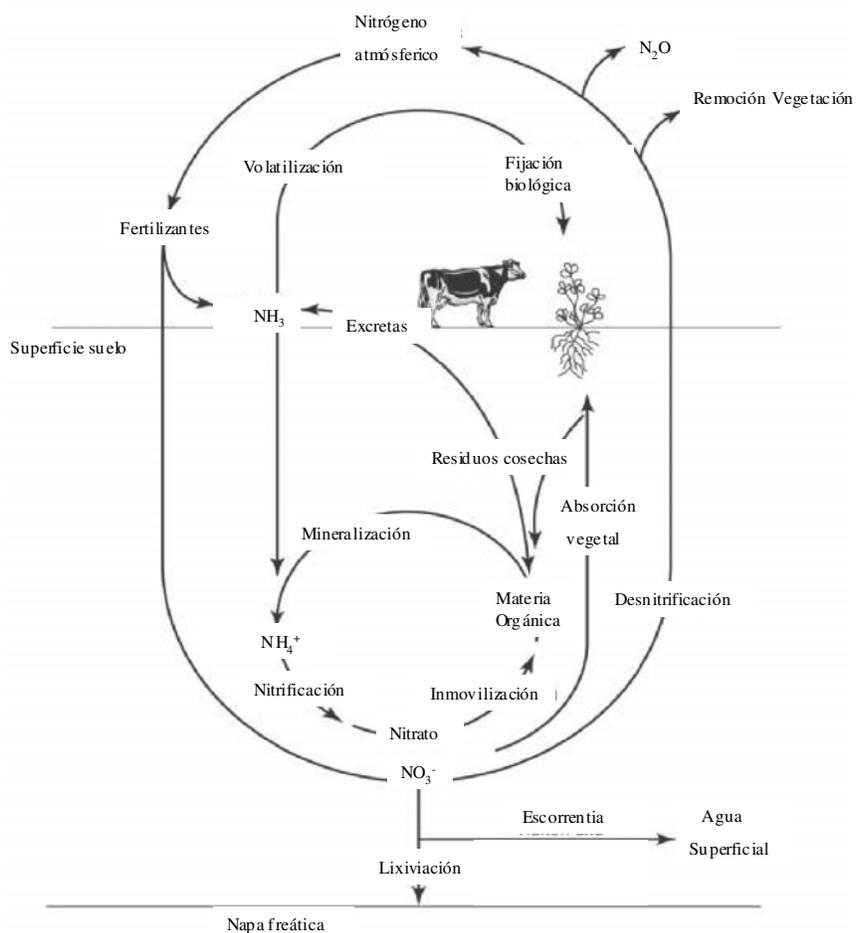


Figura 3: Ciclo biogeoquímico del nitrógeno⁶

La figura detalla las diversas formas en que puede estar presente el nitrógeno asociado a la excreta de ganado, representada a través de un ciclo en el cual están presentes los procesos descritos hasta ahora de mineralización

⁶ National Emission Inventory—Ammonia Emissions from Animal Agricultural Operations, EPA 2005

Inventario emisiones de NH₃, desde actividades ganaderas en la RM

La base fundamental para el cálculo de las emisiones de NH₃, provenientes de la actividad pecuaria, consiste en una adecuada estimación de la cantidad de nitrógeno excretado por los animales, cantidad que varía según la especie. Del total del nitrógeno excretado, la cantidad que se pierde como NH₃ en cada componente del sistema de manejo es muy variable, dependiendo principalmente del tipo de animal, el sistema de producción, las características del sistema de manejo mismo y las características climáticas del área.

Los parámetros que influyen la generación de emisiones de amoníaco, relacionados a dieta y excreción corresponden a ⁷:

- Dieta categorizada por peso y estado de animal.
- Contenido de nitrógeno de la alimentación
- Contenido de nitrógeno del alimento sobrante y del material de soporte (si corresponde).
- Fracción de nitrógeno en orinas y excretas
- Frecuencia de orinación, volumen de orina y concentración de nitrógeno
- pH de la orina y de la mezcla orina y excreta, y
- Razón entre el nitrógeno contenido en la alimentación y el nitrógeno en los productos, lo que determina el contenido de nitrógeno en la excreta.

Los parámetros que influyen la generación de emisiones de amoníaco, relacionados al manejo de residuos (considerando la generación, almacenamiento y/o tratamiento de residuos):

- Tipo de establecimiento, tipo de ventilación, superficie por animal en confinamiento, tipo de estructura de confinamiento, tipo de suelo.
- Sistema de manejo de residuos, incluyendo almacenamiento y sistema de remoción de residuos en establecimiento (almacenamiento pit, “scrapers”, frecuencia de remoción de residuos).
- Sistema de tratamiento y disposición final de residuos (lagunas, estanque de almacenamiento, aplicación al suelo, compostaje, entre otros.);
- Condiciones meteorológicas, incluyendo temperatura, turbulencia del aire o velocidad del viento, humedad del aire y precipitación; y
- Concentración de amoníaco, pH, y temperatura en la superficie de la laguna.

Los parámetros que influyen la generación de emisiones de amoníaco, relacionados a la disposición final mediante incorporación de residuos ganaderos al suelo:

- Tipo de producto residual que es aplicado (purín crudo, o efluente de laguna, entre otros);
- Volumen de aplicación por superficie;

⁷ Review of Emission Factors and Methodologies to Estimate Ammonia Emissions from Animal Waste Handling. 2002

Inventario emisiones de NH₃, desde actividades ganaderas en la RM

- Concentración de amoníaco en el efluente;
- Frecuencia de aplicación;
- Tipo de aplicación;
- Condiciones metereológicas, incluyendo temperatura, turbulencia del aire o velocidad del viento, humedad del aire y precipitación; y
- Condiciones del suelo (incluyendo permeabilidad, porosidad, pH, contenido mineral, contenido de humedad) y cubierta vegetal. Estos factores determinan la cantidad de nitrógeno absorbida por el suelo y los cultivos que pudiese haber presentes.

Si bien se posee comprensión científica sobre el nivel de participación de los parámetros que influyen en las emisiones de amoníaco, existe insuficiente información para representar cuantitativamente cada fenómeno en detalle y caracterizar cada variable. Esto afecta la representatividad de un modelo de cálculo para el desarrollo de inventarios de emisiones de amoníaco. Específicamente, desde el valor asignado de factor de emisión a cada tipo de manejo.

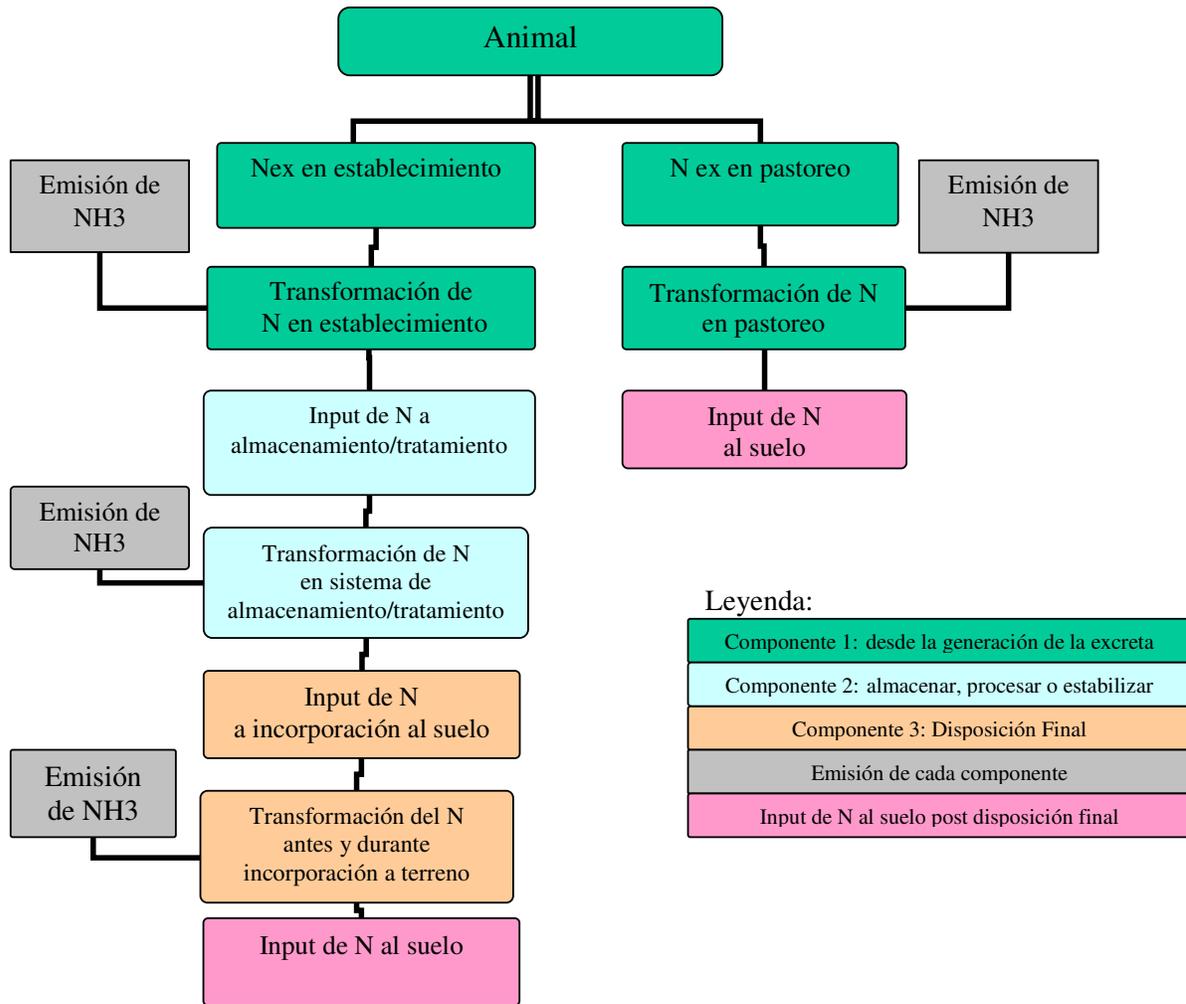
1.4 Cadenas de manejo de purines

Las emisiones de amoníaco dependen importantemente de las condiciones y el tipo de manejo que se le da al residuo de actividad ganadera, desde su excreción hasta su disposición final. Este manejo puede estar distribuido en diversos componentes que constituyen una cadena de manejo. Los componentes de una cadena de manejo se pueden dividir en tres grupos importantes: componentes desde la generación de la excreta (in situ), componentes para almacenar, procesar o estabilizar el purín, y componentes de disposición final. Esto abarca tanto la fracción líquida como la fracción sólida del residuo.

Cada configuración de cadena de manejo va a depender directamente de la legislación vigente y la factibilidad técnica de cada sector.

La siguiente figura representa la configuración de los principales componentes de la cadena de manejo. Se puede observar que existen dos tipos de destinos de manejo. Principalmente las cadenas de manejo se caracterizan por tener un sector de generación de residuos, componentes de almacenamiento y/o tratamiento, y un componente final de disposición final.

Figura 4: Principales componentes de la cadena de manejo y emisiones de NH₃



2. FUENTES DE INFORMACIÓN, REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y SUPUESTOS

El presente estudio se focaliza en la producción intensiva ganadera llevada a cabo dentro de la R.M. (porcinos, aves y bovinos), siendo éstas las principales fuentes responsables del aporte global a la generación de amoníaco. Si bien, se generan emisiones de amoníaco en el manejo de excretas desde todos los sectores de crianza animal, los volúmenes menores y dispersos se considerarán como un aporte marginal al presente análisis, por lo que no serán evaluados como fuente puntual. Tal es el caso de aquellos sectores ganaderos que no entran en la categoría de producción intensiva dentro de la R.M. (equinos, caprinos, ovinos), donde se incluirá una estimación del aporte de estas especies al volumen total de emisiones; siendo identificados como un porcentaje al aporte total de generación de amoníaco.

Para determinar las fuentes emisoras relevantes en términos de volúmenes de amoníaco emitidos a la atmósfera, se utilizó como criterio de selección aquellas que conforme al reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) deben someterse a la evaluación ambiental. Estas corresponden a aquellos sitios de crianza animal que manejan un número significativo de animales y que constituyen una crianza animal intensiva.

A continuación, se señala el fragmento referente al ingreso de actividades agroindustriales (letra l) que deben someterse a evaluación ambiental de acuerdo a lo estipulado en el reglamento de ingreso al SEIA:

"Agroindustrias, mataderos, planteles y establos de crianza, lechería y engorda de animales, de dimensiones industriales. Se entenderá que estos proyectos o actividades son de dimensiones industriales cuando se trate de:

- *Planteles y establos de crianza, lechería y/o engorda de animales, correspondientes a ganado bovino, ovino, caprino o porcino, donde puedan ser mantenidas en confinamiento, en patios de alimentación, por más de un mes continuado, un número igual o superior a trescientas (300) unidades animal.*
- *Planteles y establos de crianza, engorda, postura y/o reproducción de animales avícolas con capacidad para alojar diariamente una cantidad igual o superior a cien mil (100.000) pollos o veinte mil (20.000) pavos; o una cantidad equivalente en peso vivo igual o superior a ciento cincuenta toneladas (150 t) de otras aves. "*

Entendiéndose una unidad animal como un peso promedio de un cuerpo vivo de 450 kg.

2.1 Entidades consultadas

La primera fuente de información utilizada corresponde al SEIA electrónico⁸, donde mediante la herramienta de Búsqueda Pública de Proyectos se revisaron las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) y los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) aprobados para la agroindustria

⁸ <http://www.e-seia.cl/>

Inventario emisiones de NH₃, desde actividades ganaderas en la RM

ganadera desde el inicio del sistema en el año 1994 hasta la actualidad. Se recogió y analizó información referente a locaciones, tipo de crianza, número de animales, propietarios, tipos de manejo de residuos, entre otras variables para aves y cerdos. Cabe resaltar que para la práctica ganadera bovina no se encontraron resultados del SEIA para la Región Metropolitana, fuera de mataderos donde el paso de los animales es transitorio y se excluyen del análisis.

La segunda fuente de información consultada fueron instituciones públicas, gremiales y privadas relacionadas al rubro ganadero o al manejo de información estadística. En lo que respecta a instituciones como el SAG y CONAMA, se solicitó información a través de las contrapartes técnicas de dichos organismos en este estudio y en cuanto a los otros organismos, se consultó información pública y documentos publicados. La información proveniente de las diversas agrupaciones gremiales, se recabó a través del envío de un cuestionario. El objetivo del cuestionario fue la identificación del número animales, especie, tipo de manejo animal y sus residuos, características químicas de los residuos, entre otra información, la que se expone en detalle en el Anexo 1. A este cuestionario se le agregó la comunicación personal con encargados de en cada institución gremial. Adicionalmente, se solicitó al mandante de este estudio, el envío de una carta oficial apoyando el requerimiento de información.

A continuación se señalan instituciones consultadas:

Mercado Bovino:

- Cooperativa Agrícola Lechera de Santiago Ltda. (CALS)
- Federación de Productores de Carne (FEDECARNE)
- Federación de Productores de Leche (FEDELECHE)

Mercado Porcino:

- Asociación de Productores de Cerdo (ASPROCER)

Mercado Avícola:

- Asociación de Productores de Aves (APA)
- Asociación de Productores de Huevo (ASOHUEVO).

Organismos Gubernamentales:

- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG Central y SAG RM)
- Instituto Nacional de Estadística (INE), específicamente Censo Nacional Agropecuario de 1997
- Ministerio de Agricultura (ODEPA)
- Comisión Nacional del Medio Ambiente RM

Otros:

- Facultad de Veterinaria, Universidad de Chile.

2.2 Información recopilada y supuestos

Inicialmente se conformó la base de datos de productores con información de SAG RM, quienes entregaron listados de sectores ganaderos emplazados en la RM. La información contenida en las

bases de datos fue levantada a través de sus oficinas provinciales, donde se indica al propietario, comuna, dirección, nombre del sitio y coordenadas donde se emplaza. La información posee un carácter limitado en vista que no se indica el número de animales asociado a cada plantel (excepto para algunos casos de cerdos).

Por su parte, SAG Central entregó un listado mencionando locaciones de crianza avícola, bovina y porcina. Se describen propietarios, comuna, tipo de crianza, y número de animales en la mayoría de los casos descritos. Con la información recolectada de ambos SAG (R.M. y Central), se conformó una única base de datos. Cabe mencionar, que la información obtenida en la mayoría de los casos no menciona el tipo de manejo de residuos, siendo éste un factor clave en la cuantificación de emisiones de amoníaco (ver capítulo N°1).

Posteriormente, se realizó una búsqueda de todos los proyectos que han ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental electrónico, y que no han sido incluidos dentro de los registros del SAG. Las fuentes ingresadas por información recopilada desde el SEIA pueden no necesariamente estar materializadas aún, pues el titular de un proyecto aprobado puede postergar su materialización. Por otro lado, lo que se recopiló desde el SEIA incluye solamente los proyectos ingresados a través de la plataforma por internet del SEIA-e, que no abarca todos los sectores productivos antes de la implementación de la base de datos online.

Se recolectó información del Instituto Nacional de Estadística (INE) referente al Censo Nacional Agropecuario. La información engloba a todos los productores locales a nivel comunal, sin mencionar la localización específica (coordenadas) de las fuentes. En cuanto a los datos registrados en 1997, éstos se encuentran lejos de representar la realidad actual en vista de los ocho años transcurridos desde la toma de información. Sin embargo, es la única fuente hasta ahora para representar el número de bovinos e identificar las fuentes de emisión de amoníaco a nivel comunal. Con los datos INE perteneciente al período 1999-2004 es factible realizar una estimación gruesa de los niveles generados de amoníaco a nivel regional, sólo para fines comparativos de los totales que se obtengan.

La información de ODEPA consiste principalmente en gráficos y tablas resúmenes a nivel regional, que también sirven de referencia para comparación de los resultados obtenidos.

Queda pendiente lo que corresponde a información requerida desde las asociaciones gremiales, fundamentalmente por la demora y poca contribución en información. Se está a la espera de información más actualizada y completa para agregar al modelo.

Es importante considerar que este inventario no internaliza los próximos cambios realizados en el corto plazo a los sistemas de manejo de residuos, en el contexto del Decreto Supremo 90

A continuación se describe la información recabada por tipo de animal, haciendo hincapié en las fuentes de información y ésta se organizó.

2.2.1 Cerdos

La información provista de las planillas de SAG RM y SAG Central permitió identificar las fuentes de emisión, detallando características tales como número de animales, propietarios, coordenadas, nombre del sitio, comuna y dirección, para parte importante de los sectores. No se

Inventario emisiones de NH₃, desde actividades ganaderas en la RM

tienen registros del tipo de estado, por lo que no es posible caracterizarlos respecto de algún tipo de manejo de residuos prevaleciente o un tipo de contenido de excretas en el purín.

Se complementaron estos datos con información del SEIA para además caracterizar los principales sistemas de manejo para cada tipo de animal.

Mediante una antigua base de datos elaborada por ASPROCER en el año 2000, se pudo deducir las principales prácticas de manejo existentes. ASPROCER actualizó este catastro del 2000 con información del 2004, sin embargo esta última base de datos no incluye las coordenadas de cada establecimiento.

La información de ASPROCER, no está georreferenciada ni tampoco diferenciada por comuna, por lo tanto los stock son representados a partir de información del SAG.

Ninguna información provista por SAG registra antecedentes sobre sistemas de manejo, sobre población o coordenadas de centros productivos de bovinos (lecherías y carne bovinos).

2.2.2 Aves

La información provista de las planillas de SAG RM y SAG Central permitió identificar las fuentes de emisión, en características como número de animales, estados de crianza, propietarios, coordenadas, sin embargo existen registros de granjas de las cuales no se identifica el tipo de rubro avícola (broiler o ponedoras).

Referente a los sistemas de manejo para el manejo avícola se cuenta con la experiencia de Poch Ambiental S.A. en la materia, además de la información declarada por los productores a través del SEIA Electrónico, y los antecedentes provistos en entrevistas con APA y ASOHUEVO.

APA realizó un catastro de sus productores asociados, sin embargo esta información no incluye stock de animales por sector de crianza. Este registro abarca lo que son engorda broiler, y una fracción de grupos de postura comercial.

La información de APA, no está georreferenciada ni tampoco diferenciada por comuna, por lo tanto los stock son representados a partir de información del SAG.

La información sobre postura comercial es administrada por ASOHUEVO. Estos últimos no poseen bases de datos categorizadas por sector ganadero. Lo que es producción comercial de huevos se caracteriza por ser más artesanal y de mayor movilidad, por lo que no existe mayor integración de los distintos productores.

2.2.3 Bovinos

Debido a la carencia de registros de coordenadas sobre la ubicación bovinos, y la población asociada a cada categoría de animal, se ha decidido agregar las fuentes a nivel comunal. Sin embargo, y tal como se detallará más adelante, el modelo tiene la suficiente flexibilidad para incluir o no las coordenadas de ubicación de cada una de las fuentes. De esta manera, es posible estimar con esta información las emisiones a nivel comunal aunque no se cuente con la ubicación exacta en coordenadas. En cuanto a los sistemas de manejo del rubro, no se encontró información en los sistemas de acceso público, y ninguna institución otorgó información

concreta sobre dicha práctica en Chile; por ende, en caso de ser necesario mencionarla se hará referencia a información bibliográfica adecuada.

2.3 Inventario desarrollado por INIA en 1998

CONAMA facilitó el estudio realizado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias sobre la evaluación de las emisiones de amoníaco y riesgo de problemas sanitarios por presencia de vectores en planteles de engorda de cerdos.

Los alcances de dicho estudio realizado por INIA, fueron los siguientes:

- Realizar un análisis general de los problemas que las emisiones de amoníaco a la atmósfera pueden producir a ésta.
- Estimar las emisiones de amoníaco (NH₃) producidas por la actividad pecuaria a nivel provincial dentro de la región Metropolitana.
- Estimar la contribución a estas emisiones de los planteles evaluados.
- Analizar las medidas de mitigación de los posibles efectos nocivos asociados a tales emisiones, propuestas en los proyectos.
- Discutir las posibles implicancias de estas emisiones sobre el incremento de material particulado.

Este corresponde a un estudio encargado por CONAMA R.M., basado en metodología desarrollada por el European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals (ECETOC). Los animales considerados son bovinos, cerdos, ovinos, caprinos, camélidos, equinos, aves. La población está discretizada a nivel provincial⁹, y en detalle para ciertos grupos específicos de cerdos. Las cadenas de manejo de este inventario están representadas por sólo dos componentes (alojamiento-almacenamiento y aplicación del efluente). No se presentan opciones de manejo, sólo “almacenamiento de estiércol”, con un valor fijo de volatilización de amoníaco. Esta metodología no considera explícitamente que el contexto se represente por el uso de lagunas como alternativa de manejo.

Para la metodología utilizada por INIA, el nitrógeno excretado es una función de la producción promedio anual por animal (kg N/año) y el contenido de proteína cruda de la dieta. Se consideran factores de corrección para incorporar variabilidad en tipo de construcción del establecimiento, dieta, y la época del año.

Los resultados de este estudio entregan un valor total de 11.263 ton de amoníaco para la Región Metropolitana, con un aporte del 46,5% de la Provincia de Melipilla. En orden de relevancia, las especies de mayor aporte corresponden a los bovinos, cerdos de engorda y aves de postura.

El estudio del INIA no se utilizó como fuente para la elaboración del inventario principalmente debido a diferencias en el nivel de desagregación y dificultades en replicar esta metodología. Este apunta se refiere principalmente a una escala a nivel provincial, y no se ajusta a las

⁹ Fuente: INE y ODEPA

necesidades del estudio que busca reconocer coordenadas dentro de la región metropolitana.

2.4 Referencia Metodológica

El estudio de de EPA “*National Emission Inventory—Ammonia Emissions from Animal Agricultural Operations Revised Draft Report*”¹⁰, utilizada para la elaboración de un inventario de emisiones de amoníaco por explotaciones ganaderas en los Estados Unidos, sirve como referencia metodológica para la elaboración del inventario de emisiones. La justificación de su uso se sustenta en el documento “*Ammonia Emission Inventory Development: Needs, Limitations, and What is Available Now*”¹¹, Este estudio presenta a los inventarios con el principal objetivo de desarrollar un análisis comparativo asociado a las distintas fuentes de emisión y su influencia, mucho más que definir lineamientos para fiscalizar una fuente en particular. Esta metodología permite representar con suficiente flexibilidad diversos sistemas de manejo de residuos, además de incorporar más de una fase a la cadena de manejo. Sin embargo, esta metodología EPA no internaliza la variabilidad de la temperatura y dieta en los factores de emisión y el nitrógeno excretado, respectivamente. Por lo mismo no es apropiado el uso de esta metodología para concentrar el análisis de emisiones de una granja en particular, pero si se recomienda para la asignación de cuotas de emisión y planificación en calidad del aire. Es decir es apropiado para el objetivo del estudio.

Las condiciones de temperatura entre distintas fuentes dentro de la Región Metropolitana son similares, por lo que se justifica el uso de utilizar este modelo como herramienta comparativa. Por otro lado, el uso de la metodología EPA es más práctico y representativo que la metodología usada en el estudio INIA, basada en el contexto europeo el cuál no se caracteriza por el uso mayoritario de lagunas como sistema de manejo.

El documento de la *California Air Resource Board* establece que las consideraciones asociadas a distribución espacial y temporal, tienen una influencia secundaria en lo que incertidumbre y precisiones se refiere. Por esto mismo, para aquellas categorías productivas donde no se disponga de suficiente información sobre la distribución espacial de las fuentes de emisión, se realizará una desagregación más general. Por ejemplo, si no se poseen las coordenadas de las fuentes, se evaluará a nivel comunal.

Tal como es importante destacar la flexibilidad y simplicidad del modelo, es también relevante advertir sus variables de incertidumbre:

- Dificultades en recopilación de datos debido a varios tipos de animal y tiempos de residencia.
- Dificultad en representar la amplia variabilidad de los factores de emisión de cada componente de una cadena de manejo.
- Los factores de emisión no internalizan la diferencia en temperaturas, humedad, tipo de suelo y otros factores que pueden afectar la formación y volatilización de amoníaco.

¹¹ Patrick Gaffney y Dale Shimp, California Air Resources Board, 1999.

La siguiente tabla destaca cuales son, en términos generales y conceptuales, los supuestos, alcances, limitaciones, nivel de incertidumbre y resultado esperado del modelo:

Tabla 1: Diagnóstico conceptual del modelo

Supuestos	Las emisiones de amoníaco provenientes de las actividades ganaderas se modelan como generadas por los componentes de la cadena de manejo de residuos de crianza animal.
Alcances	La cadena de manejo constituida de todas las etapas involucradas en la generación, tratamiento y disposición final del residuo de crianza animal. Modelo de orientación comparativa y asignación de derechos de emisión.
Limitaciones	No internaliza la variabilidad de la temperatura y dieta en los factores de emisión y el nitrógeno excretado, respectivamente. No es apropiado el uso de esta metodología para concentrar el análisis de emisiones de una granja en particular, pero si se recomienda para la asignación de cuotas de emisión y planificación en calidad del aire.
Nivel de incertidumbre	Dificultades en recopilación de datos debido a varias categorías de animal. Representatividad de factores de emisión, prácticas de manejo y nitrógeno excretado.
Resultado esperado	El modelo permite un análisis comparativo asociado a las distintas fuentes de emisión y su influencia, en función de su respectivo sistema de manejo.

Cabe destacar que la flexibilidad del modelo de cálculo de emisiones permitirá incorporar datos actualizados, y actualizar la representatividad de los factores de emisión, cuando estos se encuentren disponibles.

El modelo de INIA no escapa a las incertidumbres mencionadas, excepto por la variable de temperatura la cual se encuentra internalizada en el factor de emisión.

Debido a la incertidumbre asociada a estos aspectos, y a la carencia de información específica regional, es práctico identificar cual o cuales son las variables más sensibles del modelo y desarrollar métodos para su actualización periódica.

Por lo tanto es relevante concentrar el seguimiento de las siguientes variables para la actualización periódica del modelo:

- Número de fuentes inventariadas
- Completitud de las variables a recopilar
- Precisión de los factores de emisión
- Nivel de detalle en la desagregación espacial y temporal de los datos

Una vez que el resultado final del inventario es utilizado como fuente para modelos atmosféricos para evaluar reacciones secundarias de generación de PM_{2.5}, se ven involucradas incertidumbres adicionales generadas por efectos sinérgicos o antagónicos producto de la interacción de los diversos componentes que conforman dicho materiales. . Por lo que, incluso con un excelente y

completo inventario, siempre van a existir incertidumbres respecto a la contribución del amoníaco en la formación de PM2.5

A continuación se realiza un pequeño análisis que contrasta tanto las virtudes como las deficiencias del modelo INIA y del modelo EPA:

Tabla 2: Análisis contraste dos metodologías

	Modelo INIA (en base a ECETOC)	Modelo EPA
Fortalezas	Representatividad de contenido de nitrógeno en excretas, a partir de parámetros de producción. Adaptación de factores de emisión a la temperatura	Modelo de fácil uso y aplicación. Amplias alternativas de manejo e identificación del aporte de cada componente en la cadena de manejo. Flexibilidad en actualizar el modelo acorde a nuevos valores de factor de emisión y nitrógeno excretado representativos. La aplicación del modelo permite
Deficiencias	Un solo sistema de manejo considerado. Dificultad en replicar el modelo. Poca claridad en argumentos La versión del Inventario INIA se encuentra desagregado a nivel provincia.	Incertidumbre en representatividad de los factores de emisión de EPA al contexto nacional (por diferencias en clima por ejemplo)

2.5 Factores de emisión de NH₃ y contenido de nitrógeno excretado

En vista que una medición in situ del Nitrógeno emitido por los diversos animales es utópica y técnicamente inviable, necesariamente se recurre al empleo de factores de emisión. Un factor de emisión puede interpretarse como la tasa promedio en la cual un contaminante es liberado a la atmósfera como resultado de una actividad, tal como combustión o producción industrial¹². Los factores de emisión empleados tienen como principal referencia el estudio de EPA “*National Emission Inventory—Ammonia Emissions from Animal Agricultural Operations Revised Draft Report*”, excepto por el factor de lodos activados elaborado por Poch Ambiental S.A elaborado en base a las experiencias de la empresa.

¹² David H.F. Liu & Béla G. Lipták; “Environmental Engineers Handbook, Second Edition, 1997.

Dado que no fue posible la obtención de información local, proveniente de fuentes reconocidas y validadas, sobre caracterización de excretas en la crianza animal, fue necesario basarse en referencias internacionales comúnmente utilizadas para el diseño de sistemas de tratamiento.

La fuente de nitrógeno excretado, entendiéndose como nitrógeno al inicio de cada cadena de manejo, proviene del mismo estudio EPA, valores que fueron validados mediante el documento “*Livestock Waste Facilities Handbook del Midwest Plan Service*”¹³ y el documento CAFO “*Development Document for the Proposed Revisions to the National Pollutant Discharge Elimination System Regulation and the Effluent Guidelines for Concentrated Animal Feeding Operations*”¹⁴.

Para el caso particular de caracterización de nitrógeno excretado en terneras y terneros, la fuente corresponde a la Tesis “*Diseño de Sistemas de Tratamiento y Aprovechamiento de Purines de Origen Bovino*”¹⁵.

2.6 Investigaciones chilenas

Habiendo revisado la bibliografía existente, aparte de lo desarrollado en el mencionado inventario de emisiones de amoníaco del INIA, no existe otra referencia adecuada y directamente representativa al contexto ganadero nacional. No hay investigaciones públicas, disponibles, que representen exhaustivamente el contenido de nitrógeno en la excreta de la crianza de distintas categorías de animal de la zona central en Chile, ni tampoco cuales son los factores de emisión de amoníaco para el manejo y tratamiento de residuos de esta industria.

Lo único que existe es una experiencia en ciernes sobre un proyecto para la realización de un factor de emisión representativo para la zona sur, específicamente dedicado a la excreta de bovinos. Esta investigación está siendo dirigida por Francisco Salazar de INIA Remehue, y con apoyo de un equipo investigador de ingleses y neozelandeses.

Este estudio busca medir la pérdida de nitrógeno a través de su volatilización en forma de amoníaco, utilizando instrumentos conocidos como difusores pasivos, siendo esta una experiencia pionera de muestreo de emisiones de amoníaco en nuestro país.

Este investigador fue contactado por el equipo consultor, y su opinión avala la utilización del modelo de EPA para representar las emisiones del manejo de residuos ganaderos en la Región Metropolitana. Junto con esto, hay acuerdo en el sentido de que las estadísticas ganaderas del país no son suficientes para modelar en forma rigurosa las emisiones de amoníaco de estas actividades.

Francisco Salazar se encuentra desarrollando una publicación que prontamente será publicada y que caracteriza el nitrógeno excretado en los bovinos de la X Región. Esto puede ser tomado en consideración para futuras versiones del inventario que busquen mayor representatividad en los valores utilizados (basadas en la metodología propuesta por este el presente estudio).

¹³ Iowa State University, 1993.

¹⁴ USEPA. 2001.

¹⁵ González y Sandoval, Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Temuco, 2005.

Inventario emisiones de NH₃, desde actividades ganaderas en la RM

Por su parte, INIA zona central se encuentra desarrollando una asesoría para SAG para desarrollar un estudio que caracteriza y catastra a los productores ganaderos, así como las principales propiedades de la excreta en cada categoría animal.

3. ACTIVIDADES GANADERAS Y SISTEMAS DE MANEJO

El presente capítulo busca sintetizar y describir los manejos más comunes encontrados en la información recopilada, y caracterizar la crianza de especies animales que participan en la producción ganadera de la Región Metropolitana.

Los animales se clasificaron con el fin de incorporarlos al modelo y relacionarlos con sus correspondientes tasas de excreción de Nitrógeno, que corresponde a las tasas de excreción de nitrógeno y peso promedio animal vivo. La categorización de los animales se realizó en función de la metodología EPA empleada en el estudio, basándose en los factores de emisión disponibles, y la información levantada para este estudio en particular, diferenciando así distintas categorías en una misma especie por medio del peso:

Tabla 3: Identificación de categoría de animales v/s categorías según tasas de excreción¹⁶

Categorías identificadas	Peso promedio animal vivo (Kg)
Vacas	
Vacas lecheras	603.4
Vacas de carne	532.3
Toros, Bueyes y Torunos	748.8
Vaquillas y Novillos	419.5
Terneros y Terneras	70
Cerdos	
Reproductoras (incluye 80% gestante, 15 lactante y 5% verracos)	198.2
Segundo Estado	15.9
Engorda	40.8 – 90.6
Destete Venta	15.9 – 90.7
Multi	198.2
Mono	66.5
Aves	
Engorda (Broiler)	0.9
Ponedoras de huevos	1.8
Postura comercial	1.8
Reproducción	1.8
Pavos	6.8

¹⁶ MWPS. 1993. Livestock Waste Facilities Handbook-3er Edition. Midwest plan service, Iowa State University, Ames, IA y USEPA. 2001

3.1 Población animal

En la Figura 5 se presenta el número de animales cuadrúpedos ganaderos insertos en la R.M. Se destaca la fracción porcina la cual posee el mayor número de animales (365.519), seguido del grupo bovino (161.368). En un porcentaje considerablemente menor se encuentran ovinos (29.017) y equinos (24.912).

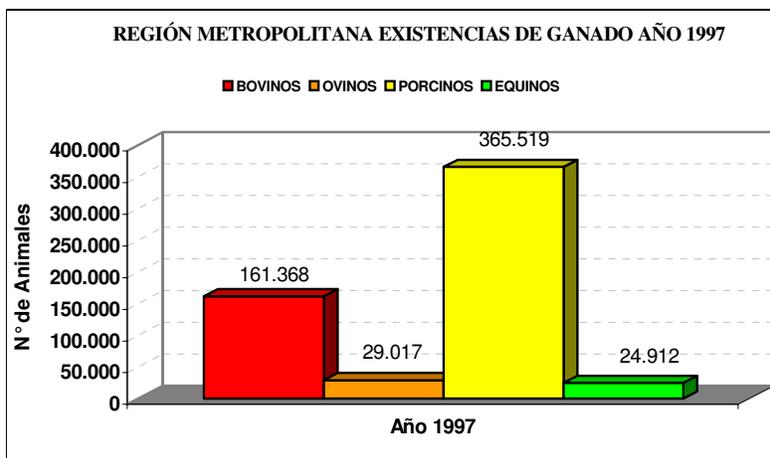


Figura 5. Existencias de ganado en Región Metropolitana año 1997.¹⁷

A continuación se describe en detalle información referente a cada uno de los tipos de animales considerados en el presente estudio como relevantes en su impacto de emisiones de Amoniaco en la Región Metropolitana.

3.1.1 Cerdos

La crianza intensiva del cerdo se distingue entre los diversos estados en que el animal atraviesa a lo largo de su vida, tendiendo a agruparlos de acuerdo a su estado de desarrollo.

Las etapas más comunes de cada estado de crianza corresponden a:

- **Reproductores:** En esta clase de plantales se aloja a cerdas madre junto a sus respectivas crías. Es aquí donde se inicia el ciclo de crianza donde las reproductoras permanecen junto a sus crías durante un período de 21 días. Posteriormente los lechones son derivados a dos posibles tipos de crianza: segundo estado o destete-venta. Se considerará que las categorías clasificadas de “Multi” o sectores multiplicador, los cuales corresponden a los sectores donde se crían las futuras reproductoras, son representadas por el peso promedio y el nitrógeno excretado de esta categoría.

¹⁷ ODEPA, 1997.

- **Segundo Estado:** Una vez alcanzado los 21 días, los lechones pueden ser trasladados a pabellones de segundo estado donde continúan su desarrollo hasta que alcanzan los 70 días. Desde estos planteles los cerdos son trasladados a los planteles de engorda.
- **Engorda:** Los cerdos arriban desde planteles de segundo estado con un tiempo mínimo de 70 días. Los cerdos son alimentados bajo modalidad de engorda hasta los 170 días, con 100 kg aproximadamente, en este punto se completa el ciclo y finalmente son enviados a faenar.
- **Destete-venta:** Esta modalidad de crianza engloba lo que es segundo estado y engorda en uno. Se destacan las ventajas que se contempla un menor número de traslados y se unifican los criterios de construcción de planteles, entregando menores niveles de tensión al animal y facilitando el manejo de éste. Los cerdos arriban como lechones desde los grupos reproductores a los 21 días y se desarrollan por completo hasta los 170 días donde finalmente son destinados a faenar. Siendo esta la modalidad de crianza a la cual tiende hoy la industria intensiva porcina.

Adicionalmente a esto, se considera también otro tipo de sectores de crianza tales como los Multiplicador (descrito anteriormente en la categoría de Reproductoras, y que abarcan reproductoras más un sitio de segundo estado) y de Monocrianza, el cual incluye una combinación de distintos estados o sitios de crianza (reproductoras, segundo estado y engorda).

De acuerdo a la información recabada, las comunas que presentan la mayor concentración de crianza porcina son San Pedro y Melipilla, ambas emplazadas en la provincia de Melipilla¹⁸.

La información proveniente de SAG central, SAG RM, SEIA e INE, asociada a población, ubicación y coordenadas, categorías de animales, propietario, sistema de manejo de residuos y nombre del sitio, ha sido compilada en planillas Excel. Dichas planillas se adjuntan en el Anexo 1. La implementación de las planillas compiladas de datos al catastro de centros ganaderos está sujeta a supuestos asociados a la información incompleta sobre población en confinamiento y sistemas de manejo por categoría animal. Lo anterior es válido tanto para cerdos como para aves, y los supuestos se presentan al final del presente capítulo.

3.1.2 Aves

La crianza avícola, al igual que la porcina, se subdivide en etapas de crianza, destacándose:

- **Postura Comercial:** Se relaciona con aves destinadas a la producción de huevos para su comercialización. El régimen de crianza consiste en 44 semanas de estadía en el plantel y 10 semanas de descanso
- **Reproducción:** Trata de aves destinadas a la producción de huevos para la generación de nuevos individuos. La operación consiste en 20 semanas de estadía y 8 de descanso.

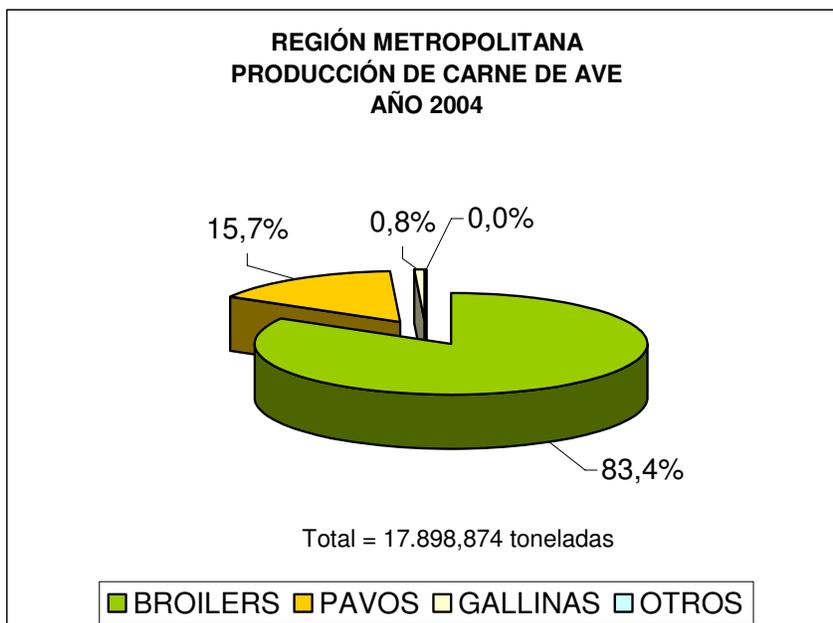
¹⁸ Poch Ambiental

- **Engorda o Broiler:** Aves destinadas a engorda para fines de consumo humano. Un ciclo completo tiene una duración de 65 días, donde 45 días corresponden a la engorda del ave siendo esta trasladada a faenar en el día 45, y existiendo un total de 20 días para limpieza de pabellones previo a iniciar un nuevo ciclo. Se generan un total de 5,6 ciclos al año.

En cuanto a las aves se destaca la crianza Broiler o engorda como la más significativa de las actividades de la industria aviaría.

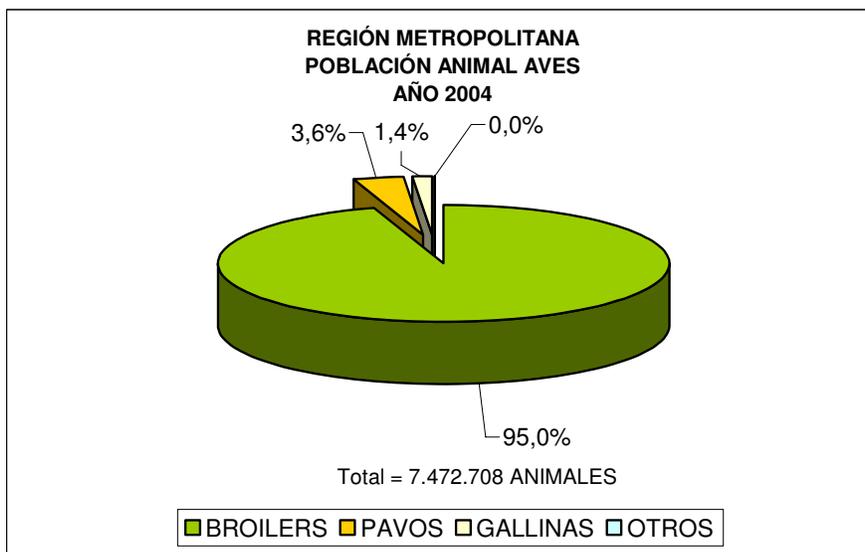
La crianza intensiva de aves en la R.M. contempla principalmente aves de engorda (broiler), pavos y gallinas. De acuerdo a datos estadísticos del año 2004¹⁹, la crianza Broiler lidera el mercado avícola con un 83,4% de la producción, seguido de la crianza de pavos (15,7%) y gallinas (0,8%) respectivamente, la producción de otras especies es marginal. En conjunto, la producción de carne equivale a 17.899 toneladas. Lo anterior se señala de manera gráfica en la Figura 6.

Figura 6. Distribución de la producción avícola en la Región Metropolitana.



Correspondiéndose con la producción de carne señalada previamente, la población de animales sigue la misma distribución como se señala en la Figura 7.

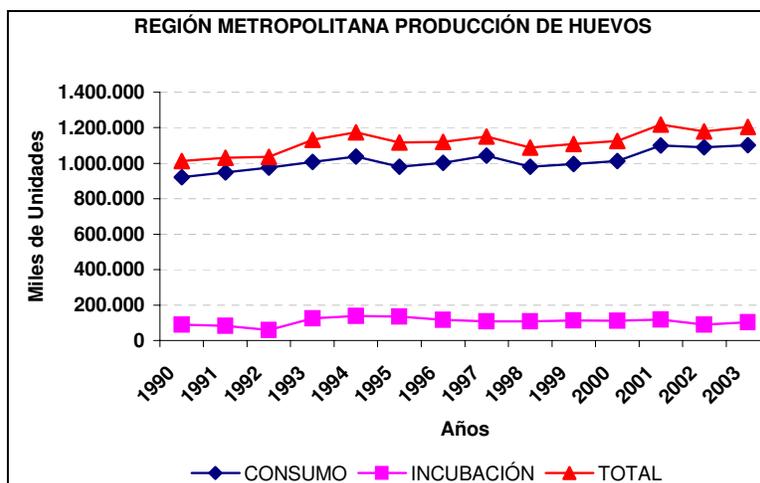
Figura 7. Datos estadísticos del año 2004 producción de carne de ave (Broiler, Pavos y Gallinas).



Se enfatiza en la crianza broiler puesto es la modalidad de mayor relevancia para el presente estudio.

En lo que refiere a producción de huevos, tanto para consumo como para incubación, se presentan en la Figura 8.

Figura 8. Producción de huevos en la Región Metropolitana²⁰.

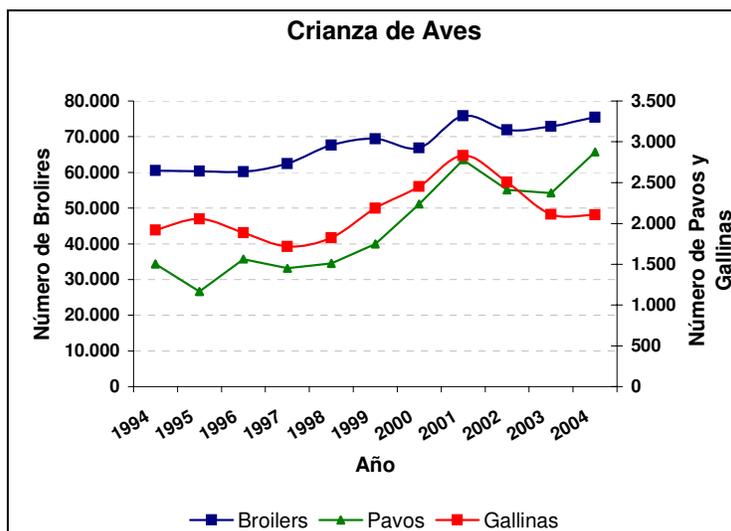


²⁰ ODEPA, 1997.

Se aprecia claramente que la mayor parte de la producción va destinada a consumo, siendo una fracción menor destinada a incubación o reproducción.

Como se señala en la Figura 9, la crianza Broiler destaca notablemente por sobre los otros tipos de crianza y manejo avícola, resaltándose un crecimiento sostenido en los últimos 10 años registrándose un aumento de aproximadamente 20.000 ejemplares entre 1994 y 2004.

Figura 9. Datos estadísticos del año 2004, producción de aves.²¹



Para fines de complementar información SAG respecto de la categoría aves, se utilizó referencias de Poch Ambiental para caracterizar el stock de aves por pabellones según los siguientes antecedentes:

- 27.000 aves por pabellón de ponedoras comerciales y por pabellón de reproductoras
- 486.000 aves por pabellón de engorda broiler.

3.1.3 Bovinos

Los bovinos, tanto para carne como leche, representan un mayor esfuerzo en el levantamiento de información, principalmente por corresponder a producciones con régimen mixto, es decir producción lechera como de carne, y debido a la vez a la escasa organización de sus asociaciones.

Dentro de la población bovina se destaca que las vacas lecheras totales corresponden a un 19% de los bovinos totales; y las vacas de carne corresponden a un 81% de los bovinos totales²².

²¹ ODEPA, 1997.

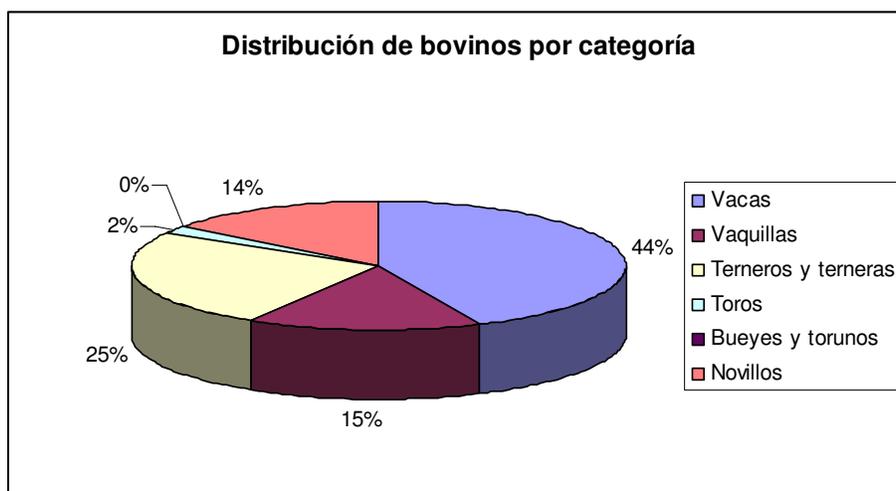
²² SAG Central

En términos de stock, lo que es bovinos para carne no corresponde a una porción importante. Sin embargo la gran mayoría de estos están confinados en Feedlot, en sistema engorda intensiva.

Parte de los bovinos para producción de carne son inicialmente criados en el sur de Chile y engordados en la R.M. Por otro lado, existe una transferencia desde y hacia la producción de carne a la producción de leche, por lo que la fluctuación a lo largo del año de la población tanto en su ubicación como en su dieta, implica una barrera para realizar un adecuado seguimiento. Debido a la necesidad de modelar el actual contexto ganadero, ha sido necesario asumir una distribución representativa para los distintos tipos de bovinos y para la porción de aquellos relacionados a producción lechera. Se ha considerado que estos se establecen en una fuente puntual fija mediante un manejo continuo durante todo el año, tal como se demostrará más adelante. La Figura 10 permite representar esta distribución de los distintos tipos de bovinos, basada en información SAG.

Cabe destacar que existe una fracción de bovinos de engorda que son llevados a la pre-cordillera a pastar en primavera encontrándose en confinamiento en otras épocas del año; no ha sido considerada esta movilidad en el catastro.

Figura 10: Distribución de bovinos por categoría²³



De un total de 165.106 cabezas catastradas en las Región Metropolitana, un total de 71.103 vacas representan el 44% del total de bovinos, sólo 31.583 corresponderían a vacas lecheras, esto es un 19% de los bovinos.²⁴

Las limitadas fuentes de información no han permitido modelar la ubicación geográfica exacta de las fuentes de emisión de amoníaco por actividades ganaderas con bovinos, salvo a nivel comunal a partir de información del Censo Agropecuario de 1997.

²³ INE, 1997.

²⁴ INE, 1997.

Los productores pequeños (menos de 50 vacas) consideran sólo pastoreo, sin embargo esta escala de producción no está en el alcance del estudio. Para sectores lecheros de 50 vacas hacia arriba, el sistema de producción de leche depende de una sala de ordeña, para manejo intensivo. Esto implica un pozo de decantación. Las comunas que concentran la mayor cantidad de lecherías en la RM, son Melipilla, María Pinto y Talagante. Los terneros se transforman en novillos, por lo que son de la misma línea. El caso particular de toros y bueyes, el manejo es abierto, no confinado.

3.2 Descripción general sistemas de tratamiento

3.2.1 Planteles de cerdos

Normalmente, se destacan dos tipos de sistemas de manejo de excretas dentro de pabellones: el sistema tradicional de desalojo de excretas mediante arrastre con agua (sistemas Flush, Pit y sus derivados), y el sistema de digestión anaeróbica de la excreta in situ, denominado “deep bedding” o “camas calientes”.

Los suelos de las construcciones destinadas a la producción porcina usualmente son elevados y disponen de un 50% de su superficie ranurada, lo que permite una evacuación diaria de las excretas que caen al sub-suelo. Estas son removidas a través de oleadas de agua de lavado generadas por la descarga de estanques de volteo automáticos o manuales, esta modalidad de evacuación de excretas es conocida como sistema Flush. Este diseño no permite la acumulación de excretas al interior de pabellones. La red de canaletas subterráneas conduce por gravedad la mezcla de agua y excretas hasta estanques de acumulación.

El sistema Pit en esencia posee gran similitud al modo de operación del sistema Flush. Las excretas caen desde los suelos ranurados que alojan a los cerdos en piscinas con agua de lavado localizadas en el subsuelo; las excretas se acumulan en las piscinas hasta que éstas son descargadas hacia el posterior sistema de tratamiento. El tiempo de acumulación de las excretas en las piscinas puede variar desde unos pocos días hasta meses.

Cuando las excretas se mezclan con las aguas de lavado (utilizada para el retiro de los desechos desde pabellones) se obtiene un caudal de estiércol líquido con un contenido de materia seca que oscila en torno al 3 – 8%²⁵; en estas condiciones el efluente puede ser bombeado con mayor facilidad hasta los sistemas de tratamiento.

El sistema de camas calientes consiste en la incorporación de restos vegetales (principalmente paja, viruta y restos orgánicos varios) a los pabellones. Las excretas son absorbidas por el material absorbente para ser periódicamente evacuadas y remplazada por nuevo material absorbente. La regularidad en el reemplazo del material puede tardar desde semanas hasta meses, asegurando así que existe una mezcla homogénea entre las excretas y el material vegetal. Esta alternativa de manejo se caracteriza por la escasa o nula utilización de agua.

²⁵ Experiencia Poch Ambiental S.A.

Respecto del sistema de evacuación de residuos, se asumirá para fines del inventario que corresponde al sistema Flush, pues es el más generalizado en la industria porcina en base a la experiencia de Poch Ambiental S.A.

En cuanto al tratamiento que se hace de los residuos fuera de los pabellones de crianza, y considerando la información proveniente de ASPROCER 2000²⁶ es posible estimar cuales son los sistemas de manejo de excretas más comunes en la industria porcícola. Los siguientes gráficos sintetizan estos antecedentes.

Figura 11. Distribución de granjas con tratamiento de residuos de cerdo.²⁷

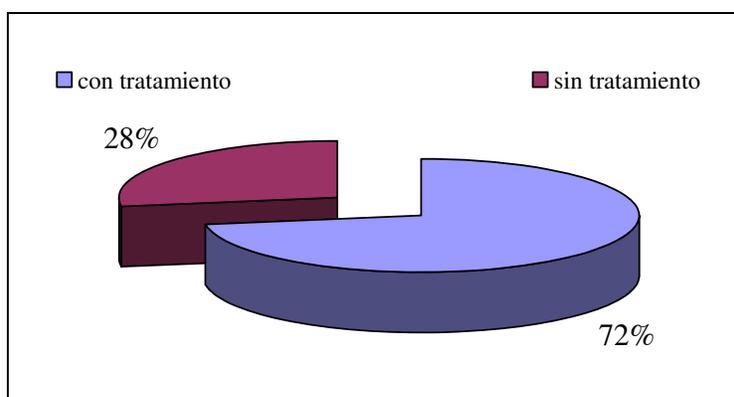
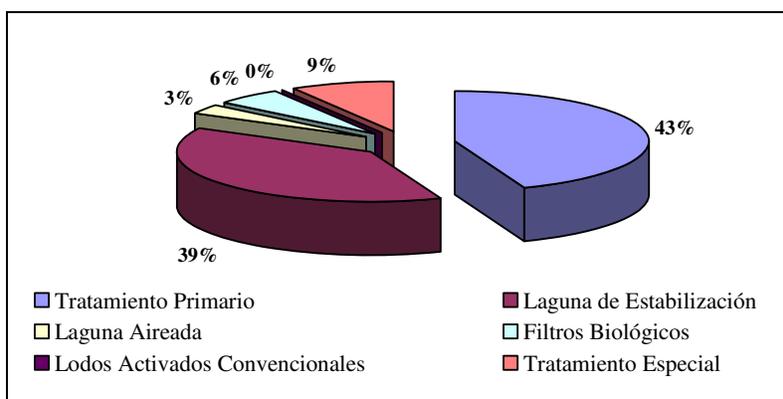


Figura 12. Distribución de sistemas de tratamiento de purines de cerdo.²⁸



²⁶ Base de datos elaborada a partir de una encuesta a criaderos de cerdos en el marco del desarrollo de un plan de producción limpia, realizado en el año 2000.

²⁷ ASPROCER, 2000.

²⁸ ASPROCER, 2000.

Los sistemas de tratamiento primario corresponden a la separación primaria, lo que implica manejo y disposición final por separado de sólido y líquido. En segundo lugar lo sigue la laguna de estabilización o laguna anaeróbica.

Se garantiza la representatividad de esta información, ya que es la última versión disponible del catastro de ASPROCER que contempla el levantamiento de información sobre manejos de residuos prevalecientes en la industria. ASPROCER representa el gran porcentaje de todos los productores. No existe otra base de datos tan completa sobre los sistemas de manejo en la crianza porcina de nuestro país.

Se identificaron los manejos representativos de las principales empresas de la industria porcícola, a partir de esta información de ASPROCER y antecedentes presentados en el SEIA. A continuación se presenta el análisis por cada compañía:

Agrícola Super

Los antecedentes recopilados sobre manejo en la base de datos de ASPROCER del año 2000, están representados bajo los siguientes gráficos:

Figura 13 Sectores con tratamiento de Agrícola Super, ASPROCER, 2000

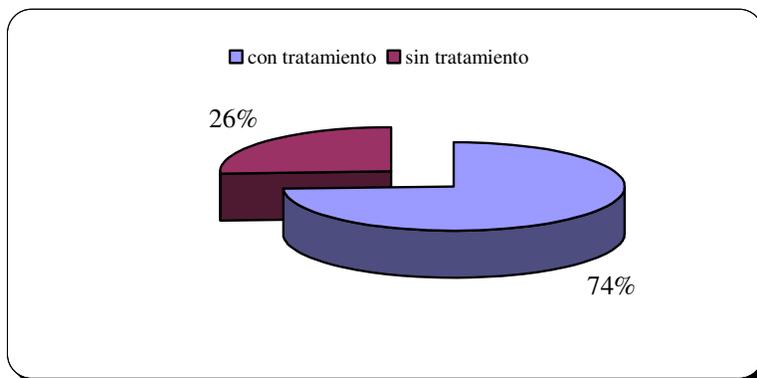
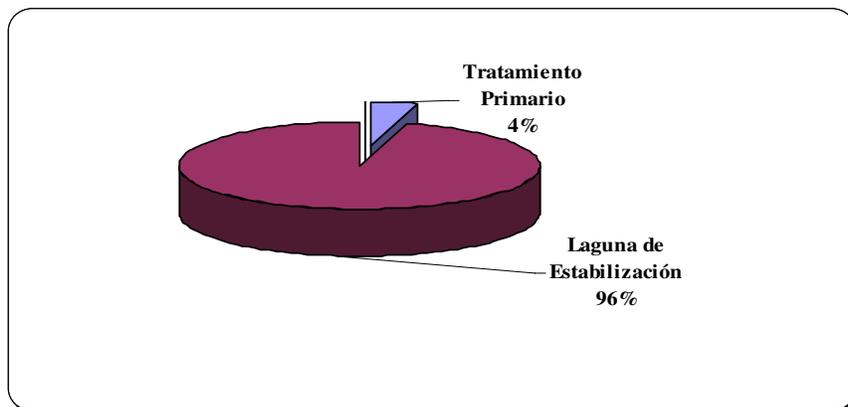


Figura 14 Categorías de tratamiento de Agrícola Super, ASPROCER, 2000



La información levantada de proyectos de Agrícola Super presentados al SEIA, permite reconocer que su sistema de manejo característico (a partir de información oficial no actualizada y no necesariamente representativa de la realidad actual), consiste en una separación de sólidos y una laguna de estabilización más riego.

Por otro lado, Agrícola Super ha estado implementando una serie de Sistemas de tratamiento avanzados de digester anaeróbico y lodos activados, en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto, los que junto con reducir los gases de efecto de invernadero, han permitido una mejor calidad de efluente. Si bien ambos sistemas tienen una influencia en la concentración de nitrógeno, se reconoce que principalmente el sistema de lodos activados es la tecnología que garantiza una eficiente remoción de nitrógeno en el purín, lo que minimiza las emisiones de amoníaco. El único sector incluido con un sistema de lodos activados, para la primera versión del Inventario, corresponde a la Planta de La Manga, donde se reciben los purines de los planteles Destete-Venta de Cerdos Piedra del Jote, Piedra del Traro y Mr. Dic (este último no estaría incluido en la base de datos del SAG).

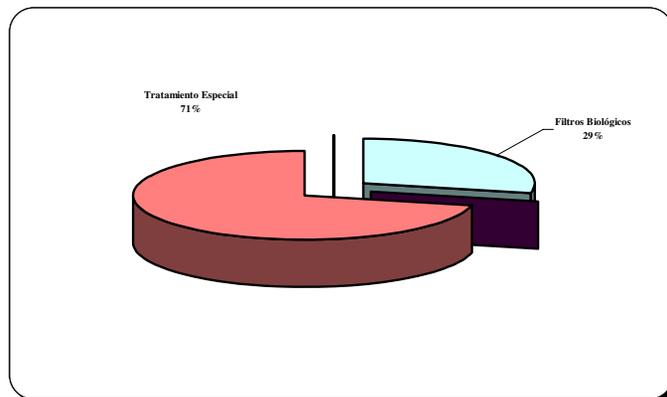
Se ha asumido que el digester no posee emisiones de amoníaco como componente independiente, y que a su vez no genera un impacto en la concentración de nitrógeno a posteriori.

De acuerdo a la información recopilada en el SEIA, es posible identificar al biodigester anaeróbico de Pocillas, que recibe los purines de Castrol y Las Brisas, El Mormón y El Cura.

AASA

Los antecedentes recopilados sobre manejo en la base de datos de ASPROCER del año 2000, están representados bajo el siguiente gráfico:

Figura 15 Categorías de tratamiento de AASA, ASPROCER, 2000

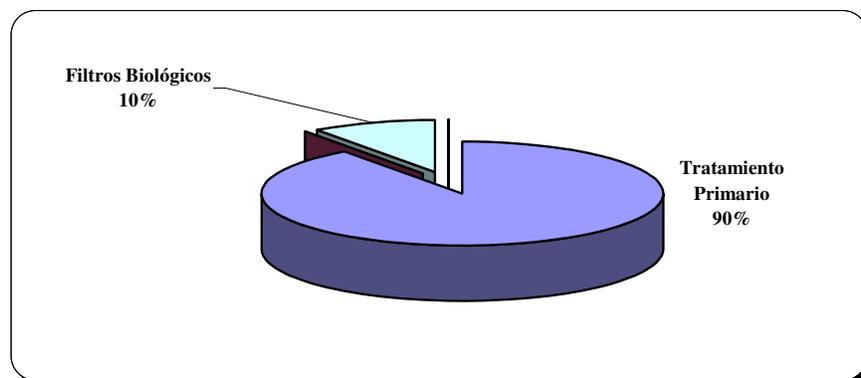


A partir de información evidenciada desde el SEIA-e, es posible identificar un sector de manejo de tratamiento compuesto por Planta de Separación de Sólidos, una Laguna Anaeróbica y un Pantano de Depuración de Aguas, cuyo efluente tratado, según el titular, será dispuesto en el canal de riego que circunda al predio cumpliendo con la NCh. 1.333 Calidad de Agua para Diferentes Usos. Se asumirá por tanto, que la cadena de manejo representada por la categoría “Tratamiento Especial” de la figura anterior, consiste en Separación de Sólidos y Laguna anaeróbica y finalmente riego. Esta será la cadena de manejo asociada a la empresa AASA, para fines del inventario.

Agrícola El Monte y Agrícola Chillán Viejo

Ambas empresas se consideraron como una sola compañía debido a que actualmente constituyen al grupo FRIOSSA. Así también coincidió la distribución de manejo de residuos. Los antecedentes recopilados sobre manejo en la base de datos de ASPROCER del año 2000, están representados bajo el siguiente gráfico:

Figura 16 Categorías de tratamiento de Agrícola El Monte y Agrícola Chillán Viejo, ASPROCER, 2000



A partir de la evidencia en la figura anterior, y la experiencia del consultor, se ha decidido considerar que los sistemas de manejo de Agrícola el Monte y Agrícola Chillán Viejo corresponde a un tratamiento primario con posterior incorporación a terreno.

Otros productores

A continuación se representan los grupos productores que no constituyen la mayoría del mercado de cerdos. Los antecedentes recopilados sobre manejo en la base de datos de ASPROCER del año 2000, están representados bajo los siguientes gráficos:

Figura 17 Sectores con tratamiento de Otros productores, ASPROCER, 2000

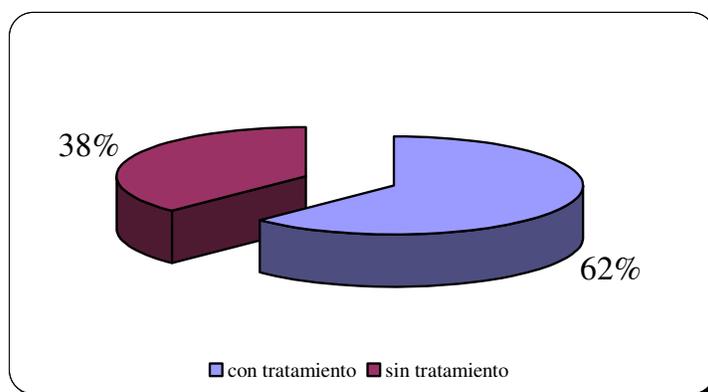
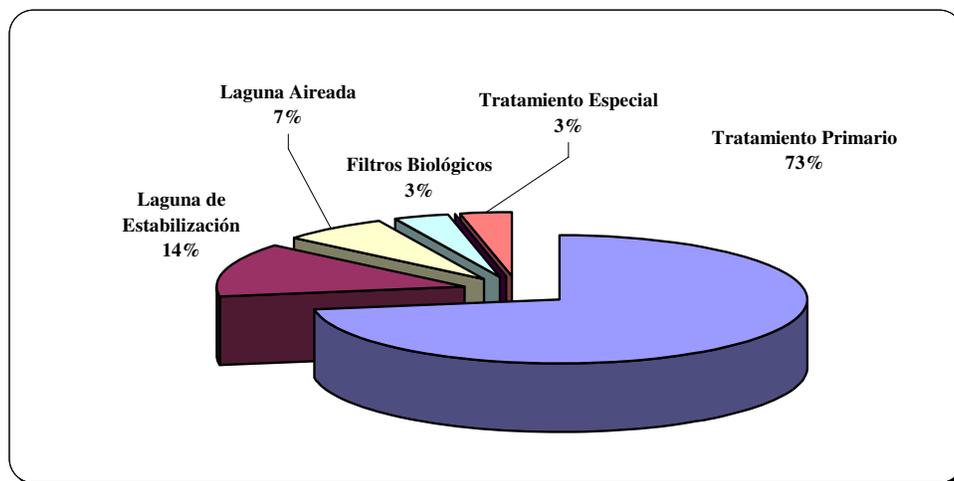


Figura 18 Categorías de tratamiento, de Otros Productores, ASPROCER, 2000



A partir de la información levantada por ASPROCER de su catastro de productores, y categorías de manejo, es posible entrever que los productores que no constituyen el grueso de la industria

porcícola utilizan una gran diversidad de sistemas de manejo. Incluso es posible identificar a partir del SEIA-e que existen cadenas de manejo tales como Cama Caliente, compostaje e incorporación a terreno (Agrícola Genético porcina), y también filtrado mediante un separador estático más riego (propietario Gomez Bouzó)

3.2.2 Planteles de aves

En los planteles de aves, en particular en el sistema de crianza Broiler, es común el uso de camas de diversos materiales absorbentes (viruta, aserrín, paja picada, cascarilla de arroz), los cuales son depositados en el suelo formando una cama con una altura de 10 – 25 cm. La cantidad de cama varía de acuerdo al tipo de ave criada en el plantel.

Las aves no generan excretas con contenido líquido significativo, lo que hace de este un sistema de manejo simple y más limpio. Las camas son retiradas y remplazadas en períodos de semanas a meses una vez obtenida una buena homogenización entre las excretas y los materiales absorbentes.

Luego de la evacuación de las aves desde un grupo de engorda hacia la planta faenadora (45 días de vida), se procede a retirar la cama de broiler. El sistema de retiro de la cama es mediante raspaje en seco.

Una vez retirada la cama de broiler del interior de los pabellones, esta es inmediatamente transportada a su destino. Las principales alternativas de manejo posterior son la incorporación al suelo, alimentación animal o comercialización del guano o compostaje. Luego existe una limpieza en seco del establecimiento (20 días), que consiste en un barrido y raspaje de toda la superficie, con el objetivo de eliminar costras y restos de la cama.

La Tabla 4 presenta las principales características físico-químicas de la cama de broiler

Tabla 4: Principales características físico químicos de la cama Broiler.²⁹

Item	Cama de broiler
PH	7,5
Conductividad Eléctrica (Ds/m)	5,2
Humedad (%)	36,2
Materia Orgánica (%)	79,8
Fósforo Total (%)	2,20
Potasio Total (%)	1,79
Nitrógeno Total (%)	2,89

Desde el punto de vista de la manipulación de la cama de broiler, el bajo contenido de humedad (15-30%) facilita su transporte, acopio, carga, descarga y aplicación.

En el caso de las aves de postura, estas son ubicadas sobre rejillas o materiales absorbentes, donde son recolectados los huevos y las fecas. La principal diferencia es que en broiler es un retiro mucho más frecuente de la cama (que contiene una mezcla se excreta con viruta), pero en

²⁹ Poch Ambiental S.A. (Explicito en diversas DIA)

Inventario emisiones de NH₃, desde actividades ganaderas en la RM

el caso de la ponedora comercial es sólo excreta pues las gallinas están instaladas en cercos y se mantienen las excretas durante 26 o 50 semanas. Por lo que la acumulación de residuos es mucho mayor.

Dentro del programa de trazabilidad del Servicio Agrícola Ganadera se contempla levantar información georreferenciada para ponedoras. En términos estandar, el guano de ponedora comercial se retira una vez al año, pero sin cama de viruta, ya que las gallinas ponedoras están en jaula. La disposición final general es para incorporación en suelo, sin embargo hay tres plantas que están además realizando compost, por lo tanto su extracción es diaria, en 30 a 40 días de compostaje. Además hay otros productores que utilizan el guano para alimentación animal.

Las reproductoras de ponedoras (comúnmente llamadas abuelas) tienen un manejo similar al sistema de camas de reproductoras de broiler.

La categoría ave-broiler tiene un vacío sanitario de 3 a 4 semanas. Por su parte las ponedoras no consideran períodos importantes de vacío sanitario. Se asumirá que la variable de stock promedio internaliza el vacío sanitario, por lo que no será necesario hacer mención explícita a esto en el modelo.

Para la categoría de pavos se asumirá que el manejo es representado por crianza broiler. Por su parte lo que corresponde a reproductoras, estas serán caracterizadas como las ponedoras, y su manejo se asumirá asimilable a

3.2.3 Planteles de bovinos

Desde el ámbito del manejo de residuos, las vacas lecheras se diferencian de los otros bovinos fundamentalmente en que utilizan mucha más agua para el barrido de residuos, principalmente para evitar la mastitis en la ordeña.

Los bovinos para carne no consumen tanta agua como las vacas lecheras, ya que el sistema de arrastre de residuos es con paleta en seco. Los bovinos para carne en general corresponden al ganado que viene del sur para engorda intensiva en el centro.

El manejo de las excretas de tanto los novillos, terneros y terneras son homologables al de las vacas lecheras, ya que están confinados en sitios similares, o en los mismos sectores.

Sin embargo se asumirán las mismas condiciones que para vacas, ya que la población de toros y bueyes no influye en el resultado general.

Tanto para vacas lecheras como para el resto de los bovinos, la disposición final es el uso del residuo como fertilizante (incorporación al suelo).

Los grandes volúmenes de purines diluidos (estiércol + orina + agua) pueden ser reutilizados en los predios como fuentes de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y agua, para la fertilización de los cultivos y praderas que constituyen la base forrajera en la alimentación del rebaño.

El Instituto de Investigación Agropecuario (INIA) ha establecido algunas consideraciones generales para el almacenamiento y disposición final de purines de bovinos para la disposición en pradera siendo esta la práctica más común³⁰. Téngase presente que dichos residuos no son sometidos a tratamiento alguno.

³⁰ Gonzáles & Sandoval; Diseño de sistemas de tratamiento y aprovechamiento de purines de origen bovino; Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Temuco, 2005.

3.3 Principales cadenas de manejo

Con el objetivo de caracterizar en forma sintética y representativa las principales cadenas de manejo para las granjas que constituyen la primera versión del catastro, se han realizado supuestos asociados a cada tipo de categoría de animal (definida por especie, escala de producción y estado de crianza), en base a la información recabada. Esto no altera las características originales del modelo, que permite representar cualquier potencial cadena de manejo para cualquier granja. Esta misma flexibilidad permite incluir nuevos sectores así como redistribuir los existentes. Además poder incluir nuevos sectores en la actualización y continuidad del catastro. Todo lo referente al modelo se explica en detalle en el siguiente capítulo.

La Tabla 5 permite determinar como se vinculan cada uno de estos sistemas a las distintas categorías de sector de crianza.

Tabla 5: Distribución y caracterización de cadenas de manejo de purines (generación – cadena de manejo – disposición final)

Categoría	Cadena de manejo
Bovinos	
Vacas lecheras	Sistema de lavado de pasillos (flush) - Pozo de Decantación (Lagunaje) - Aplicación a Terreno líquido (mayor a 200 animales)
Vacas de carne	Corral y arrastre de residuos en seco - Aplicación como fertilizante (sólido)
Toros	Sistema de lavado de pasillos (flush) - Pozo de Decantación (Lagunaje) - Aplicación a Terreno líquido (mayor a 200 animales)
Novillos	Sistema de lavado de pasillos (flush) - Pozo de Decantación (Lagunaje) - Aplicación a Terreno líquido (mayor a 200 animales)
Terneros	Sistema de lavado de pasillos (flush) - Pozo de Decantación (Lagunaje) - Aplicación a Terreno líquido (mayor a 200 animales)
Cerdos	
Agrícola Super Ltda	Sistema de evacuación Flush – Separación de sólidos - Laguna anaeróbica – Aplicación a terreno líquido (mayor 2000 cabezas)
AASA.	Sistema de evacuación Flush– Separación de sólidos - Laguna anaeróbica – Aplicación a terreno líquido (mayor 2000 cabezas)
Agrícola El Monte y Agrícola Chillán Viejo	Tratamiento Primario (Separación de sólidos – incorporación a terreno) - Aplicación a terreno líquido (mayor 2000 cabezas)
Otros Productores	Tratamiento Primario (Separación de sólidos – incorporación a terreno) - Aplicación a terreno líquido (mayor 2000 cabezas)
Aves	

Inventario emisiones de NH₃, desde actividades ganaderas en la RM

Reproductoras	Cama broiler – Evacuación de desechos mediante raspaje en seco* - incorporación a terreno** (frecuencia de retiro aproximado diario)
Pollos Broiler	Cama broiler – Evacuación de desechos mediante raspaje en seco* - incorporación a terreno** (frecuencia de retiro aproximado diario)
Ponedoras comerciales	Cama broiler – Evacuación de desechos mediante raspaje en seco* - incorporación a terreno** (frecuencia de retiro aproximado una a dos veces al año)

*Depende de las frecuencias de retiro de los animales.

**alternativamente alimento de ganado o compostaje.

La representatividad de la tabla 4 está justificada en las prácticas de manejo más comunes descritas en el capítulo 3.

Asociado a la tabla anterior, es posible establecer los siguientes supuestos para fines del inventario:

- Se definen manejos de residuos genéricos para los cerdos, diferenciados por compañía, y para el caso de las aves y los bovinos, diferenciados por tipo de producción.
- No se han considerado emisiones de amoníaco deducidas por el componente de manejo “separación de sólidos”, ni por el manejo posterior de este sólido. No existen referencias representativas y disponibles que correlacionen la cantidad de nitrógeno que se extrae de un separador de sólidos con respecto a su eficiencia de remoción de sólidos, ni menos para el contexto nacional. Por lo tanto no se considera la influencia de un separador de sólidos, en términos de las potenciales emisiones de amoníaco.
- Los sectores de crianza denominados como Multiplicador serán representados por la categoría de Reproductoras. Por su parte los sitios de Monocrianza son representados por una combinación de distintos estados o sitios de crianza (10 % reproductoras, segundo estado 25% y engorda 65%).
- Las especies de pavos han sido contabilizadas por este inventario, y su manejo ha sido representado por los mismos manejos que broiler y reproductoras.
- La implicancia de que las ponedoras comerciales tengan una frecuencia de retiro mucho más baja que los broiler, y de que no necesiten un material de soporte como es el caso de la cama broiler, incide en que se tenga un residuo más homogéneo que implica menos emisiones.

4 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DE UN INVENTARIO DE EMISIONES DE AMONIACO

La presente metodología tiene por objetivo cuantificar las emisiones de amoníaco provenientes de cada componente en la cadena de manejo de residuos, para sectores de crianza intensiva de bovinos de carne, bovinos de leche, cerdos y aves de corral y poder integrar estas emisiones para la constitución de un catastro o inventario de emisiones de amoníaco para la Región Metropolitana.

Esta metodología se basa fundamentalmente en la propuesta por EPA, para el desarrollo del Inventario Nacional de amoníaco desde actividades ganaderas de los Estados Unidos. Este documento se llama “*National Emission Inventory—Ammonia Emissions from Animal Agricultural Operations*”, y su última versión es de Abril del 2005.

Es importante recalcar que los factores de emisión presentados en el siguiente análisis han sido desarrollados para fines comparativos, recomendados para la asignación de cuotas de emisión y planificación en calidad del aire, pero no para concentrar el análisis de emisiones en una granja en particular.³¹

4.1 Cadenas de manejo y estimación de emisiones de amoníaco

La cadena de manejo se compone de etapas de generación de residuos, de estabilización o almacenamiento, y etapas de disposición final de residuos. Por ejemplo: sistema de lavado, separadores de sólidos, lagunas de estabilización, y la disposición final. Se entiende de este modo que las cadenas de manejo se inician desde la generación de la excreta, asociada al tipo de sistema de lavado del sector de confinamiento animal. En caso de no existir confinamiento de animales, corresponde a una situación de pastoreo, donde el sitio de generación de la excreta coincide con su disposición final, por lo tanto sólo hay un componente en la cadena. La identificación de los componentes más comunes que están involucrados en los sistemas de manejo en la Región Metropolitana, fue abordada en el capítulo 3.

A continuación se detallan las etapas a seguir para la estimación de emisiones de amoníaco :

1. Estimar o cuantificar el contenido de nitrógeno excretado por cada categoría de animal y cada estado de crianza.
2. Tabular las alternativas de cadena de manejo que son representativas para cada categoría de animal, escala de producción y estado de crianza, y que servirán además para incluir nuevos sectores en la continuidad del catastro.
3. Identificar los factores de emisión por cada componente de cada cadena de manejo identificada en el catastro de productores ganaderos, para el contexto en análisis.
4. Estimar las emisiones de amoníaco para sector, discretizando según tipo de animal, comuna, número y peso de animales.

³¹ National Emission Inventory—Ammonia Emissions from Animal Agricultural Operations, 2005

La siguiente figura representa cuales son los componentes de una cadena de manejo, y su potencial de emisiones de amoníaco, tomando en consideración la siguiente leyenda:

- j: tipo de cadena de manejo;
- i: categoría de animal según especie y peso;
- k: componente o etapa de una cadena de manejo en particular.

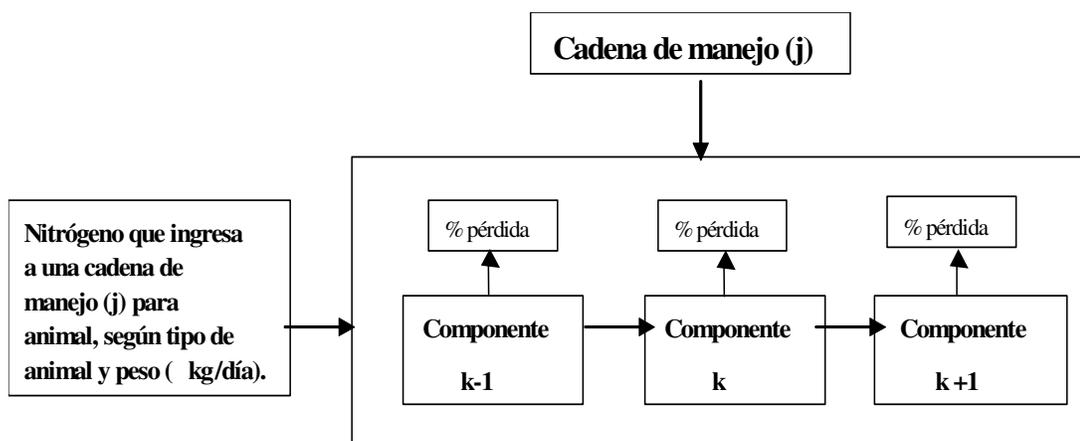


Figura 19: Esquema de un cadena de manejo.

A partir de la presentación de la metodología, se identifican las siguientes variables críticas del modelo:

- Número de animales categoría i
- Nitrógeno excretado para cada categoría de animal tipo i. A su vez, esta variable es una función del peso promedio de los animales tipo i.
- Tipo de cadena de manejo j.
- Factor de emisión para el componente de manejo k en cadena de manejo j

El modelo considera al nitrógeno excretado como una variable, por lo que están implícitamente abordadas las variaciones en las dietas, siempre que se conozcan valores representativos de nitrógeno en la excreta. Si bien originalmente se ha concebido el uso del modelo para sistemas intensivos, las veranadas (extensivas) también pueden ser abordadas sustituyendo un manejo “confinado” de animales, por “pastoreo” para un período particular de meses.

El objetivo del inventario nace de representar el aporte de cada fuente ganadera de emisiones de amoníaco, en la generación de material particulado fino. Esta metodología se basa en la metodología EPA para inventarios de amoníaco en operaciones ganaderas, y no internaliza la variabilidad de la temperatura y dieta en los factores de emisión y el nitrógeno excretado, respectivamente. Por lo mismo no es apropiado el uso de esta metodología para concentrar el análisis de emisiones de una granja en particular, pero si se recomienda para la asignación de cuotas de emisión y planificación en calidad del aire. El modelo busca contrastar el aporte de cada fuente, para propiciar los manejos de residuos que minimicen las emisiones de amoníaco, más que definir lineamientos para fiscalizar una fuente en particular.

Las condiciones de temperatura entre distintas fuentes dentro de la Región Metropolitana son similares, por lo que se justifica el uso de utilizar este modelo como herramienta comparativa.

4.2 Estimación del contenido de nitrógeno en las excretas

La siguiente ecuación permite determinar el nitrógeno excretado por los animales, para cuantificar el contenido de nitrógeno en cada etapa de manejo de residuos.

$$Nex_{i,j} = A_{i,j} \times P_i \times N_i \quad \text{Ecuación 1}$$

- $Nex_{i,j}$: Nitrógeno excretado para animal categoría i (según animal y peso), (kg/día).
- $A_{i,j}$: Número de animales categoría i, (según tipo de animal y peso), en cadena de manejo j.
- P_i : Peso promedio animal vivo de categoría i (según tipo de animal y peso), (kg/cabeza).
- N_i : Tasa de emisión de nitrógeno en categoría i (según tipo de animal y estado de crianza), (kg/1000 kg de animal/día).

Es necesario asociar los animales según especie, peso promedio de animal vivo y tasa de excreción de nitrógeno. De este modo, se estima el contenido de nitrógeno excretado por los animales. En la Tabla 6 se presentan los pesos promedios y las tasa de excreción de nitrógeno utilizado en el estudio, para cada categoría de animal.

Tabla 6: Tasa de excreción de nitrógeno y peso promedio animal vivo ³²

Grupo de animales	Peso promedio animal vivo (Kg)	Tasa de nitrógeno excretado (Kg N/1000kg animal día)
Vacas		
Vacas lecheras de la lactancia (incluye vaquillas)	603,4	0,45
Vacas lecheras secas (sin leche)	603,4	0,36
Novillos de lechería	475,2	0,31
Vacas de carne	532,3	0,33
Toros	748,8	0,31
Novillos	419,5	0,31
Terneros	70	0,4
Cerdos		
Reproductoras (incluye 80% gestante, 15 lactante y 5% verracos)	198,2	0,24
Segundo estado	15,9	0,6
Engorda	40.8 – 90.6	0,42
Destete Venta	15.9 – 90.7	0,43
MULTI	198,2	0,24
MONO	66,5	0,447
Aves		
Reproductoras	1,8	0,83
Ponedoras	1,8	0,83
Pollos totales	1,8	0,62
Pollo broiler	0,9	1,1
Pavos	6,8	0,74

La fuente original para el desarrollo de los valores de nitrógeno excretado proviene de tasas de excreción del Manual de Manejo de Residuos Agrícolas de National Resource Council, elaborado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. La virtud de esta fuente es que abarca un amplio rango de categorías de animales.

Por su parte estas cifras fueron validadas por las referencias de Midwest Plan Service³³ y de EPA-CAFO³⁴, por tanto se ha consideraran representativas para ser aplicadas a la realidad

³² EPA National Emission Inventory—Ammonia Emissions from Animal Agricultural Operations, 2005

³³ MWPS 1993. Livestock Waste Facilities Handbook-3er Edition. Midwest plan service, Iowa State University, Ames, IA

nacional, ya que justamente son estos valores los referenciales utilizados para el diseño de sistemas de tratamiento en nuestro país.

La referencia presentada en la tabla considera una dieta homogénea durante todo el año para bovinos, aves y cerdos. Por lo tanto el contenido de nitrógeno en la excreta es considerado independiente de la dieta y el mismo para todos los días al año.

Preliminarmente este estudio ha internalizado el mismo supuesto, si bien el modelo utilizado posee la suficiente flexibilidad para actualizar o corregir este valor de nitrógeno excretado para algunos días del año, en caso que corresponda representar varianzas en la dieta para cada tipo de categoría animal, una vez que se posea información representativa para esto.

4.3 Identificación y desarrollo de factores de emisión de NH₃

Los factores de emisión tienen como principal referencia el estudio de EPA “*National Emission Inventory—Ammonia Emissions from Animal Agricultural Operations Revised Draft Report*”, para la elaboración de un inventario de emisiones de amoníaco por explotaciones ganaderas en los Estados Unidos, excepto por el factor de lodos activados que no ha sido incluido en la referencia, pero que ha sido elaborado por Poch Ambiental S.A a partir de experiencias en el diseño de estos sistemas de tratamiento.

El fundamento y la justificación de los Factores de emisión utilizados, asociados a distintos tipos de animales y distintos tipos de manejo de residuos, están justificados en el informe. El modelo propuesto es el único que permite comparar distintas granjas respecto de sus emisiones de amoníaco, en función de su respectivo sistema de manejo.

Para la estimación de las emisiones de amoníaco asociados a cada cadena de manejo se pueden utilizar dos tipos de factor de emisión:

- Basado en los Kg de amoníaco liberado por cabeza (Kg NH₃/año cabeza) para animales en confinamiento.
- Basado en el porcentaje de nitrógeno liberado como amoníaco (% del nitrógeno que forma parte de cada cadena de manejo).

En la Tabla 7 se detallan los factores de emisión de cada componente de la cadena de manejo considerada en el estudio, lo que no excluye la posibilidad de ingresar al modelo nuevos componentes. Solo es necesario conocer el factor de emisión específico o bien el porcentaje de emisión de cada uno.

La opción de utilizar el factor de emisión en porcentaje o por masa, es indiferente a los resultados del modelo. Sólo es relevante identificar si está disponible el valor y utilizar adecuadamente las ecuaciones del modelo. Esto es, si se utiliza el factor de emisión en porcentaje usar la ecuación 3, teniendo la posibilidad de obtener su transformación a kgNH₃/cabeza/año mediante la ecuación 6.

³⁴ USEPA. 2001. Development Document for the Proposed Revisions to the National Pollutant Discharge Elimination System Regulation and the Effluent Guidelines for Concentrated Animal Feeding Operations.

Tabla 7. Porcentaje de emisión por componente y factor de emisión específico (³⁵y Poch Ambiental S.A)

	Porcentaje (%)	EF (Kg NH ₃ /año cabeza)
Vacas de carne		
Feedlots	23	12,9
Pozo de decantación	43	-
Aplicación como fertilizante (sólido)	17	
Acopio	20	
Pastoreo	8	
Aplicación como fertilizante (líquido)	20	
Ninguno		
Vacas lecheras		
Almacenaje de sólidos	20	-
Aplicación a terreno Líquido (100-200 cabezas)	22	-
Aplicación a terreno Líquido (mayor 200 cabezas)	20	-
Aplicación a terreno Líquido (menor 100 cabezas)	24	-
Aplicación a terreno Sólidos (100-200 cabezas)	18	-
Aplicación a terreno Sólidos (mayor 200 cabezas)	17	-
Aplicación a terreno Sólidos (menor 100 cabezas)	19	-
Barrido de fecas en seco	15	10,8
Estanques	7	-
Evacuación de desechos mediante raspaje en seco	11	12,6
Laguna	43	4,4
Ninguno		
Pastoreo	8	6,5
Separación de sólidos	0	-
Sistema de evacuación Pit	28	4,4
Sistema de lavado de pasillos	22	25,9
Cerdos		
Sistema de evacuación, flush con laguna	22	2,7
Laguna anaeróbica – almacenamiento	43	4,2
Sistema de evacuación tipo Pit (piscina bajo pabellón)	27	3,4
Aplicación a terreno Líquido (mayor 2000 cabezas)	20	-
Aplicación a terreno Líquido (menor 2000 cabezas)	23	-
Aplicación a terreno Sólidos (mayor 2000 cabezas)	17	-
Aplicación a terreno Sólidos (menor 2000 cabezas)	19	-
Biodigestor	0	-
Lodos Activados	20	-
Aves		
Evacuación de desechos mediante raspaje en seco	20	-
Cama broiler	23	-
Almacenaje de residuos	20	-
Área de confinamiento exterior	8	-
Incorporación a terreno	25	-
Incorporación a terreno (ponedoras)	7	-

³⁵ EPA, 2005 “National Emission Inventory—Ammonia Emissions from Animal Agricultural Operations Revised Draft Report”.

EF = Factor de emisión.

El origen de estos datos de factor de emisión proviene de distintas referencias bibliográficas disponibles. El estudio de EPA se encarga de levantar distintos valores de factor de emisión por cada componente de manejo y sacar un promedio que considera como referencial.

Estos factores de emisión se obtuvieron de una serie de estudios desarrollados en Estados Unidos entre el año 1982 y el año 2005, y que comprenden más de 35 estudios independientes donde en gran parte de ellos se midieron y estimaron emisiones de amoníaco para distintos componentes de la cadena de manejo, en distintas categorías de animales.

4.4 Cálculos para estimación de emisiones de NH₃

Se desarrolló una base de datos en Excel para estimar las emisiones de amoníaco anuales para las operaciones animales utilizando los cuatro pasos propuestos por el modelo. Las emisiones de amoníaco fueron estimadas por especie y peso en producción intensiva.

Tal como se explicó anteriormente, la emisión de amoníaco por cada componente de la cadena de manejo puede ser estimada utilizando el porcentaje de nitrógeno liberado como amoníaco desde la excreta o un valor referencial por cabeza de animal.

Consideraciones:

- i: tipo o categoría de animal
- j: diferentes cadenas de manejo
- k: componente particular de una cadena de manejo

4.4.1 Emisiones de amoníaco desde establecimientos de crianza y sistema de manejo y disposición final de residuos

Para calcular la emisión de amoníaco desde un primer componente cualquiera (k), de cada cadena de manejo (j), con un factor de emisión expresado como la cantidad de amoníaco liberado por animal se utiliza la siguiente expresión:

$$NH_{3i,j,k} = A_{i,j} \times FE_{j,k} \quad \text{Ecuación 2}$$

NH ₃ _{i,j,k} :	Emisión de amoníaco para animales categoría (i) desde el componente (k) de la cadena de manejo (j), (kg NH ₃ /año).
A _{i,j} :	Número de animales tipo (i) que ingresa a la cadena de manejo obtenido (j), (cabezas).
FE _{j,k} :	Factor de emisión (kg NH ₃ /año cabeza) por componente (k) de la cadena de manejo (j).

Si el factor de emisión está expresado en %, el cálculo de la emisión de amoníaco desde el primer componente (k) de una cadena de manejo (j) se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$NH_{3i,j,k} = Nex_{i,j} \times FE_{j,k} \times \frac{17NH_3}{14N} \quad \text{Ecuación 3}$$

NH _{3 i,j,k} :	Emisión de amoníaco desde un componente (k) de la cadena de manejo correspondiente j (kg N/año), al cual entra como animal tipo i.
Nex _{i,j} :	Nitrógeno excretado para un tipo de animal i que ingresa a un componente (k) (kgN/día).
FE _{j,k} :	Factor de emisión (% de N) para el componente (k) de la cadena de manejo (j).
17 NH ₃ /14 N:	Factor de conversión molar de nitrógeno volatilizado a emisión de nitrógeno amoniacal

Las siguientes componentes de manejo (2^{da}, 3^{ra} y 4^{ta}) deben ser cuantificados mediante el siguiente análisis. Cuando se determina la cantidad de nitrógeno liberado por el componente k+1 de la cadena de manejo (j) debe considerarse el nitrógeno perdido por el componente k o primer componente.

Si un componente (k+1) de una cadena de manejo (j), sigue al componente (k), las emisiones del primer componente se calculan de la siguiente forma.

$$NH_{3 i,j,k+1} = \left[Nex_{i,j} - \left(NH_{3i,j,k} \times \frac{14N}{17NH_3} \right) \right] \times FE_{j,k+1} \times \frac{17NH_3}{14N} \quad \text{Ecuación 4}$$

NH _{3 i,j,k+1} :	Emisión de amoníaco desde el componente (k+1) de la cadena de manejo correspondiente (kgNH ₃ /año)
NH _{3 i,j,k} :	Emisión de amoníaco desde el componente (k) de la cadena de manejo correspondiente (kgNH ₃ /año)
Nex _{i,j} :	Nitrógeno emitido un componente (k) en cadena de manejo (j), (kgNH ₃ /día),
FE _{j,k+1} :	Factor de emisión (kg NH ₃ /año/cabeza) del componente (k+1) del sistema de manejo (j).
17 NH ₃ /14 N:	Factor de conversión molar de nitrógeno volatilizado a emisión de nitrógeno amoniacal.

Para determinar la emisión de una cadena de manejo completa, las emisiones de cada componente de la cadena de manejo se suman. La ecuación básica para calcular la emisión desde una cadena de manejo es la siguiente:

$$\text{Emisión de Amonio}_{CM\ completa} = \sum_{k=1}^n NH_3\ j,k \quad \text{Ecuación 5}$$

Para expresar el factor de emisión en porcentaje

$$\% \text{ pérdida de N} = \frac{FE_{j,k} \times \frac{14N}{17NH_3}}{Nex_{i,j}} \times 100 \quad \text{Ecuación 6}$$

% pérdida de N:	Porcentaje de nitrógeno perdido como amoníaco
FE _{j,k} :	Factor de emisión amoníaco en componente (k) de orden (j), (kgNH ₃ /año cabeza).
Nex _{i,j} :	Nitrógeno excretado por animales categoría (i), que ingresa a la cadena de manejo (j), (kg/año/cabeza).
14 N/17 NH ₃ :	Factor de conversión molar de emisión de nitrógeno amoniacal a nitrógeno volatilizado.

A continuación se explica un ejemplo donde se cuantifica el % de pérdida de nitrógeno en una laguna.

Ejemplo laguna:

$$\% \text{ pérdida de N en laguna} = \frac{FE_{laguna} \times \frac{14N}{17NH_3}}{Nex_{i,laguna}} \times 100 \quad \text{Ecuación 7}$$

% pérdida de N en laguna:	Porcentaje de nitrógeno entrando a la laguna perdido como amoníaco.
FE _{laguna} :	Factor de emisión para cerdos en lagunas, (kg NH ₃ /año cabeza).
Nex _{i, laguna} :	Entrada de nitrógeno a la laguna, (kgN/año cabeza).
14 N/17 NH ₃ :	Factor de conversión molar de emisión de nitrógeno amoniacal a nitrógeno volatilizado.

4.4.2 Pérdida de nitrógeno durante la aplicación en terreno

El porcentaje de pérdida de nitrógeno como amoníaco durante la aplicación en terreno depende del método de aplicación utilizado (Tabla 8) y de la tasa de incorporación proveniente del componente anterior a la aplicación. Tanto el método de aplicación y la tasa de incorporación

Inventario emisiones de NH₃, desde actividades ganaderas en la RM

varían de acuerdo al tipo de animal. Por ello se calcula de acuerdo al tipo de animal, según la siguiente ecuación:

$$\% \text{ perdida_total} = (\% \text{aplic}_{\text{sin_incorporación}} \times \% \text{perdido}) + (\% \text{aplic}_{\text{con_incorporación}} \times \% \text{perdido})$$

% aplicado con incorporación: El porcentaje de guano aplicado en terreno que es incorporado directamente al suelo después de la aplicación. Se refiere a que es incorporado al terreno.

% perdido: El porcentaje promedio de amoníaco perdido en el método utilizado para la aplicación en terreno (se calcula con el valor mínimo y máximo liberado de amoníaco en dicha aplicación en terreno).

% aplicado sin incorporación: El porcentaje de guano aplicado a terreno que se queda en la superficie.

Por ejemplo, el 30% del guano aplicado es incorporado y el 70% del guano restante es aplicado superficialmente

Tabla 8: Porcentaje de nitrógeno volatilizado como amoníaco en la aplicación en terreno

Método de aplicación	% pérdida	% Promedio de pérdida
Difusión (sólida)	15-30	22.5
Difusión (líquida)	10-25	17.5
Difusión (sólida, incorporación inmediata)	1-5	3
Difusión (líquida, incorporación inmediata)	1-5	3
Incorporación a terreno (líquido)	0-2	1
Riego por aspersión (líquido)	15-40	27.5

A continuación se presenta el cálculo de la pérdida de nitrógeno utilizando los factores de emisión de Tabla 9.

$$\% \text{ N liberado purín líquido} = (30\% * 3\% + 70\% * 27.5\%) = 20\%$$

$$\% \text{ N liberado purín sólido} = (30\% * 3\% + 70\% * 22.5\%) = 17\%$$

En el Anexo 3 se presenta un ejemplo explicativo para la estimación de emisiones de amoníaco en un conjunto de 1500 cerdos.

5 MODELO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DE INFORMACIÓN

Uno de los objetivos del modelo es poder dotar a SAG de un sistema que permita administrar y gestionar toda la información relacionada con las emisiones de NH₃ dentro del territorio regional, sus relaciones espaciales y su participación en la calidad de aire de la Región Metropolitana. Por sus características, los estudios destinados a la estimación de emisiones, requieren el manejo de importantes volúmenes de información y la consabida necesidad de representar los datos y resultados de manera cartográfica.

Del análisis anterior surge con claridad la propuesta del sistema de administración de los datos que permita la representación espacial o cartográfica de las actualizaciones y seguimientos de las emisiones de amoníaco y la posibilidad de consultar las bases de datos asociadas. La Figura 21 muestra, conceptualmente, el sistema propuesto.

Una vez que el administrador del sistema recibe las planillas Excel con la actualización de la información sobre la granjas, se deben seguir los siguientes pasos: i) sistematizar en los formatos acordados; ii) implementación del modelo para calculo de emisiones por granja iii) transformar la planilla en una base de datos como Archivo BDF (*.bdf); iv) desde ArcView se importan la bases de datos al SIG construido; v) se genera una cobertura temporal que permita verificar la coherencia con la información anterior disponible en el SIG; y vi) se crea un nuevo Archivo Shape (*.shp) que corresponderá a la cobertura actualizada con su base de datos asociada para efectuar consultas y reclasificaciones. La siguiente figura permite representar estos pasos:

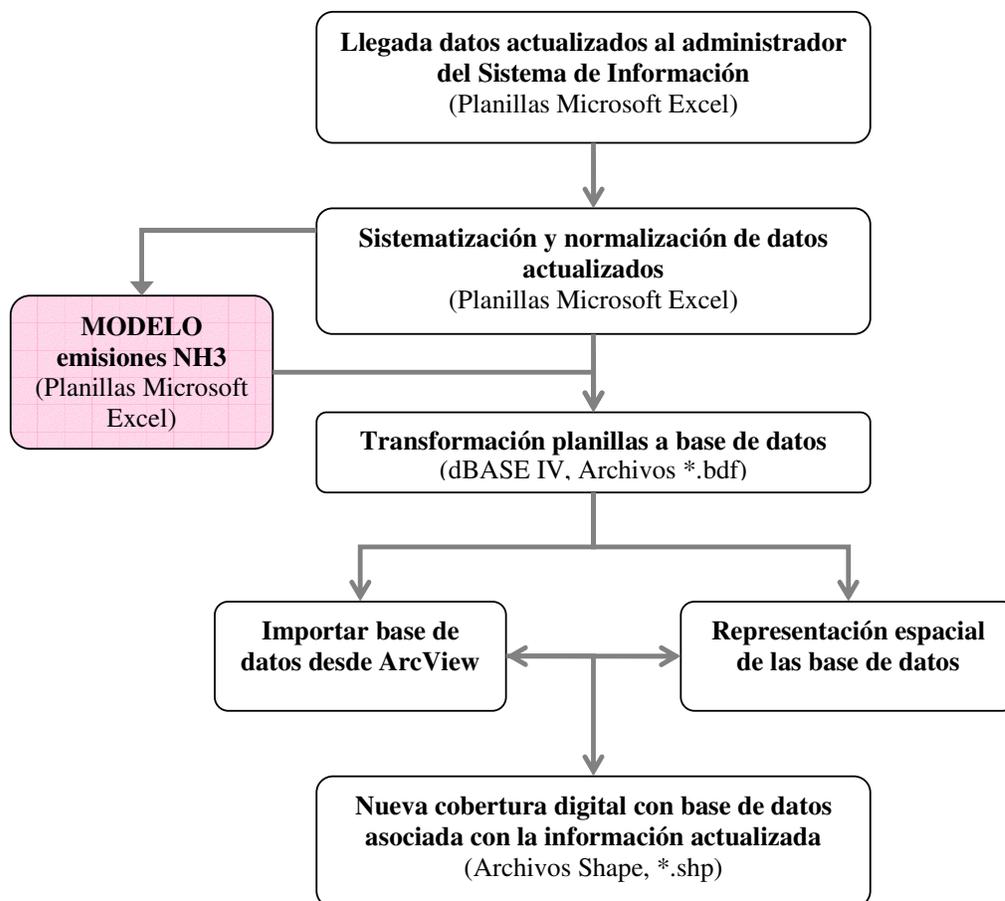


Figura 20: Representación conceptual del Sistema de Administración y Gestión de Datos

La actualización del inventario se basa en el manejo estructurado de la información requerida por el modelo. El formato de la interfaz del modelo (planillas Excel) tiene por objetivo facilitar la actualización de la información, a ser recolectada y completada por un operador de SAG.

Las principales actividades asociadas a cada etapa se describen a continuación:

5.1 Recepción, recopilación y sistematización de datos de actividades ganaderas

El objetivo es actualizar la información asignada a las granjas existentes y agregar los sectores nuevos que se requieran incluir. De este modo, el encargado del sistema de información, recopila los registros de operaciones ganaderas que se dispongan para complementar el modelo. Los valores fundamentales que se requieren para representar las emisiones por cada granja o sector ganadero son:

- Categoría de animales

- Número de animales
- Cadena de manejo de residuos

El modelo considera que tanto el nitrógeno excretado, los pesos promedio de cada categoría de animales y factores de emisión por componente de cada cadena de manejo, pueden ser referenciados por valores por defecto. En caso que se dispongan de referencias representativas es posible incluirlas como nuevas variables del modelo.

Junto con esto, el nombre y la ubicación (comuna y coordenadas) son necesarias para identificar el centro productivo y asignarle una coherencia espacial.

Finalmente los datos deben ser adaptados al formato requerido por el modelo para la estimación de emisiones desde cada fuente ganadera.

5.2 Modelación de Emisiones de Amoníaco

Todas las características del modelo han sido presentadas en el Capítulo 4 de este informe. Es pertinente recordar que Microsoft Excel tiene la capacidad de realizar el cálculo de las emisiones de manera automática mediante la incorporación de las formulas adecuadas. Se ha optado por esta herramienta para representar las bases de datos y su respectivo potencial de emisiones.

La consolidación de datos de esta primera versión del inventario, depende del nivel de desagregación espacial en que están los datos disponibles de cada especie por separado. El procedimiento es consolidar los datos de cada especie, a nivel comunal y nivel provincial.

En síntesis, el modelo permite cuantificar las emisiones asociadas a cada centro productivo, en función de todas las variables presentadas anteriormente, más la ubicación y nombre de este centro.

El producto resultante conforma el inventario de emisiones de amoníaco por actividades ganaderas en la R.M, el que alimentará el inventario total de emisiones en el marco del PPDA.

Esta salida de resultados del modelo es la entrada necesaria para la base de datos que será representada georeferencialmente. Los formatos de salida del modelo o las bases de datos manejadas, al ser elaboradas en excel permiten ser exportados a diferentes formatos y que se verá con la autoridad el formato más adecuado para los modelos.

5.3 Transformación planillas a base de datos

Una vez que estén calculadas las emisiones asignadas a cada fuente, es necesario que esta información, tanto por fuente puntual como consolidado a nivel comunal, por especie, sea compatible con los modelos de calidad de aire manejados hoy por CONAMA, con el objetivo de alimentar el inventario de emisiones de la RM en el marco del Plan de Prevención de Descontaminación Atmosférica.

5.4 Representación espacial de las base de datos

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) una de las herramientas computacionales más apropiadas para conseguir relacionar de manera eficiente bases de datos complejas y expresiones gráficas de los mismo, sumando la posibilidad de hacer consultas a estas bases por medio de una representación cartográfica desplegada en la pantalla de una computadora.

Evaluada la disponibilidad de programas computacionales para el manejo de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que a la fecha tiene el SAG y CONAMA-RM, y en relación con la información obtenida del Estudio de Estimación de Emisiones de Amoníaco de las Explotaciones Ganaderas en la R.M., se ha determinado que la más sencilla y eficiente manera de administrar y representar estos datos es por medio de la recolección de ellos en formato de planillas de calculo (Microsoft Excel) para su posterior transformación a formatos compatibles con los requeridos por el SIG, en este caso ArcView 3.2 o superiores.

En este sentido, y directamente relacionado con la posibilidad de representar espacialmente dentro de la Región Metropolitana todas las granjas contempladas en el análisis y sus posteriores actualizaciones y/o modificaciones, se puede concluir que el único requerimiento que existe para poder realizar esta representación, es contar con la ubicación geográfica (coordenadas geográficas) de cada una de ellas, o por lo menos dar una representación agregada de estas fuentes a nivel comunal (como hasta ahora es en el caso de los bovinos, de los cuales no se poseen coordenadas de las fuentes, pero se representa la fuente en el centro de la comuna respectiva).

En otras palabras, contando con la georeferencia de las fuentes de emisión, es posible relacionar cada uno de ellos con todos los atributos que sea requiera. De esta manera, se ha contemplado relacionar con cada uno de los puntos la siguiente información:

- Categoría (Aves, Cerdos, Bovinos);
- Ubicación administrativa (Provincia, Comuna y Dirección);
- Coordenadas UTM
- Nombre (Predio o Granja);
- Propietario;
- Número de animales;
- Sistema de manejo de residuos;
- Emisiones estimadas;
- Observaciones.

El procedimiento es importar la base de datos Excel descrita en la actividad anterior, desde ArcView, para la generación de tablas DBF y SHAPes. Las salidas Shape permiten relacionar un

elemento geográfico con una base de datos, de este modo es posible representar las fuentes puntuales así como las salidas a nivel comunal.

5.5 Representación geográfica

El producto final del Sistema de Administración y Gestión del inventario de Emisiones, permitirá al administrador del SIG desplegar la información de manera gráfica (Pantalla y Mapas) y realizar consultas a las bases de datos asociadas, las que permitirán el despliegue gráfico de la cantidad de reclasificaciones de información que sea necesario (Figura 21, Figura 22 y Figura 22).

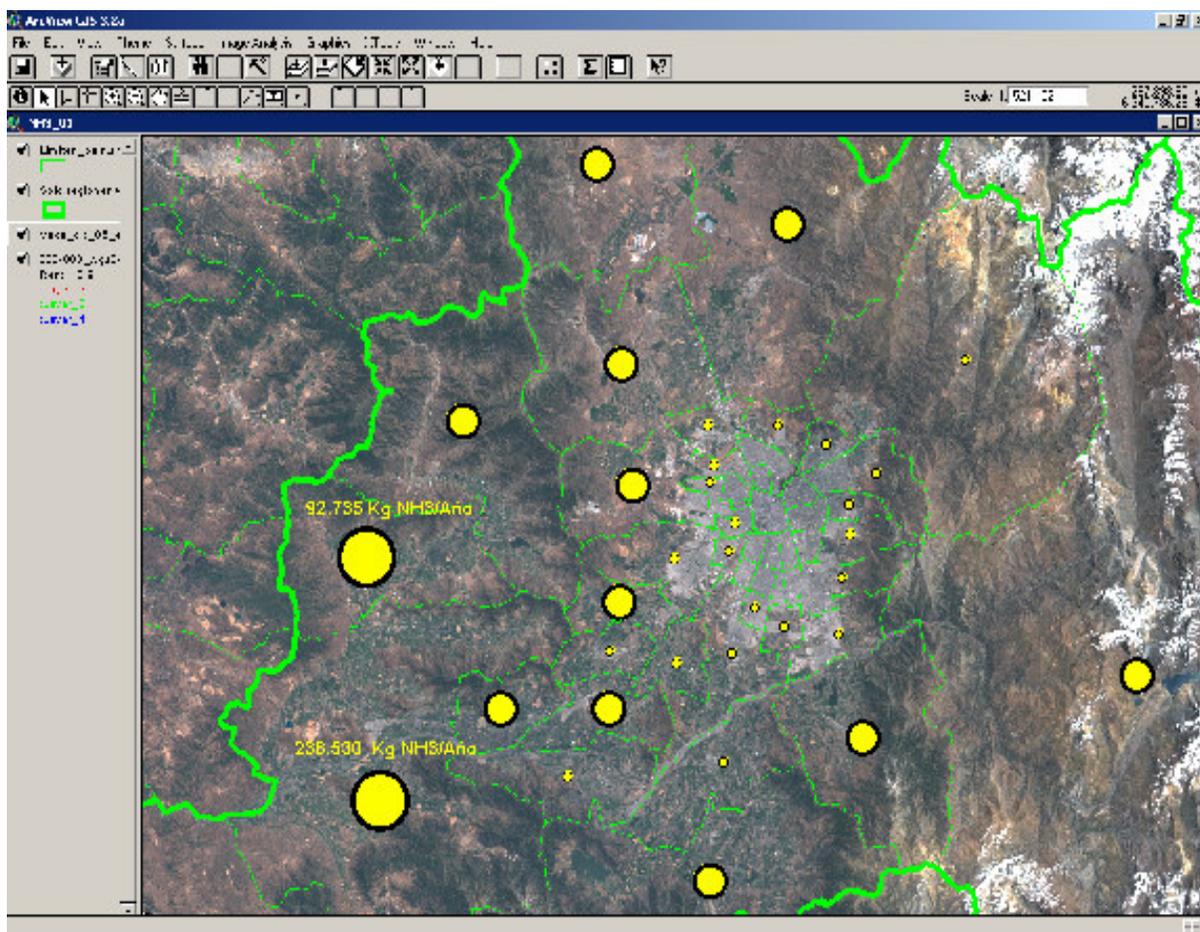


Figura 21: Ejemplo de despliegue de gráfico de la información administrada por el SIG

6 INVENTARIO DE EMISIONES DE AMONIACO

6.1 Presentación de la Interfaz del modelo

A continuación se presentan las características de la interfaz utilizada para ejecutar el modelo de emisiones de amoníaco. Este sistema está construido a partir de la herramienta Microsoft Excel, el cual es un instrumento de uso masivo y fácil manipulación. Junto con esto, se han incorporado macros que permiten representar la situación de cada fuente de emisiones asociada a cada centro productivo, con cada uno de sus atributos correspondientes.

La primera versión de la plataforma del modelo está constituida de un archivo Excel con 2 tipos de hojas: planillas que abarcan la información recopilada de cada centro productivo y ordenada por categorías de animales y planillas asociadas a los parámetros por defecto de cada categoría animal. A esto lo acompaña una planilla central, que permite evaluar las emisiones de cualquier combinación y nivel de agregación de datos.

La planilla central genera una interfaz amigable con usuario de manera que sea de fácil manejo para todo tipo de usuario. En esta interfaz se requiere que usuario seleccione la categoría animal a evaluar y la comuna donde desea estimar las emisiones de NH₃. Una vez que el usuario selecciona lo anteriormente descrito automáticamente se entrega el nitrógeno excretado y las emisiones de NH₃ asociadas a la cadena de manejo asignada a la categoría seleccionada previamente.

A continuación se presentan figuras en que se aprecia la interfaz de la planilla central (Figura 22).

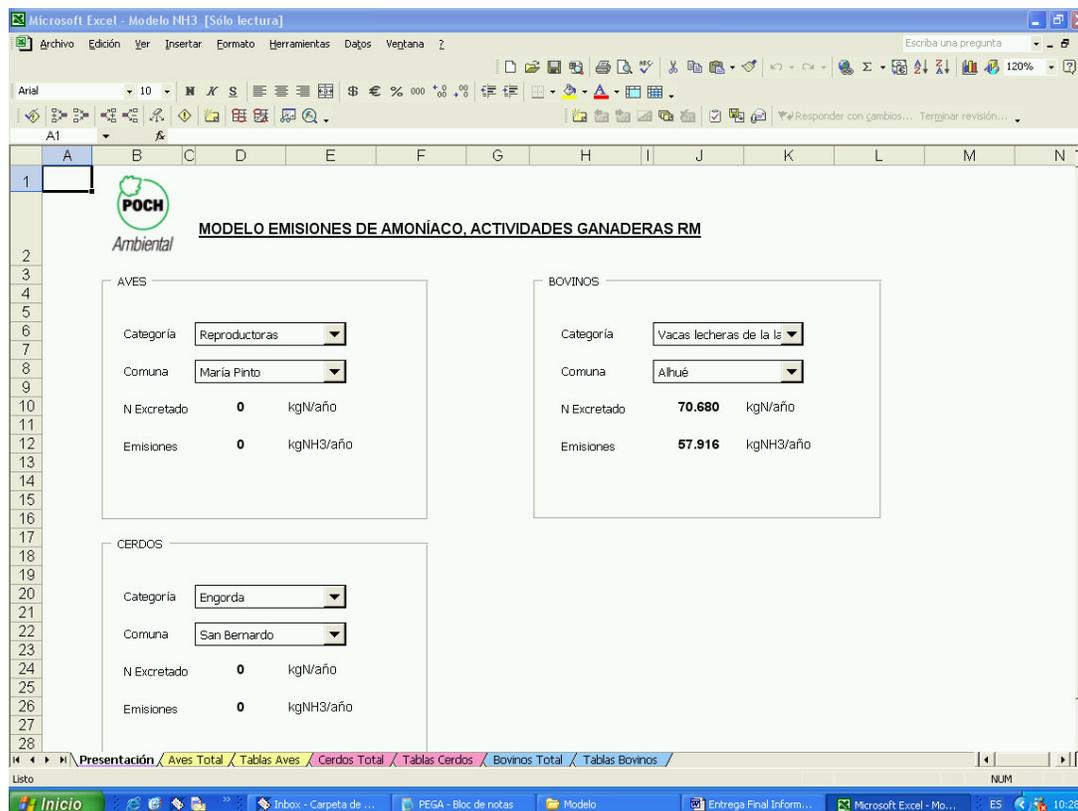


Figura 22: Ejemplo de consulta e ingreso de datos en bases de datos, selección de categoría

6.2 Análisis General del Inventario

A continuación se realiza un análisis exhaustivo sobre distintos aspectos de relevancia del inventario. En primer lugar se realizará un análisis sobre los aportes de cada sector ganadero al total de emisiones de amoníaco, para posteriormente dar luces sobre la participación interno de cada especie.

La siguiente tabla presenta los resultados generales obtenidos por tipo de rubro ganadero y por cada estado de crianza.

Tabla 10: Aporte de cada categoría de animal al total de Emisiones de amoníaco para el Total de la RM

Categoría animal	Emisiones Ton NH3/año
Bovinos Total	8.282
Vacas lecheras de la lactancia	4.680
Vacas de carne	2.073
Toros	245
Novillos	934
Terneros	351
Cerdos Total	9.594
Reproductoras	660
Segundo estado	103
Engorda	2.287
Destete Venta	3.022
MULTI	3.111
MONO	333
Aves Total	7.868
Reproductoras	168
Pollos Broiler	5.070
Ponedoras	2.390
Pavos	239

El siguiente gráfico sintetiza estos resultados, revelando el aporte en término de emisiones de cada uno de los principales rubros involucrados en las operaciones ganaderas de la Región Metropolitana. Es posible identificar que los aportes de cada especie son semejantes, al nivel de equipararse en tercios prácticamente equivalentes.

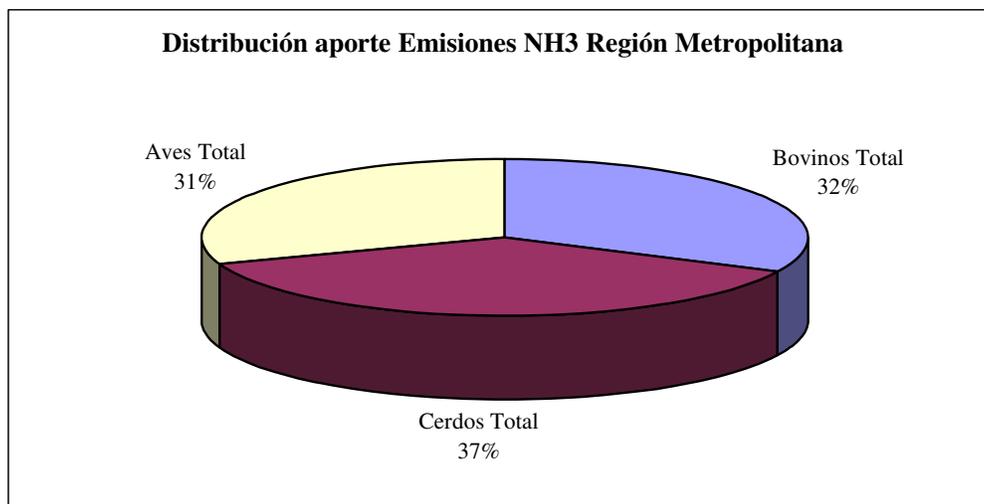


Figura 23: Aporte de las categorías de especies de animal al total de emisiones de amoníaco.

Los sectores que exhibieron referencias geográficas erróneas o incompletas no fueron representados en el sistema georeferenciado. Esto ocurrió con una parte importante del rubro de crianza “cerdos”.

La siguiente figura representa el aporte de emisiones de las distintas fuentes de emisión de amoníaco, considerando la categorización general de los principales rubros ganaderos (Bovinos, aves y cerdos) y asignándoles una representación georeferenciada.

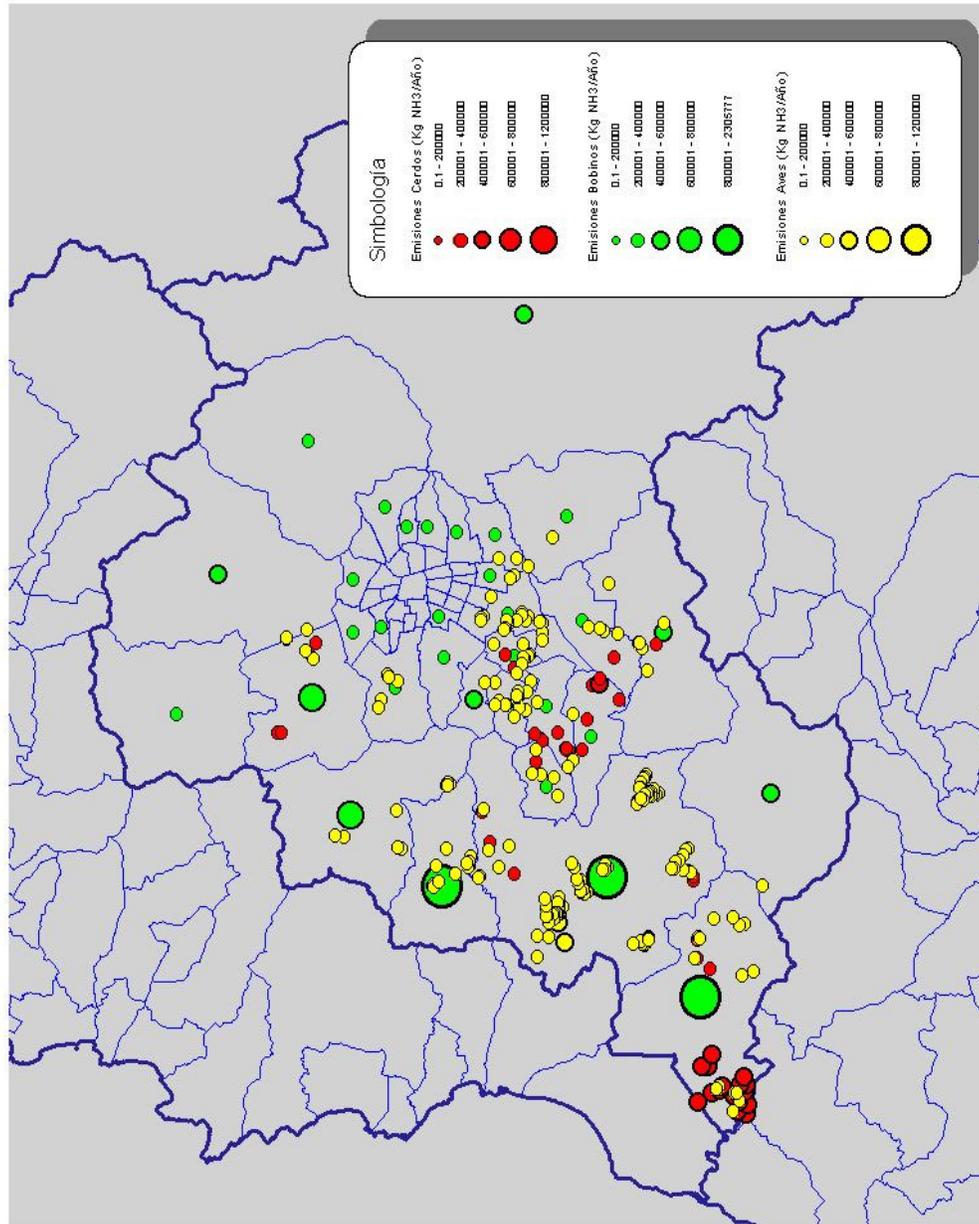


Figura 24: Aporte de cada rubro animal a las emisiones de Amoníaco en actividades ganaderas

Inventario emisiones de NH₃, desde actividades ganaderas en la RM

Esta figura se ha elaborado definiendo un rango equivalente para las distintas categorías, con el objetivo de hacer comparativas cada una de las fuentes de emisión.

Los bovinos son la única categoría animal que no está representada por fuente particular, sino por un total en cada comuna.

Se comprueba que la tendencia de focos de emisión se concentra en la zona suroeste de la Región Metropolitana, especialmente en las comunas de San Pedro y Melipilla.

Es posible observar que la concentración de fuentes de amoníaco parece coincidir con las tasas de emisión más altas por cada categoría de animal.

6.3 Emisiones por categoría de animal

6.3.1 Bovinos

Debido a que la información de entrada está restringida a valores totales de población animal por cada comuna, no es posible asociar cada fuente emisora a distintos sectores ganaderos. Esta información corresponde a la fuente más completa disponible.

A partir de la información cuantificada en el modelo, es posible estimar cuales son los aportes más relevantes de la crianza de bovinos al total de emisiones de amoníaco por operaciones ganaderas, en la región.

La siguiente figura se concentra en las fuentes emisoras más relevantes al aporte total de emisiones de amoníaco.

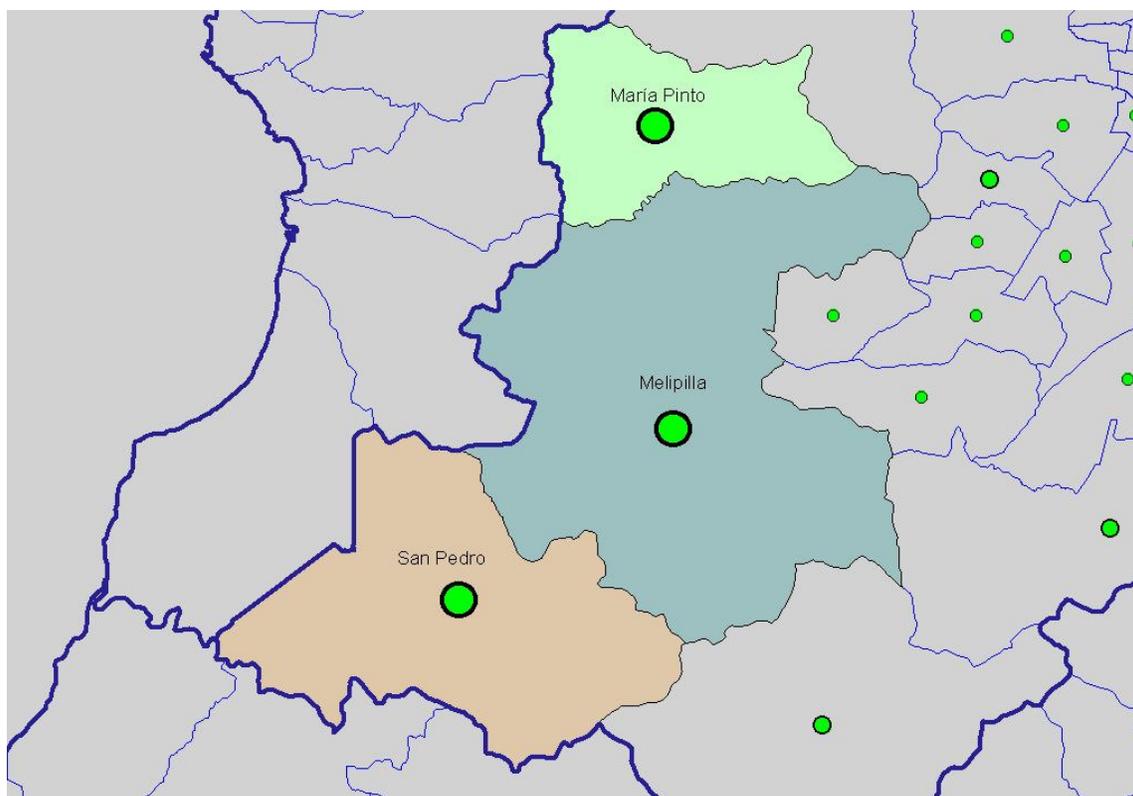


Figura 25: Zona con mayor cantidad de emisiones por aporte de bovinos en la Región Metropolitana

Es posible observar que las fuentes emisoras se concentran en las periferias de la Región Metropolitana, principalmente en las comunas de mayor actividad ganadera del suroeste de la región. De esta figura es posible identificar distintos grados de relevancia en términos de emisiones de amoníaco, a partir del tamaño de los núcleos.

Las comunas que más aportan en términos de emisiones de amoníaco desde la actividad de bovinos corresponde a las comunas de **Melipilla, San Pedro y María Pinto**, los que obtienen resultados de **2.306 ton NH₃/año, 946 ton NH₃/año, 897 ton NH₃/año**, respectivamente. Los resultados se sintetizan en la siguiente tabla:

Tabla 11: Aporte de distintas comunas al total de Emisiones de amoníaco proveniente de la crianza de bovinos

	Melipilla	San Pedro	María Pinto
Emisiones (ton NH₃/año)	2.306	946	897
Aporte al total	27,8%	11,4%	10,8%

El detalle de resultados por comuna se presenta en el Anexo 5
 Cada categoría o estado de crianza dentro del rubro ganadero bovinos, tiene distintos aportes para el total de la región. La siguiente tabla y figura esquematizan estos antecedentes.

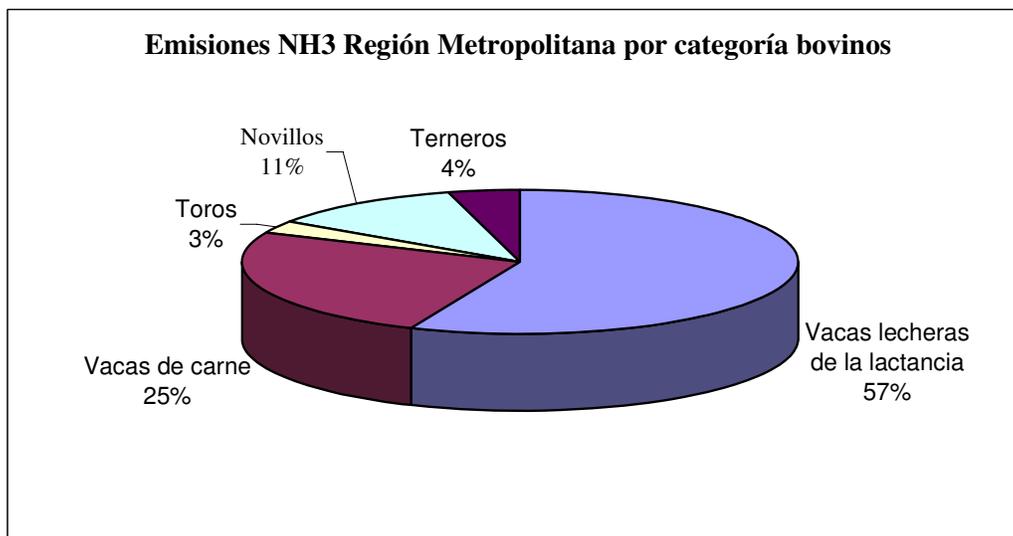


Figura 26: Aporte de bovinos a las emisiones de Amoníaco en actividades ganaderas

Es posible reconocer que el aporte más relevante viene de parte de vacas dedicadas al rubro de lecherías, fundamentalmente debido a su peso promedio, y debido a la caracterización de sus residuos con un alto contenido de agua. Las condiciones de residuo líquido favorecen la volatilización. La información levantada desde el Catastro Agropecuario INE, permite caracterizar que las vacas lecheras constituyen un aproximado al 19 % del aporte de cabezas de bovino a la región, sin embargo en el aporte de emisiones de amoníaco son más relevantes las variables de manejo y pesos.

Debido a que no existe información suficiente para discretizar distintas fuentes emisoras dentro de cada comuna, no es posible contrastar los efectos de distintos tipos de manejo dentro de cada rubro productivo.

6.3.2 Cerdos

La siguiente figura se concentra en las fuentes emisoras más relevantes al aporte total de emisiones de amoníaco, para cerdos.

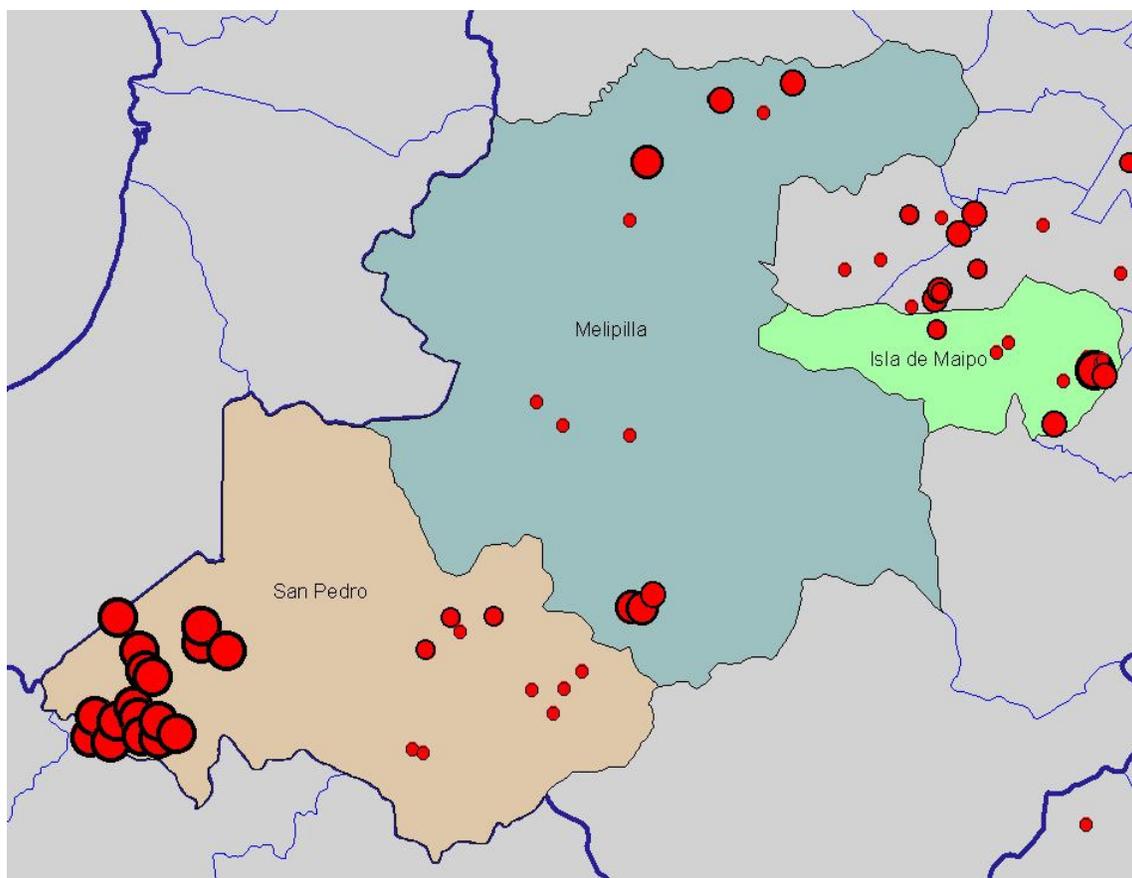


Figura 27: Zona con mayor cantidad de emisiones por aporte de cerdos en la Región Metropolitana

Las comunas que más aportan en términos de emisiones de amoníaco desde la actividad de cerdos corresponde a las comunas de **San Pedro, Melipilla e Isla de Maipo**, los que obtienen resultados de **5.339 ton NH₃/año, 2.567 ton NH₃/año y 615 ton NH₃/año**, respectivamente. Los resultados se sintetizan en la siguiente tabla:

Tabla 12: Aporte de distintas comunas al total de Emisiones de amoníaco proveniente de la crianza de cerdos

	San Pedro	Melipilla	Isla de Maipo
Emisiones (ton NH₃/año)	5.339	2.567	615
Aporte al total	55,65%	26,75%	6,4%

El detalle de resultados por comuna se presenta en el Anexo 6. Cada categoría o estado de crianza dentro del rubro ganadero cerdos, tiene distintos aportes para el total de la región. La siguiente tabla y figura esquematizan estos antecedentes.

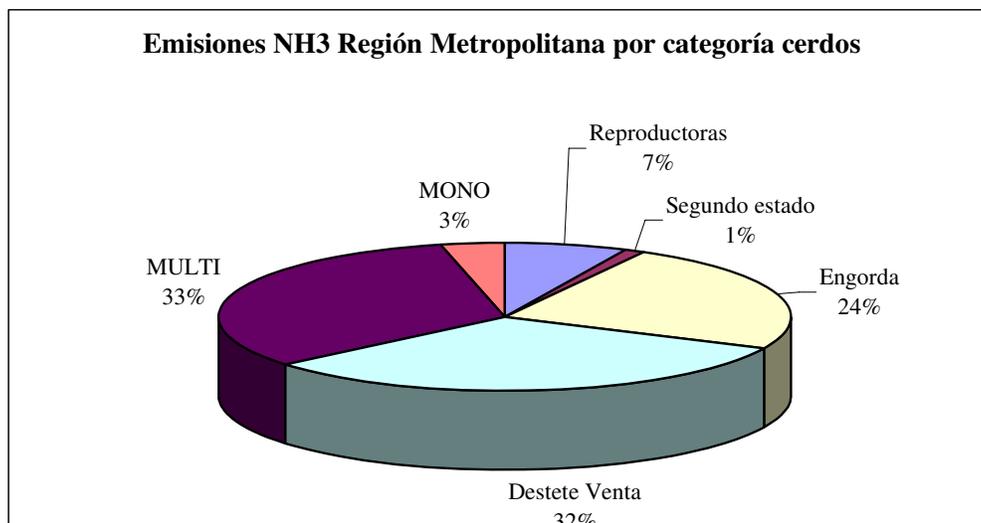


Figura 28: Composición de aportes emisiones NH₃ Cerdos

Es importante notar la presencia en el aporte de emisiones, de los planteles de destete venta y la crianza “multi”. Los primeros se han ido masificando dentro de este rubro, pero la principal razón de la influencia de estos tipos de crianza recae en su importante participación en el stock total.

La siguiente figura representa el aporte de las distintas categorías por estado de crianza, al total de emisiones.

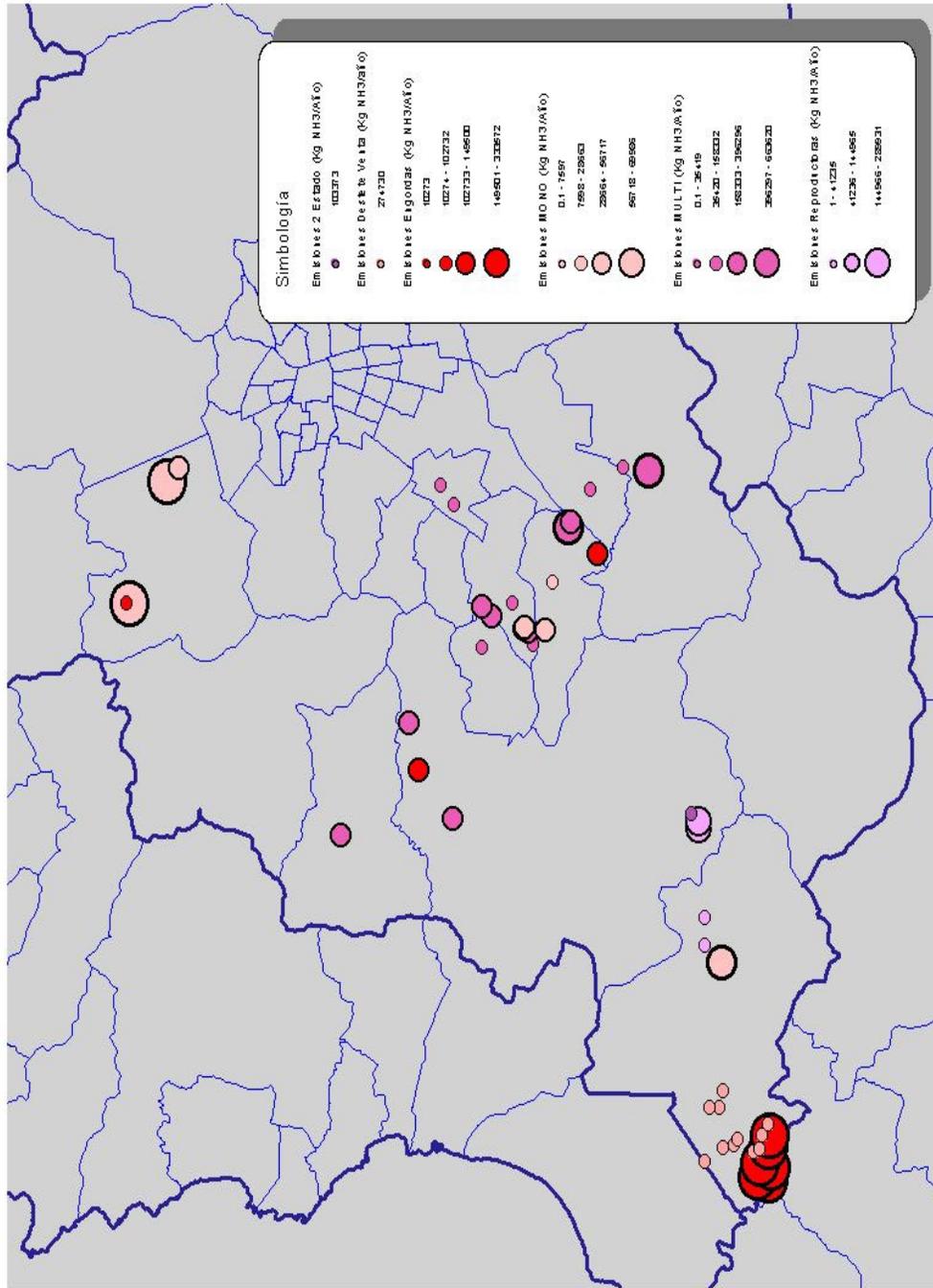


Figura 29: Fuente de emisión NH₃ categoría Cerdos

Inventario emisiones de NH₃, desde actividades ganaderas en la RM

Se observa la concentración de emisiones potenciada en la zona suroeste de la región, desde la fuentes de emisión asociadas a planteles de cerdos de engorda.

La principal complicación asociada a representar los aportes de cada estado de crianza, se asocia a los vacíos del catastro para aquellos sectores que no poseen descripción del estado de crianza, y por lo tanto no se les puede asociar un manejo de residuos representativo. Estos sectores con vacíos de información no se han representado como parte del inventario.

6.3.3 Aves

La siguiente figura permite identificar la concentración de fuentes emisoras más relevantes al aporte total de emisiones de amoníaco, para aves.

Inventario emisiones de NH₃, desde actividades ganaderas en la RM

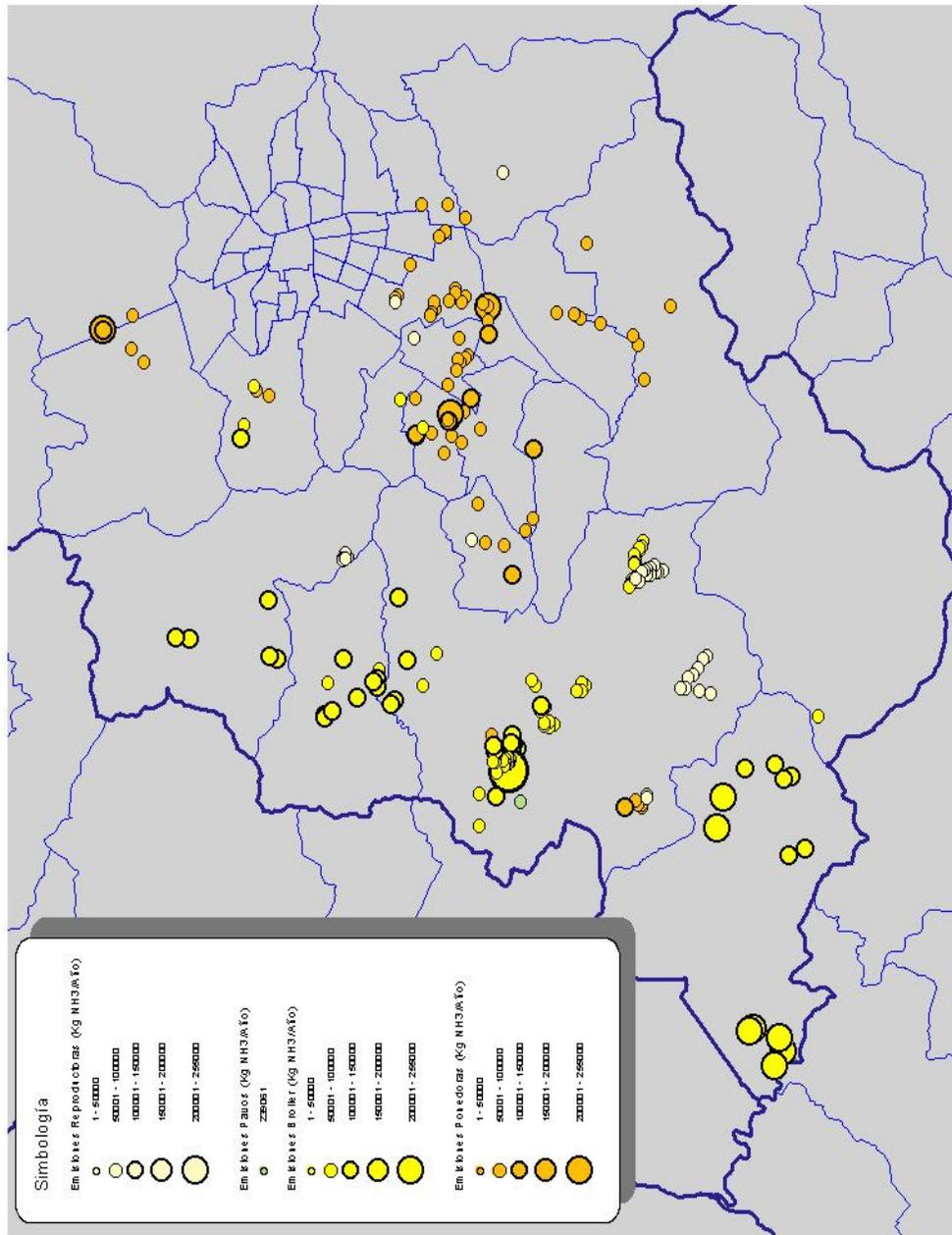


Figura 30: Fuente de emisión NH₃ categoría aves

Inventario emisiones de NH₃, desde actividades ganaderas en la RM

Es posible observar que las fuentes de emisión más relevantes se concentran en el suroeste de la Región. Las comunas que más aportan en términos de emisiones de amoníaco desde la actividad de crianza de aves corresponde a las comunas de **Melipilla, San Pedro y Talagante**, los que obtienen resultados de **3.930 ton NH₃/año, 1.108 ton NH₃/año y 833 ton NH₃/año**, respectivamente.

Tabla 13: Aporte de distintas comunas al total de Emisiones de amoníaco proveniente de la crianza de aves

	Melipilla	San Pedro	Talagante
Emisiones (ton NH₃/año)	3.930	1.108	833
Aporte al total	49,9%	14%	10,6%

El detalle de resultados por comuna se presenta en el Anexo 5. El aporte de cada categoría o estado de crianza dentro del rubro ganadero aves se presenta en el siguiente gráfico.

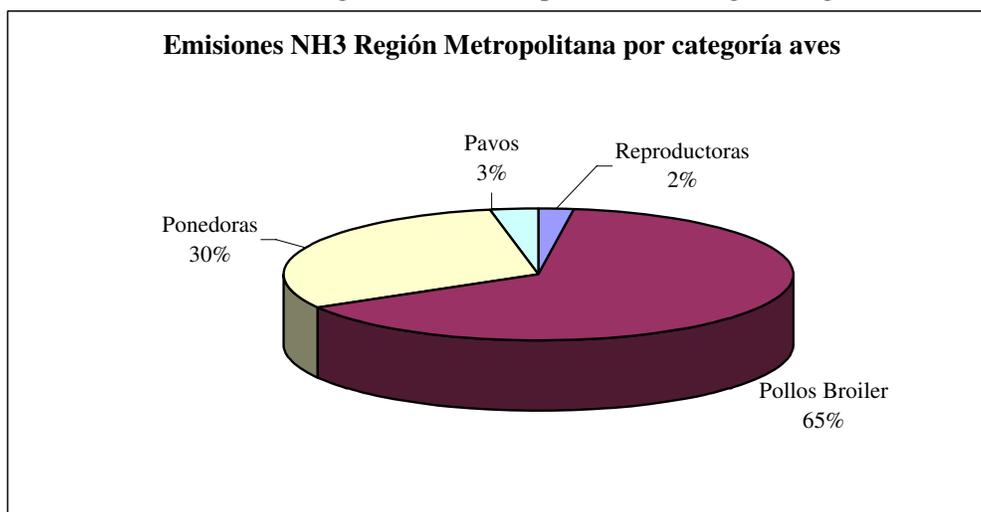


Figura 31: Composición de aportes emisiones NH₃ Aves

Los pollos broiler corresponden a la categoría con más influencia en el total de emisiones básicamente debido al número de grupos dedicados a este rubro y por otro lado, al contenido de nitrógeno en la excreta relacionado a esta categoría.

6.3.4 Rango de Indicadores emisiones por número animales

La siguiente tabla permite representar los indicadores que cuantifican emisiones por número de cabeza animal:

Tabla 14: Emisiones de amoníaco por cabeza de animal

Cerdos	kgNH₃/animal
Reproductoras	16,1
Segundo estado	3,2
Engorda	9,3
Destete Venta	7,8
MULTI	10,8
MONO	6,0
Aves	kgNH₃/animal
Reproductoras	0,4
Pollos Broiler	0,3
Ponedoras	0,3
Pavos	1,3
Bovinos	kgNH₃/animal
Vacas de carne	52,5
Vacas lecheras de la lactancia	82,8
Terneros	8,5
Toros	70,8
Novillos	39,7

Estos resultados asumen todas las consideraciones asociadas a los sistemas de manejo, y características en la excreta animal, detallados tanto en el capítulo 3 como en el capítulo 4 de este informe.

Mediante esta información, es posible realizar un análisis comparativo de emisiones entre distintos tipos de residuos (secos y húmedos). La mejor forma de comparar el efecto de manejo de residuos en seco y residuos líquidos, es concentrarse en el caso particular de los bovinos, los cuales poseen dos categorías que divergen en el estado del residuo que incluyen y los sistemas de crianza (vacas de carne y vacas lecheras). Tal como se explicó en el capítulo 3, las vacas de carne tienen un manejo en seco, en cambio las vacas lecheras usan manejo líquido. El contraste asume que ambos tienen un peso semejante (532 kg por cada vaca de carne y 603 kg por cada vaca lechera). Por lo tanto se hace evidente que el manejo en seco implica una volatilización menor del contenido de nitrógeno en la excreta, en comparación con el manejo líquido.

Se observa que tanto las emisiones por unidad de pavos como cerdos reproductores prevalecen dentro del potencial de emisiones para las otras categorías de animal. Sin embargo esto no se ve reflejado en el aporte total a las emisiones netas de amoníaco, principalmente debido a que no constituyen la fracción más relevante en términos de stock, especialmente para el caso de pavos que son un aporte marginal.

Debido que esta primera versión del inventario implica la realización de supuestos que buscan homogenizar los manejos de residuos dentro de distintas categorías de animal, no es posible comparar las emisiones generadas por distintos sistemas de tratamiento en una misma categoría de animal. Por ejemplo, estimar diferencias entre distintos sectores de crianza de este venta, con el mismo número de cerdos. Esta comparación se puede lograr sólo a nivel unitario o teórico, observando los factores de emisión representativos para los distintos sistemas de manejo, los que se detallan en la tabla 6 del capítulo 4. Se evidencia entonces que la práctica de manejo que minimiza las emisiones de amoníaco corresponde a la aplicación en terreno del residuo líquido o sólido, sin tratamiento previo. A pesar de que esta práctica minimiza las emisiones de amoníaco, implica impactos ambientales posteriores a la cadena de manejo, sobre suelo y recursos hídricos.

6.4 Empresas con mayor aporte a las emisiones totales

Uno de los objetivos del presente inventario es servir de referencia a aquellas fuentes de generación de amoníaco con mayor participación en el mercado ganadero y el negocio de la crianza animal, con el objetivo de asociar sus emisiones a los sistemas de manejo frecuentes y su ubicación geográfica.

Por ejemplo, para el caso de los cerdos, podemos observar que la mayor crianza de cerdos se concentra en Agrícola Super, quienes a partir de la base de datos del catastro, son responsables del 79% del total de emisiones de amoníaco.

La presente figura destaca la ubicación física de los planteles de cerdos con mayor presencia en términos de emisiones, y que corresponden a Agrícola Super Ltda.

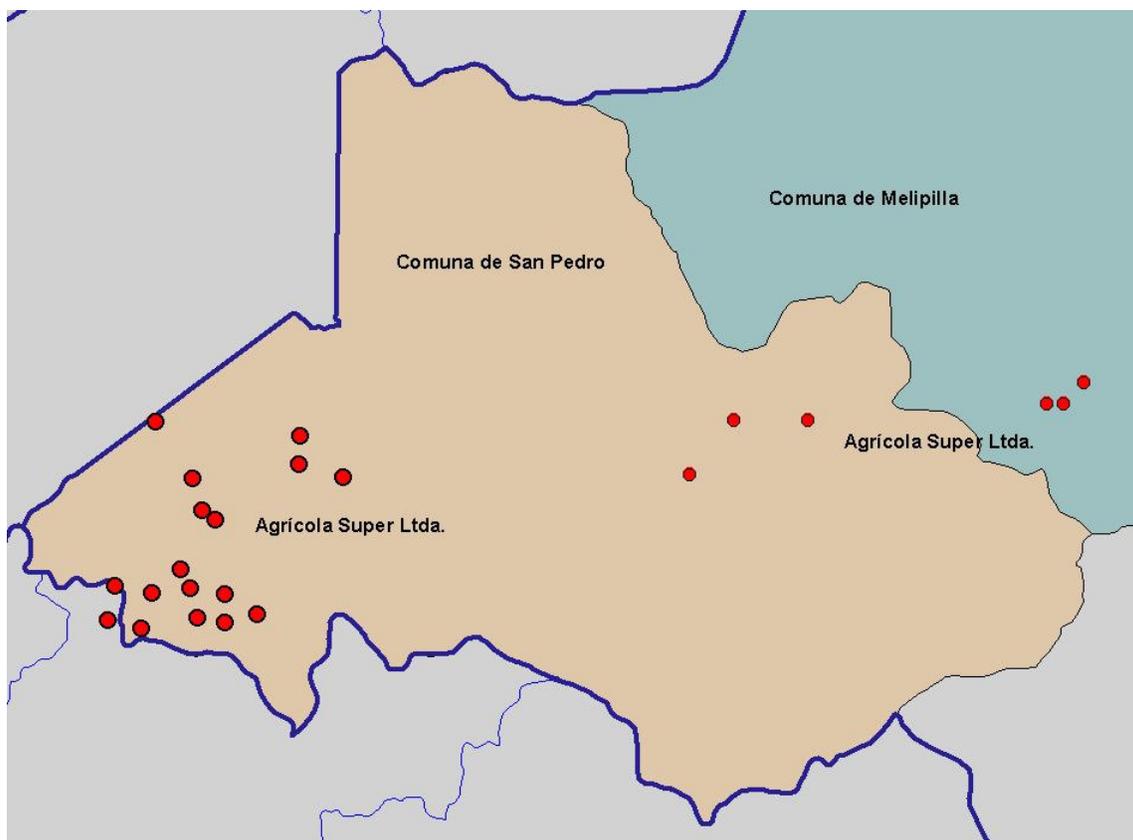


Figura 32: Mayor concentración de fuentes de emisión Agrícola Super Ltda..

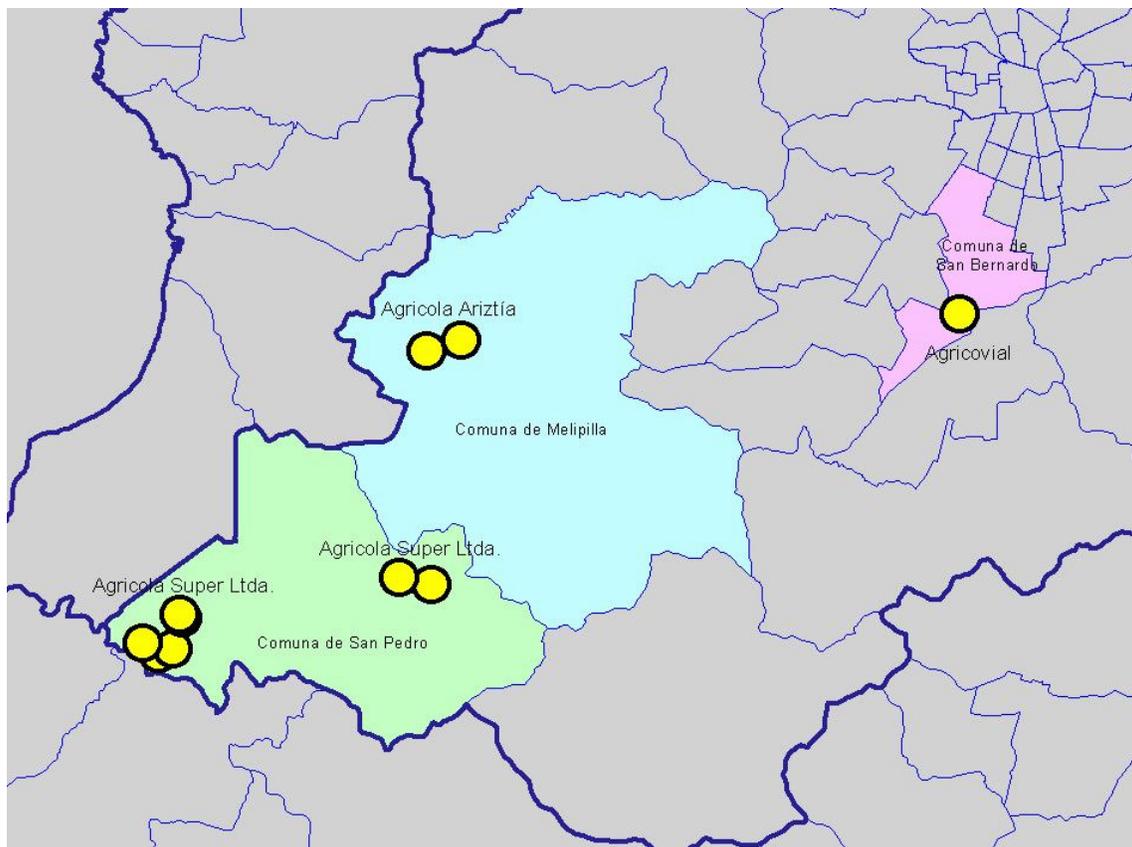


Figura 33: Fuentes con mayor cantidad de emisiones por aporte de aves en la Región Metropolitana

El caso particular de las aves evidencia que parte importante de las fuentes de emisión con mayor aporte también se reúnen en la comuna de San Pedro.

Junto con esto se realizó el ejercicio de identificar la zona con mayor número de fuentes (no mayor emisiones) con el objetivo de reconocer la diversidad en términos de participación de distintas industrias dentro del rubro.

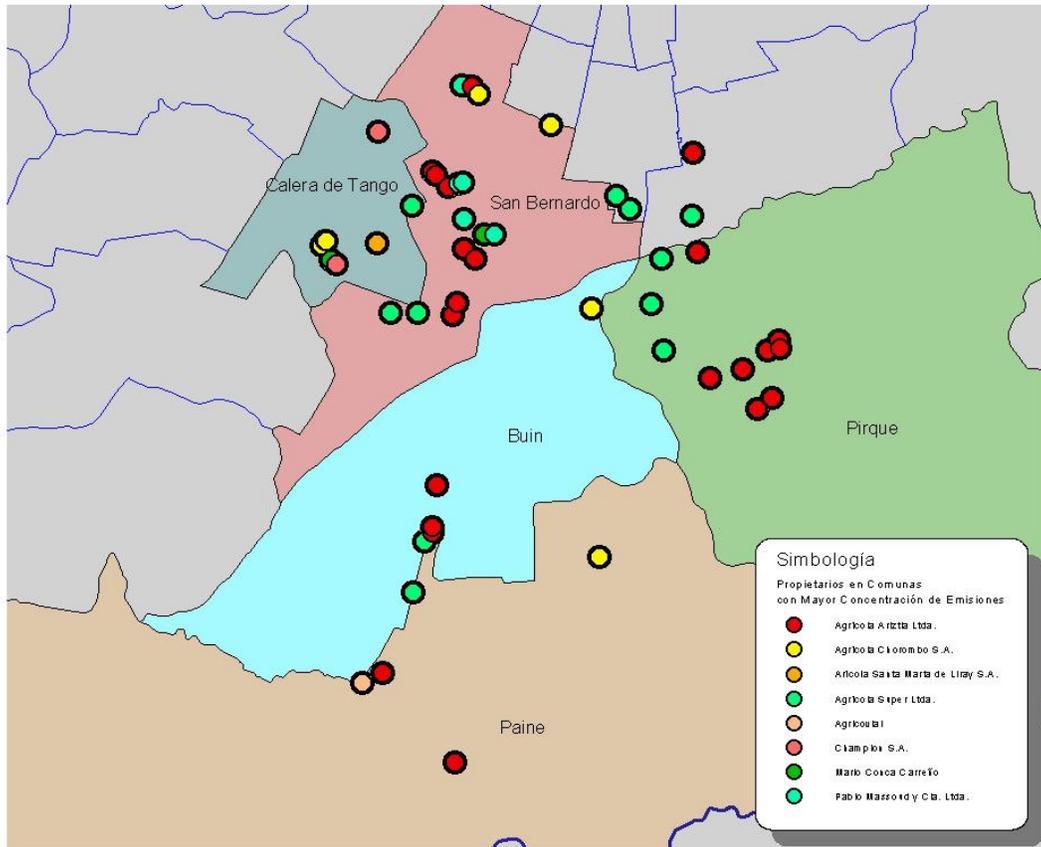


Figura 34: Concentración de fuente de emisiones e identificación de distintos aportes

Las fuentes de emisión de la figura que han sido representadas no están en una escala respecto del potencial de emisión, que las permita compararse mutuamente

Se puede observar la cercanía que tienen estas fuentes a la ciudad de Santiago, de lo que se puede deducir la relevancia asociada a la existencia de otros contaminantes (NO_x, Hidrocarburos, SO_x) que fomentan la formación indirecta de material particulado fino (PM_{2,5}). Para el caso particular de bovinos no es posible identificar los propietarios con mayor aporte en la generación de emisiones de amoníaco, fundamentalmente porque no se posee información asociada a propietarios ni coordenada. Sólo se tienen registros de stock de animales a nivel comunal y distribución de estados de crianza a nivel regional.

6.5 Comparación resultados con Primera Versión Inventario Emisiones Amoníaco

CONAMA facilitó el estudio realizado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias para la cuantificación de emisiones de amoníaco. Este ya se analizó y se presentó en el capítulo 2 de este informe. La siguiente tabla presenta los resultados deducidos de este estudio, por categoría de animal.

Inventario emisiones de NH₃, desde actividades ganaderas en la RM

Categoría	Santiago	Chacabuco	Cordillera	Maipo	Melipilla	Talagante	Total	% Categoría
Bovinos	445	607	303	334	3.295	583	5.568	49,4%
> 2 años	195	265	133	146	1.440	255	2.434	21,6%
1-2 años	175	238	119	131	1.293	229	2.185	19,4%
<1 año	76	103	52	57	562	99	949	8,4%
Cerdos	41	241	15	466	1.014	1.170	2.948	26,2%
Engorda	31	185	12	358	779	898	2.262	20,1%
Reproductores	9	56	3	108	236	272	685	6,1%
Ovinos	2	4	3	1	8	0	18	0,2%
Caprinos	1	7	4	0	2	0	16	0,1%
Camélidos	0	0	0	0	0	0	1	0,0%
Equinos	30	31	21	35	41	20	178	1,6%
Aves	35	208	13	400	872	1.006	2.535	22,5%
Aves de Postura	25	147	9	284	618	713	1.795	15,9%
Broilers	10	61	4	117	254	294	740	6,6%
Total Provincia	555	1.098	359	1.238	5.233	2.780	11.263	100,0%
% Provincial	5%	10%	3%	11%	46%	25%		

Inventario emisiones de NH₃, desde actividades ganaderas en la RM

Las siguientes dos tablas tienen por objetivo realizar un análisis comparativo de la antigua versión del inventario (INIA) en contraste con los resultados de la nueva versión.

Categoría	Emisiones Ton NH ₃ /año <u>Antigua versión inventario</u>
Bovinos	5.568
> 2 años	2.434
1-2 años	2.185
<1 año	949
Cerdos	2.948
Engorda	2.262
Reproductores	685
Ovinos	18
Caprinos	16
Camélidos	1
Equinos	178
Aves	2.535
Aves de Postura	1.795
Broilers	740
Total	11.263

Categoría animal	Emisiones Ton NH ₃ /año <u>Nueva versión Inventario</u>
Bovinos Total	8.282
Vacas lecheras de la lactancia	4.680
Vacas de carne	2.073
Toros	245
Novillos	934
Terneros	351
Cerdos Total	9.594
Reproductoras	660
Segundo estado	103
Engorda	2.287
Destete Venta	3.022
MULTI	3.111
MONO	333
Aves Total	7.868
Reproductoras	168
Pollos Broiler	5.070
Ponedoras	2.390
Pavos	239
Total	25.744

A continuación se presenta el análisis de comparación de resultados de emisiones de amoníaco en cada versión del inventario:

- Lo primero que se puede observar es que no coincide el mismo número de categorías de animal. Esto se debe a que no existe la misma diferenciación de animales y que no han sido consideradas algunas categorías. Si bien la nueva versión del inventario abarca menos especies, existe por otro lado un mayor nivel de detalle.
- La nueva versión del inventario duplica los resultados totales del antiguo inventario. Esto se debe a la evidencia de un mayor número de animales asociados al nuevo inventario, categorías que no habían sido incluidas y, en menor grado, a diferencias en el factor de emisión asociado a los sistemas de manejo.
- Se puede apreciar en el inventario antiguo que el aporte de bovinos supera el tercio del total de las emisiones, si bien los resultados de bovinos del nuevo inventario es casi un 50 % aun mayor, acotándose a un aporte de la tercera parte del total.

Inventario emisiones de NH₃, desde actividades ganaderas en la RM

- En el caso de emisiones de amoníaco desde cerdos de engorda y reproductores tenemos resultados bastante semejantes. Esto delata que los factores de emisión asociados no se diferencian mayormente, ni tampoco el contenido de nitrógeno excretado.
- Por otro lado, las categorías de cerdos del inventario antiguo no incluyen destete-venta, segundo estado, grupos MULTI y grupos MONO, desde donde habría un importante sesgo.
- No es posible reconocer ninguna relación para lo que son aves, fuera de que el nuevo inventario revela más categorías de tipos de crianza y mayor número de animales.
- El aporte de emisiones de las categorías de ovinos, equinos, caprinos y camélidos, no es relevante ni justifica su inclusión debido a su poca participación en términos de stock. De tal modo, se pueden comparar ambas versiones del inventario.
- Las diferencias en los resultados se deben a las siguientes divergencias, según orden de influencia: tipos de categoría de animales, stock de animales, tipos de manejo y por último contenido de nitrógeno en excreta.
- Se entiende de este modo la relevancia de poseer información representativa y conservadora, que constituya un catastro completo de la actividad ganadera, con el objetivo de materializar un adecuado inventario.

7 CONCLUSIONES

Con el objetivo de que el presente modelo pueda generar inventarios de emisiones de amoníaco desde actividades ganaderas, que sean fructíferos a modelos de calidad del aire (los que a su vez asocian distintas fuentes de material particulado), se hace imperioso la obtención de antecedentes y registros que caractericen en forma representativa las operaciones ganaderas de la región. Se espera que la futura implementación de este modelo esté acompañada de un efectivo catastro de los productores ganaderos en la región, e incluya su dinámica, sus manejos de residuos, y los stocks de animal. Junto con esto, se espera la elaboración de referencias representativas para el contexto en cuestión de tanto factores de emisión asociados a distintas prácticas de manejo, como de muestras de nitrógeno en la excreta animal que sirvan como parámetros calibrados del modelo.

El uso de este modelo de emisiones de amoníaco como referente para el seguimiento y fiscalización de fuentes de emisión, está acotado a la comparación entre distintas fuentes, la asignación de cuotas de emisión y planificación en calidad del aire. Por el contrario, no es apropiado el uso de esta metodología para concentrar el análisis de emisiones de una granja en particular.

Los resultados de la primera versión del inventario evidencian que la concentración de tanto fuentes de emisión como de total de emisiones de amoníaco, se acentúa importantemente en la zona sur poniente de la Región Metropolitana. Sin embargo, no deja de ser relevante la correlación que tendrán otras fuentes de emisión, con menor potencial de emisiones de amoníaco, pero con un mayor nivel de participación como precursores de material particulado fino dada su cercanía a los centros urbanos u otras fuentes de generación de emisiones por combustión.

Finalmente queda como antecedente la necesidad de que el inventario de emisiones de amoníaco sea alimentado por información de operaciones ganaderas actualizada y representativa, que cubra la mayor cantidad de sectores, y se sustente en información completa. Esta versión del inventario requiere de un catastro de productores ganaderos que cumpla con la necesidad de proveer información más completa sobre stock, manejos y nitrógeno excretado. Sin embargo al ser una primera versión, se considerará adecuada.

ANEXO 1

Cuestionario para la identificación del número animales, especie, tipo de manejo animal empleado y características químicas de los residuos

Para productores de Cerdos

Por favor incorporar información para responder las siguientes preguntas:

Pregunta	Respuesta
¿Cuántas y cuales empresas se asocian a su organismo? Por favor incluir los nombres.	
¿Cuántas granjas o centros productivos de crianza animal están vinculados a cada una de estas empresas?	
¿Cuántos animales manejan cada una de las granjas (cabezas), por estado de crianza? p.ej. <ul style="list-style-type: none"> - número ave reproductora, - número ave engorda, - (otros) número vacas en ordeña, pavos reproductores, cerdos destete-venta, etc. 	
Por favor indique la localización más aproximada que posea de cada granja o centro productivo.	
Por favor indique volumen generado de purines en cada granja o centro productivo.	
¿Cuál es el contenido de materia seca del purín?	
¿En promedio anual, cuánto nitrógeno contiene la excreta de los animales (kg N/animal/año)? ¿Cuál es el origen de estas estimaciones? ¿Monitoreado o referencia teórica? Si es monitoreado indicar frecuencia. Si es bibliográfico, indicar nombre, autor y año de referencia.	
¿Cuál es la eficiencia de los sistemas de separación de sólidos?	
¿Cuáles son los pesos promedio por estado de crianza? p.ej. <ul style="list-style-type: none"> - peso ave reproductora, - peso ave engorda, (otros) peso vacas en ordeña, pavos reproductores, cerdos destete-venta, etc	
¿Con qué frecuencia se evacuan los excrementos desde los pabellones?	
¿Cuáles son las características constructivas comunes de la instalación de granjas (abierta o cerrada)?	
¿Cuál es el sistema de ventilación de los pabellones?	



Formulario Catastro Emisiones Amoniac desde Explotaciones Ganaderas

A continuación encontrará una lista de distintos sistemas de manejo de residuos aplicables al rubro particular de la industria. Por favor indicar la alternativa de manejo y tratamiento más asimilable al contexto de cada empresa en cuestión:

	Empresas		
Sistema de Manejo	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3
Cerdos		
Sistema de evacuación + laguna + aplicación a terreno + descarga			
¿Posee separación de sólidos?			
¿Cuál es el manejo de los sólidos?			
¿Posee almacenamiento de sólidos?			
Sistema de evacuación tipo Pit (piscina bajo pabellón) + aplicación a terreno + descarga			
Biodigestor + laguna de almacenamiento + descarga			
¿Posee separación de sólidos?			
¿Cuál es el manejo de los sólidos?			
¿Posee almacenamiento de sólidos?			
Otra alternativa (describa brevemente)			
Responder aca si ignora manejo			

Indicar principales diferencias a su escenario más asimilable. Estas son sustanciales para la estimación de emisiones.
 Puede agregar más columnas si fuese necesario.

Para productores de Aves

Por favor incorporar información para responder las siguientes preguntas:

Pregunta	Respuesta
¿Cuántas y cuales empresas se asocian a su organismo? Por favor incluir los nombres.	
¿Cuántas granjas o centros productivos de crianza animal están vinculados a cada una de estas empresas?	
¿Cuántos animales manejan cada una de las granjas (cabezas), por estado de crianza? p.ej. <ul style="list-style-type: none"> - número ave reproductora, - número ave engorda, - (otros) número vacas en ordeña, pavos reproductores, cerdos destete-venta, etc. 	
Por favor indique la localización más aproximada que posea de cada granja o centro productivo.	
Por favor indique volumen generado de purines en cada granja o centro productivo.	
¿Cuál es el contenido de materia seca del purín?	
¿En promedio anual, cuánto nitrógeno contiene la excreta de los animales (kg N/animal/año)? ¿Cuál es el origen de estas estimaciones? ¿Monitoreado o referencia teórica? Si es monitoreado indicar frecuencia. Si es bibliográfico, indicar nombre, autor y año de referencia.	
¿Cuál es la eficiencia de los sistemas de separación de sólidos?	
¿Cuáles son los pesos promedio por estado de crianza? p.ej. <ul style="list-style-type: none"> - peso ave reproductora, - peso ave engorda, (otros) peso vacas en ordeña, pavos reproductores, cerdos destete-venta, etc	
¿Con qué frecuencia se evacuan los excrementos desde los pabellones?	
¿Cuáles son las características constructivas comunes de la instalación de granjas (abierta o cerrada)?	
¿Cuál es el sistema de ventilación de los pabellones?	



Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

A continuación encontrará una lista de distintos sistemas de manejo de residuos aplicables al rubro particular de la industria. Por favor indicar la alternativa de manejo y tratamiento más asimilable al contexto de cada empresa en cuestión:

Sistema de Manejo	Empresas			
	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3
Aves				
Evacuación de desechos mediante raspaje en seco + incorporación a terreno				
Cama broiler + almacenaje de residuos + incorporación a terreno				
Área de confinamiento exterior				
Otra alternativa (describa brevemente)				
Responder acá si ignora manejo				

Indicar principales diferencias a su escenario más asimilable. Estas son sustanciales para la estimación de emisiones. Puede agregar más columnas si fuese necesario.

Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

Para productores de Leche

Por favor incorporar información para responder las siguientes preguntas:

Pregunta	Respuesta
¿Cuántas y cuales empresas se asocian a su organismo? Por favor incluir los nombres.	
¿Cuántas granjas o centros productivos de crianza animal están vinculados a cada una de estas empresas?	
¿Cuántos animales manejan cada una de las granjas (cabezas), por estado de crianza? p.ej. <ul style="list-style-type: none"> - número ave reproductora, - número ave engorda, - (otros) número vacas en ordeña, pavos reproductores, cerdos destete-venta, etc. 	
Por favor indique la localización más aproximada que posea de cada granja o centro productivo.	
Por favor indique volumen generado de purines en cada granja o centro productivo.	
¿Cuál es el contenido de materia seca del purín?	
¿En promedio anual, cuánto nitrógeno contiene la excreta de los animales (kg N/animal/año)? ¿Cuál es el origen de estas estimaciones? ¿Monitoreado o referencia teórica? Si es monitoreado indicar frecuencia. Si es bibliográfico, indicar nombre, autor y año de referencia.	
¿Cuál es la eficiencia de los sistemas de separación de sólidos?	
¿Cuáles son los pesos promedio por estado de crianza? p.ej. <ul style="list-style-type: none"> - peso ave reproductora, - peso ave engorda, (otros) peso vacas en ordeña, pavos reproductores, cerdos destete-venta, etc	
¿Con qué frecuencia se evacuan los excrementos desde los pabellones?	
¿Cuáles son las características constructivas comunes de la instalación de granjas (abierta o cerrada)?	
¿Cuál es el sistema de ventilación de los pabellones?	



Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

A continuación encontrará una lista de distintos sistemas de manejo de residuos aplicables al rubro particular de la industria. Por favor indicar la alternativa de manejo y tratamiento más asimilable al contexto de cada empresa en cuestión:

Sistema de Manejo	Empresas			
	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3
Vacas lecheras				
Sistema de lavado de pasillos + separación de sólidos + laguna + almacenaje de sólidos + incorporación a terreno				
(Evacuación de desechos mediante raspaje en seco) + (Separación de sólidos post sala de ordeña + Laguna) + almacenaje de sólidos + incorporación a terreno				
Barrido de fecas en seco y almacenamiento + estanque para percolado + incorporación a terreno				
(Estanque almacenamiento de residuos en sala de ordeña)+ (Evacuación de desechos mediante raspaje en seco) + incorporación a terreno				
(Sistema de evacuación Pit) + (Estanque de almacenamiento post sala de ordeña) + incorporación a terreno				
Evacuación de desechos mediante raspaje en sala de ordeña + estanque de lodos + incorporación al suelo				
(Pastoreo) + (estanque de almacenamiento post sala de ordeña) + incorporación al suelo				
Otra alternativa (describa brevemente)				
Responder aca si ignora manejo				

Indicar principales diferencias a su escenario más asimilable. Estas son sustanciales para la estimación de emisiones. Lo que se encuentre entre paréntesis corresponde a actividades paralelas. Puede agregar más columnas si lo considera necesario.

Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

Para productores de carnes

Por favor incorporar información para responder las siguientes preguntas:

Pregunta	Respuesta
¿Cuántas y cuales empresas se asocian a su organismo? Por favor incluir los nombres.	
¿Cuántas granjas o centros productivos de crianza animal están vinculados a cada una de estas empresas?	
¿Cuántos animales manejan cada una de las granjas (cabezas), por estado de crianza? p.ej. <ul style="list-style-type: none"> - número ave reproductora, - número ave engorda, - (otros) número vacas en ordeña, pavos reproductores, cerdos destete-venta, etc. 	
Por favor indique la localización más aproximada que posea de cada granja o centro productivo.	
Por favor indique volumen generado de purines en cada granja o centro productivo.	
¿Cuál es el contenido de materia seca del purín?	
¿En promedio anual, cuánto nitrógeno contiene la excreta de los animales (kg N/animal/año)? ¿Cuál es el origen de estas estimaciones? ¿Monitoreado o referencia teórica? Si es monitoreado indicar frecuencia. Si es bibliográfico, indicar nombre, autor y año de referencia.	
¿Cuál es la eficiencia de los sistemas de separación de sólidos?	
¿Cuáles son los pesos promedio por estado de crianza? p.ej. <ul style="list-style-type: none"> - peso ave reproductora, - peso ave engorda, (otros) peso vacas en ordeña, pavos reproductores, cerdos destete-venta, etc	
¿Con qué frecuencia se evacuan los excrementos desde los pabellones?	
¿Cuáles son las características constructivas comunes de la instalación de granjas (abierta o cerrada)?	
¿Cuál es el sistema de ventilación de los pabellones?	

Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

A continuación encontrará una lista de distintos sistemas de manejo de residuos aplicables al rubro particular de la industria. Por favor indicar la alternativa de manejo y tratamiento más asimilable al contexto de cada empresa en cuestión:

	Empresas			
Sistema de Manejo	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3
Vacas de carne				
Barrido de fecas en seco y almacenamiento + estanque para percolado + incorporación a terreno				
Otra alternativa (describa brevemente)				
Responder acá si ignora manejo				

Indicar principales diferencias a su escenario más asimilable. Estas son sustanciales para la estimación de emisiones.

Puede agregar más columnas si fuese necesario.

ANEXO 2

Principales Configuraciones de Sistemas de Manejo a Incluir en el Modelo

CERDOS

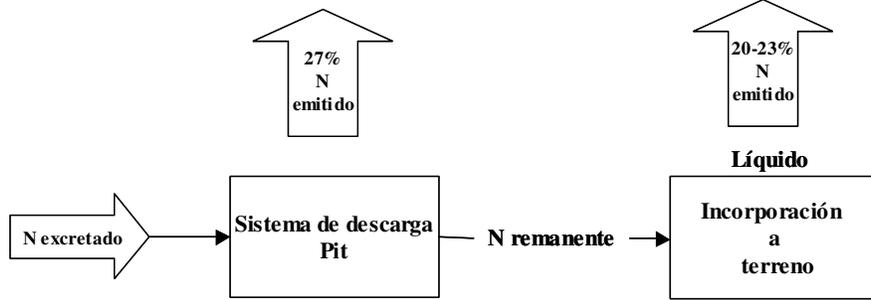


Figura 35: House with Deep Pit

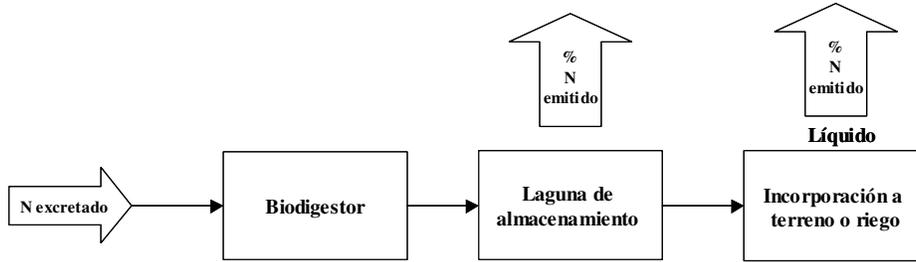


Figura 36: House with digester and storage lagoon

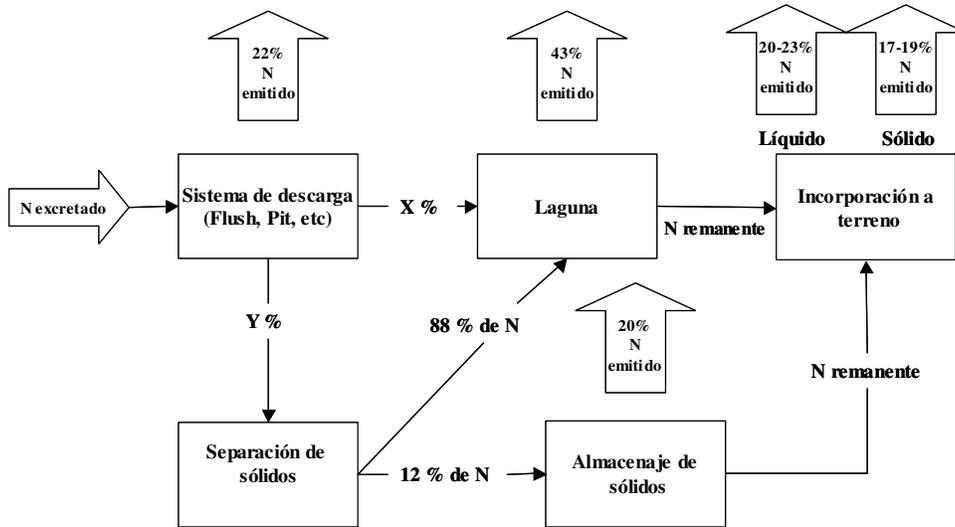


Figura 37: House with Lagoon System

AVES

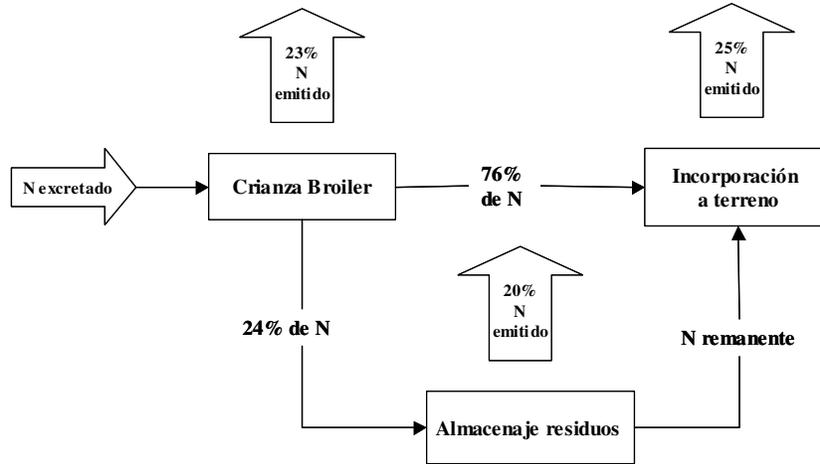


Figura 38: Broiler House

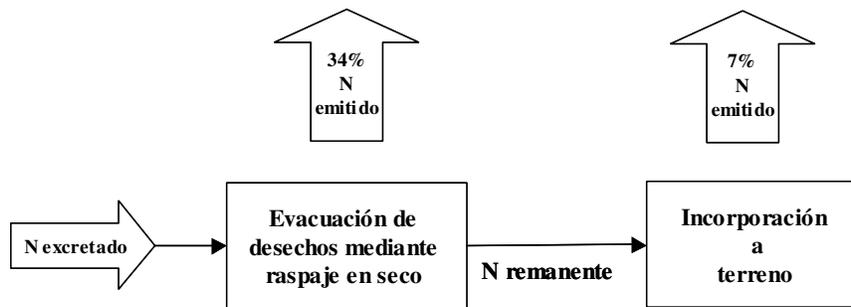


Figura 39: Poultry dry layer

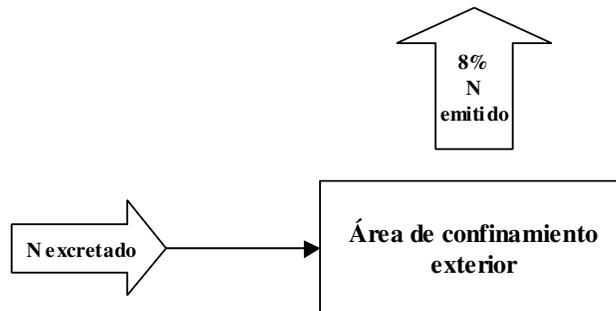


Figura 40: Poultry outdoor confinement area

BOVINOS

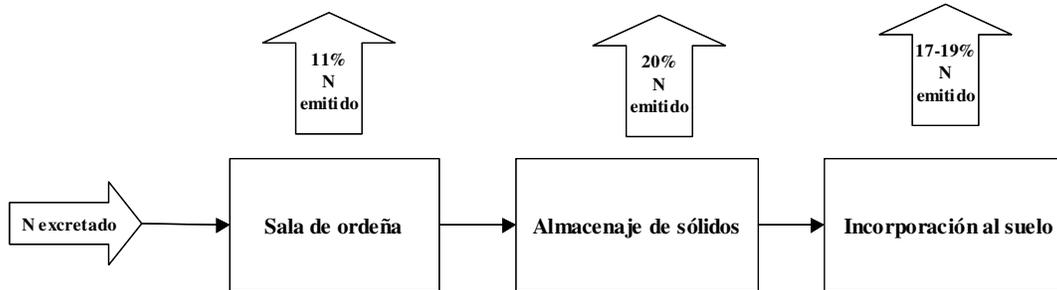


Figura 41: Barn with solid storage system

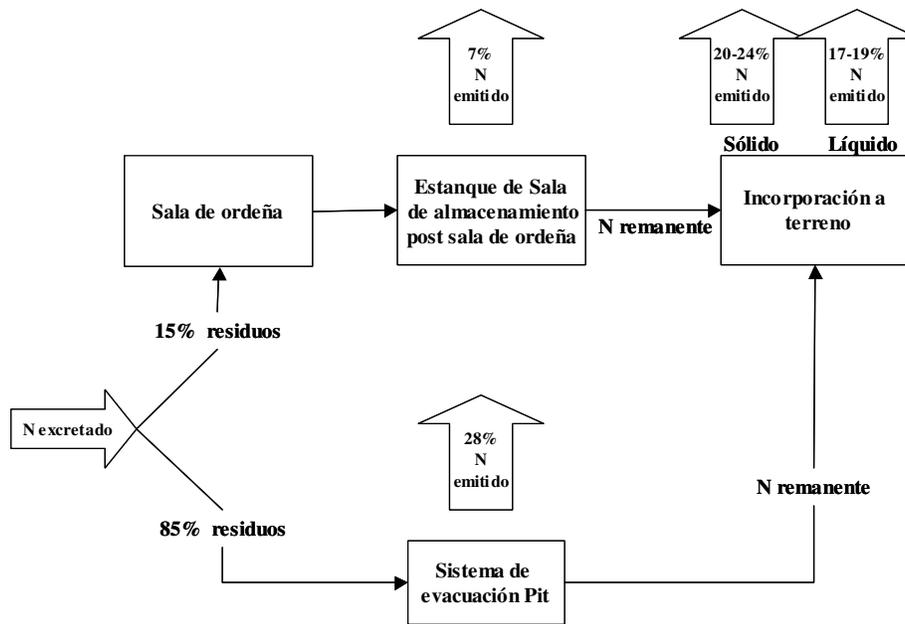


Figura 42: Barn with deep pit

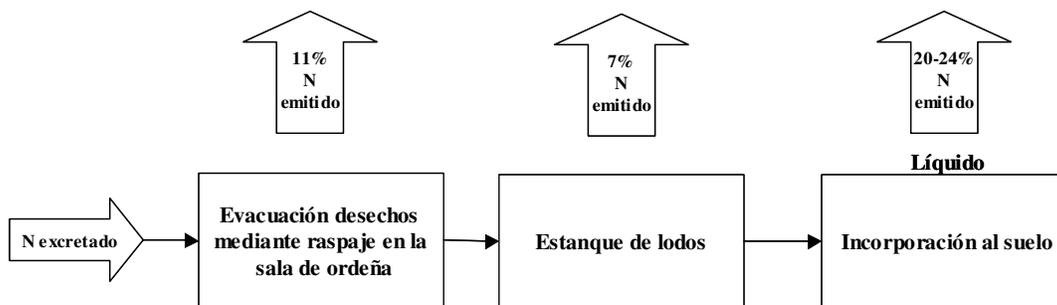


Figura 43: Dairy barn with slurry system

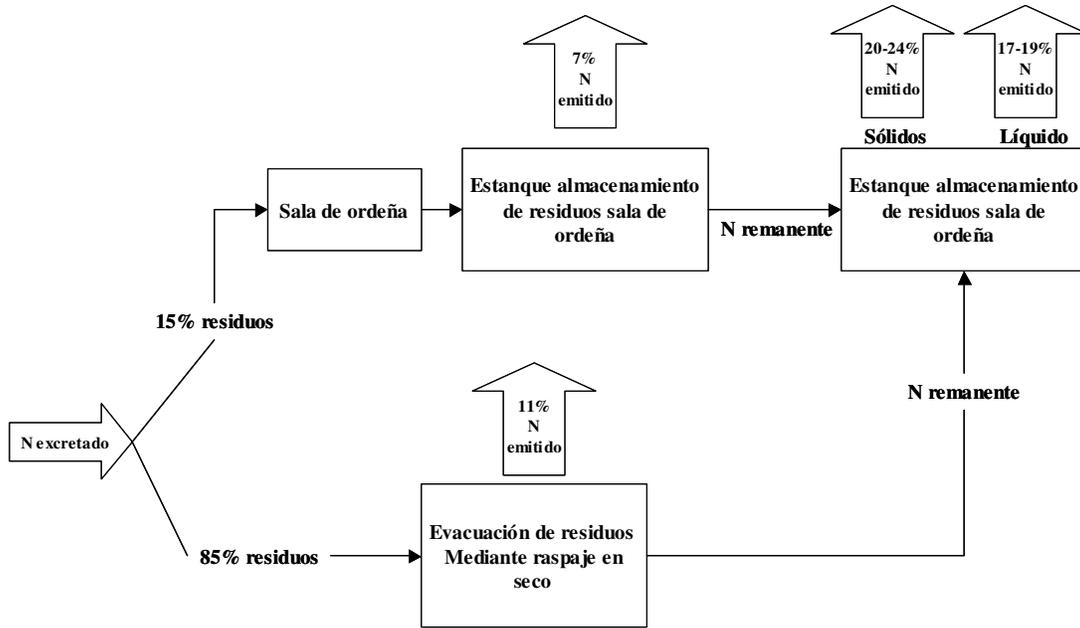


Figura 44: Dairy daily spread (scrape barn)

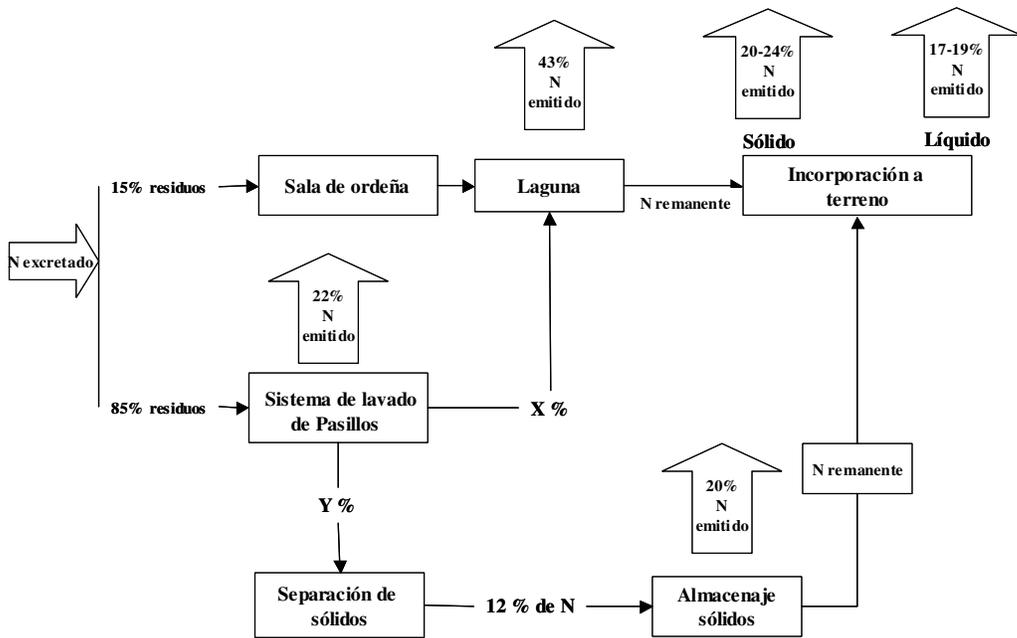


Figura 45: Dairy flush barn

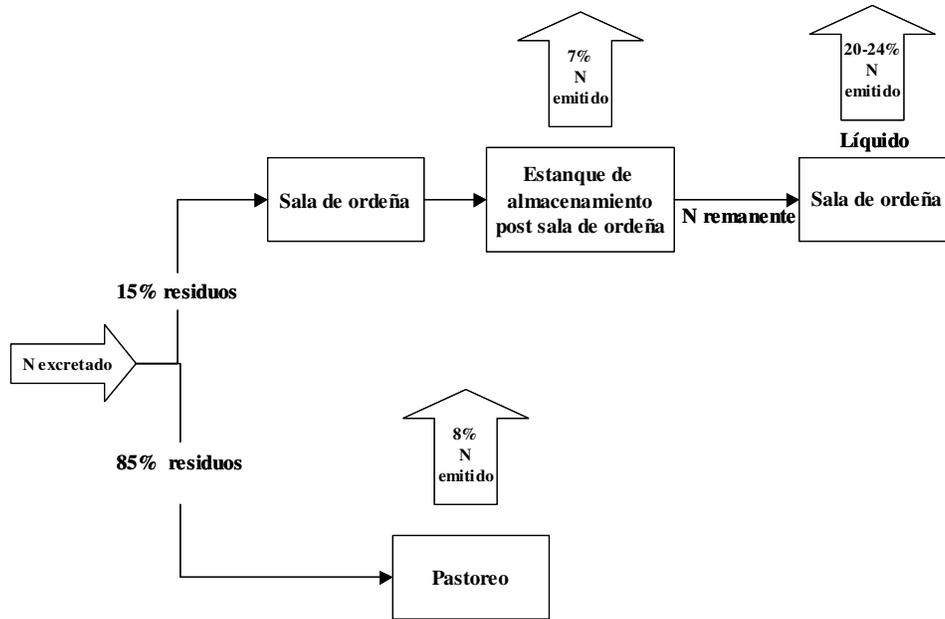


Figura 46: Dairy pasture range

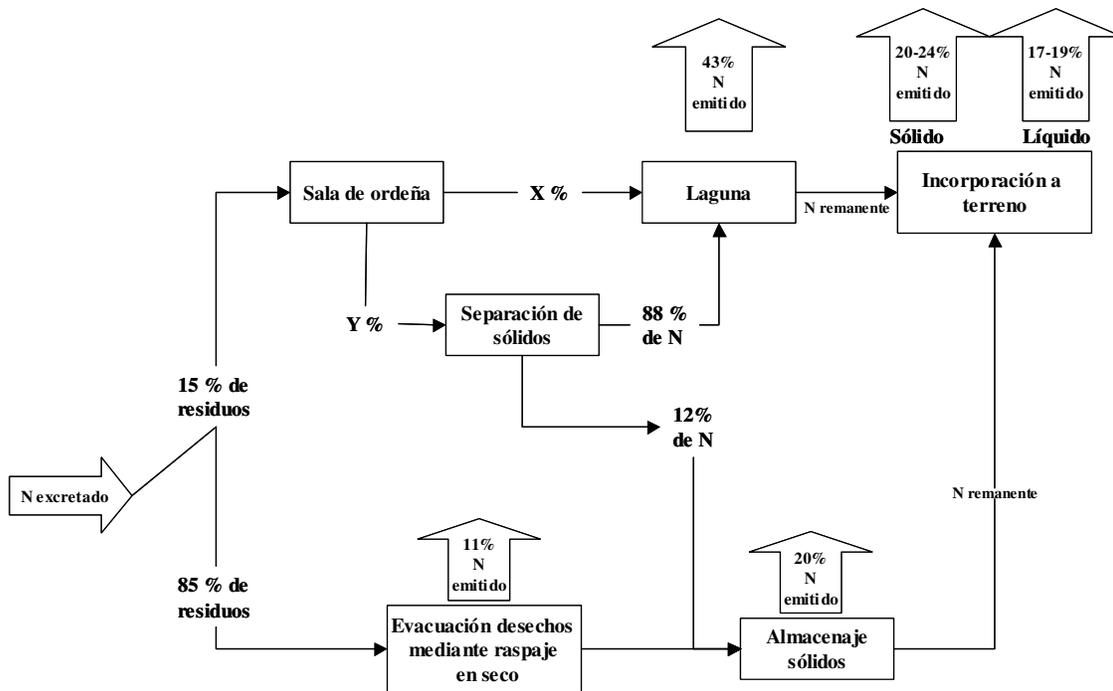


Figura 47: Dairy scrape barn

BOVINOS CARNE

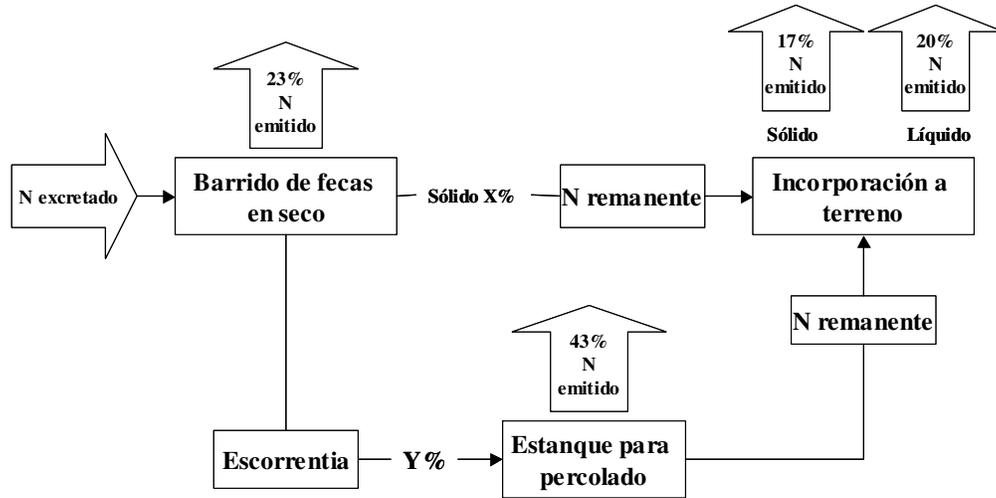


Figura 48: Beef Feedlot

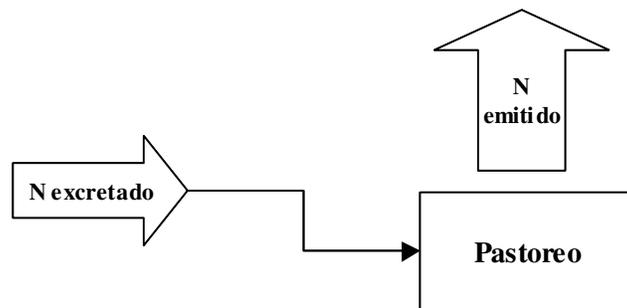


Figura 49: Pastoreo

ANEXO 3

Ejemplo de Cálculo Emisiones de Amoniaco

Obtención de las emisiones de amonio desde un sistema de manejo

A continuación se detalla el cálculo de emisiones de liberación de amoniaco desde un sistema convencional de manejo de cerdos. Las emisiones se presentan seccionadas según la etapa de manejo correspondiente.

Ejemplo: Cerdos (engorda) – Sistema de Lavado Flush - Laguna – Aplicación en Terreno

El siguiente diagrama expone la cadena de manejo tradicional, donde primero se ubica el nitrógeno excretado por los cerdos desde sus pabellones de confinamiento. Luego las excretas se asume son retiradas mediante un sistema de lavado mediante descarga o lavado flush para posteriormente ingresar a una laguna de almacenamiento para finalmente ser los purines aplicados a terreno.



1. Calcular el nitrógeno excretado por los animales

El nitrógeno excretado se calcula como:

$$Nex_{\left(\frac{KgN}{año}\right)} = A_{(cabezas)} \times Pesa_{\left(\frac{Kg}{cabeza}\right)} \times N_{\left(\frac{kgN}{1000kg \times cabeza \times día}\right)} \times 365_{\left(\frac{días}{año}\right)}$$

Asumiendo un sector con un total de 1.500 cabezas; con un peso promedio de 90,6 kg/cabeza, y una tasa de excreción de nitrógeno de 0,42 Kg de N por 1.000 kg de animal al día.

$$Nex_{\left(\frac{kgN}{año}\right)} = 1.500_{(cabezas)} \times 90,6_{\left(\frac{Kg}{cabeza}\right)} \times \frac{0,42_{(KgN)}}{1.000_{(Kg \times cabeza \times día)}} \times 365_{\left(\frac{días}{año}\right)}$$

Así, finalmente se tiene que bajo contemplados el nitrógeno excretado se expresa como Kg de N al año, obteniéndose un total de:

$$Nex = 20.833_{\left(\frac{KgN}{año}\right)}$$

Recaltar independencia temporal del modelo.

2. Emisión de amonio desde Componente Establecimiento Flush (primer componente)

Se asume las fecas son retiradas mediante oleadas de agua generadas por descargas de agua mediante el sistema Flush. Aquí se da origen a emisiones que se calculan como:

$$N \left(\frac{\text{kgN}}{\text{año}} \right) = A (\text{cabezas}) \times FE \left(\frac{\text{kgNH}_3}{\text{cabeza} \times \text{año}} \right) \times \frac{14 N}{17 NH_3}$$

Para calcular el Nitrógeno en kg de N al año para un total de 1.500 cerdos se tiene que:

$$N_{\text{establecimiento}} = 1.500(\text{cabezas}) \times 2,7 \left(\frac{\text{kgNH}_3}{\text{cabeza} \times \text{año}} \right) \times \frac{14N}{17NH_3}$$

$$N_{\text{establecimiento}} = 3.335 \left(\frac{\text{kgN}}{\text{año}} \right)$$

Al multiplicar el Nitrógeno total por el factor $17NH_3 / 14N$ se obtiene el N amoniacal:

$$NH_{3\text{establecimiento}} = 4.050 \left(\frac{\text{kgNH}_3}{\text{año}} \right)$$

Así, tras multiplicar el numero de cabezas por los correspondientes factores se obtiene finalmente un total de 4.050 kg de NH_3 / año para el total de cerdos evaluados desde el sistema flush.

3. Emisiones de amonio desde la laguna.

La determinación de amonio desde la laguna se separa en dos fases, primero se procede a determinar el Nitrógeno que ingresa a la laguna para después evaluar el Nitrógeno emitido de ésta.

A.-Determinar nitrógeno que ingresa a la laguna

El Nitrógeno que ingresa a la laguna tiene directa relación con el N que ingresa a la cadena de manejo al cual se le debe descontar el N liberado in situ, así se obtiene el Nitrógeno que ingresa al sistema de lagunaje.

$$N_{\text{ingresa a la laguna}} = N_{\text{ingresa a la cadena de manejo}} - N_{\text{liberado en establecimiento}}$$

Tras reemplazar los valores obtenidos previamente se tiene que:

$$N_{\text{ingresa a la laguna}} = 20.833 \left(\frac{\text{kgN}}{\text{año}} \right) - 3.353 \left(\frac{\text{kgN}}{\text{año}} \right)$$

$$N_{\text{ingresa a la laguna}} = 17.497 \left(\frac{\text{kgN}}{\text{año}} \right)$$

B.- Emisión desde la laguna

Por su parte, el Nitrógeno emitido desde la laguna se expresa como:

$$NH_3 \text{ laguna} \left(\frac{\text{kgNH}_3}{\text{año}} \right) = N_{\text{ingresa laguna}} \left(\frac{\text{kgN}}{\text{año}} \right) \times F.E. (\%) \times \frac{17NH_3}{14N}$$

Donde se multiplica en Nitrógeno que ingresa a la laguna por los respectivos factores de emisión y conversión.

$$NH_3 \text{ laguna} \left(\frac{\text{kgNH}_3}{\text{año}} \right) = 17.497 \left(\frac{\text{kgN}}{\text{año}} \right) \times 0,43 \times \frac{17NH_3}{14N}$$

$$NH_3 (\text{laguna}) = 9.136 \left(\frac{\text{kgNH}_3}{\text{año}} \right)$$

Finalmente para los 1.500 cerdos se obtienen 9.136 kg de NH₃ al año emitidos desde la laguna de almacenaje.

C.-Nitrógeno ingresado a establecimiento y laguna

Hasta este punto el Nitrógeno total emitido desde el establecimiento y la laguna se expresa como:

$$N_{\text{establecimiento + laguna}} = (NH_3 (\text{establecimiento}) + NH_3 (\text{laguna})) \times \frac{14N}{17NH_3}$$

$$N_{\text{establecimiento + laguna}} = \left(4.050 \left(\frac{\text{kgNH}_3}{\text{año}} \right) + 9.136 \left(\frac{\text{kgNH}_3}{\text{año}} \right) \right) \times \frac{14N}{17NH_3}$$

$$N_{\text{establecimiento} + \text{laguna}} = \left(12.471 \frac{\text{kgN}}{\text{año}}\right)$$

D.-Nitrógeno que ingresa a disposición en terreno

Posteriormente, el Nitrógeno que ingresa a disposición en terreno desde la laguna se calcula como el total de nitrógeno emitido por los cerdos menos lo emitido desde las fases hasta ahora contempladas, el establecimiento y la laguna, entonces:

$$N_{\text{disposición}_n \text{ terreno}} = N_{ex} - N_{\text{establecimiento} + \text{laguna}}$$

$$N_{\text{disposición}_n \text{ terreno}} = 20.833 \frac{\text{kgN}}{\text{año}} - 12.471 \frac{\text{kgN}}{\text{año}}$$

$$N_{\text{disposición}_n \text{ terreno}} = 8.362 \frac{\text{kgN}}{\text{año}}$$

E.-Nitrógeno emitido en disposición en terreno (DT)

Finalmente, se tiene el Nitrógeno que será emitido desde el terreno donde son vertidos los residuos tratados. Se tiene que:

$$NH_3 (DT) = N_{\text{disposición en terreno}} \times FE(k) \times \frac{17NH_3}{14N}$$

$$NH_3 (DT) = \left(8.362 \frac{\text{kgN}}{\text{año}} \times 0,23 \times \frac{17NH_3}{14N}\right)$$

$$NH_3 (DT) = \left(2.335 \frac{\text{kgNH}_3}{\text{año}}\right)$$

Tras multiplicar el Nitrógeno dispuesto en terreno por los respectivos factores de emisión y conversión se tiene un total de nitrógeno amoniacal de 2.335 kg de amoniaco al año.

4. Determinación de las emisiones totales de amoniaco

Formulario Catastro Emisiones Amoniaco desde explotaciones Ganaderas

Una vez determinada la emisión de amoniaco en cada uno de los componentes de manejo se obtiene el total de emisiones generado a partir del manejo de los purines de cerdo desde un sistema de manejo tradicional.

$$NH_{3total} = NH_{3establecimiento} + NH_{3Laguna} + NH_{3DT}$$

$$NH_{3total} = 4.050 \frac{kgNH_3}{año} + 9.136 \frac{kgNH_3}{año} + 2.335 \frac{kgNH_3}{año}$$

$$NH_{3total} = 15.521 \frac{kgNH_3}{año}$$

Obteniéndose así un total de 15.521 kg de Nitrógeno amoniacal para el manejo de 1.500 cerdos a lo largo de un periodo de 1 año.

ANEXO 4

Información Base bovinos



Ambiental

Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

Comuna	Provincia	Norte	Este	Vacas de carne	Vacas lecheras de la lactancia	Terneros	Toros	Novillos
Alhué	Melipilla	6.232.036	309.944	1.102	1.578	1.148	97	658
Buín	Maipo	6.266.374	340.389	422	604	439	37	251
Calera de Tango	Maipo	6.278.589	334.193	229	328	238	20	137
Cerrillos	Santiago	6.292.577	341.125	22	32	23	2	13
Cerro Navia	Santiago	6.301.118	338.649	0	0	0	0	0
Colina	Chacabuco	6.332.927	348.885	1.030	1.474	1.072	90	614
Curacaví	Melipilla	6.308.501	306.050	2.487	3.560	2.588	218	1.483
El Bosque	Santiago	6.285.521	344.591	0	0	0	0	0
El Monte	Talagante	6.272.771	311.045	736	1.054	766	64	439
Estación Central	Santiago	6.296.043	341.991	0	0	0	0	0
Huechuraba	Santiago	6.308.174	347.562	57	82	59	5	34
Isla de Maipo	Talagante	6.264.604	319.856	645	923	671	56	384
La Florida	Santiago	6.289.234	355.979	13	18	13	1	8
La Pintana	Santiago	6.283.169	348.428	324	464	337	28	193
La Reina	Santiago	6.298.271	356.970	1	2	1	0	1
Lampa	Chacabuco	6.315.581	326.936	2.357	3.376	2.454	207	1.406
Las Condes	Santiago	6.302.232	360.559	45	65	47	4	27
Lo Barnechea	Santiago	6.316.289	372.249	380	544	396	33	227
Maipú	Santiago	6.291.586	333.945	688	985	716	60	410
María Pinto	Melipilla	6.291.509	293.306	4.273	6.119	4.448	374	2.549
Melipilla	Melipilla	6.261.418	295.076	10.985	15.729	11.434	962	6.552
Padre Hurtado	Talagante	6.286.106	326.642	1.250	1.790	1.301	110	745
Paine	Maipo	6.251.506	338.618	1.437	2.058	1.496	126	857
Peñaflor	Talagante	6.280.074	325.404	555	795	578	49	331
Peñalolén	Santiago	6.294.557	357.093	15	21	15	1	9
Pirque	Cordillera	6.269.206	358.797	813	1.164	847	71	485
Pudahuel	Santiago	6.300.499	328.375	855	1.224	890	75	510
Puente Alto	Cordillera	6.282.178	355.608	140	200	146	12	83
Quilicura	Santiago	6.308.174	338.402	695	995	723	61	415



Renca	Santiago	6.303.098	339.144	59	84	61	5	35
San Bernardo	Maipo	6.279.827	341.496	283	405	294	25	169
San José de Maipo	Cordillera	6.276.994	394.905	1.196	1.713	1.245	105	713
San Pedro	Melipilla	6.244.426	273.835	4.506	6.451	4.690	395	2.687
Talagante	Talagante	6.272.771	325.280	945	1.353	983	83	563
Tiltil	Chacabuco	6.340.362	323.750	914	1.308	951	80	545
Vitacura	Santiago	6.305.698	353.875	0	0	0	0	0

TASA DE EXCRECION DE NITROGENO Y PESO PROMEDIO DE ANIMAL VIVO

Grupo de animales	Peso promedio animal vivo (Kg)	Tasa de nitrógeno excretado (Kg N/1000kg animal día)
Vacas		
Vacas lecheras de la lactancia	603,4	0,45
Vacas de carne	532,3	0,33
Toros	748,8	0,31
Novillos	419,5	0,31
Termeros	70	0,4

PORCENTAJE DE EMISIÓN POR COMPONENTE Y FACTOR DE EMISIÓN ESPECÍFICO

	Porcentaje (%)	EF (Kg NH ₃ /año cabeza)
Vacas de carne		
Corral y arrastre de residuos en seco	23	12,9
Pozo de decantación	43	-
Aplicación como fertilizante (sólido)	17	
Acopio	20	
Pastoreo	8	
Aplicación como fertilizante (líquido)	20	
Ninguno		
Vacas lecheras		
Sistema de lavado de pasillos (flush)	22	25,9
Almacenaje de sólidos	20	-
Aplicación a terreno Líquido (100-200 cabezas)	22	-
Aplicación a terreno Líquido (mayor 200 cabezas)	20	-
Aplicación a terreno Líquido (menor 100 cabezas)	24	-
Aplicación a terreno Sólidos (100-200 cabezas)	18	-
Aplicación a terreno Sólidos (mayor 200 cabezas)	17	-
Aplicación a terreno Sólidos (menor 100 cabezas)	19	-
Barrido de fecas en seco	15	10,8
Estanques	7	-
Evacuación de desechos mediante raspaje en seco	11	12,6
Laguna	43	4,4
Ninguno		
Pastoreo	8	6,5
Separación de sólidos	0	-
Sistema de evacuación Pit	28	4,4

SISTEMAS DE MANEJO PARA PRIMERA VERSIÓN INVENTARIO

	Porcentaje (%)	EF (Kg NH₃/año cabeza)
Vacas de carne		
Feedlots	23	12,9
Pozo de decantación	43	-
Aplicación como fertilizante (sólido)	17	
Acopio	20	
Pastoreo	8	
Aplicación como fertilizante (líquido)	20	
Ninguno		
Vacas lecheras		
Almacenaje de sólidos	20	-
Aplicación a terreno Líquido (100-200 cabezas)	22	-
Aplicación a terreno Líquido (mayor 200 cabezas)	20	-
Aplicación a terreno Líquido (menor 100 cabezas)	24	-
Aplicación a terreno Sólidos (100-200 cabezas)	18	-
Aplicación a terreno Sólidos (mayor 200 cabezas)	17	-
Aplicación a terreno Sólidos (menor 100 cabezas)	19	-
Barrido de fecas en seco	15	10,8
Estanques	7	-
Evacuación de desechos mediante raspaje en seco	11	12,6
Laguna	43	4,4
Ninguno		
Pastoreo	8	6,5
Separación de sólidos	0	-
Sistema de evacuación Pit	28	4,4
Sistema de lavado de pasillos	22	25,9

EF = Factor de emisión.

ANEXO 5

Resultados de emisiones bovinos por comuna

Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

A continuación se presentan los resultados totales de emisiones de amoníaco por las actividades ganaderas asociadas a bovinos.

	kgNH₃/año
Vitacura	0
Tiltil	470.809
Talagante	486.819
San Pedro	2.321.904
San José de Maipo	616.375
San Bernardo	145.689
Renca	30.172
Quilicura	358.125
Puente Alto	72.044
Pudahuel	440.637
Pirque	419.086
Peñalolén	7.512
Peñaflor	286.082
Paine	740.512
Padre Hurtado	644.084
Melipilla	5.660.796
María Pinto	2.202.201
Maipú	354.431
Lo Barnechea	195.935
Las Condes	23.276
Lampa	1.214.893
La Reina	616
La Pintana	166.871
La Florida	6.650
Isla de Maipo	332.140
Huechuraba	29.433
Estación Central	0
El Monte	379.184
El Bosque	0
Curacaví	1.281.395
Colina	530.661
Cerro Navia	0
Cerrilos	11.453
Calera de Tango	117.979
Buín	217.240
Alhué	568.099

Total : 20.333 ton NH₃/año

ANEXO 6

Resultados de emisiones cerdos



Ambiental

Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

COMUNA	Cerdos	Madres	SISTEMA DE MANEJO RESIDUOS	NOMBRE SITIO	Tipo Plantel	Nombre completo propietario	Emisiones (kgNH3/año)
Isla de Maipo	0			CHACRA DOLORES	-	PABLO GOMEZ	0
San Pedro	32.800		Separación de sólidos + Laguna + Riego	Sector de Engorda de Cerdos Divisadero 1	Engorda	Agrícola Super Ltda.	306.475
San Pedro	35.700		Separación de sólidos + Laguna + Riego	Sector de Engorda Don Sata	Engorda	Agrícola Super Ltda.	333.572
San Pedro	32.800		Separación de sólidos + Laguna + Riego	Sector de Engorda de Cerdos Divisadero 2	Engorda	Agrícola Super Ltda.	306.475
San Pedro	35.700		Separación de sólidos + Laguna + Riego	Sector de Engorda Don Mata	Engorda	Agrícola Super Ltda.	333.572
San Pedro	35.400		Separación de sólidos + Laguna + Riego	Modificación Sector de Engorda a Destete-Venta Plantel de Cerdos El Milagro	Destete Venta	Agrícola Super Ltda.	274.730
San Pedro	35.400		Purín, Ingresan a sistemas de tratamiento	Castrol	Destete Venta	Agrícola Super Ltda.	274.730
San Pedro	35.400		Purín, Ingresan a sistemas de tratamiento	Las Brisas	Destete Venta	Agrícola Super Ltda.	274.730
San Pedro	35.400		Separación de sólidos + Laguna + Riego	Modificación Sector de Engorda a Destete-Venta Plantel de Cerdos Corneche	Destete Venta	Agrícola Super Ltda.	274.730
San Pedro	35.700		Separación de sólidos + Laguna + Riego	Sectores de Engorda de Cerdos Pocillas N° 1	Engorda	Agrícola Super Ltda.	333.572
San Pedro	35.400		Separación de sólidos + Laguna + Riego	Modificación Sector de Engorda a Destete-Venta Plantel de Cerdos El Totem	Destete Venta	Agrícola Super Ltda.	274.730
San Pedro	35.400		Separación de sólidos + Laguna + Riego	Modificación Sector de Engorda a Destete-Venta Plantel de Cerdos Elhue Corneche	Destete Venta	Agrícola Super Ltda.	274.730
San Pedro	35.700		Separación de sólidos + Laguna + Riego	Sectores de Engorda de Cerdos Pocillas N° 2	Engorda	Agrícola Super Ltda.	333.572
San Pedro	35.400		Purín, Biodigestor + Laguna + Riego	El Cura	Destete Venta	Agrícola Super Ltda.	274.730
San Pedro	35.400		Purín, Biodigestor + Laguna + Riego	Sectores de Destete-Venta de Cerdos El Mormón	Destete Venta	Agrícola Super Ltda.	274.730
San Pedro	35.400		Separación de sólidos + Laguna + Riego	Modificación Sector de Engorda a Destete-Venta Plantel de Cerdos La Manga 1 (El Alcalde) La Manga	Destete Venta	Agrícola Super Ltda.	274.730



Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

San Pedro	35.400		Separación de sólidos + Laguna + Riego	Modificación Sector de Engorda a Destete-Venta Plantel de Cerdos La Manga 2 (Conejales) La Manga	Destete Venta	Agrícola Super Ltda.	274.730
San Pedro	35.400		Separación de sólidos + Laguna + Riego	Modificación Sector de Engorda a Destete-Venta Plantel de Cerdos La Noria	Destete Venta	Agrícola Super Ltda.	274.730
Melipilla	12.500			SITIO 2	MULTI	Agrícola Super Ltda.	201.341
Melipilla	36.800			SITIO 4	MULTI	Agrícola Super Ltda.	592.748
Melipilla	10.500			SITIO 3	MULTI	Agrícola Super Ltda.	169.126
San Pedro	0			EL PEUMO	MULTI	Agrícola Super Ltda.	0
San Pedro	0			EL ESPINO	MULTI	Agrícola Super Ltda.	0
Melipilla	9.500	750		LONGOVILO S.A.	MONO	RICARDO ARIZTIA	56.717
San Pedro	2.400			GRUPO 14	Reproductoras	Agrícola Super Ltda.	38.657
San Pedro	0			GRUPO 16	Reproductoras	Agrícola Super Ltda.	0
San Pedro	2.560			GRUPO 15	Reproductoras	Agrícola Super Ltda.	41.235
San Pedro	0			GRUPO 19	MULTI	Agrícola Super Ltda.	0
Melipilla	0			SOC AGRIC. RANCHO LINDO	-	LUIS MELLA	0
San Pedro	0			GRUPO 17	MULTI	Agrícola Super Ltda.	0
Melipilla	0			AGRICOLA EL ALBA S.A.	-	FUKASHI IMADA	0
San Pedro	0			GRUPO 18	MULTI	Agrícola Super Ltda.	0
San Pedro	0			GRUPO 20	MULTI	Agrícola Super Ltda.	0
Melipilla	6.000			MALLARAUCO	MULTI	RAMON COVARRUBIAS	53.129
Melipilla	0			FUNDO LA INVERNADA	-	GUILLEMO OVALLE	0
Melipilla	0			COLEGIO MENESIANO	-		0
Melipilla	9.000		Separación de sólidos + Laguna + Riego	Grupos Reproductoras de Cerdos N°24	Reproductoras	Agrícola Super Ltda.	144.965
Melipilla	9.000		Separación de sólidos + Laguna + Riego	Grupos Reproductoras de Cerdos N° 23	Reproductoras	Agrícola Super Ltda.	144.965
Melipilla	13.881	4.000		FUNDO SANTA ANA	MULTI	JAIME BASCUÑAN	158.332
Melipilla	32.000		Separación de sólidos + Laguna + Riego	Sitio de Segundo Estado N° 11	Segundo estado	Agrícola Super Ltda.	103.373
Melipilla	0			CAMPESINO	MULTI	JAIME BASCUÑAN	0



Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

Melipilla	20.000		Purin, Planta de Separación de Sólidos, una Laguna Anaeróbica y un Pantano de Depuración de Aguas, cuyo efluente tratado será dispuesto en el canal de riego que circunda al predio cumpliendo con la NCh. 1.333 Calidad de Agua para Diferentes Usos	Plantel de Engorda de Cerdos Predio Campesino	Engorda	Agrícola AASA S.A.	102.732
Melipilla	0			BASAL	-	JAIMÉ BASCUÑAN	0
María Pinto	10.800			FUNDO EL GUINDO	MULTI	RAMÓN COVARRUBIAS	95.632
El Monte	0			CRADERO DE CERDOS EL PAICO	-	MANUEL MIRANDA	0
El Monte	0			SODICER	MONO	MARIO DONOSO	0
El Monte	0			SODICER	-	MARIO DONOSO	0
El Monte	2.886			ROSARIO	MULTI	JORGE ESQUENAZI	25.555
El Monte	200			SANTA MARIANA	MULTI	VICENTE CORREA	1.771
El Monte	11.393			PARCELA 35	MULTI	JORGE ESQUENAZI	100.883
El Monte	0	1.250		PARCELA 33	MULTI	JORGE ESQUENAZI	11.068
Talagante	4.300	400		AGRICOLA IBATAO	MONO	EDUARDO AGUIRRE	26.007
Talagante	0			AGRICOLA IBATAO	-	EDUARDO AGUIRRE	0
Santiago	9.800	580		EMILIO FERNANDEZ FERRERAS	MONO	EMILIO FERNANDEZ	57.437
Talagante	0	8.826		SOPRO CER	MULTI	JORGE ESQUENAZI	78.152
El Monte	3.000	250		HUGO GOMEZ Y CIA LTDA	MONO	HUGO GOMEZ	17.984
El Monte	0			EL HORNO	MULTI	JORGE ESQUENAZI	0
El Monte	0	7.576		LA ISLA	MULTI	JORGE ESQUENAZI	67.084
Peñaflo	8.748			REQUINGUA	MULTI	JORGE ESQUENAZI	77.462
Lampa	2.000		Cama Caliente, compostaje e incorporación a terreno	Pabellones de Engorda Bajo Modalidad Deep Bedding	Engorda	Agrícola Genético Porcina Ltda.	10.273
Talagante	3.946			ARRAYANES	MULTI	JORGE ESQUENAZI	34.941
Colina	11.498	1.150		CHICAUMA	MONO	CRISTIAN CASTRO	69.986
Colina	0			CHICAUMA	-	PATRICIO VIDAL	0
Isla de Miarpo	0			AGRÍCOLA SAN LUIS	-	JOSE MANUEL DEL CAMPO	0
Isla de Miarpo	1.233	140		CARLOS TAPIA AZOCAR	MONO	CARLOS TAPIA	7.597



Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

	0		filtrado mediante un separador estático + riego	GENETICA PORCINA CANADIENSE S.A.	Reproductor + Engorda	PEDRO FERNANDEZ	0
Isla de Maipo	2.000	200		Criaderos de Cerdos Chacara Dolores	-	Goméz Bouzo CARLOS VALDOVINOS	0
Pudahuel	0			AGRICOLA EL CRISTAL	-	ALEXIS GUÍÑEZ	0
Noviciado	0			ALEXIS GUÍÑEZ	-	RAMON BENITEZ	0
Pudahuel	0			RAMON BENITEZ	-	RODRIGO DE LA MAZA	0
Talagante	0			CHACRA MAGDALENA	-		0
Isla de Maipo	15.000		Cama Caliente, comercialización e incorporación a terreno	Plantel de Engorda de Cerdos	Engorda	Agrícola El Monte S.A.	77.049
Isla de Maipo	0			CHACRA LA ALQUERIA	-	GLORIA PINTO ENRIQUE CIFUENTES	0
Pudahuel	0			LOS GUINDOS	-	HERNAN CRUZ	0
Talagante	0			HERNAN CRUZ	-		0
Isla de Maipo	0	1.200		SITIO 1	MULTI	CARLOS SEEMANN	10.626
Isla de Maipo	44.755			LONQUEN	MULTI	JORGE ESQUENAZI	396.296
Isla de Maipo	0			SITIO 2	MULTI	CARLOS SEEMANN	0
Isla de Maipo	0			SITIO 3	MULTI	CARLOS SEEMANN	0
Isla de Maipo	11.000	800		LAS PIRCAS	MULTI	VICENTE CORREA	104.486
Talagante	0			EUGENIO SILVA	-	EUGENIO SILVA	0
Calera de Tango	0	2.700		LOS TILOS	MULTI	VICENTE CORREA DOMINGO SEPULVEDA	23.908
Calera de Tango	0			DOMINGO SEPULVEDA	-		0
Buín	0	2.500		VILUCO FDO LAS ACACIAS	MULTI	RAMON COVARRUBIAS	22.137
Calera de Tango	0	2.500		SANTA FILOMENA	MULTI	RAMON COVARRUBIAS	22.137
Lampa	11.498	820		ALAMEDA	MONO	JOSEPH SCHUMACHER	68.160
Paine	20.500	1.800		FUNDO MANSEL	MULTI	MANUEL GONZALEZ B.	197.462
Paine	4.000			COLONIAS DE Paine	MULTI	RAMON COVARRUBIAS	35.419
Lampa	5.180			LO SOLAR PARC.D	MONO	JOSEPH SCHUMACHER	28.663
Colina	0			AGROINDUSTRIAL CLANES	-	ERNESTO ABARCA	0
Paine	0			AGROINDUSTRIAL TAMANACO	-	DANNIO ULLOA	0



Ambiental

Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

San Bernardo	0			LUISA SOLER	-	LUISA SOLER	0
Paine	0		HERNAN ABARCA		-	HERNAN ABARCA	0
Paine	0		CENTRO CAPACITACION LABORAL		-	AHGELO	0
Paine	0		LICEO AGRICOLA REINA PAOLA DE BELGICA		-	MAGALLITI	0
San Bernardo	0		JUAN CARLOS PEÑA		-	CLAUDIO	0
San Bernardo	0		AGRICOLA LA VARA		-	MALDONADO	0
Paine	0		AGUSTINA VALLEJO		-	JUAN CARLOS PEÑA	0
Paine	0		MARIA POZO		-	OTTO FUCHS	0
Paine	0		ALEX MUÑOZ		-	AGUSTINA VALLEJO	0
Paine	0		JOSE POBLETE		-	MARIA POZO	0
Paine	0		MANUEL ORELLANA		-	ALEXIS MUÑOZ	0
Colina	0		CECINAS LA PREFERIDA		-	JOSE POBLETE	0
Buín	0		MANUEL VIDAL		-	MANUEL ORELLANA	0
San Bernardo	0		CECINAS SOFRIA		-	KARIN RENZ	0
Pirque	0		ALINTEC (LA ESPERANZA)		-	MANUEL VIDAL	0
San Pedro	0		GRUPO 22		MULTI	SERGIO PRIETO	0
Melipilla	41.200		SITIO 9		MULTI	JAVIER VALENZUELA	0
Isla de Maipo	0		BARROS JOSE IGNACIO		-	VALENZUELA	0
Isla de Maipo	0		SOC.AGRIC. BARROS RUJZ-TAGLE		-	Agrícola Super Ltda.	0
Pudahuel	0		AGROINDUSTRIAL ALKA		MONO	Agrícola Super Ltda.	663.620
Santiago	0		AGRICOLA CARLOS VIAL LTDA		-	JOSE IGNACIO BARROS	0
Melipilla	16.000		Grupo de Segundo Estado N°9 Tantehue		Engorda	CRISTIAN BARROS	0
San Pedro	18.000		Plantel de Porcinos Grupo de reproductores de Cerdos N°20 y 21		Reproductoras	JOSE PABLO MONTANE	289.931
	70.800		Plantales Destete-Venta de Cerdos Piedra del Jote y Piedra del Traro, La Manga		(-)	CARLOS VIAL	0
San Pedro	9.000		Grupo N° 22, Sector Longovilo		-	Agrícola Super Ltda.	0
						Agrícola Super Ltda.	149.500



Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas



ANEXO 7

Resultados de emisiones aves



Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

COMUNA	PROPIETARIO	N° AVES	SISTEMA DE MANEJO RESIDUOS	RUBRO	PREDIO	Emisiones (kgNH3/año)
Peñaflor	Yaen - Chile	90		-	Parcela 15 - " A - Con. Mallarauco	0
Melipilla	Soc. Avícola La Granja Ltda.	11.772		-	Nucleo 4	0
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	97.200		Pollos Broiler		25.398
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	41.992		Pollos Broiler	Fundo La Isla	10.972
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	364.500		Pollos Broiler		95.242
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	364.500		Pollos Broiler		95.242
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	364.500		Pollos Broiler		95.242
San Pedro	Agrícola Super Ltda.	540.000	Cama Broiler; incorporación suelo o alimentación animal	Pollos Broiler		141.099
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	364.500		Pollos Broiler		95.242
San Pedro	Agrícola Super Ltda.	540.000	Cama Broiler; incorporación suelo o alimentación animal	Pollos Broiler		141.099
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	364.500		Pollos Broiler		95.242

San Pedro	Agrícola Super Ltda.	540.000	Cama Broiler; incorporación suelo o alimentación animal	Pollos Broiler		141.099
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	364.500	Cama Broiler; incorporación suelo o alimentación animal	Pollos Broiler		95.242
San Pedro	Agrícola Super Ltda.	540.000	Cama Broiler; incorporación suelo o alimentación animal	Pollos Broiler		141.099
San Pedro	Agrícola Super Ltda.	540.000	Cama Broiler; incorporación suelo o alimentación animal	Pollos Broiler		141.099
San Pedro	Agrícola Super Ltda.	540.000	Cama Broiler; incorporación suelo o alimentación animal	Pollos Broiler		141.099
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	364.500	Cama Broiler; incorporación suelo o alimentación animal	Pollos Broiler		95.242
San Pedro	Agrícola Super Ltda.	500.000	Cama Broiler; incorporación suelo o alimentación animal	Pollos Broiler	Los Rulenes	130.647
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	218.700	Cama Broiler; incorporación suelo o alimentación animal	Pollos Broiler		57.145
San Pedro	Agrícola Super Ltda.	499.000	Cama Broiler; incorporación suelo o alimentación animal	Pollos Broiler	Langonito	130.386
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	26.638	Cama Broiler; incorporación suelo o alimentación animal	Reproductoras	Tantehue 9	10.504
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	28.159	Cama Broiler; incorporación suelo o alimentación animal	Reproductoras	Tantehue 5	11.104
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	26.871	Cama Broiler; incorporación suelo o alimentación animal	Reproductoras	Tantehue 4	10.596
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	26.897	Cama Broiler; incorporación suelo o alimentación animal	Reproductoras	Tantehue 8	10.606
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	4.050	Cama Broiler; incorporación suelo o alimentación animal	Reproductoras		1.597
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	4.050	Cama Broiler; incorporación suelo o alimentación animal	Reproductoras		1.597
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	28.232	Cama Broiler; incorporación suelo o alimentación animal	Reproductoras	Tantehue 1	11.132
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	28.247	Cama Broiler; incorporación suelo o alimentación animal	Reproductoras	Tantehue 6	11.138



Ambiental

Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

Melipilla	Agrícola Super Ltda.	28.286		Reproductoras	Tantehue 7	11.154
Paíne	Agrícola Los Paltos	40.000		Ponedoras	Colonia Kenedy	11.739
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	13.902		Reproductoras	Fundo Santa Rosa	5.482
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	13.977		Reproductoras	Fundo Santa Rosa	5.511
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	11.662		Reproductoras	Fundo Santa Rosa	4.599
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	2.700		Reproductoras	Fundo Santa Rosa	1.065
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	4.850		Reproductoras	Fundo Santa Rosa	1.912
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	12.424		Reproductoras	Fundo Santa Rosa	4.899
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	13.844		Reproductoras	Fundo Santa Rosa	5.459
Melipilla	Soc. Avícola La Granja Ltda.	6.976		-	Nucleo 3	0
Melipilla	Soc. Avícola La Granja Ltda.	1.350		Reproductoras		532
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	12.160		Reproductoras	Fundo Santa Rosa	4.795
Melipilla	Soc. Avícola La Granja Ltda.	1.350		Reproductoras		532
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	1.350		Reproductoras	Fundo Santa Rosa	532
Melipilla	Soc. Avícola La Granja Ltda.	1.350		Reproductoras		532
Melipilla	Soc. Avícola La Granja Ltda.	9.160		-	Nucleo 2	0
Melipilla	Soc. Avícola La Granja Ltda.	4.094		-	El Bajo	0
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	10.548		Reproductoras	Fundo Santa Rosa	4.159
Paíne	Agrícola Chorombo S.A.	60.000		Ponedoras	Vínculo	17.609
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	166.900		Pollos Broiler	Fundo Santa Rosa	43.610
Melipilla	Soc. Avícola La Granja Ltda.	72.000		Ponedoras	Culipran	21.131
Melipilla	Soc. Avícola La Granja Ltda.	26.000		Ponedoras	Maitenes	7.631

INFORME FINAL

Marzo 2006



POCH
Ambiental

Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	147.000		Pollos Broiler	Fundo Santa Rosa	38.410
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	10.450		Reproductoras	Fundo Santa Rosa	4.121
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	5.940		Reproductoras	Fundo Santa Rosa	2.342
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	168.000		Pollos Broiler	Fundo Santa Rosa	43.898
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	124.500		Pollos Broiler	Fundo Santa Rosa	32.531
Paine	Santa Teresita S.A.	104.000		Ponedoras	Santa Teresita	30.522
Melipilla	Soc. Avícola La Granja Ltda.	45.127		Ponedoras	Sta. María	13.244
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	11.837		Reproductoras	Fundo Santa Rosa	4.668
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	121.500		Pollos Broiler	Fundo Santa Rosa	31.747
Melipilla	Soc. Avícola La Granja Ltda.	81.000		Ponedoras		23.772
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	85.300		Pollos Broiler	Fundo Santa Rosa	22.288
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	81.400		Pollos Broiler	Fundo Santa Rosa	21.269
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	78.000		Pollos Broiler	Fundo Santa Rosa	20.381
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	98.246		Pollos Broiler	Fundo Santa Rosa	25.671
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	85.686		Pollos Broiler	Fundo Santa Rosa	22.389
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	61.500		Pollos Broiler	Fundo Santa Rosa	16.070
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	170.100		Pollos Broiler	Fundo Santa Rosa	44.446
Paine	Agrícola Chorombo S.A.	43.500		Ponedoras	Paine	12.767
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	74.900		Pollos Broiler	Fundo Santa Rosa	19.571
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	72.900		Pollos Broiler	Fundo Santa Rosa	19.048



Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	97.200		Pollos Broiler	Rosa Fundo Santa Rosa	25.398
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	97.200		Pollos Broiler	Fundo Santa Rosa	25.398
Melipilla	Pablo Massoud y Cía. Ltda.	97.200		Pollos Broiler	Fundo Santa Rosa	25.398
Melipilla	Soc. Avícola La Granja Ltda. Lucía Mestre - Roberto Sepúlveda	174.647		Ponedoras	Lo Orozco	51.256
Paíne		40.000		Ponedoras	Los Ceibos	11.739
Melipilla	Agroindustria Codi gua Ltda. René Cheran	45		-	P.34 El Esfuerzo	0
Paíne	René Cheran	4.800		Ponedoras	René Cheran	1.409
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	19.760		Pollos Broiler		5.163
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	6.507		Pollos Broiler	Parcela N°28	1.700
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	27.142		Pollos Broiler	Parcela N°31	7.092
Paíne	Pedro Felmer	10.000		Ponedoras	Pedro Felmer	2.935
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	1.348		Pollos Broiler	Parcela N°20	352
Maipo	Avícola El Bosque	135.000		Ponedoras		39.620
Paíne	Avícola El Bosque	44.000		Ponedoras	Linderos	12.913
Buín	Avícola El Bosque	27.000		Ponedoras	Villaseca	7.924
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	53.285		Pollos Broiler	Fundo La Isla	13.923
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	55.148		Pollos Broiler	Fundo La Isla	14.410
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	51.677		Pollos Broiler	Fundo La Isla	13.503
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	145.800		Pollos Broiler		38.097
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	56.218		Pollos Broiler	Fundo La Isla	14.689
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	55.871		Pollos Broiler	Fundo La Isla	14.599
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	145.800		Pollos Broiler		38.097
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	243.000		Pollos Broiler		63.495
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	4.907		Pollos Broiler	Santa Eduvigis	1.282
Isla de Maipo	José Celsi S.A.	210.000		Ponedoras		61.632
El Bosque	Soc. Agrícola Los Tilos Ltda.	176.000		Ponedoras	Parcela Santa Mariana	51.653



Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas Ambiental

Talagante	Soc. Agrícola Los Tilos Ltda.	81.000			Ponedoras		23.772
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	4.914			Pollos Broiler	La Veguita	1.284
Pirque	Agrícola Chorombo S.A.	8.112			-	La Viña	0
Talagante	Champion S.A.	54.000			Ponedoras		15.848
Pirque	Agrícola Chorombo S.A.	0			-	El Principal	0
				Cama Broiler; incorporación suelo o alimentación animal			
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	180.000			Pavos		239.061
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	243.000			Pollos Broiler		63.495
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	243.000			Pollos Broiler		0
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	243.000			Pollos Broiler		63.495
Pirque	Agrícola Chorombo S.A.	10.228			-	Macul	0
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	243.000			Pollos Broiler		63.495
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	243.000			Pollos Broiler		63.495
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	243.000			Pollos Broiler		63.495
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	48.600			Pollos Broiler		12.699
El Bosque	Agrogárate Limitada	178.000			Ponedoras	Parcela Santa Cruz	52.240
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	972.000			Pollos Broiler		253.979
Pirque	Agrícola Chorombo S.A.	0			-	Lo Arcaya	0
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	243.000			Pollos Broiler		63.495
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	48.600			Pollos Broiler		12.699
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	72.900			Pollos Broiler		19.048
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	48.600			Pollos Broiler		12.699
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	48.600			Pollos Broiler		12.699
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	97.200			Pollos Broiler		25.398
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	48.600			Pollos Broiler		12.699
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	48.600			Pollos Broiler		12.699
El Monte	Avícola El Monte S.A.	70.000			Ponedoras	Santa Laura	20.544
Melipilla	Agrícola Ariztúa Ltda.	48.600			Pollos Broiler		12.699



Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

Pirque	Agrícola Chorombo S.A.	1.776	-	La Isla	0
Maipo	Agrícola Chorombo S.A.	2.700	Reproductoras		1.065
Pirque	Agrícola Chorombo S.A.	12.996	-	Los Nogales	0
Pirque	Agrícola Chorombo S.A.	0	-	El Rincón	0
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	13.029	Pollos Broiler	Parcela Las Hortencias	3.404
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	227.500	Pollos Broiler	Fundo Puangue	59.445
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	97.200	Pollos Broiler		25.398
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	243.000	Pollos Broiler		63.495
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	24.300	Pollos Broiler		6.349
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	291.600	Pollos Broiler		76.194
Melipilla	Armando Birkner	25.580	Ponedoras	Parc. Esmeralda	7.507
San Bernardo	Agrícola	500.000	Ponedoras	Romeral	146.742
San Bernardo	Avícola Lo Herrera	108.000	Ponedoras	Lo Herrera	31.696
San Bernardo	Avícola Los Morros	62.000	Ponedoras	Nos	18.196
Maipo	Agrícola	270.000	Ponedoras		79.241
Maipo	Avícola Lo Herrera	81.000	Ponedoras		23.772
San Bernardo	Soc. Avícola La Granja Ltda.	110.000	Ponedoras	Marti	32.283
San Bernardo	Agrícola	193.000	Ponedoras	Lo Herrera	56.642
Maipo	Agrícola Chorombo S.A.	2.700	Reproductoras		1.065
El Monte	Avícola El Monte S.A.	70.000	Ponedoras	Monteblanco	20.544
Buín	Agrícola Chorombo S.A.	2.016	-	El Puente	0
Pirque	Agrícola Chorombo S.A.	7.532	-	San Vicente	0
San Bernardo	Agrícola Chorombo S.A.	63.000	Ponedoras	Lo Herrera	18.489
Talagante	Champion S.A.	54.000	Ponedoras		15.848
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	28.000	Pollos Broiler	Parcela Amancay	7.316
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	4.185	Pollos Broiler	Parcela San	1.094



Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

Talagante	Santa Cecilia	270.000		Ponedoras		79.241
Talagante San Bernardo	Champion S.A.	351.000		Ponedoras		103.013
Talagante	Avícola Lo Herrera	70.000		Ponedoras	El Barrancón	20.544
Talagante	Champion S.A.	270.000		Ponedoras		79.241
Talagante	Agrícola Omega	27.000		Ponedoras		7.924
Talagante	Champion S.A.	81.000		Ponedoras		23.772
Puente Alto	Héctor Venegas	3.800		Ponedoras	Yema Roja	1.115
La Pintana	Ivo Milic	10.720		Ponedoras	El Mediano	3.146
Talagante San Bernardo	Champion S.A.	108.000		Ponedoras		31.696
Bernardo	Santa Luz	0		-	San Agustín	0
La Pintana	Agrícola Los Paltos	29.000		Ponedoras	Los Paltos	8.511
Melipilla San Bernardo	Agrícola Chorombo S.A.	120.400		Pollos Broiler	Fundo Campo Lindo	31.460
Bernardo San Bernardo	Santa Luz	54.000		Ponedoras	Catemito	15.848
Bernardo San Bernardo	Santa Luz	126.000		Ponedoras	Santa Luz	36.979
Bernardo	Agrícola Trinidad	120.000		Ponedoras	Trinidad	35.218
Talagante San Bernardo	Mario Conca Carreño	81.000		Ponedoras		23.772
Bernardo San Bernardo	Santa Luz	22.000		Ponedoras	Cerro 1	6.457
Bernardo	Santa Luz	36.000		Ponedoras	Cerro 2	10.565
Melipilla	Agroindustrial Sur Ltda.	650		Pollos Broiler	Parc. 31 Sargento Candelaria	170
Peñaflor	Mario Conca Carreño	3.200		Pollos Broiler	Santa Corina	836
La Pintana	Soc. Avícola La Granja Ltda.	45.000		Ponedoras	Arnaga	13.207
Maipo	Mario Latournerie	54.000		Ponedoras		15.848
Talagante	Mario Conca Carreño	270.000		Ponedoras		79.241
Talagante	Mario Conca Carreño	270.000		Ponedoras		79.241



Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

Calera de Tango	Mario Conca Carreño	23.183	Reproductoras	Criadero La Ermita	9.141
La Pintana	Francisco Batle	25.000	Ponedoras	Avícola Montserrat	7.337
Melipilla	Agrícola Chorombo S.A.	243.000	Pollos Broiler		63.495
Talagante	Mario Conca Carreño	145.800	Pollos Broiler		38.097
San Bernardo	Avícola Los Morros	38.000	Ponedoras	Los Pinos	11.152
Melipilla	Agrícola Chorombo S.A.	290.000	Pollos Broiler		75.775
San Bernardo	Roberto Concha	7.800	Ponedoras	Roberto Concha	2.289
San Bernardo	Mera y Cía.	6.000	Reproductoras	Mera y Cía.	2.366
Melipilla	Agrícola Chorombo S.A.	194.400	Pollos Broiler		50.796
Melipilla	Agrícola Chorombo S.A.	194.400	Pollos Broiler		50.796
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	121.500	Pollos Broiler		31.747
María Pinto	Agrícola Ariztía Ltda.	36.700	Pollos Broiler	Fundo Baracaldo	9.590
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	243.000	Pollos Broiler		63.495
María Pinto	Agrícola Ariztía Ltda.	207.800	Pollos Broiler	Fundo Baracaldo	54.297
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	243.000	Pollos Broiler		63.495
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	243.000	Pollos Broiler		63.495
María Pinto	Agrícola Chorombo S.A.	192.230	Pollos Broiler	Parcela Ovejería	50.229
Curacavi	Agrícola Super Ltda.	10.180	Reproductoras	El Apial 1 Pab. 3	4.014
Curacavi	Agrícola Super Ltda.	12.500	Reproductoras	El Apial 1 Pab. 4	4.929
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	1.350	Reproductoras		532
Curacavi	Agrícola Super Ltda.	10.280	Reproductoras	El Apial 1 Pab. 2	4.054
Curacavi	Agrícola Super Ltda.	10.250	Reproductoras	El Apial 1 Pab. 1	4.042



Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

María Pinto	Agrícola Chorombo S.A.	275.000	Cama Broiler, comercialización del guano	Pollos Broiler								71.856
Curacavi	Agrícola Super Ltda.	12.000		Reproductoras						El Apial 1 Pab. 6		4.732
Melipilla	Agrícola Chorombo S.A.	194.400		Pollos Broiler								50.796
Melipilla	Agrícola Chorombo S.A.	145.800		Pollos Broiler								38.097
María Pinto	Francisco Osonio	25		-						Fdo. Talhuel		0
María Pinto	Soc. Ag. Sn. Fco. De Asis	15		Otro						Ibacache		0
María Pinto	Agrícola Chorombo S.A.	271.292		Pollos Broiler						Fundo El Guindo		70.887
María Pinto	Agrícola Chorombo S.A.	194.544		Pollos Broiler						Fundo El Guindo		50.833
María Pinto	Daniel Fuentes	3		Otro						Sitio 6 N°5 -El Redil		0
María Pinto	Agrícola Avejuna Ltda.	3		-						Parc. 18 Sta. Emilia		0
Curacavi	Carlos Humeres	25		-						Fdo. El Molino		0
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	218.700		Pollos Broiler								57.145
Pudahuel	Rafael Covarrubias A.	41.154		Ponedoras						Aguas Claras		12.078
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	218.700		Pollos Broiler								57.145
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	218.700		Pollos Broiler								57.145
Pudahuel	Rafael Covarrubias A.	29.650		Ponedoras						Lomas Altas		8.702
Pudahuel	Rafael Covarrubias A.	96.560		Pollos Broiler						Los Eucaliptus		25.231
Pudahuel	Rafael Covarrubias A.	114.015		Pollos Broiler						Aeropuerto		29.792
Pudahuel	Rafael Covarrubias A.	240.000		Pollos Broiler						Los Espinos		62.711
Pudahuel	Rafael Covarrubias A.	240.000		Pollos Broiler						Los Espinos		62.711
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	218.700		Pollos Broiler								57.145
Melipilla	Agrícola Super Ltda.	218.700		Pollos Broiler								57.145
Lampa	Javier Covarrubias	27.200		Ponedoras						Parcela 9		7.983
Colina	Javier Covarrubias	16.300		Ponedoras						Lo Pinto		4.784
Colina	Javier Covarrubias	16.000		Ponedoras						Lo Pinto		4.696



Formulario Catastro Emisiones Amoníaco desde explotaciones Ganaderas

Lampa	José Schumacher H.	95.645		Ponedoras	Parcela 15	28.070
Colina	José Luis Moure Oportot	230.000		Ponedoras	Fundo Santa Marta de Liray	67.501
Colina	Agrícola Santa Marta de Liray S.A.	498.000	Raspaje en seco (diario), incorporación al suelo o compostaje	Ponedoras		146.155
Colina	Agrícola Santa Marta de Liray S.A.	278.600	Raspaje en seco (diario), incorporación al suelo o compostaje	Ponedoras		81.765
El Monte	Avícola El Monte S.A.	17.002		-	Higuera	0
El Monte	Avícola El Monte S.A.	16.743		-		0
Melipilla	Agrícola Ariztía Ltda.	34.988		Pollos Broiler	Fundo La Isla	9.142
Melipilla	Agrícola Chorombo S.A.	80.000		Pollos Broiler	Fundo San Bernardo	20.904
Peñaflor San Bernardo	Mario Latournerie Santa Luz	16.000 20.000		Ponedoras	Chacra Marina	4.696
				Ponedoras	Nos	5.870