

# Manejo de residuos en producciones animales intensivas

Avícola, porcina y bovina (tambo y feedlot)  
Hacia una gestión sustentable

Compiladoras:

García Ana Rosa -

Bérèterbide Jacqueline

Prosdócimo Florencia

# Manejo de residuos en producciones animales intensivas

---

Avícola, porcina y bovina (tambo y feedlot)  
Hacia una gestión sustentable

---

*Compiladoras:*

*García Ana Rosa - Bérèterbide Jacqueline - Prosdócimo Florencia*



**INTA Ediciones**  
**Comunicación Institucional**  
**Año 2021**

636 M31 Manejo de residuos en producciones animales intensivas : Avícola, porcina y bovina (tambo y feedlot) Hacia una gestión sustentable / compiladoras:

García Ana Rosa, Bérèterbide Jacqueline, Prosdócimo Florencia. –  
Buenos Aires : Ediciones INTA, 2021.  
132 p. : il. (PDF)

ISBN 978-987-679-310-0 (digital)

i.García, Ana Rosa. ii. Bérèterbide, Jacqueline. iii. Prosdócimo Florencia

GANADO BOVINO – RESIDUOS – AVICULTURA – CERDO – MEDIO AMBIENTE – SOSTENIBILIDAD – FEEDLOT – TAMBOS

DD-INTA

Este documento es resultado del financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto, queda sujeto al cumplimiento de la Ley N° 26.899.

Convenio INTA-AUDEAS-CONADEV (CIAC) - 940149 Manejo de residuos de producciones animales intensivas (avícola, porcina y bovina).  
Hacia una gestión sustentable

**Diseño:**

Área de Comunicación Visual  
Gerencia de Comunicación

*Este libro  
cuenta con licencia:*



## **Autores**

### **María Valeria Angelini**

Universidad Nacional de Luján, Departamento de Tecnología. Argentina.  
valeriangelini@yahoo.com.ar

### **Hebe Barrios**

Universidad Nacional de Luján, Departamento de Ciencias Básicas. Argentina.  
barrioshebe@gmail.com

### **Jacqueline Bérèterbide**

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Agencia de Extensión Rural (AER) Moreno – Territorio Oeste de la EEA AMBA. Argentina. bereterbide.j@inta.gob.ar

### **Gustavo Enrique Carullo**

Universidad Nacional de Luján, Departamento de Tecnología. Argentina.  
gcarullo64@gmail.com

### **Ileana Cecilia Ciapparelli**

Universidad de Buenos Aires (UBA). Facultad de Agronomía, Departamento de Recursos Naturales y Ambiente. Argentina. ciappare@agro.uba.ar

### **Joaquín Córdoba**

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar Región Pampeana. Argentina.  
cordoba.joaquin@inta.gob.ar

### **Hilda N. Cordone**

Universidad Nacional de Luján, Departamento de Tecnología. Argentina.  
neninacordone@gmail.com

### **Christian Nahuel De los Santos**

Universidad de Buenos Aires (UBA). Facultad de Agronomía, Departamento de Recursos Naturales y Ambiente. Argentina. delossantos@agro.uba.ar

### **María Luz Duffau**

Universidad Nacional de Luján, Pasante PIR. Argentina. marialuzduffau@yahoo.com.ar

### **Santiago Nicolás Fleite**

Universidad de Buenos Aires (UBA). Facultad de Agronomía, Departamento de Recursos Naturales y Ambiente. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Industrias. Argentina. fleite@agro.uba.ar

**Ana Rosa García**

Universidad de Buenos Aires (UBA). Facultad de Agronomía, Departamento de Recursos Naturales y Ambiente. Argentina. [agarcia@agro.uba.ar](mailto:agarcia@agro.uba.ar)

**María Dolores González**

Universidad Nacional de Luján, Departamento de Ciencias Básicas. Argentina. [mariadoloresg24@gmail.com](mailto:mariadoloresg24@gmail.com)

**Ricardo Cristián Lara**

Universidad Nacional de Luján, Departamento de Tecnología. Argentina. [rcristianlara@gmail.com](mailto:rcristianlara@gmail.com)

**Laura Inés Magrí**

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Agencia de Extensión Rural (AER) Luján – Territorio Norte de la EEA AMBA. Argentina. [magri.laura@inta.gob.ar](mailto:magri.laura@inta.gob.ar)

**Florencia María Prosdócimo**

Universidad Nacional de Luján, Departamento de Tecnología. Argentina. [fprosdocimo@unlu.edu.ar](mailto:fprosdocimo@unlu.edu.ar)

**Pedro Miguel Serrano**

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Agencia de Extensión Rural (AER), Brandsen, Buenos Aires, Argentina. [serrano.pedro@inta.gob.ar](mailto:serrano.pedro@inta.gob.ar)

**Mónica Tysko**

Universidad Nacional de Luján, Departamento de Ciencias Básicas. Argentina. [myskot@gmail.com](mailto:myskot@gmail.com)

**José Ángel Valle**

Becario Estudiantil INTA AUDEAS CONADEV. Argentina. [jo.angelvalle@gmail.com](mailto:jo.angelvalle@gmail.com)

**Catalina Zorich**

Becaria Estudiantil INTA AUDEAS CONADEV. Argentina. [czorich@agro.uba.ar](mailto:czorich@agro.uba.ar)

**Javier Zunino**

Universidad Nacional de Luján, estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica. Argentina. [javier\\_zunino@hotmail.com](mailto:javier_zunino@hotmail.com)

## Contenidos

<b>Autores</b>	<b>3</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>6</b>
<b>Prólogo</b>	<b>7</b>
<b>Introducción</b>	<b>9</b>
<b>Capítulo 1</b> - Las producciones animales intensivas y la importancia del manejo sustentable de sus residuos	<b>10</b>
<b>Capítulo 2</b> - Manejo de los residuos en establecimientos de producción bovina (feedlot)	<b>25</b>
<b>Capítulo 3</b> - Manejo de los residuos en tambos	<b>42</b>
<b>Capítulo 4</b> - Manejo de los residuos en establecimientos de producción porcina	<b>57</b>
<b>Capítulo 5</b> - Manejo de los residuos en establecimientos de producción avícola	<b>76</b>
<b>Capítulo 6</b> - Marco legal para el manejo de los residuos en producciones animales intensivas de la provincia de Buenos Aires	<b>95</b>
<b>Capítulo 7</b> - Prevención de los efectos ambientales de las producciones animales intensivas	<b>104</b>
<b>Anexos</b>	<b>118</b>
<b>A</b> – Encuesta diseñada para el relevamiento de datos en feedlots	<b>119</b>
<b>B</b> – Estiércol <i>per cápita</i>	<b>122</b>
<b>C</b> – Encuesta diseñada para el relevamiento de datos en tambos	<b>123</b>
<b>D</b> – Encuesta diseñada para el relevamiento de datos en producción porcina	<b>126</b>
<b>E</b> – Encuesta diseñada para el relevamiento de datos en producción avícola	<b>129</b>

## Agradecimientos

Este trabajo no hubiese podido ser posible sin la colaboración de las personas e instituciones que se detallan a continuación; a ellos queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento:

A los productores que nos permitieron trabajar de manera conjunta en sus establecimientos brindando información relevante para la investigación.

A los técnicos extensionistas y profesionales que facilitaron nuestra llegada a los productores.

A las diferentes instituciones gubernamentales y no gubernamentales cuyas intervenciones favorecieron y propiciaron nuestra investigación.

Al Laboratorio de Análisis de la Cátedra de Química Inorgánica y Analítica de la FAUBA por su colaboración en el análisis químico de las distintas muestras de estiércol, efluentes y aguas.

A los docentes de la División Estadística y de Producción Animal (UNLu) por su asesoramiento en la diagramación de las encuestas.

Al Comité INTA AUDEAS CONADEV que posibilitó los recursos para la realización del proyecto y de este trabajo.

---

**Objetivo 15.** *Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.*

**<sup>2</sup> Principio de sustentabilidad:** *El desarrollo económico y social y el aprovechamiento de los recursos naturales deberán realizarse a través de una gestión apropiada del ambiente, de manera tal, que no comprometa las posibilidades de las generaciones presentes y futuras. (Ley General del Ambiente, Principios).*

Al Comité **INTA AUDEAS CONADEV** que posibilitó los recursos para la realización del proyecto y de este trabajo.

## Prólogo

El espíritu de este libro, producto de una exhaustiva investigación, se basa en una cosmovisión donde el relevamiento de información y las diferentes dimensiones de análisis convergen para realizar un diagnóstico del uso y manejo de los residuos en las distintas producciones animales intensivas con vistas a establecer lineamientos en el marco de una gestión ambiental sostenible. Donde la sostenibilidad significa la búsqueda constante entre el desarrollo económico y social y el aprovechamiento de los recursos naturales a través de una gestión apropiada. En este escenario, cada capítulo busca la manera de analizar, sintetizar, concluir o demostrar la situación actual en la que se encuentran nuestros sistemas productivos, como punto de partida para implementar normas de manejo de los residuos de manera responsable como se viene haciendo en otros países del mundo, desde hace largo tiempo.

Vale la pena citar a Gabriel J. Vivas Osorio, (s.m.f), quien señala que la gestión ambiental en la agricultura, cubre varios aspectos de importancia que son imprescindibles a la sustentabilidad de la actividad en el corto, mediano y largo plazo, en especial para lograr alimentar más de siete mil millones de humanos que deben vivir en nuestro planeta, con miras a alcanzar una población global de más de 10 mil millones de almas en las próximas décadas.

Además, la Argentina, como país agroexportador con una capacidad de generar alimentos para 400 millones de personas por año a nivel mundial, debe preguntarse cómo será posible esto sin dañar el ambiente, sin que las producciones intensivas perjudiquen los suelos, los cuerpos de agua, sin que generen gases de efecto invernadero. En tal sentido, en este libro se plantean los lineamientos para desarrollar propuestas sostenibles y posibles.

El "Documento final de la cumbre de las Naciones Unidas para la aprobación de la agenda para el desarrollo después de 2015" titulado Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible señala en el Preámbulo el espíritu de dicho protocolo afirmando que es un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad. En otro enunciado se propone:

Estamos decididos a tomar las medidas audaces y transformativas que se necesitan urgentemente para reconducir al mundo por el camino de la sostenibilidad y la resiliencia. Al emprender juntos este viaje, prometemos que nadie se quedará atrás.

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y las 169 metas que anunciamos hoy demuestran la magnitud de esta ambiciosa nueva Agenda Universal. Con ellos se pretende retomar los objetivos de Desarrollo del Milenio y conseguir lo que estos no lograron. También se pretende hacer realidad los derechos

humanos de todas las personas y alcanzar la igualdad entre los géneros y el empoderamiento de todas las mujeres y niñas. Los objetivos y las metas son de carácter integrado e indivisible y conjugan las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental. (ODS 2030). Los Objetivos y las metas estimularán durante los próximos 15 años la acción en las siguientes esferas de importancia crítica para la humanidad y el planeta.

Esta obra revisa las prácticas agropecuarias basándose en los (ODS 2030) objetivo 11; 12; 13 y 15<sup>1</sup> y en la esfera nacional, se tiene como principio rector aquel que versa sobre las características de la sustentabilidad<sup>2</sup>, el compromiso con la sociedad en su conjunto y espera que sean las autoridades más encumbradas las que encuentren en estas páginas el material indicado para hacer los cambios esperados en las leyes y ordenanzas correspondientes.

**Beatriz Zumalave Rey**

Responsable del área ambiental de la EEA AMBA

---

**<sup>1</sup>Objetivos del Desarrollo Sostenible:**

*Objetivo 11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.*

*Objetivo 12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.*

*Objetivo 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.*

*Objetivo 15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.*

**<sup>2</sup>Principio de sustentabilidad:**

*El desarrollo económico y social y el aprovechamiento de los recursos naturales deberán realizarse a través de una gestión apropiada del ambiente, de manera tal, que no comprometa las posibilidades de las generaciones presentes y futuras. (Ley General del Ambiente, Principios).*

## Introducción

La cría de ganado para carne, leche y huevos es un componente fundamental del sistema de producción de alimentos en este país y por consiguiente interfiere en el mercado y la economía. La capacidad de la Argentina para la producción animal ha sido siempre notable, y a través de la historia las prácticas fueron en su mayoría extensivas.

Sin embargo en los últimos 20 años las presiones para la expansión de tierras dedicadas a la agricultura y el gran aumento de la población han ordenado un cambio en las prácticas de cría de animales para alimentos.

Los ganaderos en búsqueda de optimizar los recursos han recurrido a la producción de animales en confinamiento; donde también se generan grandes volúmenes de desechos que podrían ser dañinos para la salud y el medio ambiente bajo una inapropiada gestión.

La presente publicación se refiere al manejo de los residuos en producciones animales intensivas: Avícola, Porcina y Bovina, localizadas en ciertas áreas de la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA); donde, por su ubicación geográfica, la eliminación de estos desechos es un desafío desde el punto de vista de los costos y la seguridad ambiental.

El actual manejo de los residuos en las mencionadas producciones, se puso en evidencia relevando datos y elaborando un diagnóstico de situación para cada producción. Además, el análisis conjunto de los datos obtenidos y de las normas que regulan estas actividades generó una información de base útil para establecer estrategias que tiendan a la reducción de los impactos.



# Capítulo 1

**Las producciones  
animales intensivas y  
la importancia del  
manejo sustentable  
de sus residuos**

Hilda N. Cordone

La presente publicación se refiere al manejo de los residuos de producciones animales intensivas: avícola, porcina y bovina. En tal sentido se aborda la caracterización y el diagnóstico de la problemática de los residuos de las mencionadas producciones, y la generación de información de base a partir de la cual se tienda a la reducción del impacto de estos de manera ambiental, social y económicamente sostenible.

A fin de proceder a la presentación del tema se puntualizan a continuación diversos aspectos que han motivado la preocupación del equipo multidisciplinario a realizar la investigación.

### **La necesidad de las producciones animales**

El crecimiento exponencial de la población mundial a lo largo de los últimos dos siglos, actualmente estimada en 7.600 millones de personas, significó una mayor presión sobre el ambiente en general y los recursos naturales en particular tanto para abastecer sus necesidades biológicas como para responder a otras demandas surgidas de los patrones predominantes de producción y consumo (MAyDS, 2016).

Para continuar abasteciendo la demanda mundial de alimentos, dado el incremento sostenido de la población en las próximas décadas, se deberá acrecentar fundamentalmente la producción de granos y carne.

En este contexto, nuestro país, cuya principal actividad es tradicionalmente la producción agropecuaria, se enfrenta a excelentes oportunidades de ampliar sus exportaciones, fundamentalmente a Europa y Asia (China e India).

El sector agropecuario en Argentina es uno de los principales proveedores de alimentos y constituye una importante fuente de producción, empleo y provisión de materias primas.

Argentina, como uno de los principales productores mundiales de granos, tiene el desafío de producir sustentablemente y exportar la mayor cantidad posible, pero, al mismo tiempo, debería poder transformar y agregar valor a una cantidad considerable de su producción. Actualmente, las cadenas cárnicas son un destino importante de estos granos, aunque aún poseen potencial para agregar más valor y generar más empleos y divisas (Fada, Carnes, 2015).

La carne es uno de los importantes productos en la alimentación de la gran cantidad de habitantes del planeta. Aporta a las dietas: minerales, proteínas y grasas. Las carnes de origen vacuno, porcino y aviar son las que más se consumen a nivel global. Su consumo acompaña el crecimiento de la población y su nivel de ingreso (Fada Carnes, 2015).

## Desarrollo de las producciones animales en nuestro país República Argentina

A nivel mundial, en 2014, China centralizó el 50 % de la producción de la carne porcina, y cuatro países-regiones (Estados Unidos, Unión Europea, China y Brasil) concentraron el 60 % de la producción de carne vacuna y el 63 % de la carne aviar. Argentina generó el 5 % de la producción mundial de carne vacuna, el 0,38 % de la carne porcina y el 0,30 % de la carne aviar, en 2014.

En lo que respecta a las exportaciones, en el año 2014, Estados Unidos y Unión Europea alcanzan 6,8 millones de toneladas de carne porcina, concentradas en un 65 %. Brasil y Estados Unidos exportan 10,4 millones de toneladas de carne aviar, centralizadas en un 67 %. Los principales países exportadores de carne vacuna son Brasil, India, Australia y Estado Unidos, con 10 millones de toneladas, el 68 % (Fada, 2015). Argentina es el sexto exportador de carne aviar y el noveno de carne vacuna (Fada, 2015).

El mercado argentino de carne guarda diferencias con el comportamiento del mercado mundial. A diferencia de este último, la principal producción es de carne vacuna, que es 7 veces mayor que la de carne porcina y 1,5 veces mayor a la de carne aviar. En 2014 se alcanzó una producción de 2,7 millones de toneladas de carne vacuna, 1,9 millones de carne aviar y 416 mil toneladas de carne porcina (Fada, 2015).

La producción bovina comienza con la actividad de cría, seguida por lo que se conoce como re cría. El último eslabón de la producción primaria es el engorde. Esta operación puede ser desarrollada por medio de la invernada o el feedlot. Estos sistemas se diferencian en que, la invernada se realiza de manera extensiva, mientras que el feedlot se caracteriza por ser un sistema intensivo de cría en corrales, con alimentación basada en granos, superando dificultades que se encuentran en el sistema de invernada, como, por ejemplo, los factores climáticos que afectan a la disponibilidad de pasturas para la alimentación, la menor necesidad de superficie y el menor consumo de energía por parte del animal que está encerrado. En esta etapa, de producción primaria, los costos de alimento y de oportunidad son determinantes para las decisiones de producción de quien realiza la actividad ganadera. El avance tecnológico producido en la actividad agrícola por sobre la ganadera ha incrementado el costo de oportunidad de asignar tierras a la primera por sobre la segunda.

La actividad se encontraba localizada principalmente en las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, La Pampa y Entre Ríos. Por motivos del desarrollo y crecimiento de la actividad agrícola, la ganadería se fue reubicando, gradualmente, en áreas marginales, y en este núcleo central se produjo un proceso de confinamiento del engorde.

A marzo de 2015, se registraron en Argentina 204.665 establecimientos y un stock de 51,4 millones de cabezas, localizados en un 70 % en la zona tradicional, sumándose Chaco y Corrientes como provincias con stock relevante (Fada, 2015).



**Figura 1:**  
*La producción porcina*

La producción porcina comienza con la producción primaria, integrada por los productores de genética cabañas, las granjas de cría, los establecimientos que se dedican a la recría e invernada y los invernadores, sin perjuicio de que muchos establecimientos hagan ciclo completo.

El desarrollo de la actividad es sensible a la variación de los precios de los granos que se utilizan para su alimentación. El maíz y la soja representan entre el 75 % y el 90 % de los costos del alimento balanceado y la alimentación representa el 65 % de los costos directos. Al analizar la relación insumo-producto se puede apreciar cómo impactan los primeros en los segundos.

La actividad se desarrolla principalmente en las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Chaco, Entre Ríos y Santa Fe. En marzo de 2015, Argentina contaba con 76.305 establecimientos porcinos, gran parte de ellos de bajo nivel de desarrollo y escala en el sistema productivo. El stock fue de 4,7 millones de cabezas (Senasa, 2015).

Luego de la devaluación de 2002, la producción porcina aumentó favoreciendo la competitividad de la producción local al encarecerse el cerdo importado de Brasil. Luego, cambios en los hábitos alimenticios, mejoramiento del precio interno del cerdo y, más tarde, trabas a las importaciones, fueron los elementos que terminaron de cimentar el crecimiento del sector.

La producción aviar en el país ha comenzado a desarrollarse principalmente a partir de la década de 1990. Presenta un proceso de integración vertical, lo que, sumado a la fiscalización sanitaria, le ha permitido lograr mayor calidad de los productos, acompañada de una mayor productividad.

El sector primario realiza las actividades de reproducción, incubación y engorde. La genética, es decir, los abuelos, son importados de EE. UU. y Europa, mejorando la eficiencia del sistema, pero no garantiza la inocuidad de los alimentos; mientras que en Argentina se realiza la reproducción y recría de padres, de donde se obtienen los huevos fértiles y pollitos bebés. Los engordadores, encargados de la alimentación y cría de pollos, están localizados más cerca de las fuentes de alimentos y tienen una estructura de tamaño y perfil heterogéneo.



**Figura 2:**  
*La producción aviar*

La actividad primaria se desarrolla principalmente en Santa Fe, Entre Ríos, Buenos Aires y Córdoba. En marzo del 2015, Argentina contaba con 7.100 establecimientos, habiendo disminuido un 10 % en relación con el mismo período de 2014. La cantidad de establecimientos para la producción de carne era de 4.521. Para ese momento Argentina contaba con un stock de 9,1 millones de reproductoras, con una existencia de 15,5 millones de pollitos bebé.

Durante el período 2001-2014, la producción de carne aviar creció un 111 %, pasando de 913 mil toneladas producidas a 1,9 millones de toneladas (Fada, 2015).

### **Provincia de Buenos Aires**

Las producciones animales son de gran importancia para la provincia de Buenos Aires, principalmente bovina de leche y carne, aviar y porcina. En el año 2017, la provincia de Buenos Aires pasó a ser la primera productora de carne bovina y porcina y la segunda en importancia en producción de carne aviar.

**Carne bovina.** Para 2017, la provincia, en relación con la Argentina, concentra el 35 % del stock bovino nacional, el 28 % de los establecimientos faenadores, aunque estos realizan el 52 % de la faena nacional y correspondiente producción de carne bovina, y el 62 % de las toneladas exportadas (53 % de ingreso de divisas). En la provincia, el stock alcanza un total de 18,6 millones de cabezas, distribuidos principalmente en los partidos del centro-sur oeste de su territorio.

**Carne aviar.** La provincia de Buenos Aires es la segunda productora de carne aviar, siguiendo a Entre Ríos que es la primera. Para 2017, Buenos Aires registró un total de 1.330 establecimientos dedicados a la producción de carne aviar, equivalentes al 30 % del total nacional, con 39 establecimientos menos que en 2016. Con respecto a 2016, tanto las cabezas faenadas como el volumen crecieron un 5 %.

**Carne porcina.** Para 2017, Buenos Aires contó con un stock porcino de 1,2 millones

de cabezas, lo que equivale al 25 % del total nacional, consagrándola como primera productora de carne porcina y en segundo lugar, la provincia de Córdoba. El 20 % del stock se concentra en 5 partidos, aunque se distribuye de manera uniforme en la provincia existen registrados más de 13.199 establecimientos, según el Ministerio de Agroindustria bonaerense.

**Producción de leche bovina.** En lo que respecta a la producción, se lleva a cabo en las zonas próximas a los centros urbanos. Una gran parte de los tambos se encuentran en la provincia de Buenos Aires, y abastecen a la ciudad de Buenos Aires y Gran Buenos Aires, primer centro consumidor de leche fresca. La raza destinada a la producción de la leche es la Holando-Argentina.

Históricamente la competencia por el uso de la tierra sumado a los avances tecnológicos y otros factores de origen climático y económico han determinado cambios en la forma de producir leche en los últimos años. Durante los 80 prevalecieron los sistemas pastoriles, a finales de los 90 y durante la década del 2000 se generalizaron los sistemas pastoriles con suplementación, y actualmente es común observar esquemas productivos más intensivos algunos de los cuales involucran encierre temporal o permanente de la hacienda y alimentación a base de dietas mezcladas.

Buenos Aires es la tercera provincia en cuanto a la producción de leche cruda y su participación relativa en el total nacional se ha ido reduciendo a favor de la mayor participación de Santa Fe. De las 4 cuencas de la provincia, Oeste es la más importante con el 51 % de los tambos y 54 % de la producción. Le siguen Abasto Sur, Abasto Norte y en el último escalón se encuentra Mar y Sierras con el 9 % de los tambos y el 11 % del porcentaje de producción.

La provincia está siendo afectada, al igual que otras zonas del país, por la reducción en la cantidad de tambos y la tendencia a la existencia de establecimientos con mayores escalas de producción.

### **Las producciones animales intensivas. Desarrollo y tendencias**

La demanda mundial de alimentos más baratos y de menores costos de producción está convirtiendo a la imagen de grandes extensiones de campo con ganado pasando en otra de lotes reducidos donde se procesan elevadas cantidades de carne.

En el análisis de la actividad ganadera debe destacarse que se producen transformaciones en las técnicas productivas tradicionalmente aplicadas. Estas se manifiestan en un proceso de intensificación de la producción pecuaria, que tiende a compensar parcialmente los impactos negativos sobre la actividad debido a la menor disponibilidad de tierras y su inferior calidad.

La expansión de la producción agrícola, y especialmente del cultivo de soja, se tradujo en una sensible contracción de la superficie destinada a la producción de forrajes y pasturas utilizadas para la ganadería extensiva, así como su desplazamiento hacia zonas marginales con pasturas de menor calidad, que requieren de suplementación de alimentos para la terminación de la hacienda.

Una creciente tendencia a la intensificación está transformando los patrones de distribución geográfica de la producción pecuaria. Los establecimientos productivos se trasladan de las áreas rurales a las zonas urbanas y periurbanas con el fin de acercarse a los consumidores y también hacia las áreas donde se produce el forraje o a las cercanías de los medios de transporte o de los centros de comercialización para colocar su producción ya sea en el sector interno o en la exportación (FAO, 2006).

Asimismo, se registra un cambio en las especies producidas, con un crecimiento acelerado de la producción de especies monogástricas (cerdos y aves de corral) y una desaceleración de la producción de rumiantes (bovinos, ovinos y caprinos) que se crían en condiciones extensivas. Como consecuencia de estos cambios el sector ganadero comienza a competir de una manera más directa e intensa por tierras, agua y otros recursos naturales escasos.

Estados Unidos ha sido uno de los primeros países en implementar la cría intensiva para cerdos, vacas y ovejas. Hoy hay en EE. UU. más de 50.000 establecimientos bajo la clasificación Operaciones de Alimentación de Animales Concentrados (CAFO, *concentrated animal feeding operations*), además de otras 250.000 instalaciones de escala industrial para completar el ciclo productivo.

La producción animal intensiva es la crianza de animales con fines comerciales en pequeñas extensiones de terreno en las cuales la carga animal por unidad de área es alta.

Se incrementa la producción de carne y derivados como huevos, leche, lana, en el menor lapso posible y utilizando el mínimo de espacio requerido.

La producción animal intensiva demanda altas inversiones en infraestructura, construcciones, mano de obra, tecnología y alimento, con respecto a la producción extensiva, por lo que tiene requerimientos que la acercan a la producción industrial.

Las ventajas de este sistema son la alta producción por unidad de tiempo y por animal, la estandarización de procesos y productos y la flexibilidad ante la demanda del mercado.

Las desventajas son el elevado consumo de energía y la generación de desechos provenientes del estiércol de los animales que son altamente contaminantes y de difícil manejo para evitar o reducir su impacto sobre el ambiente en que están insertos.

Sin embargo, la demanda de alimentos en el mundo entero y la disminución de áreas productivas hacen necesario este tipo de explotación.

La expansión de las áreas destinadas a cría de ganado en forma intensiva, si no es adecuadamente manejada, regulada y controlada, puede traer aparejados serios inconvenientes de diversa índole:

Proliferación de construcciones ilegales sin habilitación en espacios no adecuados para la cría de ganado.

Establecimientos improvisados en zonas cercanas a núcleos urbanos.

Instalaciones precarias que no respetan las mínimas condiciones higiénico sanitarias y pueden ocasionar problemas de salud animal. La aglomeración facilita el contagio de enfermedades y su rápida difusión. Esta cuestión es de gran trascendencia porque la ganadería industrializada se basa en elementos raciales seleccionados e híbridos de alta productividad que se muestran muy frágiles ante las enfermedades infecto-contagiosas y carecen de rusticidad y resistencia.

Inadecuado diseño de las instalaciones para evitar el hacinamiento de los animales y asegurar su adecuada alimentación, provisión de agua e higiene de los espacios destinados a la cría y engorde.

Falta de planeamiento en el diseño de la evacuación de las excretas (purines y excrementos sólidos) que pueden afectar el ambiente donde se ubica el establecimiento y las zonas aledañas y producir la proliferación de vectores o plagas en el entorno.

Condiciones precarias en lo que respecta a la higiene y seguridad de los trabajadores.

**Producción bovina.** El engorde de ganado bovino a corral o feedlot ha cobrado relevancia en los últimos años, principalmente debido al avance de la agricultura (por mejora de precios relativos) que ha desplazado el uso de tierras para ganadería. También han influido factores como la mejora de los indicadores de producción y las economías de escala que genera el sistema de engorde a corral.

Durante el período 2007-2010, el Estado otorgó compensaciones a los feedlots, lo cual hizo que la actividad fuera más rentable y atrajo a numerosos inversores. El sistema de subsidios generó un crecimiento de la actividad de manera temporal, ya que cuando dejaron de estar vigentes, se produjo una reducción de los establecimientos registrados y del stock encerrado. La caída de los commodities agrícolas durante 2014 y 2015 mejoró la rentabilidad de la ganadería y, al mismo tiempo, mejoró su competencia por tierras con respecto a la agricultura. Dado que los feedlots

poseen una tasa de rotación de animales alta, los animales faenados que han sido terminados a corral tienen una participación mayor que la participación que tienen en el stock en un momento de tiempo (Fada, 2015).

**Bovinos de leche.** En la Argentina, el promedio nacional de producción de un tambo por hectárea es de 5.200 litros de leche anual, con una carga de 0,8 vaca por hectárea y un rendimiento individual diario de 18,8. En un sistema intensivo, hay una producción anual por hectárea de 15.000 litros, con una carga animal de 1,7 vaca por hectárea y un rendimiento individual de 25 litros diarios. El precio controlado por litro de leche que recibe el productor, la suba de insumos y las retenciones a las exportaciones se conjugaron con el avance de la agricultura para cambiar la ecuación de los tambos.

**Producción porcina.** Según las cifras divulgadas por el Senasa, en 2016, la faena porcina alcanzó los 5,98 millones de cabezas y las 519.000 toneladas de producción, experimentando así incrementos del 8,4 y 7,1 %, respectivamente, en relación con 2015. Los datos oficiales dan cuenta de un consumo per cápita cercano a los 9 kilos en los últimos 12 meses, dado por la suma de carnes frescas y chacinados. La tendencia actual es hacia la concentración de grandes volúmenes de animales con alta tecnología en establecimientos cercanos a los centros urbanos por la necesidad de mano de obra y servicios.

**Producción avícola.** El consumo de carne aviar aumentó un 5,8 % en 2017 con respecto a 2016, alcanzando 1.156 miles de toneladas, mientras que las exportaciones ascendieron casi un 25 % en el mismo período.

Por una parte, esta tendencia es notoria en los últimos años por lo que el incremento en la demanda ha producido una extensión de las áreas productivas que, en la medida que no va acompañada de un adecuado ordenamiento territorial, se puede determinar en la región el aumento de la cantidad de residuos avícolas generados, en detrimento de la calidad ambiental.

Por otra parte, la producción animal intensiva desde el punto de vista agroempresarial es una producción mucho más eficiente y rentable que la extensiva, aunque requiera de mayores inversiones.

### **Impacto ambiental debido a la emisión de contaminantes**

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Cumbre de Río, Río de Janeiro, 1992) surgió el concepto de desarrollo sustentable como alternativa al concepto tradicional de desarrollo, al poner el énfasis en advertir el impacto que las actividades humanas tienen sobre los diversos componentes ambientales a escala mundial y remarcar la vulnerabilidad de los sistemas naturales y sociales (UN, 1992).

Diversas fuentes coinciden en que el desarrollo sustentable se basa en tres dimensiones: ambiental, social y económica. Esta definición tiene su fundamento teórico en el Informe "Nuestro Futuro Común" elaborado por la Comisión **Brundtland**, publicado en la década del 1980, y difundido a nivel mundial luego de Río 92, que define al desarrollo sustentable como la capacidad de "satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro para atender sus propias necesidades."

Las actividades de cría de ganado, especialmente las intensivas, promueven la producción para el consumo y las exportaciones del país, pero constituyen importantes fuentes de desechos para el medioambiente.

En nuestro país, en las últimas décadas, se han intensificado las producciones de bovinos de carne y leche, aves y cerdos generando una problemática compleja, por la emisión de grandes cantidades de residuos en corto tiempo y espacio limitado. Este fenómeno se torna más alarmante, teniendo en cuenta la ubicación de establecimientos en las zonas periurbanas principalmente en la provincia de Buenos Aires, lo que produce una creciente preocupación por la importancia del efecto contaminante sobre el ambiente y la población.

Debido a la incorporación al medio circundante de agentes contaminantes, la disposición final de los residuos de la ganadería se constituye en un problema de envagadura que abarca los aspectos sanitario, ambiental y social.

### **Contaminación por diversas fuentes**

Deyecciones: orina más heces. Con alto contenido de materia orgánica, microorganismos patógenos, compuestos inorgánicos (nitrógeno y fósforo), restos de antibióticos, amoníaco.

Camas del ganado. Las camas de aves y cerdos están constituidas por materia fecal y orina de las aves (materia orgánica y microorganismos patógenos), material absorbente, resto de alimento y plumas, en el caso de las aves.

### **Animales muertos**

Restos de productos usados para asegurar la salud de los animales y para la limpieza y desinfección del establecimiento (antibióticos, hormonas, desinfectantes).

En el feedlot la materia fecal y la orina forman el estiércol. Un vacuno excreta, por día, alrededor del 5 al 6 % de su peso vivo. Un novillo de 400 kg de peso vivo produce alrededor de 20 a 25 kg diarios de estiércol. Dado su porcentaje de humedad (entre y 85 %) se obtendrían aproximadamente 3 kg diarios de residuo sólido por animal, en promedio, que se eliminarían al corral.

Para el caso de los tambos, teniendo en cuenta que una vaca lechera con un buen nivel productivo (entre 28-30 L de leche diarios) genera unos 40-60 kg/día de estiércol, la cantidad de purines generados al agregar el agua de lavado y operaciones en el sector de lechería se estima que mantiene una relación 1:1, lo cual representa el doble del estiércol generado por los animales.

Los sistemas de intensificación de cría de cerdos eliminan diariamente heces, orina, alimento desperdiciado, agua de bebida y otro tipo de residuos. En función de la etapa en la que se encuentra el animal, se pueden estimar los kg de estiércol producidos por los cerdos. En promedio se generan 6,17 litros/día/animal más el agua de limpieza, obteniendo un total de 8 a 18 litros/día/animal.

Para la producción avícola los volúmenes promedio de estiércol fresco generados cada día son 0,102 kg/pollo de engorde.

### **Afectación del ambiente**

Los residuos sin tratar de las producciones animales pueden contaminar los recursos naturales y provocar la proliferación de plagas: insectos (moscas, escarabajos), roedores, entre otros.

**Atmósfera.** El sector ganadero es uno de los principales responsables de la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI), que contribuyen al calentamiento global y al cambio climático: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) y además de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) que favorece la formación de lluvia ácida y sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ), estos últimos producen olores desagradables y que pueden irritar las vías respiratorias. Los rumiantes, y en menor medida, los monogástricos emiten metano como parte de su proceso digestivo que involucra la fermentación microbiana de alimentos fibrosos.

**Agua.** El agua subterránea es un recurso valioso, contenida en los acuíferos que se nutren con el agua de lluvia y otras fuentes, que se infiltra a través del suelo por acción de la gravedad. Los efluentes líquidos de las producciones intensivas conteniendo estiércol y otros residuos se movilizan por la dinámica hídrica y pueden alcanzar las aguas subterráneas afectando su calidad. El amoníaco y otros compuestos nitrogenados provenientes de las deyecciones de los animales se transforman en nitratos que son un importante contaminante de las napas subterráneas de las que se extrae el agua de consumo humano.

En las principales áreas metropolitanas e industriales de Argentina, y en primer lugar en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), se observan altos niveles de contaminación de los recursos hídricos superficiales. Esto se debe, fundamentalmente, al vertido de efluentes sin tratar de origen residencial, industrial y agrícola-ganadera a ríos, arroyos, lagunas.

En las aguas superficiales se puede producir disminución del oxígeno disuelto por incorporación de materia orgánica que afecta los organismos acuáticos; eutrofización por acción de nutrientes como nitrógeno y fósforo que produce el excesivo crecimiento de algas y consiguiente desequilibrio de las poblaciones acuáticas.

Las escorrentías generadas por la lluvia pueden atravesar los corrales y junto con las aguas de lavado de limpieza de las instalaciones de producción intensiva constituyen fuentes de contaminación de los cuerpos de agua con el consiguiente impacto sobre la salud de la población.

**Suelo.** Existen factores que disminuyen la calidad de los suelos a nivel físico, químico y biológico, que dan lugar al proceso de degradación y que se manifiesta en la alteración de su estructura normal, la reducción de su porosidad, la capacidad de infiltración, el contenido de materia orgánica y de nutrientes.

El vuelco excesivo de purines (vuelcos puntuales y repetidos en una misma área), puede llevar a la formación de costras superficiales, reduciéndose la permeabilidad del suelo al agua y al aire, favoreciéndose su erosión; como así también se puede originar una acumulación excesiva de sales, con efectos negativos en la estructura y de metales, que pueden ser tóxicos para los microorganismos del suelo y producir una alteración del equilibrio de los componentes del suelo.

El problema de contaminación surge si no se efectúa un adecuado manejo, tratamiento y disposición final de los residuos y efluentes, dado que se debe tener en cuenta la capacidad del ambiente para asimilar una determinada carga contaminante.

En ese contexto las producciones agropecuarias intensivas pueden convivir con el medioambiente sin dañarlo, siempre y cuando las emisiones no superen la capacidad de neutralización y autodepuración de los ecosistemas.

En la gran mayoría de los casos el crecimiento de la ganadería intensiva no ha sido acompañado de la adopción de buenas prácticas de manejo, no solo para hacer más eficiente la producción y asegurar la salud de los animales, sino también para disminuir la emisión de contaminantes, a través de la formulación de una adecuada dieta, la utilización racional del agua de lavado, la separación de residuos y la aplicación de tecnología de tratamiento de estos, adecuándose a la legislación vigente.

Por ello, la consideración de esta problemática es fundamental con miras al diseño y adopción de políticas encaminadas a la solución de los problemas que producen la degradación de las tierras, el cambio climático, la contaminación atmosférica, el consumo excesivo y la contaminación del agua y la pérdida de biodiversidad.

## **Situación de Argentina en el contexto internacional en el control de la contaminación**

En Estados Unidos de Norteamérica la supervisión y certificación de las legislaciones específicas para el manejo y el depósito de excretas animales que impacten cuerpos de agua, suelo y atmósfera está a cargo de la Agencia de Protección Ambiental (EPA). Actualmente, la mayoría de los estados de ese país cuentan con leyes y regulaciones específicas para las producciones intensivas. No obstante, la regulación de gases de efecto invernadero aún es limitada.

En Canadá, la implementación y el cumplimiento de marcos regulatorios específicos sobre manejo y aplicación de excretas ganaderas, ofrecen múltiples beneficios ambientales a largo plazo, ya sea por el menor impacto ambiental, la generación de energía o por la participación en el mercado de bonos de carbono.

En Europa, la Directiva de Emisiones Industriales (DEI) 2010/75/UE de 24 de noviembre de 2010, que sustituyó a la Directiva sobre Control Integrado de la Contaminación (IPPC) incluye, dentro del ámbito de su aplicación, a los sectores ganaderos de producción intensiva de porcinos, aves de puesta y aves de carne. La aplicación de esta directiva se traduce en consecuencias prácticas de gran trascendencia para las instalaciones ganaderas afectadas, por cuanto se modifica sustancialmente el sistema de concesión de licencias preceptivas para su funcionamiento, aglutinándolas en una figura administrativa única: la Autorización Ambiental Integrada (AAI). El sistema de autorización tiene como objetivo principal garantizar que los titulares de las instalaciones adopten medidas para la prevención o control de la contaminación, en especial mediante la aplicación de las consideradas Mejores Técnicas Disponibles (MTD) recogidas en el Documento de Referencia Europeo aprobado para cada sector por la Comisión Europea. El Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para los sectores de cría intensiva de cerdos y aves (BREF, 2015) está en la última etapa de desarrollo por la Comisión Europea y es sometido a un proceso de revisión periódico (<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/>).

En Argentina, Chile, Colombia y México, la regulación y vigilancia gubernamental sobre el uso y manejo de excretas animales es escasa y confusa, ya que solo se especifican ciertas normas sobre descargas de contaminantes al agua, restando importancia a las emisiones a la atmósfera y suelo, y sin especificaciones claras relacionadas con excretas de ganado (Pinos-Rodríguez, 2012).

En nuestro país, con excepción de la Resolución de Senasa N.º 1699 de 2019: Habilitación de Establecimientos Avícolas de Producción Comercial. Requisitos de bioseguridad, higiene y manejo sanitario, en la que se refiere al manejo del guano aviar, no hay normas específicas respecto al manejo de estiércol para las demás producciones.

Existen, sin embargo, leyes provinciales, como la Ley de Protección a las Fuentes de Provisión y a los Cursos y Cuerpos Receptores de Agua y a la Atmósfera que, en la provincia de Buenos Aires, regula todo tipo de descarga de efluentes residuales (sólidos, líquidos o gaseosos) de cualquier origen que puedan degradar la calidad del aire o del agua. El decreto 2009/60, modificado por el decreto 3970/90, reglamenta esta ley y establece que las municipalidades son responsables de la inspección y la aplicación de multas correspondientes. Sin embargo, la falta de vigilancia por las autoridades ambientales ha resultado en un abuso en la descarga de desechos a cuerpos de agua originados en producciones animales.

Por lo tanto, resulta muy importante que los productores consideren los impactos ambientales que los sistemas de producción animal intensivos provocan. Para reducir dichos impactos hay herramientas tales como las buenas prácticas productivas que, al mismo tiempo que optimizan la producción y permiten proteger la salud animal, mejoran el desempeño ambiental al contemplar dicho aspecto como parte integrada de las actividades del establecimiento.

Asimismo, existen oportunidades de aprovechamiento de los residuos, que se pueden poner en práctica para transformarlos y valorizarlos como enmiendas orgánicas para los suelos o bien utilizarlos para producción de energía a través de un tratamiento anaeróbico que genera biogás que puede ser aprovechado en el mismo establecimiento.

## Bibliografía

- “Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo” (1992). (Disponible: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm>). (Consultado: 10/11/2017).
- Fundación Agropecuaria para el Desarrollo de Argentina. (2017). Cadenas cárnicas en la Provincia de Buenos Aires. Aportes.
- García, A.R.; Fleite, S.N.; Bereterbide, J. (2017). Marco legal ambiental para el manejo de los residuos en producciones animales intensivas. Ed. INTA.
- Herrero, M.A.; Gil, S.B. (2008). Consideraciones ambientales de la intensificación en producción animal. *Revista Ecología Austral*. 18: 273-289. Asociación Argentina de Ecología.
- Miazzo, D.; Pisani Claro, N. (2015). Fundación Agropecuaria para el Desarrollo de Argentina. Carnes Argentinas. Actualidad, propuestas y futuro. (Disponible: <http://fundacionfada.org/informes/carnes-argentinas/>). (Consultado: 06/10/2016).
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2016). Informe del Estado del Ambiente. (Disponible: [http://ambiente.gob.ar/wp-content/uploads/MAYDS\\_IEA\\_2016\\_baja.pdf](http://ambiente.gob.ar/wp-content/uploads/MAYDS_IEA_2016_baja.pdf)). (Consultado: 08/2016).
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España. (2015). Evaluación de técnicas de gestión de deyecciones en ganadería. Sectores de bovino, porcino, avicultura de carne y puesta.
- OPEX – INDEC – (Origen provincial de las exportaciones argentinas– Instituto Nacional de Estadística y Censos). (Disponible: <https://opex.indec.gov.ar/>). (Consultado: 4/12/2017).
- Pinos-Rodríguez, J.M.; García-López, J.C.; Peña-Avelino, L.Y.; Rendón Huerta, J.A.; González González, C.; Tristán Patiño, F. (2012). Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. *Agrociencia* 46: 359-370.
- Proyecto Específico de INTA “Sustentabilidad de los sistemas de producción de leche bovina” (PNPA 1126043). (2015).
- Regunaga, M.; Cetrángolo, H.; Mozeris, G. (2006). Impacto de las cadenas agroindustriales pecuarias en Argentina. Evolución y potencial. Facultad de Agronomía UBA, Universidad de San Andrés, Fundación Agronegocios y alimentos.
- Robert, S.; Santangelo, F.; Albornoz, I.; Dana, G. (2009). IPCVA. Estructura del feed lot en Argentina. Nivel de asociación entre la producción bovina a corral y los titulares de faena.
- RUCA – Registro único de Operadores de la Cadena Agroindustrial. Ministerio de Agroindustria. (Disponible <https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/gestion/>). (Consultado: 4/12/2017).
- Santalla, E. (2008). Evaluación, diagnóstico y propuestas de acción para la mejora de las problemáticas ambientales y mitigación de gases de efecto invernadero. vinculados a la producción porcina, avícola y bovina (feedlots y tambos). Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- SENASA. (2015). Informe estadístico de producción porcina.
- Solé Mauri, F.; Fotats Ripoll, X. (2004). Guía de Técnicas de Gestión Ambiental de residuos agrarios. Laboratorio de Ingeniería Ambiental. Fundación Catalana de Cooperación, España.
- Steinfeld, H.; Gerber, P.; Wassenaar, T.; Castel, V.; Rosales, M.; de Haan, C. (2009). La larga sombra del ganado. Título original *Livestock's Long Shadow*. (2006). La Iniciativa para Ganadería, Medio Ambiente y Desarrollo (LEAD) y FAO. Universidad Católica Argentina.
- Vicari, M.P. (2012). Efluentes en producción porcina en Argentina: generación, impacto ambiental y posibles tratamientos. Facultad de Ciencias Agrarias.
- Vilella, F. (2017). Cátedra de Agrosistemas. Director del Programa de Agronegocios y Alimentos. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.



## Capítulo 2

### **Manejo de los residuos en establecimientos de producción bovina**

**Relevamiento técnico de  
establecimientos de grandes  
producciones localizados  
en la RMBA**

Ana Rosa García; Catalina Zorich;  
Ileana Cecilia Ciapparelli;  
Santiago Nicolás Fleite;  
Christian Nahuel De los Santos

## Introducción

La producción de ganado vacuno a corral (feedlot) resulta ser un sistema de producción con alto impacto sobre el ambiente debido a la acumulación de deyecciones en el suelo y al movimiento de efluentes generados por esta actividad hacia zonas circundantes. Estos últimos transportan una elevada carga de sales, nutrientes y otras sustancias, además de patógenos, que pueden degradar la calidad de los cuerpos de agua superficial y subsuperficial, y afectar la salud de la población. Por consiguiente, se hace necesario contar con una planificación detallada de operaciones que se llevarán a cabo desde el momento en que se genera el residuo hasta su disposición final en campos agrícolas para evitar problemas de contaminación. Estas operaciones incluyen: el control de las escorrentías (dirigirlas y almacenarlas), el manejo del estiércol sólido, la mantención de la superficie del corral (firme y limpia), el tratamiento del estiércol sólido, el tratamiento de los efluentes en las lagunas y la disposición final de los residuos en campos agrícolas.

La cantidad y calidad de estiércol sólido y de efluentes dependen de factores netamente productivos (especie animal, alimentación, cantidad de animales, etc.) como también de factores ambientales. Estos últimos pueden ser externos (condiciones edafoclimáticas) como internos (propios del manejo de los residuos). Así, como factores externos podemos mencionar: las temperaturas —regulan la velocidad de descomposición del estiércol—, la intensidad y duración de las lluvias —regulan la cantidad y calidad de efluentes—, la posición topográfica, y otras. Como factores internos: la densidad de animales en el corral, las pendientes dentro de cada corral, la frecuencia en la limpieza del corral o recolección del estiércol, el sistema de captación y acumulación, el sistema de tratamiento, el destino final que se le vaya a dar, entre otros. Frente a una planificación del manejo de los residuos es necesario tener en cuenta estos factores, ya que ellos determinarán la complejidad de sistema para abordar las distintas operaciones de manejo, y sus consecuencias económicas y sociales.

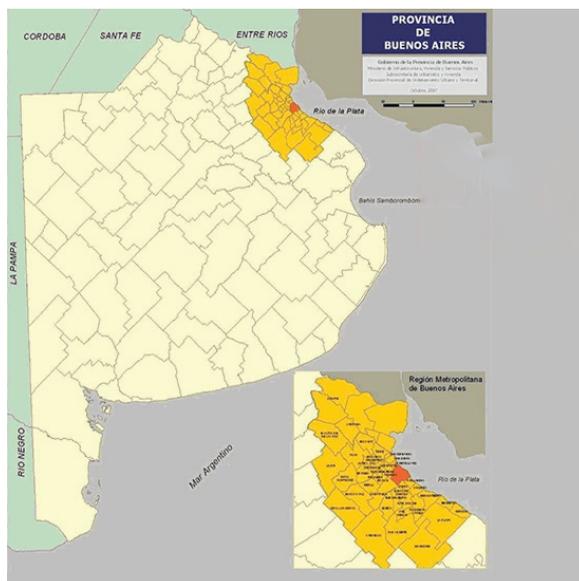
En la Argentina el engorde a corral o feedlot tuvo un fuerte crecimiento en la última década. En la provincia de Buenos Aires, a junio de 2013, se concentraba la mayor cantidad de cabezas bovinas en establecimientos de engorde a corral de todo el país (Senasa, 2013). Los establecimientos se ubican cerca de las grandes plantas de faena y centros urbanos de consumo, como estrategia para disminuir costos. Este sistema de producción, a pesar de su expansión no ha tenido un marco jurídico que comprenda todas las variantes de esta actividad y, regule su habilitación y funcionamiento. Ante esta ausencia, hay una diversidad de criterios en relación con el manejo de los residuos, dando lugar a diversas acciones con un desconocido resultado ambiental en el mediano – largo plazo. En consecuencia, se necesitan datos locales que permitan conocer el funcionamiento de estos sistemas productivos, las operaciones que se realizan, la tecnología empleada, para poder estimar la respuesta ambiental ante las distintas prácticas, y en una posterior instancia de

estudio, establecer pautas técnicas que guíen la elaboración de planes de manejo de nutrientes acordes a cada situación. Bajo este marco el objetivo de estudio del presente trabajo es: caracterizar el manejo de los residuos en establecimientos de producción bovina a corral (EPB) ubicados en la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA).

## Materiales y Métodos

### Área de estudio

Se trabajó en 15 establecimientos comerciales habilitados de producción bovina a corral (EPB) localizados en la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA) (Figura 1).



**Figura 1:**  
Mapa de la provincia de Buenos Aires  
Fuente: DPOUyT

Esta región está compuesta por 40 municipios más la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, concentra el 95 % del total de la población de la provincia en algo menos del 4 % de su territorio, constituyendo la región periurbana más poblada del país. Está caracterizada por una importante red hidrográfica definida por el Río de la Plata y por cuatro cuencas hidrográficas perpendiculares a este (C. del Río Reconquista, C. del río Luján, C. del río Matanza-Riachuelo y Zona Sur de afluencia al Río de La Plata y otros). Las cuencas presentan un relieve llano, con escasa pendiente y límites de drenaje poco definidos. El clima de la región es húmedo mesotermal (clasificación de Thornthwaite), con una precipitación media anual cercana a los 1000 mm en base a datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) (Murphy *et al.*, 2008). La lluvia máxima de 24 h de duración, registrada en los últimos 25 años, fue de 150 mm y la lluvia acumulada en el mes más lluvioso fue de 140 mm. Estos factores, extensa red hidrográfica con escaso drenaje y lluvias intensas y prolongadas, sumados a una inadecuada urbanización son causas directas de las inundaciones del área y desbordes de arroyos (DPOUT, 2007).

## Elaboración de encuesta:

Para recabar información sobre el manejo de los residuos en los diferentes establecimientos de producción bovina a corral (EPB) se elaboró y ejecutó una encuesta descriptiva que se presenta en el Anexo A del presente documento.

## Recolección y análisis de la información:

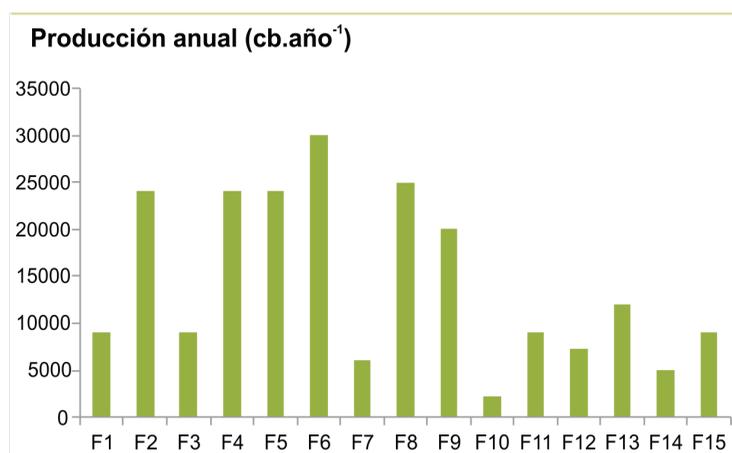
Los datos obtenidos se registraron en hojas de cálculo y se analizaron mediante cuadros comparativos y gráficos. Se calcularon nuevas variables como cantidades de residuos sólidos y volumen de efluentes generados, entre otros. Para el análisis se contrastó con parámetros y criterios de manejo definidos en reglamentaciones y manuales de manejo respectivamente.

## Resultados y Discusión

A continuación, se detallan y analizan los datos recopilados del manejo de los residuos más relevantes desde la perspectiva ambiental.

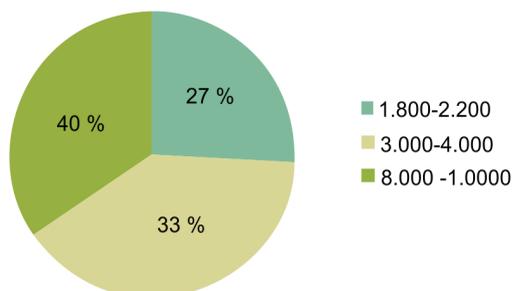
### 1 Capacidad productiva de los establecimientos

Los establecimientos encuestados presentaron una producción neta anual entre 5.000 y 30.000 animales (Figura 2), con una carga instantánea que varió entre 1.800 y 10.000 animales por ciclo productivo, donde alrededor del 40 % de los establecimientos sostienen entre 8.000 y 10.000 animales (Figura 3).



**Figura 2:**  
*Producción anual de los diferentes EPB*

### Producción instantánea (cb.ciclo<sup>-1</sup>)



Establecimientos

**Figura 3:**  
Distribución de los EPB de acuerdo a la carga media instantánea de animales

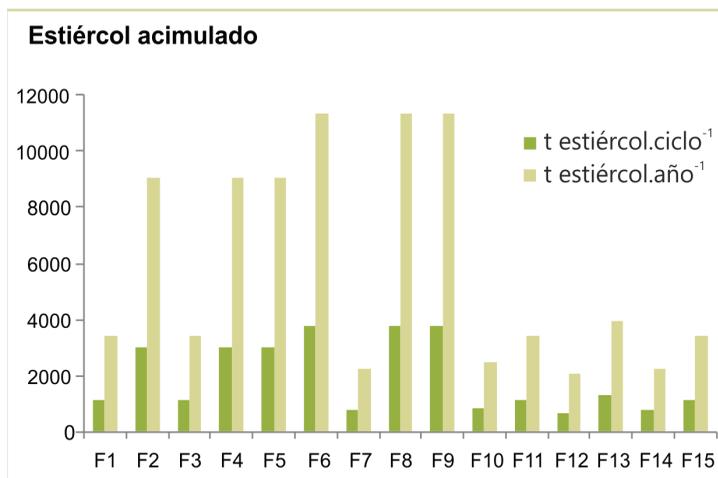
Según los criterios establecidos por la USEPA (40 CFR 122.23), la cantidad de cabezas en engorde permite clasificar a los establecimientos como grandes producciones (CAFOs - Concentrated Animal Feeding Operation), sistemas que confinan más de 1000 unidades de animales en forma instantánea. Estos, independientemente de las características geográficas donde se encuentren, constituyen fuentes puntuales de contaminación de cursos de agua, establecido por el tamaño de la producción y la cantidad de residuo generado. La situación se agrava al considerar la posición geográfica de los mismos, ya que el 70 % de los encuestados se encuentra a menos de 5 km de distancias de algún curso superficial de agua.

## 2 Producción de residuos orgánicos en los establecimientos

### 2.1-Estírcol sólido

Considerando que un animal genera diariamente excretas por un peso equivalente al 6 % de su peso vivo, y que el 15 % de las excretas lo compone el estiércol sólido (Dyer y O'Mary, 1998; Barker *et al.*, 2002), se estimó que un novillo o vaquillona de 350 kg de peso vivo puede excretar 3,15 kg de estiércol sólido por día. Por consiguiente, en términos generales, el estiércol producido se estima en 1,15 t.cbz<sup>-1</sup>. año<sup>-1</sup> (ver Anexo B, ecuación 1).

Bajo este supuesto, la producción de estiércol sólido acumulada sobre la superficie de los corrales por ciclo y por año alcanzó valores medios de 2268 t.ciclo<sup>-1</sup> y 6804 t.año<sup>-1</sup> respectivamente (ver Anexo B, ecuación 2). El coeficiente de variación para esta variable fue elevado (54 %), dando cuenta de los diferentes tamaños de las explotaciones. Las mayores acumulaciones, con valores entre 9072 y 11340 t.año<sup>-1</sup> (Figura 4), se registraron en los EPB de mayor producción, representando el 40 % de los encuestados (Figura 3).



**Figura 4:**  
Producción de estiércol de los distintos EPB, por ciclo y por año

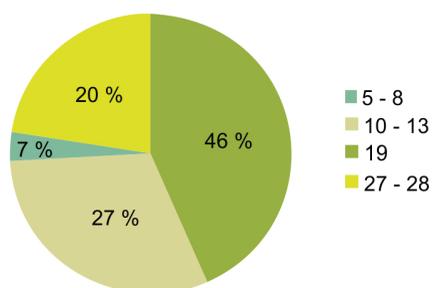
## 2.2-Efluentes

El volumen de efluentes producidos depende de las precipitaciones caídas sobre los corrales de engorde; además de las escorrentías que los atraviesa (run-on).

La superficie total afectada por corrales de engorde en los distintos establecimientos encuestados varió entre 5 y 28 ha (Figura 5), con corrales de entre 1500 y 7000 m<sup>2</sup>. Los EPB (F2, F6 y F9) son los que presentan la mayor superficie, alcanzando un valor medio de  $27,3 \pm 0,5$  ha. Estos últimos, no necesariamente se corresponden con los de mayor producción (Figura 2). El 73 % de los establecimientos sostienen la producción en áreas menores o iguales a 13 ha.

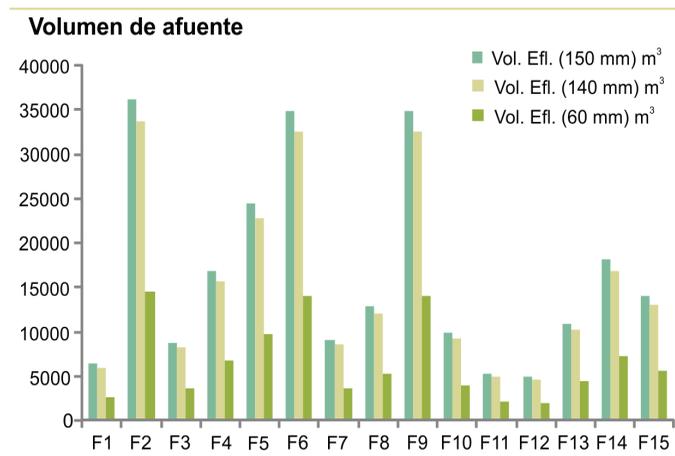
En países con larga trayectoria en operación de engorde a corral, el diseño de las instalaciones (canales y laguna de contención) para el control de las escorrentías se realiza considerando el volumen de efluente generado en la máxima lluvia caída en la zona con una recurrencia de 25 años, de 24 horas de duración (NSCEP-EPA, 2003).

### Superficie de corrales (ha)



**Figura 5:**  
Distribución de los EPB de acuerdo a la superficie afectada por corrales de engorde

Considerando el mismo criterio y, bajo algunos supuestos, el máximo volumen de efluente generado por cada uno de los EPB varió entre 4836 y 36120 m<sup>3</sup> (Figura 6) (ver Anexo B). Asimismo, se estimó el volumen de efluente acumulado para el mes más lluvioso, marzo (140 mm), alcanzando valores semejantes a los de la máxima lluvia; y para el menos lluvioso, junio (60 mm) (Figura 6).



**Figura 6:**

Volumen de efluente generado en una lluvia de 150 mm, durante 24 horas. A su vez se consideró el volumen de efluente acumulado durante el mes más lluvioso marzo (140 mm) y el menos lluvioso (60 mm)

De las estimaciones realizadas, se halló que los establecimientos con mayor superficie total de corrales generan el mayor volumen de efluentes, mientras que los que poseen mayor número de animales generan la mayor cantidad de residuos sólidos.

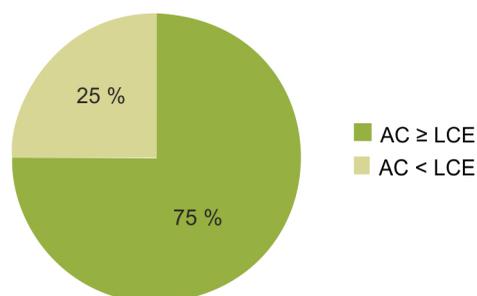
### 3 Diseño de los corrales

#### 3.1-Tamaño y forma

La bibliografía recomienda que los corrales se construyan bajo ciertas dimensiones. Sweeten (1986) menciona corrales de 50 m de ancho y 60 m de largo, mientras que la Guía de Referencia de Alberta (AOPA, 2008) indica que la longitud no debe exceder los 70 metros, dado que dichas dimensiones inciden directamente en el diseño de las pendientes. Bajo este criterio, la mitad de los corrales estarían contruidos con las dimensiones recomendadas (entre 50 y 70 m), mientras que la otra mitad, de mayores longitudes (más de 70 m), podría tener problemas de escurrimientos si las pendientes no se encuentran bien diseñadas.

Asimismo, se relacionó el espacio de los comederos con el ancho de los corrales. Se registró que el 75 % de los corrales poseen un ancho mayor o igual al largo del comedero estimado necesario para que el 75 % del ganado se alimente simultáneamente, con una distancia mínima de 30 cm.cabeza<sup>-1</sup>. El 25 % restante de los corrales presenta un espacio menor al necesario para alimentar con comodidad al ganado, pudiendo esta situación generar estrés animal (Figura 7).

### Ancho de corral (AC) vs. Largo de comedero estimado (LCE)



**Figura 7:**

Concordancia entre el ancho del corral y el largo de comedero estimado

### 3.2-Densidad de animales en el corral

La densidad de animales dentro de los corrales se estimó a partir de la superficie de estos y la cantidad de animales encerrados. Los resultados se presentan en la Figura 8, y para su análisis se tuvieron en cuenta la clasificación propuesta por Sweeten (1998), Dyer y O'Mary (1998) y TQMM (1995) resumida en la Tabla 1. Estos autores sugieren una densidad animal acorde al clima y a las características del piso de los corrales.

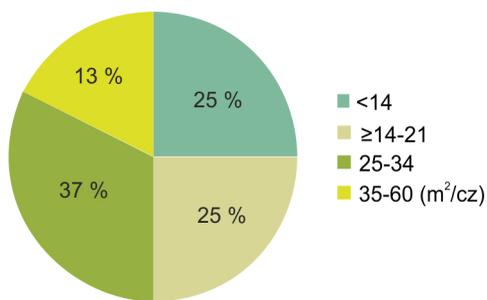
Los datos analizados mostraron que el 25 % de los corrales poseen una densidad menor a  $14 \text{ m}^2.\text{cabeza}^{-1}$  (Figura 8). Este valor es característico en zonas áridas y semiáridas entre 250 y 500 mm de lluvia anual, donde se necesita que los animales estén lo más cerca posible, para que la humedad producida por las excretas evite la contaminación por polvo. Esta densidad también puede hallarse en zonas de clima frío y húmedo, donde el confinamiento se realiza sobre pisos de concreto y cama profunda (ISU, 2015). Estas situaciones no son las que caracterizan a la RMBA. Tampoco representan las exigencias de la región el 25 % de los corrales con densidades de  $14\text{-}21 \text{ m}^2.\text{cabeza}^{-1}$ . El resto si bien con densidades mayores, solo el 13 % se acercan a lo sugerido por la bibliografía donde dadas las características climáticas de la zona, los corrales deberían tener una densidad cercana a  $37 \text{ m}^2.\text{cabeza}^{-1}$  según Dyer y O'Mary (1998), o  $45 \text{ m}^2.\text{cabeza}^{-1}$  (ISU, 2015), o entre  $48$  y  $60 \text{ m}^2.\text{cabeza}^{-1}$  (TQMM, 1995) para evitar la formación de barro producido a partir de los residuos sólidos con un alto porcentaje de humedad.

**Tabla 1:**

Densidad de animales propuestas por investigadores para diferentes climas y piso de corrales

Clima	Sweeten (1998)	Dyer y O'Mary (1998)	TQMM (1995)
Árido (o piso de hormigón)	9,3 m <sup>2</sup> .cbz <sup>-1</sup>	7 m <sup>2</sup> .cbz <sup>-1</sup>	-
Subhúmedos con lluvias hasta 500 mm.año <sup>-1</sup>	14-21 m <sup>2</sup> .cbz <sup>-1</sup>	-	-
Húmedo con lluvias +500-750 mm.año <sup>-1</sup>	28-37 m <sup>2</sup> .cbz <sup>-1</sup>	37 m <sup>2</sup> .cbz <sup>-1</sup>	40-60 m <sup>2</sup> .cbz <sup>-1</sup>

### Densidad de animales (m<sup>2</sup>.cnz<sup>-1</sup>)

**Figura 8:**

Distribución de los EPB de acuerdo a la densidad de animales en los corrales de engorde

Es bien sabido que el barro en el corral disminuye la movilidad animal y genera estrés; como consecuencia el animal come menos, disminuyendo el peso y la conversión de alimento en carne (TQMM, 1995; Dyer y O'Mary, 1998). Si a la formación del barro de los días húmedos se le suma la permanencia de este durante varios días, se compromete aún más el bienestar animal y la eficiencia en la conversión, pudiendo llegar a disminuir hasta el 42 % (TQMM, 1995; Sweeten, 1998).

Por consiguiente, para los EPB de la región se recomienda mantener una densidad de animales de 40 m<sup>2</sup>.cbz<sup>-1</sup>, de manera de reducir la acumulación de residuos y la humedad generada en el corral. Asimismo, sería recomendable realizar la remoción con una frecuencia mínima de 3 veces al año, después de cada ciclo. Es importante recoger estiércol de todos los corrales antes de los períodos esperados de tiempo frío o húmedo dejando una fina capa de estiércol firme que favorezca el escurrimiento y evite la formación de una capa de barro que dificulte la movilidad del animal.

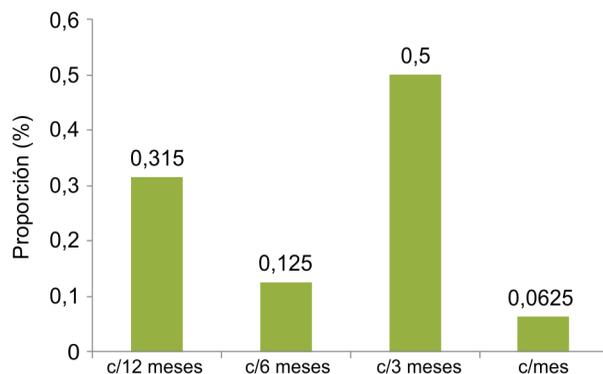
## 4 Manejo del residuo sólido

### 4.1-Recolección del estiércol o limpieza del piso de los corrales

#### Frecuencia

Según las encuestas, todos los establecimientos realizan la limpieza de los corrales o recolección del estiércol acumulado. La frecuencia con que se realiza varía en forma anual, por ciclo o mensual (Figura 9).

#### Frecuencia de limpieza de los corrales



#### Figura 9:

Distribución de los EPB de acuerdo a la frecuencia de recolección del estiércol acumulado en los corrales

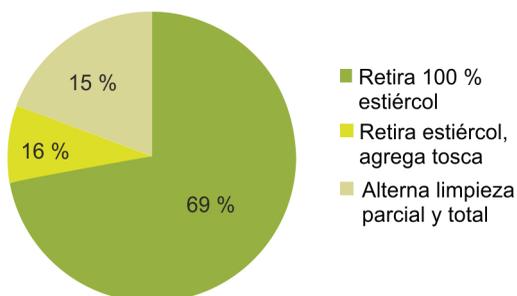
El 50 % de los productores la realiza al finalizar cada ciclo, es decir, cada tres o cuatro meses (tal como se recomienda), un tercio lo hace una vez por año, el 13 % semestralmente (Figura 9) y solo un establecimiento informó una limpieza mensual. Según la bibliografía consultada se recomienda efectuar la limpieza durante y al finalizar el ciclo, a intervalos regulares. Suele aprovecharse el período cuando los corrales son desocupados (Dyer y O'Mary, 1998) ante el ingreso de un nuevo lote de animales y antes de la llegada del tiempo frío o húmedo.

#### Criterio de recolección del estiércol acumulado o limpieza de los corrales

La Figura 10 muestra la distribución de los EPB encuestados de acuerdo al criterio de recolección del estiércol acumulado. Es importante destacar que el 100 % de los productores realizan la remoción con pala mecánica y tractor. El 84 % retira el estiércol en su totalidad y dos de ellos además de retirarlo, agrega algún material para el mantenimiento de los corrales, como tierra o tosca. Otros dos establecimientos alternan una limpieza profunda en época de primavera-verano con una limpieza parcial en invierno (Figura 10). La bibliografía indica que el estiércol debe retirarse con una pala mecánica, empleando métodos para cuidar y mantener la interfase estiércol-suelo (Sweeten, 1998; Pordomingo, 2003; AOPA, 2008; García *et al.*, 2012), y para mantener las superficies uniformes (SD-DENR, 2000). Los datos relevados no permiten apreciar si se cumplen estos criterios.

---

### Criterio de limpieza de los corrales



**Figura 10:**

Distribución de los EPB de acuerdo al criterio de limpieza de los corrales

---

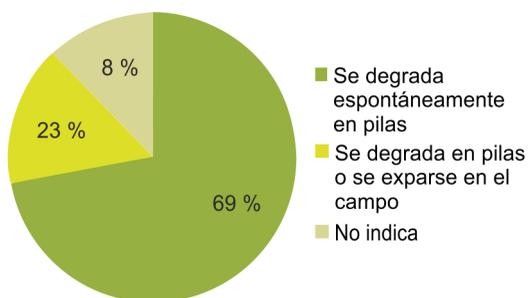
### 4.2-Tratamiento y destino final del estiércol recolectado

Una vez recolectado el estiércol, este puede ser dispuesto dentro del corral en pilas o bien fuera del corral. En este último caso, puede ser apilado, compostado o directamente esparcido en el campo (NSW, 1998, citado por Pordomingo, 2003). En este sentido, todos los encuestados retiran el estiércol del corral, no lo almacenan en él temporariamente. Alrededor del 70 % de los productores encuestados informaron que disponen el residuo en lo que llaman una playa de compostaje (Figura 11).

Según los requisitos exigidos por la OPDS (Res. 664/00), los EPB deben poseer una playa de compostaje para el manejo del estiércol sólido, la cual debe estar impermeabilizada, y ubicada en forma separada de los lugares de engorde, pero dentro del predio. No hay información sobre las características de esta en cuanto al tamaño y la impermeabilización, ni en cuanto al tratamiento que se le da al estiércol en la pila. Con respecto a este último tópico, todos los productores informaron que realizan compostaje de este residuo sólido. Sin embargo, a través de las respuestas brindadas, quedó en evidencia que los productores no tienen una clara definición de los conceptos teóricos y operativos relacionados con los procesos de apilamiento y compostaje.

---

### Tratamiento del estiércol sólido

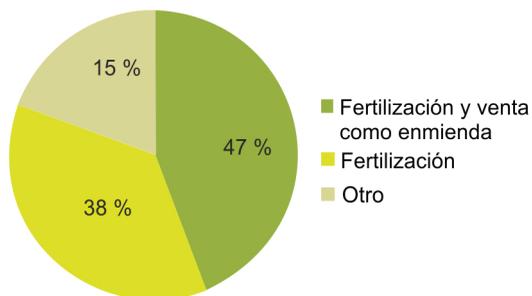


**Figura 11:**

Distribución de los EPB de acuerdo al tratamiento del estiércol sólido

En cuanto al destino final que los productores encuestados le asignan a este residuo sólido, se observa que la mayoría (85 %) lo utiliza como abono en la producción de cultivos propios o para la venta con el mismo fin. Solo un establecimiento indicó que deja el estiércol en la pila y otro de ellos rellena una cava o pozo (Figura 12).

### Destino final del estiércol sólido (apilado)



**Figura 12:**  
*Distribución de los EPB de acuerdo al destino final del residuo sólido*

## 5 Manejo de residuos líquidos

### 5.1-Lagunas de contención

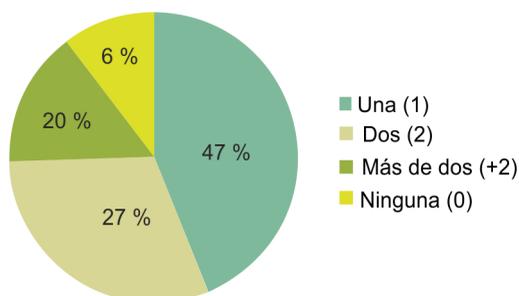
Los efluentes constituyen otro de los residuos generados en los corrales de engorde tras un evento de lluvia. Las escorrentías producidas erosionan particulado y disuelto.

Todos los productores (excepto uno) conducen estas a través de canales hacia una o más lagunas de contención conformando las escorrentías acumuladas o efluentes.

La cantidad de lagunas para los establecimientos encuestados fue variable (Figura 13). El 47 % posee una laguna de acumulación, el 27 % posee dos, mientras que el 20 % dice tener más de dos, pero son lagunas que están colmatadas, o bien carecen de un buen diseño operativo (ubicadas en zonas no apropiadas). No se evidenció en ninguno de los casos un sistema lagunar como proceso de tratamiento. Tampoco se manifestó una laguna o área de sedimentación, sino que este proceso se produce en los canales y la laguna de acumulación.

---

### Cantidad de lagunas



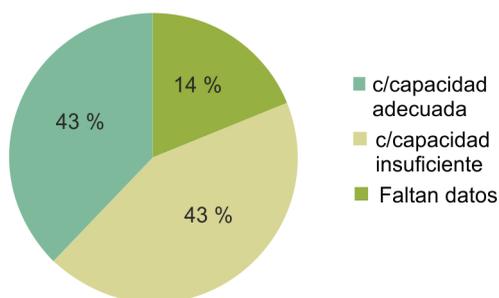
**Figura 13:**

*Distribución de los EPB de acuerdo a la cantidad de lagunas de acumulación que presentan*

Asimismo, se consultó a los productores sobre las dimensiones de las lagunas construidas, lo que permitió evaluar el correcto diseño de estas. Considerando para esto último, que el tamaño de dichas lagunas está determinado por el volumen de efluentes generado en la máxima lluvia de 24 h de duración, ocurrida en los últimos 25 años (TWC, 1987) (ver Anexo B). En este sentido, la Figura 14 muestra que el 43 % de los productores encuestados posee lagunas mal diseñadas, el 43 % no informan los datos necesarios para poder evaluarlas. Solo dos de los establecimientos presenta lagunas con capacidad para almacenar el efluente generado en los corrales, sin traer perjuicios por desbordes a los cuerpos superficiales de agua cercanos. Cabe destacar que no se tuvo en cuenta las escorrentías generadas en otras zonas del *feedlot*, como ser el área de compostaje o la zona donde se recibe al animal, caminos etc. Por consiguiente, el volumen de efluente calculado estaría subestimado, lo que agrava aún más el problema.

---

### Diseño de las lagunas



**Figura 14:**

*Distribución de los EPB de acuerdo al diseño*

Como era de esperarse los mayores volúmenes se registraron en los EPB F2, F6 y F9, donde se presentan la mayor superficie afectada por corrales, alcanzando un volumen cercano a 35000 m<sup>3</sup> (Figura 6). Esto supone una laguna de 1,7 m de profundidad con una superficie de 2,3 ha para acumular todo ese volumen. Si consideramos las máximas precipitaciones caídas en el mes más lluvioso (marzo – 140 mm), se estaría ocupando un volumen semejante (sin considerar la evaporación); y para acumular las lluvias del mes menos lluvioso, se ocuparía el volumen correspondiente a 1,4 m de profundidad de la laguna.

## 5.2-Sistema de tratamiento

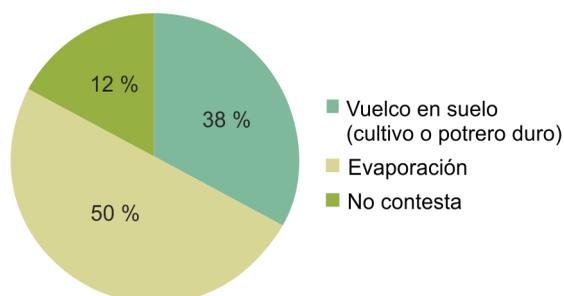
En cuanto al tratamiento de efluentes se observó, a través de las respuestas brindadas en las encuestas, que las preguntas no recibieron una correcta interpretación. Muchos respondieron que no realizaban tratamiento, aunque hablaron de decantación y evaporación, y otros respondieron que sí realizaban tratamiento de efluentes, haciendo referencia al compostaje. Esto demuestra la necesidad de conocimiento acerca de los sistemas de tratamiento por parte de los productores.

En ningún caso se presentó un sistema de tratamiento con tecnología apropiada para bajar la carga orgánica y microbiológica.

## 5.3-Destino final del efluente

En cuanto al destino final de los efluentes contenidos en las lagunas el 50 % de los productores aguardan a que se evaporen y reabsorban hasta colmatarse, el 38 % lo descarga en el suelo, ya sea en potrero duro o sobre un cultivo (fertirriego), y el resto no contestó a la pregunta (Figura 15).

### Destino final efluentes



**Figura 15:**

*Distribución de los EPB de acuerdo al destino final de los efluentes*

## 6 Control del agua subterránea

En la RMBA la variación del nivel freático oscila entre los 2 y 4 m de profundidad medida desde la superficie de los suelos (SMN), exceptuando las grandes inundaciones producidas en la región donde la napa pudo haber ascendido hasta la superficie. Por consiguiente, la profundidad de las lagunas tendría que ser menor a la mínima profundidad alcanzada por la freática.

Dentro del manejo de efluentes, el 62 % de los encuestados realizó análisis de agua en los últimos años. De esta manera, cumplimentan con lo establecido por la Res. 664/00 de la OPDS, que indica en su artículo 6 la construcción de una red de monitoreo del agua freática y con la Ley 11720 de la provincia de Buenos Aires, Art. 38, inciso j, que establece el requisito de contar con un plan de monitoreo para contro-

lar la calidad del agua subterránea. Si bien estas dos normativas no son específicas para la actividad del feedlot, son las que actualmente se están aplicando y exigiendo a los productores.

## **7 Percepción del productor frente a las dificultades en el manejo de residuos de EPB**

Ante la consulta sobre si tuvieron dificultades en el manejo de los residuos, el 50 % de los productores contestó afirmativamente, y los factores a los que aludieron fueron fundamentalmente tres: 1) ausencia de estímulos gubernamentales, 2) alto costo operativo y 3) falta de conocimiento sobre la temática.

Los productores también fueron consultados en relación con los beneficios de reutilizar el estiércol y los efluentes. Al respecto, todos manifestaron que el reuso de los residuos trae beneficios. De ellos, el 12 % mencionaron que los beneficios eran de tipo ambiental, el 19 % de tipo económico, y el 69 % restante indicó ambos beneficios al momento de reutilizar residuos orgánicos.

## **Consideraciones finales**

Los establecimientos encuestados, localizados en la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA), una de las zonas más pobladas del país, se clasifican como grandes producciones (CAFOs - Concentrated Animal Feeding Operation), sistemas que confinan más de 1000 unidades de animales en forma instantánea. Estos, dado el tamaño de la producción, constituyen fuentes puntuales de contaminación de cursos de agua (USEPA, 2004). La gran cantidad de residuos sólidos y líquidos que generan estos establecimientos, indican la necesidad de planificar el manejo y la disposición de estos de manera adecuada para evitar la contaminación de los sistemas hídricos y obtener mejores beneficios.

Estos establecimientos presentan instalaciones básicas, y siguen un plan de manejo de los residuos poco definido, orientado fundamentalmente a cumplir con las reglamentaciones, que casi nunca llegan a implementarse completamente. Hay una falta de ajuste en el diseño y manejo de los corrales a las condiciones ambientales. La elevada densidad de carga lleva a pérdidas económicas en la producción y complica el manejo del estiércol en el corral. Esto se debe a que la producción de barro no solo puede generar problemas sanitarios y ambientales, sino que también económicos ya que produce estrés animal generando un menor consumo y una disminución en la eficiencia de conversión de alimento en carne. Posiblemente, los costos de mantenimiento, tanto del corral como del manejo de las escorrentías o efluentes, sean factores determinantes en la ecuación. Asimismo, se evidencia la falta de instalaciones adecuadas para conducir, almacenar y tratar estos residuos; y falta de acciones para la mantención de las existentes. Estas ausencias marcan el desconocimiento, el vacío legal o la existencia de reglamentaciones poco precisas

(García *et al.*, 2017). Los productores con frecuencia ignoran los resultados del plan de nutrientes que ejecutan lo que puede generar aumento en la salinidad de los campos y a su vez hay ausencia de normas o manuales que los ayude a mejorar la implementación del plan y la efectividad del manejo en general.

En cuanto a las lagunas dentro de los establecimientos cumplen con múltiples funciones, de sedimentación, de acumulación y de evaporación. Posiblemente, son facultativas en todos los casos, dada su extensión y profundidad informadas. No se observó un sistema de tratamiento ni una planificación detallada de la reutilización del efluente.

## Bibliografía

- AOPA (Agricultural Operation Practices Act). (2008). Environmental Standards for Alberta's Livestock Industry, Reference Guide. Published by: Alberta Agriculture and Rural Development Environmental Stewardship Division. 24 p.
- Dirección Provincial de Ordenamiento Urbano y Territorial. (2007). Lineamientos Estratégicos para la Región Metropolitana de Buenos Aires. (Disponible: [http://www.mosp.gba.gov.ar/sitios/urbanoter/planurbana/Lineamientos\\_RMBA.pdf](http://www.mosp.gba.gov.ar/sitios/urbanoter/planurbana/Lineamientos_RMBA.pdf)). (Consultado: 20/07/2018).
- Dyer, I.A.; O'Mary, C.C. (1998). Feedlot. Publicado por Lea & Febiger, Philadelphia. Forum Argentino de Forrajes. S.R.L. 344 p.
- Eghball, B.; Power, J.F. (1994). Beef cattle feedlot manure management. *J. Soil Water Conservation*. 49: 113-122.
- García, A.; Maisonnave, R.; Massobrio, M; De Iorio, A.F. (2012). Field-scale evaluation of water fluxes and manure solution leaching in feedlot pen soils. *J. Environ. Qual.* 41(5): 1591-1599.
- García, A.; Fleite, S.; Vázquez Pugliese, D.; De Iorio, A.F. (2013). Feedlots and pollution - A growing threat to water resources of agro-production zone in Argentina. *Environmental Science & Technology*. 47(21): 11932-11933.
- ISU (Iowa State University). (2015). Beef feedlot systems manual. Iowa Beef Center. ISU Extension and Outreach. 36 p.
- Lott, S.; Skerman, A. (1995). Design of Feedlot Sediment Basins. Feedlot Waste Management Conference Proceedings. Department of Primary Industries. Queensland. Australia.
- Murphy G., R. Hurtado, Fernández Long M., Serio L., Faroni A., Maio S., Spescha L., y Barnatán I. (2008). Atlas Agroclimático de la Argentina. Editorial Facultad de Agronomía (EFA), Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- NSW (New South Wales). (1998). The New South Wales feedlot manual. The Inter-Department Committee on Intensive Animal Industries (Feedlot Section) (2nd ed.).
- Pordomingo, A.J. (2003). Gestión ambiental en el feedlot. Guía de buenas prácticas. INTA Anguil, La Pampa. 90 p.
- Sweeten, J.M. (1998). Cattle feedlot manure and wastewater management practices. En: Hatfield, J.L.; Stewart, B.A. (Eds.). *Animal waste utilization: Effective use of manure as a soil resource*. Ann Arbor Press, Chelsea, MI. 125-155 pp.
- TWC (Texas Water Commission). (1987). Control of certain activities by rule. Chapter 321. Texas Natural Resources Conservation Commission. *Tex. Reg.* March 17. 20(50): 904-909.
- USDASCS. (1972). Section 4: Hydrology. *National Engineering Handbook (NEH)*.: USDA Soil Conservation Service. Washington, D. C.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency). (2004). Office of Water (4303T). EPA-821-B-04-009). *Managing Manure at Concentrated Animal Feeding Operations*.
- Vázquez Pugliese, D.; García, A.R. 2013. Simulación de escorrentías en feedlot: cálculo del número de curva para estimar volumen y determinación de la calidad química. Trabajo Completo publicado en XXIV Congreso Nacional del Agua "Agua y Desarrollo Humano". San Juan, Argentina.



## Capítulo 3

### Manejo de los residuos en tambos

**Relevamiento técnico de establecimientos  
localizados en la zona de cuenca lechera  
Abasto Sur y cuenca lechera Abasto Norte**

María Valeria Angelini,  
Gustavo Enrique Carullo, María Luz Duffau,  
Ricardo Cristián Lara, Pedro Miguel Serrano

## Introducción

### La lechería en el mundo

En los últimos años en el mundo se ha producido una intensificación y concentración de los sistemas de producción de leche caracterizada por la disminución del número de tambos y el incremento en la población de bovinos. Estos cambios produjeron como consecuencias mayor producción mundial de leche (Tabla 1), mayor producción por tambo y además, una mayor producción por vaca (OCLA, 2017).

**Tabla 1:**

Evolución de la producción de leche, evolución del rodeo y del número de productores. **Fuente:** Elaborado por el OCLA en base a datos FAOSTAT y FIL/IDF

Países - bloques seleccionados	Tasa anual de variación de la producción 2005-2016	Tasa anual de evolución del rodeo 2005 -2016	Tasa anual del número de productores 2014-2016
India	6,3 %	2,5 %	...
China	2,5 %	1,5 %	
UE-28	0,8 %	-0,7 %	...
Holanda	2,7 %	1,8 %	-1,8 %
Alemania	1,3 %	0,1 %	-4,9 %
Dinamarca	1,6 %	0,1 %	-3,8 %
Lituania	-0,5 %	-3,8 %	-11,5 %
EUA	1,7 %	0,3 %	-3,4 %
México	1,5 %	0,7 %	1,8 %
Nueva Zelanda	3,1 %	1,0 %	-0,1 %
Austria	-1,0 %	1,8 %	-0,2 %
Brazil	2,9 %	0,3 %	-2,7 %
Uruguay	2,0 %	1,2 %	-1,7 %
Chile	0,9 %	-4,1 %	-3,6 %
Perú	3,6 %	2,4 %	...
Colombia	0,3 %	-6,7 %	0,0 %
Argentina	0,4 %	-0,6 %	0,1 %

### Situación de la lechería en Argentina

Argentina no escapó a este proceso de intensificación y concentración. Los grandes establecimientos fueron absorbiendo a los más pequeños ocasionando la disminución de un 65,4 % de tambos en el período 1988-2014 y un aumento del 155,2 % en la carga animal por unidad de superficie (Tabla 2). El número total de vacas tuvo

una leve disminución, a razón de 0,42 % por año, y tanto la producción por tambo como la producción por vaca se incrementaron. Esta intensificación mejoró los resultados económicos, incrementó el riesgo y el impacto ambiental a nivel nacional. A pesar de que la cuenca de Abasto de Buenos Aires, desde el año 2000, bajó su participación en el volumen producido de la provincia (MAA, 2010), todo este proceso produjo un fuerte incremento de efluentes y residuos generados en el área de estudio de este trabajo.

**Tabla 2:**

Evolución de los tambos en Arentina. **Fuente:** Taverna, 2013; Senasa, 2016

	Años						Variación % anual		
	1988	2002	2008	2012	2013	2014	88/02	02/12	88/14
<b>Tambos (unidad)</b>	30141	15000	11805	11354	10914	10424	-3,60 %	-2,40 %	-2,52 %
<b>Producción (litros/tambo/día)</b>	551	1557	2323	2736	2784	2866	13,60 %	7,50 %	16,20 %
<b>Escala (vaca/tambo)</b>	67	134	151	154	165	171	7,40 %	1,50 %	5,99 %
<b>Producción (litros/VT/día)</b>	8-9	11-12	15-16	17-18	16-17	16-17	2,50 %	5,20 %	3,72 %
<b>Vacas Totales (x10<sup>3</sup>)</b>	2.010	2.005	1.784	1.784	1.800	1.786	0,02 %	-1,30 %	-0,42 %

## Efluentes

El impacto de la intensificación, a nivel predio, incrementa la compra de insumos, aumenta la necesidad de mayor conocimiento de la actividad y sus consecuencias y además genera mayor cantidad de estiércol y emisiones de gases por hectárea. Como publica Oenema (2017), el nivel óptimo de la intensificación es móvil en el tiempo y si bien aumenta la rentabilidad, disminuye la biodiversidad. En los sistemas más intensificados se consideran los efluentes como desperdicios y no como recursos, y las consecuencias ambientales son poco conocidas. Esta intensificación está limitada por las necesidades y opiniones de nuestra sociedad y el funcionamiento de la biosfera. Y trae problemas críticos como por ejemplo:

- Seguridad alimentaria / nutricional
- Salud y bienestar animal
- Gestión de riesgos (ej. zoonosis)
- Pérdida de biodiversidad
- Manejo de estiércol
- Utilización y pérdidas de nitrógeno
- Utilización y pérdidas de fósforo

El efluente líquido, proveniente de las diversas actividades que se llevan a cabo en las instalaciones de ordeño, posee elevados porcentajes de materia orgánica, nutrientes (como N y P) y sales; así como también en menor cantidad, metales pesados (Cu, Zn y Fe), restos de productos veterinarios (antibióticos) y patógenos (*Giardia*, *Escherichia coli*) (García *et al.*, 2016). Cuando el estiércol acumulado en las diferentes producciones es movilizado por la dinámica hídrica puede alcanzar los cuerpos de agua y degradar su calidad (García *et al.*, 2015) restringiendo su uso. Estos componentes pueden contaminar cursos de agua superficial y subterráneos, por lo que es necesario un tratamiento adecuado antes de su disposición final. Sin embargo, si se maneja adecuadamente, una fracción de ese efluente generado puede ser aprovechado como fertilizante para mejorar la productividad del suelo o se puede recircular (una vez tratado) para el lavado de las instalaciones, lo cual también disminuye el volumen final de volcado.

Aquellos establecimientos que consideran el manejo de los efluentes, en general, tienen sistemas de producción en pastoreo con suplementación, los utilizan principalmente en cultivos forrajeros y praderas, aplicando entre 30 y 90 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup>, durante todo el año y sin previo tratamiento (Salazar Sperberg *et al.*, 2017). En la Tabla 3 se describe el tratamiento estratégico del agua por vaca y sus rangos de variación de sistemas de producción de leche.

**Tabla 3:**

Tratamiento estratégico de agua por vaca. Entre paréntesis, rangos de variación.

**Fuente:** Salazar Sperberg *et al.*, 2017

Lavado	Litros
Ubres	1,4 (0-3,5)
Pisos infraestructura	22 (7-80)
Equipo de ordeño	3 (1,3-4,5)
Equipo de frío	1,3 (0,9-2,3)

La mayor producción de efluentes en un tambo modal de 120 vacas fue principalmente en los patios descubiertos y el corral de espera, ambos suman casi el 70 % del total (Tabla 4), dichos datos son similares a los publicados por García en el año 2015.

**Tabla 4:**

Producción de efluentes en tambo. **Fuente:** Salazar Sperberg *et al.*, 2017

Producción de efluentes en tambo (pastoreo con 120 VO)	
Ordeñe	380.000 l (10 %)
Máquina de ordeñe y equipo de frío	175.000 l (5 %)
Corral de espera	1.095.000 l (30 %)
Techo sin canalizar	450.000 l (12 %)
Patio descubierto (ej: alimentación)	1.400.000 l (38 %)
Laguna o pozo estercolero	195.000 l (5 %)
<b>Total:</b>	<b>3.695.000 l (100 %)</b>

Al momento de evaluar la caracterización de los efluentes con base en peso fresco en Argentina, los resultados son muy variables, como se muestra en la Tabla 5.

**Tabla 5:**

Caracterización de efluentes en tambos (base peso fresco promedio  $\pm$  error estándar). **Fuente:** Salazar Sperberg *et al.*, 2017

Parámetro	Unidad	Valores
Materia seca	%	1,21 $\pm$ 0,84
Nitrógeno total	kg N/1000 l	0,42 $\pm$ 0,36
Nitrógeno amoniacal	kg N-NH <sub>3</sub> /1000 l	0,33 $\pm$ 0,16
Fósforo	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /1000 l	0,20 $\pm$ 0,12
Potasio	kg K <sub>2</sub> O/1000 l	0,33 $\pm$ 0,13

MS: n=63; N, NH<sub>3</sub>, P: n=48

Las reglamentaciones internacionales pueden llegar a condicionar, en el futuro, la comercialización de Argentina con el exterior (huella del carbono, huella del agua, medidas para arancelarias, etc.), debido a que la intensificación aumenta la presión sobre los recursos naturales y genera mayores desperdicios, por el aumento de utilización de insumos para la producción. La comercialización nacional también va a estar condicionada ante el inminente avance en las legislaciones y reglamentaciones específicas. Es necesario generar mayor información acerca de los diferentes sistemas productivos y la problemática de los residuos generados para poder ajustar las reglamentaciones vigentes.

## **Diagnóstico de situación**

Relevamientos técnicos de las características productivas y de manejo de efluentes de establecimientos pertenecientes a la cuenca lechera Abasto Norte y Abasto Sur.

### **Objetivo general**

Caracterización y diagnóstico de la problemática de los residuos de producciones animales intensivas a través del relevamiento de tambos, generando información de base a partir de la cual se tienda a la reducción del impacto de este de manera ambiental, social y económicamente sostenible.

### **Realización de encuestas**

Se diseñó y ejecutó una encuesta descriptiva para recabar información, tomando en consideración características de los establecimientos de producción lechera, el manejo productivo y de los residuos generados (Anexo C). Se seleccionaron 17 tambos aleatoriamente de las Cuencas Lecheras Abasto Norte (Luján y Suipacha) y Abasto Sur (Brandsen, Navarro, Las Heras y Marcos Paz), provincia de Buenos Aires.

## **Resultados**

### **Análisis de las encuestas:**

Para conocer los residuos generados en los establecimientos dedicados a la producción de tambo en las Cuencas Lecheras Abasto Norte (Luján y Suipacha) y Abasto Sur (Brandsen, Navarro, Las Heras y Marcos Paz), provincia de Buenos Aires, se diseñó y analizó una encuesta, tomando en consideración las características de los establecimientos y el manejo productivo y de los residuos.

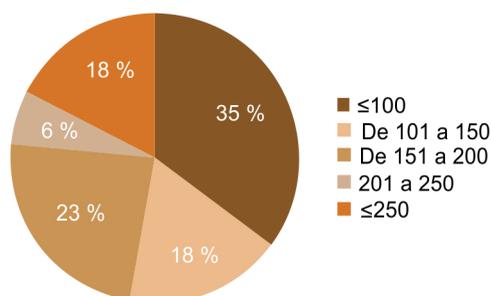
### **1 Características productivas**

#### **1.1 Cantidad de vacas en ordeño**

Los establecimientos encuestados presentaron una cantidad de vacas en ordeño (VO) (Figura 1) que varió desde las 50 a las 370 VO. De todos los tambos, un poco más del 50 % tenían menos de 150 VO y solo el 18 % más de 250 VO.

De los datos relevados, el promedio de cantidad de vacas en ordeño de todos los establecimientos encuestados es de 154 VO, y según los criterios establecidos por INTA (PNPA INTA 1126043) esta cantidad de VO relevada permitió clasificar a la mayoría de estos tambos como dentro de una escala productiva chica/mediana.

## Cantidad de vacas en ordeño

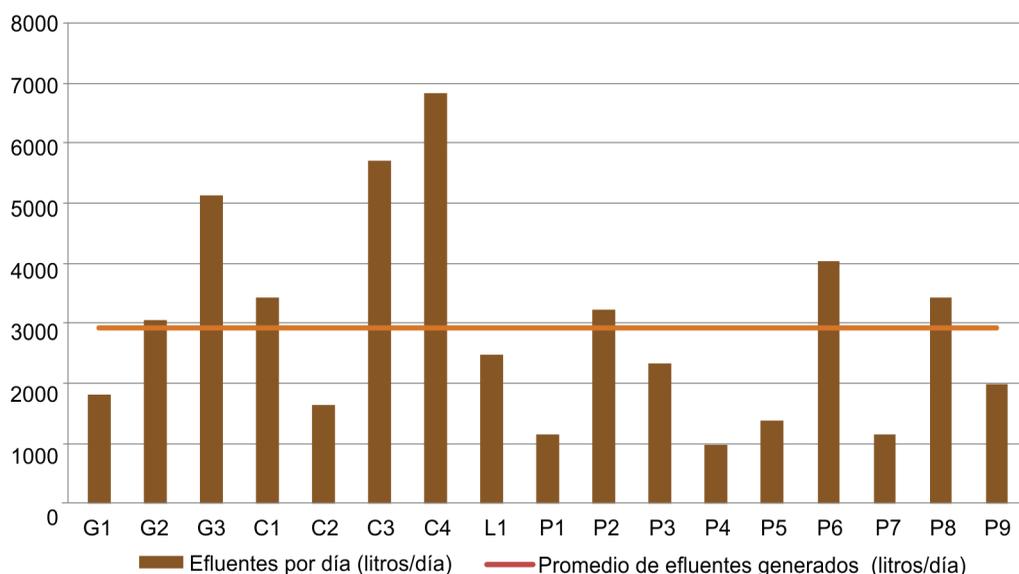


**Figura 1:**  
Porcentaje de tambos según escala de cantidad de vacas en ordeño

## 1.2 Efluentes por día

Según información generada por INTA (Ediciones INTA, 2004), cada vaca que se ordeña en sistemas pastoriles genera entre 14 y 24 litros de efluentes por día, sin considerar el agua utilizada por la placa de refrescado y el agua proveniente de lluvia. En función de estos datos, se estimó que cada vaca en ordeño genera unos 19 litros promedio de efluentes por día. A partir de estos datos y de los obtenidos en las encuestas (cantidad de vacas en ordeño), podemos determinar que los tambos relevados generan en promedio 2.900 litros efluentes/día (Figura 2).

### Efluentes generados (litros/día)



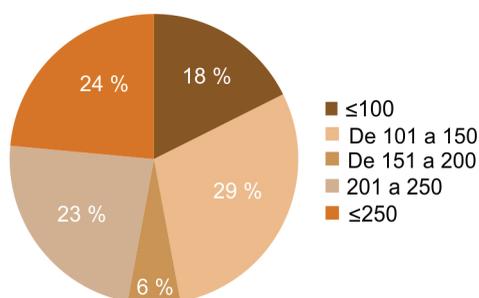
**Figura 2:**  
Litros de efluentes generados en promedio por cada establecimiento encuestado

### 1.3 Perspectivas de crecimiento y potencial de efluentes generados

Para poder predecir cuánto más puede crecer la generación de efluentes de los tambos encuestados, fue necesario conocer cuál es la proyección de crecimiento con respecto al número actual de vacas en ordeño.

Se puede observar en la Figura 3, que si bien el 47 % de los tambos proyecta tener menos de 150 VO, casi el 30 % será en una escala entre las 100 y 150 VO. Esto estaría indicando un crecimiento en el número de vacas para los tambos de escala productiva chica de menos de 100 VO. Los tambos con más de 200 VO (escala productiva mediana) pasarían prácticamente a duplicar sus existencias de animales en ordeño. En general se puede decir que todos los establecimientos encuestados proyectan aumentar el número de vacas en ordeño, lo cual implica que se aumentará la cantidad de residuos generados. Esta proyección indicaría que el promedio de la cantidad de vacas en ordeño pasará de 154 a 190.

#### Potencial de crecimiento en VO



**Figura 3:**  
Proyecciones de crecimiento en vacas en ordeño

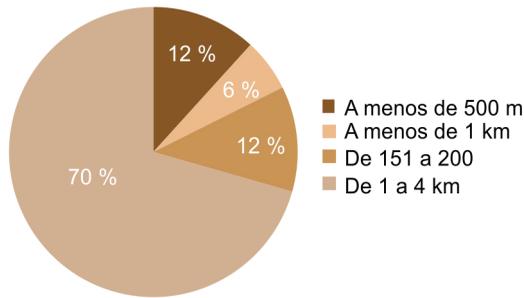
Con el mismo criterio antes descripto, en el que se considera que cada vaca que se ordeña genera 19 litros de efluentes por día, podemos determinar que, para un potencial crecimiento del rodeo a 190 VO, la cantidad promedio de efluentes generados en las instalaciones de ordeño será de 3.900 litros/día. Según esta proyección, la cantidad de efluentes generados en los tambos aumentará un 22-23 %.

### 1.4 Distancias promedios

Según surgen de los datos encuestados la distancia promedio del tambo a la primera laguna o decantador es de 90 metros (valores coincidentes con los hallados por *Badino et al.*, 2015), y son menores a las recomendadas. Por un lado, *Taverna et al.* (2004) indican distancias mayores a 50 m para instalaciones de ordeño y perforación de agua y 100 m para viviendas. *Carbó et al.* (2009) determinaron para la región noreste de la provincia de Buenos Aires que la distancia a fuentes de contaminación menores a los 100 m podría duplicar la posibilidad de contaminación con nitratos de acuíferos ubicados entre 20 y 30 metros de profundidad en suelos franco arcillosos a arcillosos.

Por otro lado, la distancia promedio del tambo a la casa de tambero es de 260 metros y las distancias desde el establecimiento al centro urbano más cercano, en el 70 % de los casos, es mayor a los 4 km (Figura 4).

#### Distancia del establecimiento a la urbanización más próxima



**Figura 4:**

*Distancias de los establecimientos respecto a los centros urbanos*

## 2 Manejo de los efluentes

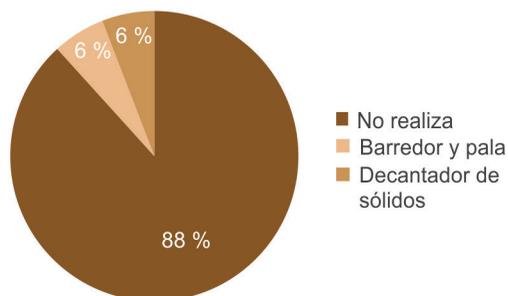
Por un lado, los efluentes generados durante el tiempo que dura el ordeño más la limpieza posterior de las instalaciones, una vez retirados los animales, se componen de una fracción líquida (en la cual se contempla orina, restos de leche, detergentes, agua del lavado de instalaciones, corrales y pezones) y una fracción sólida (normalmente constituida en su mayoría por las heces, más restos de suelo y residuos vegetales que pueden ingresar desde las pezuñas de los animales y el desperdicio del alimento balanceado). Si bien los efluentes pueden ser muy variables según dieta, frecuencia e intensidad de las lluvias y uso racional del agua de lavado, entre otros, el componente líquido representa más del 95 %. Por otro lado, aproximadamente el 30 % del componente sólido está representado por materia orgánica (Figuerola-Viramontes, 2009).

La separación del componente sólido antes del ingreso de los efluentes a los sistemas de tratamiento se considera parte del tratamiento de los efluentes, y su separación permite diseñar sistemas de tratamiento más reducidos en tamaño y menos costosos y, simultáneamente, poder reutilizarlos como abonos orgánicos (Eghball y Power, 1999).

De los tambos relevados en esta encuesta se encontró que el 88 % no realiza separación de sólidos y del 12 % restante, el 6 % lo hace con barredor y pala y el otro 6 % con decantador de sólidos (Figura 5).

---

### Separación de sólidos

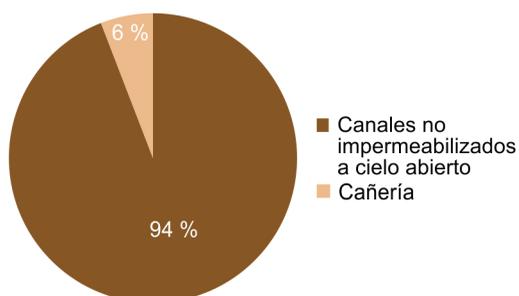


**Figura 5:**  
*Separación de los sólidos de los efluentes generados*

Durante la limpieza del tambo, los efluentes generados son conducidos a su destino final mediante distintos sistemas, desatancándose el sistema de canales no impermeabilizados a cielo abierto como el más utilizado (Figura 6). Estos resultados coinciden con los hallados por (Badino *et al.*, 2015) en tambos representativos de los sistemas de producción del noreste de la provincia de Santa Fe, donde se observa que la mayor proporción de los tambos trasladan sus efluentes por canales a cielo abierto.

---

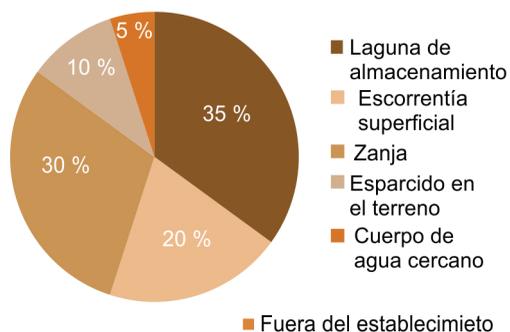
### Conducción de los afluentes generados luego de la limpieza



**Figura 6:**  
*Conducción de los efluentes generados*

Como destino final, los efluentes de tambos son descargados en lagunas de almacenamiento en el 35 % de los tambos encuestados, en zanjas en el 30 % y mediante escorrentía superficial en el 20 %. Un menor porcentaje de productores descarga los efluentes esparciéndolos sobre el terreno o conduciéndolos fuera del establecimiento (Figura 7). Estas cifras difieren de las obtenidas por Nosetti *et al.* (2002) en tambos de las cuencas lecheras de la provincia de Buenos Aires: Oeste, Abasto Sur y Abasto Norte, donde el 58,53 % de los tambos derivan los desechos a lagunas artificiales.

## Descarga de los efluentes



**Figura 7:**  
Conducción de los efluentes generados

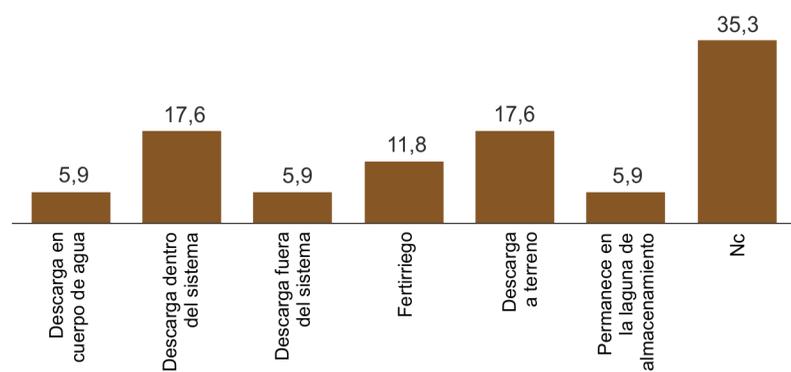
Otro aspecto encuestado fue el relacionado con la construcción y el mantenimiento de los sistemas de tratamiento. Con respecto a la construcción, las encuestas indicaron que las lagunas de almacenamiento se encuentran sin impermeabilizar en el 100 % los casos.

Solo el 70,5 % de los establecimientos encuestados realiza como parte de un mantenimiento la limpieza de los canales y lagunas, con una frecuencia muy variable que va desde cada 2 meses a 3 años, utilizando en todos los casos una pala mecánica como implemento para dicha tarea, aunque también suelen utilizar, en un porcentaje menor, la retroexcavadora, rabasto y bomba estercolera.

## 3 Destino final de los efluentes

En cuanto al destino final de los efluentes líquidos generados los resultados fueron muy variables y en su mayoría no respondieron esta pregunta. Si bien más del 35,3 % de los productores encuestados eligieron no contestar, un alto porcentaje del grupo restante realiza la descarga dentro del predio de explotación (sumatorias de las respuestas de fertirriego, permanece en la laguna de tratamiento, descarga a terreno, descarga dentro del sistema) (Figura 8).

## Destino final de los efluentes líquidos



**Figura 8:**  
Destino final de los efluentes líquidos generados

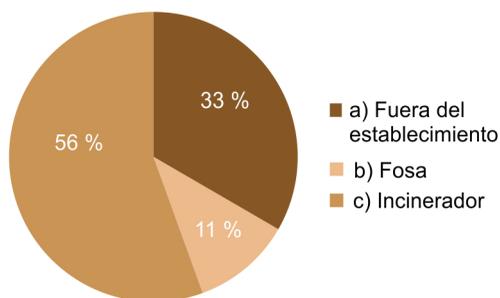
En cuanto a la percepción que tiene el productor a los posibles impactos ambientales, el 53 % de los encuestados considera que no hay peligro de que algún cuerpo de agua pueda ser contaminado, mientras que el 18 % no contestaron esa pregunta.

En los establecimientos también se generan otros tipos de residuos, como lo son los animales muertos y el material descartable. Los resultados de las encuestas indican que el 31 % de los tambos tiene como destino de los animales muertos el entierro de estos en algún sector del campo, y un 22 % en fosas. El cementerio a cielo abierto es la opción para un 17 % y la incineración para otro 17 %. Solo el 4 % incorpora a los animales al compost.

Respecto al destino final del material descartable, el 56 % utiliza el incinerador, el 33 % comenta que los lleva fuera del establecimiento sin especificar el lugar y el resto utiliza una fosa (Figura 9).

---

**Destino final de los envases plásticos, medicamentos, material descartable, insecticidas y otros**



**Figura 9:**  
*Destino final del material descartable*

---

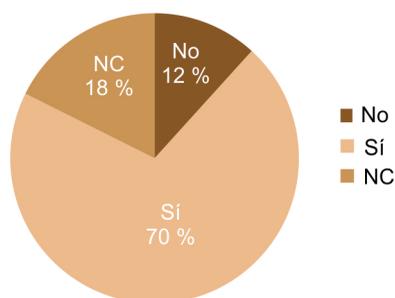
#### 4 Necesidades de capacitación

El 47 % de los productores encuestados dice no tener inconvenientes o dificultad con el manejo de los residuos generados. Solo el 24 % comenta tener inconvenientes con el manejo de estos, pero solo uno explica que esto se refiere a la logística y su manipulación. El 29 % no respondió este punto.

Pese a que casi el 50 % respondió no tener inconveniente en el manejo de los residuos, el 70 % considera necesitar capacitación para el tratamiento de estos y solo el 12 % comenta que no es necesario (Figura 10). Es llamativo que el 88 % de los productores no tienen asesoramiento profesional sobre el tema de manejo de los efluentes del tambo, lo cual indicaría que las decisiones que toma el productor con respecto a este tema quedan supeditadas a usos y costumbres posiblemente no basados en criterios adecuados.

---

### Necesidad de capacitación sobre el tema de tratamiento de los residuos



**Figura 10:**  
Necesidad de capacitación

---

### 5 Beneficios por la reutilización de los residuos tratados

El 88,24 % de los encuestados dice conocer los beneficios que se obtendrían de la utilización de los residuos tratados, como ser:

- fertilización orgánica para uso propio o venta;
- disminución de la contaminación en cuerpos de agua;
- beneficios sociales;
- generación de biogás.

### Consideraciones finales

Los resultados que se obtuvieron a partir de las encuestas realizadas a los productores de leche (tambos) permiten recopilar información introductoria de las zonas relevadas y pueden ser de gran utilidad para la caracterización de los residuos generados y su posterior tratamiento.

En general los resultados indican que estas producciones de leche intensivas se realizan mayormente en unidades productivas que responden a una escala chica y mediana que se caracteriza por generar cantidades importante de efluentes por día y sobre los cuales el productor dice no tener inconvenientes o dificultades en su manejo. Este último aspecto no queda claro y suena incongruente cuando la mayoría de los productores encuestados responde no tener un asesoramiento profesional al respecto y manifiesta su necesidad de capacitarse en el tema. Los datos relevados de las encuestas evidencian una falta de profesionalización y criterio en el manejo y posible reutilización de los residuos generados en los tambos, ya que se observan fallas en los sistemas de conducción, almacenamiento, tratamiento y disposición final de estos. En general se evidencia un desconocimiento o falta de interés en conocer aspectos relacionados con la descarga final de los residuos, lo cual puede ser altamente crítico ya que la mayoría considera que no hay peligro de contaminación de algún cuerpo de agua con el actual manejo de los efluentes de tambos.

No existe suficiente difusión de guías y manuales para el manejo de los efluentes y la necesidad de capacitación y asistencia técnica a los productores y asesores queda bien manifestada.

A partir de los resultados obtenidos se espera poder seguir con nuevos estudios que permitan caracterizar con mayor precisión a los residuos generados en los tambos y, consecuentemente, proponer alternativas de gestión y de capacitación de actores intervinientes, con la finalidad de minimizar el impacto ambiental.

Si bien existe una normativa internacional sobre el manejo, tratamiento y vuelco de efluentes, urge la necesidad de una legislación clara en Argentina sobre este tema.

### **Algunas propuestas de acción a tener en cuenta entre los diversos actores:**

Generar bases de datos con información de análisis de muestras de laboratorio.

Monitorear los efluentes generados.

Diseñar planes de utilización de los residuos acordes a los nutrientes generados y las características de la región.

Mejorar la comunicación a los productores.

Participación del Estado a través de sus instituciones junto con los productores para iniciar las acciones necesarias.

Necesidad de políticas económicas financieras para la implementación de tratamientos de efluentes.

## Bibliografía

- Badino, O.; Schmidt, E.; Ramos, E.; Herrero, M.A.; Weidmann, R.; Giraudo, F. (2015). Uso del agua, manejo de efluentes y residuos en tambos del noreste de la provincia de Santa Fe (Argentina). FAVE. Secc. Ciencias. Agrarias, vol. 14, N.º 1 Santa Fe.
- Carbó, L.; Flores, M.; Herrero, M.A. (2009). Well site conditions associated with nitrate contamination in a multilayer semiconfined aquifer of Buenos Aires, Argentina. *Journal of Environmental Geology*, 57 (7):1489-1500.
- Eghball, B.; Power, J.F. (1999). Phosphorous and nitrogen manure and compost applications: corn production and soil phosphorous. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 60:855-859.
- Figueroa-Viramontes, U.; Núñez-Hernández, G.; Delgado, J.A.; Cueto-Wong, J.A.; Flores-Margez, J.P. 2009. Estimación de la producción de estiércol y de la excreción de nitrógeno, fósforo y potasio por bovino lechero en la Comarca Lagunera. 128-151 pp. En: I. Orona C., E. Salazar S., M. Fortis H. (eds.). *Agricultura orgánica. FAZ-UJED, SMCS. Gómez Palacio, Dgo., México.*
- García, A.R.; Fleite, S.N.; Bereterbide, J. (2016). Marco legal ambiental para el manejo de residuos en producciones animales intensivas. Ediciones INTA.
- García, A.R.; Fleite, S.N.; Ciapparelli, I.; Weigandt, C.; De Iorio, A.F. (2015). Observaciones, desafíos y oportunidades en el manejo de efluentes de feedlot en La Pampa húmeda argentina. *Ecología Austral* 25: 255-262.
- García, K. (2015). Gestión de efluentes y residuos generados en la producción de leche. INTA.
- Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires. (2010). Estadísticas. (Disponible: [www.maa.gba.gov.ar/sistemas/](http://www.maa.gba.gov.ar/sistemas/)). (Consultado: 2017).
- Nosetti, L.; Herrero, M.A.; Pol, M.; Maldonado, M.V.; Gemini, V.; Rossi, S.; Korol, S.; Flores, M. (2002). Cuantificación y caracterización de agua y efluentes en establecimientos lecheros. II. Calidad de efluentes y eficiencia de los procesos de tratamiento *Rev. INVET*, 4(1), 45-54.
- OCLA. (2017). Observatorio de la Cadena Láctea Argentina. (Disponible: [www.ocla.org.ar/](http://www.ocla.org.ar/)). (Consultado: 2018).
- Oenema, O. (2017). Intensification of livestock production, efficiency, profitability and sustainability. Curso Gestión técnica, ambiental y sanitaria del estiércol y efluentes en predios lecheros, Córdoba Argentina.
- PNPA 1126043. (2018). PE: Sustentabilidad de los sistemas de producción de leche Bovina. INTA.
- Salazar Sperberg, F. (2017) Curso Gestión técnica, ambiental y sanitaria del estiércol y efluentes en predios lecheros, Córdoba, Argentina.
- SENASA. (2016). Noticias (Disponible: [www.senasa.gob.ar/](http://www.senasa.gob.ar/)). (Consultado: 2017).
- Taverna, M.; Charlón, V.; Panigatti, C.; Castillo, A.; Serrano, P.; Giordano, J. (2004). Manejo de los residuos originados en las instalaciones de ordeño. Una contribución al logro de ambientes locales Sanos. Ediciones INTA.
- Taverna M.A. (2013). La producción de leche en Argentina. *Anuario de la Lechería Argentina. FunPEL*, 7-14 pp.



## Capítulo 4

### Manejo de los residuos en establecimientos de producción porcina

Relevamiento técnico de establecimientos localizados en las áreas periurbanas Norte y Oeste del AMBA

Jacqueline Bérèterbide, Joaquín Córdoba, Laura Inés Magrì, José Ángel Valle

#### Agradecimientos:

Los autores agradecen a cada una de las personas que han participado de diferentes maneras durante los últimos tres años y han posibilitado la ejecución del presente proyecto.

En primer lugar, nuestro agradecimiento es para todos los productores que nos permitieron trabajar de manera conjunta en sus establecimientos brindando información relevante para la investigación.

A su vez, el agradecimiento lo hacemos extensivo a los técnicos extensionistas que facilitaron nuestra llegada a los productores: Federico Tinelli, Milagros Olleac, Ariel Cogo, Osvaldo Folmer, Agustín Scarnatto, Elena Renoulín y profesionales.

## Introducción

La producción de cerdos en el mundo alcanzó en 2017 un volumen de 111 millones de toneladas. La carne porcina supera a la aviar, 76,7 millones de toneladas y a la vacuna 56,8 millones de toneladas según USDA.

En Argentina la actividad porcina comenzó a tener un importante crecimiento luego de la salida de la convertibilidad, cuando las importaciones de cerdos desde Brasil disminuyeron considerablemente y el consumo de carne fresca aumentó. Para el 2017, según el Ministerio de Agricultura, el total de cabezas faenadas fue de 6.425.216, la producción de 566.276 toneladas equivalente res y el consumo de carne, que viene en aumento, alcanzó los 14,05 kg/hab/año. El stock nacional se distribuye principalmente en las provincias de Buenos Aires (29,1 %), Córdoba (25,9 %) y Santa Fe (19,5 %) (Senasa, 2011). La mayoría de los establecimientos corresponden a pequeños productores, que tienen menos de 100 madres y concentran más del 66 % de las cerdas a nivel nacional.

Por un lado, los sistemas de producción más frecuentes en nuestro país son los que se desarrollan a campo, también llamados "sistemas al aire libre", que requieren una baja inversión por hectárea y están en manos de pequeños y medianos productores. Por otro lado, se encuentran los sistemas confinados, donde las instalaciones requeridas determinan una inversión bastante más elevada. Las situaciones intermedias corresponden a los sistemas mixtos, donde algunas categorías pueden estar en confinamiento y otras a campo, donde la intensificación se da con el manejo y esto se observa en la mejora de los índices de producción. A su vez, las explotaciones se pueden diferenciar de acuerdo a cuál es el objetivo de la producción, o sea el producto para comercializar, como ser lechones, engorde o ciclo completo.

En los últimos años, la producción porcina nacional ha transitado un proceso de intensificación, que ha involucrado tanto a los sistemas al aire libre como a los confinados. Si bien la incorporación de tecnología y de nuevas prácticas de manejo, han permitido incrementar la productividad, paralelamente se han generado mayores impactos sobre el ambiente, asociados a la cantidad de residuos y efluentes que se generan en cada establecimiento. En este contexto es que ha surgido la necesidad de reconsiderar las relaciones entre las actividades productivas y el medioambiente, incluyendo planes de gestión para mitigar los impactos negativos vinculados a la generación de residuos pecuarios (Vicari, 2012).

Si bien la producción a campo ha sido destacada por ser más "amigable" con el ambiente, en relación con los sistemas en confinamiento, en ambos se pueden identificar diversos impactos ambientales que requieren de una correcta planificación y gestión para su mitigación.

Si la producción se realiza en áreas periurbanas, la gestión de los residuos toma otra relevancia y será un eje central para la permanencia de los productores en esos territorios. Históricamente, en torno a las ciudades existieron las actividades agropecuarias destinadas a abastecer a los habitantes de estas, según la FAO la presencia de áreas productivas en estos espacios es relevante por su importante contribución a la seguridad alimentaria.

Según Barsky (2012) el periurbano es un territorio donde se registra una fuerte competencia por el uso del suelo y señala las "proximidades conflictivas" que existen: industrias, barrios cerrados, urbanizaciones populares sin cloacas, hornos ladrilleros, cavas, tosqueras, basurales a cielo abierto, plantas de tratamiento de residuos, conviviendo con explotaciones hortícolas, tambos "de banquina", viveros, etc., determinando externalidades negativas que se producen como la contaminación del agua y del suelo.

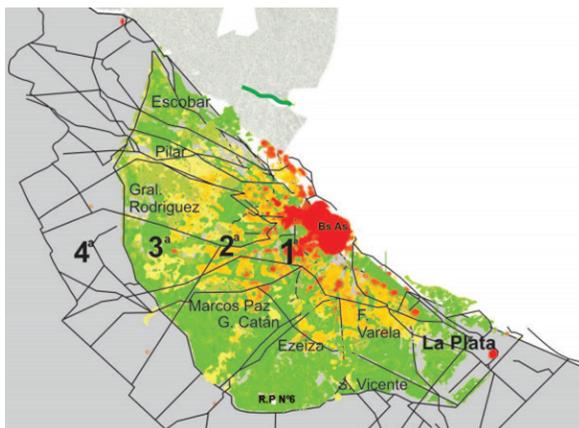
Por lo tanto, ante esta situación resulta relevante conocer los sistemas de producción porcina y recabar datos locales que permitan conocer su funcionamiento, las prácticas de manejo, la tecnología empleada, y así poder realizar las propuestas técnicas acordes a cada situación.

Bajo este marco el objetivo del presente trabajo es: Caracterizar los sistemas y el manejo de los residuos en establecimientos de producción porcina (EPP) ubicados en el norte y oeste del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA).

## Materiales y Métodos

### Área de estudio

Se realizaron 32 encuestas a productores de establecimientos de producción porcina en los territorios periurbanos norte y oeste del AMBA, (según la caracterización realizada por INTA), abarcando parte de la segunda y tercera corona de urbanización (Figura 1). Esta área está compuesta por 5 municipios, Luján y Pilar del territorio norte,



**Figura 1:**

Coronas urbanas y red vial del AMBA  
Fuente: Subsecretaría de Urbanismo  
de la provincia de Buenos Aires, 2007



**Tabla 1:**Ambiente hidrogeológico Noreste de la provincia de Bs. As. Fuente: *Auge (2004)*

Espesor (m)	Formación	Edad	Litología	Comportamiento hidrogeológico	Usos
0 - 10	La Plata	Holocena	Conchillas formanto cordones	Acuífero libre discontinuo Salinidad (1-5 g/l)	Rural y ganadero
0 - 25	Querandí	Holocena	Arcillas y arenas muy finas, marinas	Acuitardo a problem. Acuífero. Salinidad (5-10 g/l)	
0 - 5	Luján	Holocena	Limos arcillo-arenosos, fluviales	Acuitardo a problem. Acuífero. Salin. (2-10 g/l)	
0 - 120	Pampeano	Pleistocena	Limos arenosos y arcillosos c/tosca, eolo - fluviales	Acuíf libre; en prof. pasa a semiconf. Moderada prod. Salin (0,5-2 g/l)	Urbano, rural, riego complem. ganadero e industrial
10 - 50	Arenas Puelches	Plio-Pleistocena	Arenas sueltas, finas y medianas, fluviales	Acuíf. Semiconfinado de media a alta prod. (30-150 m <sup>3</sup> /h). Salin. (< 2 g/l)	Urbano, rural, riego intensivo y complem. ganadero e industrial
50 - 200	Paraná	Miocena superior	Arcillas y arenas c/fósiles marinos	Acuícluido en la secc sup. Salin. >5 g/l Excepc. 3 g/l. Acuífero de alta prod. en la secc. Inf.	Industrial restringido
100 - 300	Olivos	Miocena inferior	Areniscas y arcilitas c/yeso y anhidrita, eolo- fluviales	Acuíf. confinado de baja productividad. Salin. >10g/l	
Basamento Cristalino		Proterozoica	Genises, milonitas, granitos	Acuífugo, medio descont. Base implerm. sección hidrogeológica	

El clima es bastante uniforme, con una precipitación media anual de 950 mm, concentrándose entre diciembre y marzo el 40 % de las lluvias, mientras que en los meses de junio a agosto se registra solo el 16 %. Existe un predominio del escurrimiento superficial hacia el NE (Cuenca del Plata). La evapotranspiración real media anual es de aproximadamente el 70 % de la lluvia (665 mm), la infiltración se estima en un 20 % (190 mm/a) y la escorrentía en un 10 % (95 mm/a). El exceso de las precipitaciones respecto a la evapotranspiración indica que la región es húmeda, con un excedente en el balance hídrico cercano a los 290 mm/a. Las condiciones morfológicas y las pendientes bajas favorecen el proceso de infiltración y por ende la recarga de acuíferos. Los acuíferos más explotados en la zona son el Pampeano y el Puelches.

El acuífero Pampeano es de tipo libre y está formado por limos arenosos y arcillosos de origen eólico. Es uno de los más utilizados para consumo humano, ganadero e industrial y para riego. El acuífero pampeano se recarga por la infiltración de la lluvia y constituye la vía para la transferencia hidráulica hacia el Puelche subyacente.

Las arenas Puelches ocupan un área de 83.000 km<sup>2</sup> y está formado por arenas cuarzosas, francas, sueltas, de color amarillento. El acuífero es de tipo semiconfinado, con un techo arcilloso (acuitardo). Es aprovechado para riego, consumo humano, ganadero e industrial, otorgando mayores caudales que el Pampeano.

## Elaboración de encuesta:

Para recabar información sobre el manejo de los residuos en los diferentes establecimientos de producción porcina (EPP), se elaboró y ejecutó una encuesta descriptiva que se presenta en el Anexo A del presente documento. Esta se realizó con el acompañamiento del Grupo de Trabajo de Estadística de la Universidad Nacional de Luján.

## Recolección y análisis de la información:

Los datos obtenidos se registraron en hojas de cálculo y se analizaron mediante cuadros comparativos y gráficos. Se calcularon nuevas variables como cantidades de residuos sólidos y volumen de efluentes generados, entre otros. Para el análisis se contrastó con parámetros y criterios de manejo definidos en reglamentaciones y manuales de manejo respectivamente.

## Resultados y Discusión

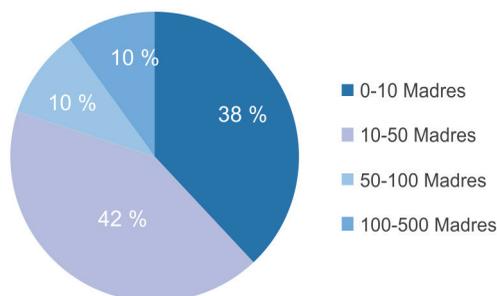
A continuación, se detallan y analizan los datos recopilados del manejo de los residuos más relevantes desde la perspectiva ambiental.

### 1 Capacidad productiva de los establecimientos:

Se clasificaron los estratos de productores porcinos relevados en el periurbano norte y oeste del AMBA de acuerdo al número de madres, teniendo en cuenta los criterios de clasificación que se proponen a nivel nacional (Brunori *et al.*, 2012).

Los establecimientos encuestados presentan entre 5 y 400 madres (Figura 3) y abarcan modalidades productivas muy variadas, en cuanto al objetivo de producción (Figura 4) y las instalaciones involucradas en diferentes sistemas.

#### Estratificación de productores según número de madres

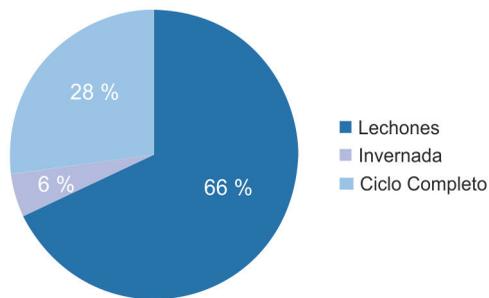


**Figura 3:**  
Número de madres en los establecimientos encuestados

El 90 % de los establecimientos encuestados poseen entre 1 y 100 madres, tendencia que también se observa a nivel provincial y nacional. En el país prevalecen los sistemas de producción de pequeña y mediana escala constituyendo el 82,5 % de los establecimientos productivos (MinAgri, 2017).

---

### Producción porcina



**Figura 4:**  
*Porcentaje de productores para cada objetivo de producción*

---

La comercialización de lechones representa el objetivo de la mayoría de los establecimientos, solo el 28 % de los productores realiza ciclo completo, donde el producto final es el cerdo terminado, de 100-120 kg.

Las características particulares de la especie y las posibilidades de realizar su producción en un ciclo corto han determinado que la cría de lechones sea una de las alternativas más elegidas para territorios periurbanos en relación con otras especies productivas.

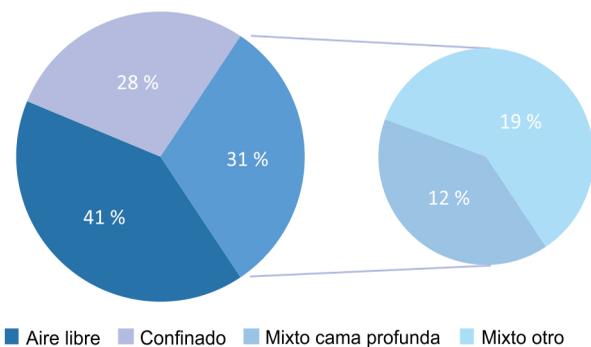
### 2 Tipos de sistemas:

Los sistemas al aire libre, donde los animales transitan todas las etapas de reproducción y cría totalmente a campo, aparecen como una alternativa tecnológica y económica para los productores familiares, y son los que predominan en el área periurbana analizada (Figura 5). La mayor ventaja del sistema a campo es el bajo costo de las inversiones en comparación con las que implica la producción en confinamiento. En menor medida está presente el sistema semiextensivo o mixto, en donde se combina el pastoreo con instalaciones fijas para el confinamiento de los cerdos en determinadas etapas del ciclo productivo. En esta categoría se incluyó a los sistemas de cama profunda, aquí los animales se alojan en instalaciones en las que el piso de concreto es reemplazado por una cama constituida por paja de trigo u otros materiales, de acuerdo a la disponibilidad de cada región. Esta alternativa se presenta como una oportunidad para intensificar la producción con una menor inversión, logrando incrementar los índices productivos.

En los sistemas confinados los animales permanecen durante toda su vida dentro de instalaciones específicas, construidas sobre piso de concreto parcial o totalmente ranurado, sobre canales o fosas que permiten la recolección de estiércol.

La situación en el país es similar a la visualizada en estos territorios y está en concordancia con los datos de Senasa (2013), y del Censo Nacional Agropecuario (2002), donde se informa que a nivel nacional el mayor número de establecimientos porcinos se encuentran bajo sistemas al aire libre o mixtos, alcanzando un 61 % y que el resto se encuentra bajo confinamiento.

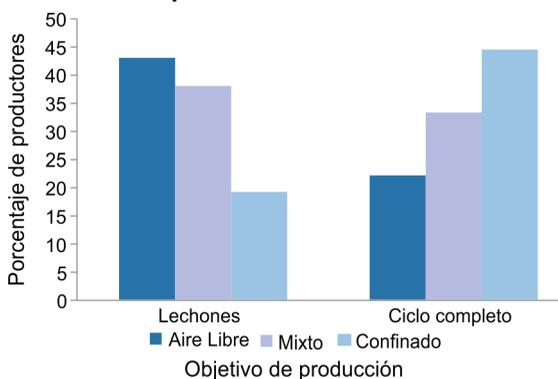
### Sistemas de producción



**Figura 5:** Sistemas de producción en el periurbano Norte y Oeste del AMBA

Los sistemas extensivos, que requieren una baja inversión por hectárea, pertenecen mayoritariamente a establecimientos de pequeña a mediana magnitud que se dedican a la producción de lechones. Los sistemas que realizan ciclo completo en cambio son en su mayoría confinados y mixtos, siendo en una muy baja proporción sistemas al aire libre que realizan este tipo de producción (Figura 6).

### Sistemas de producción

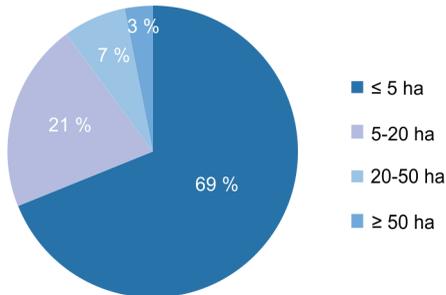


**Figura 6:** Relación entre el objetivo de producción y el tipo de sistema

En el periurbano, desde la mirada agropecuaria, el conflicto más importante está en relación con el uso de la tierra disponible para la producción. El valor de esta y el avance de la urbanización son variables determinantes que se relacionan directamente con las actividades agropecuarias. Esto se acentúa cuando no hay orde-

namiento territorial, y como viene sucediendo con otras actividades, las superficies destinadas a la producción porcina se han ido reduciendo. En la Figura 7 podemos observar que en el 69 % de los casos relevados la superficie destinada a la producción porcina es menor a 5 ha.

### Superficie de los establecimientos



**Figura 7:**  
*Superficie de los establecimientos de producción porcina*

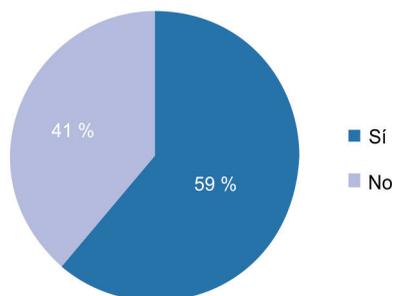
### 3 Producción de residuos orgánicos en los establecimientos:

En las producciones porcinas se generan diversos residuos, constituidos por las excretas, orina, agua de lavado, restos de alimentos etc. La cantidad de deyecciones calculada por día para este tipo de producción, se estima en promedio en un 6,7 % del peso vivo (Brunori, 2012).

En los sistemas de producción confinados, la descarga de residuos es puntual y como tal, demanda necesariamente de un manejo que involucra un posterior proceso para la estabilización de los purines generados (Peralta, 2005). Los resultados que se muestran en la Figura 8 indican que el 59 % de los establecimientos encuestados genera residuos que tienen una acumulación puntual, esto corresponde a los sistemas confinados y mixtos. Los residuos generados resultan responsables de impactos sobre el aire, el suelo y el agua porque se concentran en áreas reducidas y son una fuente de nutrientes, metales pesados, antibióticos y otras drogas veterinarias y patógenos (Herrero y Gil, 2008). La acumulación de desechos sólidos sin tratar puede provocar la contaminación de diferentes cuerpos de agua y suelos.

---

## Generación de residuos



**Figura 8:**  
*Porcentaje de establecimientos que tienen una generación y acumulación puntual de residuos o efluentes*

---

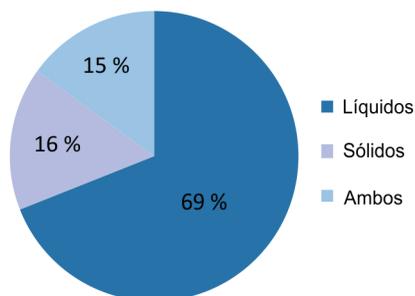
En los sistemas confinados o mixtos los animales son mantenidos en corrales que pueden presentar pisos enrejados, aquí el purín es recolectado en la fosa y retirado con poca frecuencia (semanal, quincenal, o mensual dependiendo el tamaño de la fosa) por bombeo o por pendiente (por descarga de agua por gravedad). Solo el 19 % de los sistemas que generan acumulación puntual de efluentes presentan este tipo de sistemas, el 67 % presenta pisos de concreto y las excretas son retiradas del galpón por la acción de arrastres del agua, en este último caso existe la posibilidad de separar el sólido previo al lavado. El 14 % restante corresponde a los sistemas de cama profunda, con instalaciones tipo túneles en las que el piso de concreto es reemplazado por material vegetal deshidratado, y lo que se retira es un residuo sólido constituido por el estiércol animal y el material utilizado para la cama.

Una de las características que destaca y revaloriza a este sistema es la generación de residuos sólidos con altas posibilidades de ser reciclados y reutilizados en otras actividades productivas (Cruz *et al.*, 2009); se considera que el sistema de cama profunda puede generar un menor impacto ambiental, respecto a los sistemas convencionales intensivos que generan grandes cantidades de efluentes líquidos (Hill, 2000).

Para los sistemas al aire libre la posición en el paisaje y el tapiz vegetal serán estratégicos en la planificación para definir la carga animal, el dimensionamiento de los corrales, las rotaciones de las categorías en concordancia con la pluviometría de la región.

---

### Tipo de residuos generado



**Figura 9:**  
*Diferenciación del porcentaje de establecimientos que tienen una generación y acumulación puntual de residuos o efluentes líquidos, sólidos y de ambos*

---

Los residuos de las explotaciones ganaderas pueden estar constituidos por materiales sólidos, estiércol animal, material utilizado para la cama y restos de alimentos, o por líquidos, denominados efluentes, que están compuestos por una mezcla de las deyecciones de los animales junto con remanentes de agua de los bebederos, y el agua de lavado (Figura 9).

Dado que la mayoría de los establecimientos, que tienen una generación puntual de residuos, corresponden a sistemas confinados o mixtos convencionales, el tipo de residuo que allí se genera corresponde a un efluente líquido. Este proviene del arrastre directo con agua de las excretas acumuladas sobre los pisos cementados, o bien de lo que se recolecta en las fosas y luego drena por gravedad o bombeo. El lavado de las instalaciones tiene una frecuencia alta (diaria o cada dos días) y los residuos generados corresponden a una suspensión acuosa, que contiene las excretas animales, líquidas y sólidas, y agua. Los sistemas que generan ambos tipos de residuos se corresponden a aquellos en los que se realiza una separación de sólidos, ya sea previo o posterior a la limpieza. Esto permite facilitar con posteridad el manejo de los efluentes líquidos, ya que baja considerablemente el porcentaje de carga orgánica.

Los sitios en los que únicamente se generan residuos sólidos son los sistemas de cama profunda, donde el material constituido por estiércol animal parcialmente descompuesto, y el material utilizado como cama es retirado de las instalaciones al final de uno o dos ciclos de producción. Hay varios materiales que se pueden utilizar como cama, los más usuales son los rollos de paja de trigo, rastrojo de maíz, cáscara de maní, cáscara de arroz, viruta de madera, etc.

Si bien la cantidad de efluente generado en cada establecimiento puede variar de acuerdo a las múltiples variables estructurales, productivas y de manejo que inciden sobre el volumen final recolectado, según bibliografía se puede reconocer valores aproximados para estimar los efluentes generados.

**Tabla 2:**

Producción media diaria de estiércol (kg), estiércol + orina (kg) y efluentes líquidos por animal por fase.

Categoría de cerdos	Estiércol	Estiércol+Orina	Efluentes líquidos
Cerdas en gestación	3,60	11,00	16,00
Cerdas en lactancia	6,40	18,00	27,00
Lechones destetados	0,35	0,95	1,40
25-100 kg	2,30	4,90	7,00
Machos	3,00	6,00	9,00

*Committe of  
National Pork  
Producers  
Council, Brasil  
2004*

Teniendo en cuenta que en ciclo completo el número de madres representa el 10 % sobre el total de animales en confinamiento (GITEP, 2012) y que la producción promedio de efluentes por día es de 20 litros, se puede estimar que los mayores volúmenes de efluentes se corresponden con los sistemas confinados de ciclo completo, todos situados en el estrato de 100 a 500 madres, y generan desde 24.000 a 80.000 litros por día.

La composición de este va a depender del peso del animal, su estado fisiológico, el sistema de producción en el que se encuentra, la dieta, la época del año, el estado de los bebederos, el tipo y tiempo de almacenamiento, y de la cantidad de agua utilizada en la limpieza (Vicari, 2012). Para los sistemas en cama profunda se estima alrededor 100 kg del material utilizado para cama por animal engordado, estimando que está desde el destete hasta alcanzar el peso a faena.

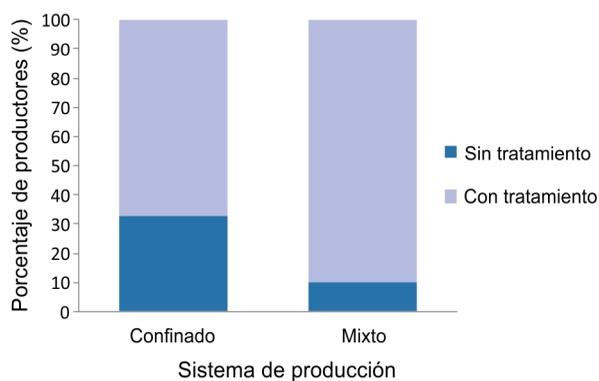
#### **4 Manejo de los residuos: (tratamiento, separación de sólidos, almacenamiento temporario impermeabilizado o no)**

Las tecnologías de tratamiento de residuos tienen como objetivo disminuir el impacto ambiental producido por descargas y, generar residuos finales que cumplan con los flujos y concentraciones de contaminantes estipulados en la legislación vigente, o en las políticas de la empresa (Zaror, 1998). Como vimos anteriormente, en los sistemas de producción intensivos, la descarga de residuos es puntual y como tal, demanda necesariamente de un manejo que involucre un posterior proceso para la estabilización de los purines generados (Peralta, 2005).

El sitio de tratamiento debería estar cerca de la fuente de purines, y preferentemente en una posición topográfica inferior de manera que el purín pueda ser transportado hacia la laguna por gravedad. El sistema de recolección y conducción de efluentes tiene gran relevancia dentro de la granja, no solo porque forma parte del sistema de manejo de residuos, sino también porque contribuye a brindar un ambiente agradable, limpio y sano para los cerdos en producción (FAO-INTA, 2012). En la mayoría de los establecimientos (65 %) la conducción se realiza mediante

canales impermeabilizados a cielo abierto, donde el efluente se conduce por gravedad. La ventaja de este sistema es que no sufre obturaciones, siendo muy sencillo su mantenimiento; sin embargo, puede presentar inconvenientes porque resulta inevitable que no se incorpore el agua de lluvia al sistema de conducción. En todos los casos relevados el líquido llega a un sitio de almacenamiento temporario, que en el 60 % de los casos no está impermeabilizado, permanece allí un tiempo variable, para luego pasar por un sitio de tratamiento o ser directamente volcado en el suelo o en un cuerpo de agua.

Solo en el 18 % de los establecimientos que generan residuos existe infraestructura para que el efluente sea sometido a un tratamiento utilizando tecnologías diseñadas para tal fin. Considerando únicamente los sistemas confinados, solo tres establecimientos (33 %) cuentan con algún equipamiento para este fin. Los sistemas presentes en los establecimientos analizados son biodigestores anaeróbicos de pequeña escala y lagunas de tratamiento; no obstante, al momento del relevamiento ninguna de las instalaciones se encontraba funcionando plenamente, debido a la presencia de fallas operativas y estructurales. En los sistemas que cuentan con reactores anaeróbicos, uno de los principales objetivos, es la generación de biogás para su posterior utilización como energía calórica o eléctrica (Vicari, 2012). El sistema con lagunas es el sistema de tratamiento más usual en Argentina (Millares, 2012), sin embargo, solo en un establecimiento se encontró este tipo de tecnología. De los sistemas mixtos, solo en un establecimiento (10 %) se trata el residuo, y corresponde a uno de los predios en el que se generan residuos sólidos, donde la cama es descartada y transformada mediante el compostaje (Figura 10). Este material puede posteriormente ser reciclado como un fertilizante orgánico de excelente calidad para su uso en agricultura (Uicab-Brito, 2004; Cruz, 2009).

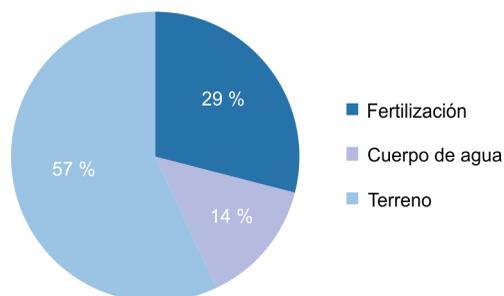


**Figura 10:** Sistemas de producción con y sin tratamiento

El destino final principal de los efluentes en los establecimientos de producción porcina relevados es el vuelco a terreno, en este caso no se reutilizan agrónomicamente sino que se vuelcan, generalmente a sectores topográficamente más bajos dentro o fuera del predio. Solo el 12 % de los establecimientos hacen algún tipo de tratamiento antes de realizar dicha práctica. El 29 % de los establecimientos sí

realizan un uso agronómico de los efluentes generados y el 14 % restante lo vuelca directamente a un cuerpo de agua (Figura 11).

### Destino final de los efluentes



**Figura 11:**  
Destino de efluentes

Se seleccionaron establecimientos con alguna de las etapas productivas en confinamiento, que generen algún tipo de residuo líquido, y se recolectaron muestras en el punto de vuelco en 6 predios productivos (n=7), que incluyeron las etapas de gestación y engorde según cada caso. La Tabla 3 resume los valores hallados y los límites de vuelco a "conductos pluviales o cuerpos de agua superficial" y "absorción por el suelo" según la Resolución N° 336/2003 de la Autoridad del Agua de la Prov. de Buenos Aires (ADA).

**Tabla 3:**

						Resolución ADA N.º 336/03
Parámetro	Unidades	Máximo	Mínimo	Media	Agua Sup.	Abs. Suelo
% ST	%	5,50	0,17	2,28	-	-
pH	u pH	7,37	5,47	6,48	6,5 a 10,0	6,5 a 10,0
CE	mS/cm	11,50	1,52	5,31	-	-
PT	ppm - P - PO <sub>4</sub>	1792,00	203,75	980,75	≤1,0	≤10,0
KT	ppm	3000,00	380,00	1154,29	-	-
NTK	mg/L	3563,97	449,22	1740,69	≤35,0	≤105,0

En los 6 casos relevados, el destino de los efluentes es fertilización de lotes agrícolas o vuelco al terreno, ambas categorías corresponden al cuerpo receptor "absorción por el suelo" según la resolución N.º 336/2003. En todos los casos la concentración de nutrientes investigados (NTK y PT) superan ampliamente los límites establecidos por la normativa provincial.

**Tabla 4:**

Características de los sistemas productivos relevados, así como la infraestructura de almacenamiento y destino final de los residuos líquidos.

N.º madres	Tipo producción	Tipo sistema	Sitio almacenamiento	Destino final
165	Ciclo completo	Confinado	Laguna impermeab.	Fertilización
120	Ciclo completo	Confinado	Cámara impermeab.	Fertilización
120	Ciclo completo	Confinado	Cámara impermeab.	Fertilización
28	Lechones	Mixto	Área no productiva	Terreno
60	Ciclo completo	Mixto	Cámara impermeab.	Terreno
8	Lechones	Confinado	Otro	Terreno
10	Lechones	Confinado	Fosa impermeab.	Terreno

Los establecimientos de mayor escala emplean la fertilización de cultivos como estrategia de disposición de los residuos líquidos, mientras que los establecimientos con menos número de madres vuelcan los efluentes en el suelo. Ambas prácticas pueden generar el deterioro del suelo (salinización de los perfiles), la contaminación de napas subterráneas con nitrógeno y patógenos y la potencial eutrofización de cursos de agua superficial por agregados de nitrógeno y fósforo (Ministerio de Agroindustria de la Nación, 2017).

Si bien la normativa de la provincia de Buenos Aires no contempla el uso agropecuario de los residuos, recientemente la provincia de Córdoba estableció pautas para su uso (Ley N.º 10208 y decreto reglamentario 247/15; decreto 847/16).

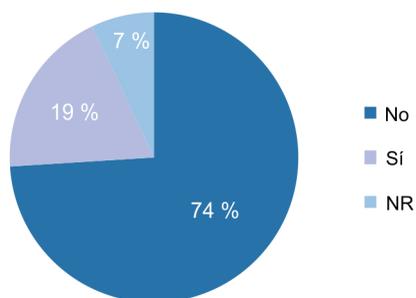
## 5 Abastecimiento de agua subterránea

El abastecimiento de agua para usos productivos se realiza a través de perforaciones de captación al acuífero freático (pampeano) o de forma conjunta al Pampeano y Puelche, ya que las obras no tienen aislamiento (encamisado completo y cementado). Esto aumenta la vulnerabilidad a la contaminación por patógenos y nitratos, que ingresan al sistema de acuíferos vía infiltración. El balance hídrico de la zona en estudio indica que un 20 % de las precipitaciones se infiltran (190 mm/a) recargando el pampeano, que a su vez constituye la vía de transferencia hidráulica hacia el Puelche subyacente (Auge, 2004).

En relación con el uso de agua el 74 % no conoce la calidad del agua, no han realizado análisis y desconocen las distancias a las perforaciones (Figura 12).

---

### Conocimiento de calidad de agua



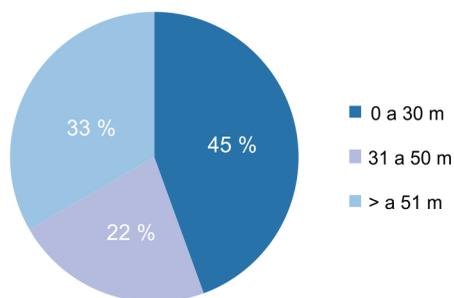
**Figura 12:**  
*Conocimiento de la calidad del agua por parte de los productores*

---

La localización de las perforaciones respecto a las instalaciones productivas, donde se generan y acumulan residuos sólidos y líquidos, es uno de los principales factores que explica la vulnerabilidad a la contaminación por nitratos del agua subterránea (Carbó *et al.*, 2009). El 44 % de los establecimientos relevados tiene la perforación de captación a menos de 30 metros de las instalaciones productivas, el 22 % entre 31 y 50 metros, y el 33 % a más de 50 metros de distancia (Figura 13). El Ministerio de Salud de la Nación (2001) establece que los pozos de absorción de líquidos cloacales deben situarse a una distancia mínima de 20 metros de cualquier fuente de abastecimiento de agua.

---

### Distancia de las instalaciones productivas a la perforación de captación de agua



**Figura 13:**  
*Distancia de las instalaciones productivas a la perforación de captación de agua*

---

### Consideraciones finales

La producción de pequeña y mediana escala asume un rol preponderante en la producción porcina del Área Metropolitana de Buenos Aires.

La mayoría de estos sistemas productivos se corresponden a sistemas a campo, donde regular la carga animal y rotar las parcelas productivas resultan ejes fundamentales para mitigar los impactos ambientales.

En los sistemas confinados y mixtos, los impactos ambientales más significativos se asocian a la generación y acumulación de residuos orgánicos, que de no ser gestionados adecuadamente pueden resultar en una potencial fuente de contaminación, con el consecuente deterioro de la salud y del medioambiente. La falta de tratamiento y disposición final de los desechos productivos generan diversos impactos sobre los recursos naturales, proliferación de vectores zoonóticos peligrosos para la salud pública y veterinaria, y serios problemas con las áreas pobladoras circundantes (Crespo, 2003).

Dada la superficie pequeña de la mayoría de los establecimientos y la inserción en un mosaico altamente dinámico y complejo, resulta aún más relevante planificar adecuadamente la gestión de los residuos orgánicos generados. El tratamiento y reutilización de los residuos puede ser una alternativa para considerar lograr mitigar impactos ambientales y mejorar la eficiencia de los sistemas productivos. En las áreas periurbanas conviven distintos sistemas productivos, pecuarios, agrícolas, florícolas, hortícolas, que podrían retroalimentarse a partir de la obtención de materiales orgánicos estables, maduros e inocuos, ya que podrían ser utilizados como enmiendas orgánicas o componentes de sustratos.

En este camino de transformación, hacia la intensificación de los sistemas productivos, los sistemas de cama profunda aparecen como una opción para que los pequeños y medianos productores periurbanos consideren. No solo se destaca y revaloriza por su baja inversión inicial y su alta eficiencia productiva, también por la generación de residuos sólidos con altas posibilidades de ser reciclados y reutilizados en otras actividades productivas presentes en el área periurbana.

La planificación de la gestión de residuos tiene que incluirse en el ordenamiento a nivel predial, donde también se considere la localización de las fuentes de aprovisionamiento de agua, ya sea superficial o subterránea, para minimizar los riesgos de contaminación por nutrientes y patógenos y de esta forma garantizar la calidad del recurso como estrategia para lograr la inocuidad de los alimentos producidos. También es necesario trabajar en el establecimiento de pautas claras para la correcta construcción de obras de captación de agua subterránea a nivel local, para que sean conocidas por productores, y de esta forma puedan exigir su cumplimiento por parte de los perforistas, como también por las autoridades municipales, para ejercer un control sobre estas. Si bien la provincia de Buenos Aires, a través de la Autoridad del Agua, cuenta con legislación al respecto, se observan serias dificultades para su cumplimiento.

## Bibliografía

- Auge, M. (2004). Regiones hidrogeológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA). 111 p.
- Barsky, A. (2012). La agricultura periurbana en la agenda. Complejidad fragmentaria en la gestión pública reciente del cinturón productivo alimentario de la región Metropolitana de Buenos Aires. *Estudios Socioterritoriales: Revista de Geografía*, 11(1), 77-98.
- Brunori, J.; Fazzoni, R.; Figueroa, M.E. (2012). Buenas prácticas pecuarias para la producción y comercialización porcina familiar (N.o Q02/4). Ministerio de Agricultura de la República Argentina, Buenos Aires (Argentina) FAOINTA.
- Carbó, L.I.; Flores, M.C.; Herrero, M.A. (2009). Well site conditions associated with nitrate contamination in a multilayer semiconfined aquifer of Buenos Aires, Argentina. *Environmental geology*, 57(7), 1489-1500.
- Crespo, D.C. (2003). Reciclado de residuos orgánicos, *IDIA XXI* (5). 96-10.
- Cruz, E.; Almaguel, R.E.; Mederos, C.M.; González, C.; Ly, J. (2009). Rasgos de comportamiento de cerdos de engorde alojados en cama profunda de bagazo y alimentados con dietas basadas en mieles enriquecidas de caña de azúcar. *Materia*, 1(1.52), 0-10.
- FAO – INTA. (2012) Manual de Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar.
- FAO. (1999). La Agricultura Urbana y Periurbana. Tema 9, 15.º Período de Sesiones. Comité de Agricultura.
- FAO. (2009). Caracterización regional de la producción porcina y análisis de la situación epidemiológica (2006-2008) de la peste porcina clásica en 21 países de América Latina y el Caribe.
- GITEP (Grupo de Intercambio Tecnológico de Explotaciones Porcinas). (2012). Manual de capacitación en producción porcina.
- Herrero, M.A.; Gil, S.B. (2008). Consideraciones ambientales de la intensificación en producción animal. *Ecología austral*, 18(3), 273-289.
- Hill, J. (2000). Deep bed swine finishing. 5.o Seminário Internacional de Suinocultura. Expo Center Norte, Sao Paulo, Brasil. 83-88 pp.
- Iglesias, D.; Ghezan, G. (2013). Análisis de la cadena de carne porcina en Argentina. *Estudios socioeconómicos de los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales N.º 12*. Ed. INTA.
- INTA (2012). Agricultura Urbana y Periurbana en el Área Metropolitana de Bs. As. Creación de la Estación Experimental Agropecuaria. AMBA.
- Millares, P. (2011). Manejo de Efluentes. Informe de actualización técnica N.º 20.
- MinAgri. (2017). Boletín Porcino. Dirección de Porcinos, Aves de Granja y N.º Tradicionales.
- Dirección Nacional de Producción Ganadera. Ministerio de Agroindustria de la Nación. Ministerio de Agroindustria de la Nación. (2017). Buenas Prácticas de Manejo y Utilización de Efluentes Porcinos. 56 p.
- Ministerio de Salud de la Nación. (2001). Resolución 898/2001. Anexo 1 Estrategias de promoción y prevención de parasitosis. Guía de Prevención, Procedimiento, Diagnóstico y Tratamiento de Parasitosis. Programa Nacional de Garantía de Calidad de la Atención Médica.
- Peralta, J.M.; Araya, A.; Herrera, C.; Peralta, J.M. (2005). Manejo de purines porcinos y tecnologías aplicables: 60-90. INIA–Ministerio de Agricultura. Recomendaciones técnicas para la gestión ambiental en el manejo de purines de la explotación porcina. Colección libros INIA, (18).
- Provincia de Buenos Aires. (2003). Parámetros de calidad de las descargas límites admisibles. Anexo II. Resolución 336/2003.
- Sadañowski, I. (2003). El problema de las inundaciones en el Río Reconquista: La Represa Ingeniero Carlos F. Roggero, y las funciones ecológicas. Doctoral dissertation, Tesis de Licenciatura en Ecología Urbana, UNGS.
- Uicab-Brito, L.A. (2004). Producción de composta a partir de la cama utilizada en la engorda de cerdos. Doctoral dissertation, Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad

de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Postgrado e Investigación, Mérida, Yucatán, México. 77 p.

- Vicari, M.P. (2012). Efluentes en producción porcina en Argentina: generación, impacto ambiental y posibles tratamientos. Trabajo final de ingeniería en producción agropecuaria, 38-40.
- Zaror, C. A. (1998). Introducción a la ingeniería ambiental. Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Concepción. Concepción. Chile.



## Capítulo 5

### Manejo de los residuos en establecimientos de producción avícola (pollos parrilleros)

Relevamiento técnico de establecimientos localizados en los partidos de San Andrés de Giles y Luján

Mónica Tysko; Hebe Barrios; Javier Zunino; María Dolores González; Florencia Prosdócimo

#### **Agradecimientos:**

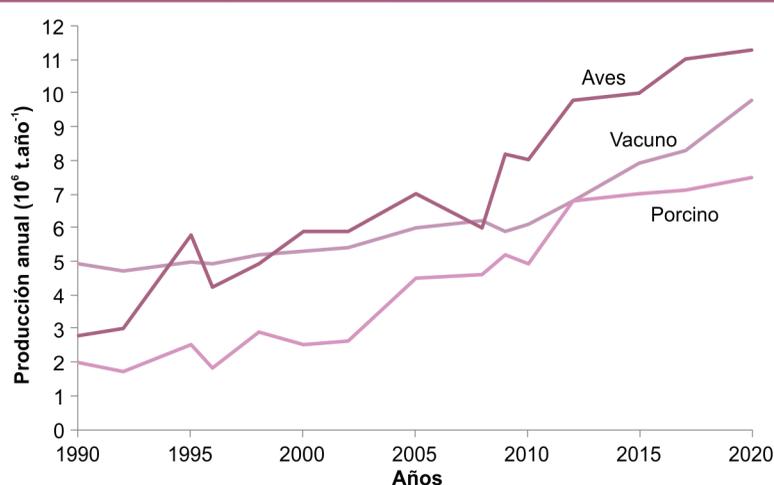
A todos los profesionales, productores y encargados que nos abrieron las puertas para poder llevar a cabo este proyecto. Especialmente a Mariano Batalle, Mauricio De Franceschi, Verónica Einingis, Jorge Mayor, Ernesto Vignoni y Hernán Zunino.

A los estudiantes que participaron de las Pasantías Internas Rentadas (UNLu) en el período del proyecto.

## Introducción

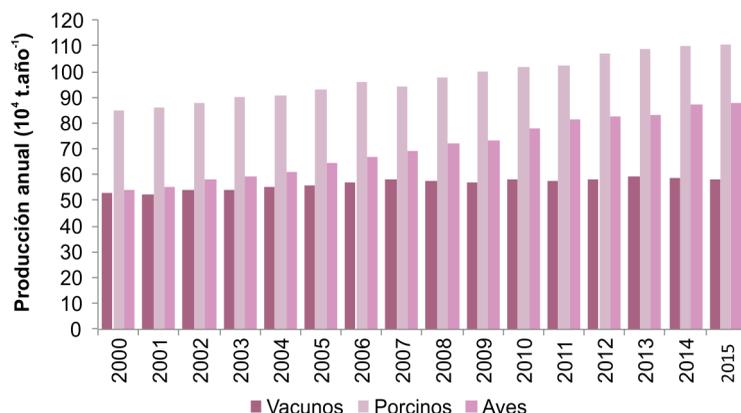
Las previsiones del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) indican que entre 2014 y 2023 el consumo de los distintos tipos de carne crecerá mundialmente a un ritmo del 1,9 % anual y las exportaciones de los principales productores incrementarán un 2,2 %.

El sector avícola en su conjunto ha mostrado un importante crecimiento en los últimos años y la carne aviar está ocupando un lugar cada vez más destacado dentro del consumo de proteína de origen animal en la dieta de la población mundial como se puede observar en la Figura 1.



**Figura 1:**  
Prospectiva de la participación de las principales carnes en la producción total mundial (USDA, 2016)

En Argentina la producción de carne aviar creció a una tasa del 4,3 % anual, llegando en 2015 a las 1.969.000 toneladas (Figura 2). Estos incrementos estuvieron impulsados principalmente por el aumento del consumo interno y de las exportaciones que crecieron notablemente a partir de la década del 2000, superando con creces al consumo interno, por lo que se produjo un cambio en la balanza comercial con saldo positivo. No obstante, en los últimos tres años esta dinámica de crecimiento se desaceleró por las menores ventas a Venezuela y por el retraso en los precios respecto a los costos. Así, el incremento en la producción en el año 2016 se debió principalmente a un mayor peso promedio de las aves faenadas (2,81 kg/cabeza en 2015 vs. 2,76 kg/cabeza en 2014) dado que la faena creció apenas 0,1% (USDA, 2016).



**Figura 2:** Producción de las principales carnes en Argentina período 2000-2015 —mediciones calculadas hasta agosto 2015 en miles de t, equivalente a res con hueso— (Cardin, 2016)

La producción y el consumo local de carne aviar ha pasado de un promedio de consumo *per cápita* de aproximadamente 10 kg anuales en la década de 1980 a un consumo promedio de 46,6 kg anuales *per cápita* durante el 2019. Las nuevas tecnologías en equipos y galpones, los avances en genética y los cuidados en bioseguridad permitieron en los últimos años alcanzar altos estándares de producción y, por ende, aumentar la productividad y la calidad de la producción. En ese sentido, se logró obtener un mayor peso por animal en menor tiempo, reducir la mortalidad y alcanzar una excelente calidad sanitaria (CEPA, 2017).

De los establecimientos dedicados a la producción de carne, el 82 % está destinado al engorde de pollos parrilleros (PP), el 18 % restante se dedica a actividades de reproducción, cría, recría, incubación, tanto para carne como para huevos.

Según el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (Senasa), la actividad cuenta con 4.452 unidades productivas avícolas dedicadas a la cría de pollos parrilleros en la Argentina. Las granjas de engorde para la producción de carne se concentran —principalmente— en las provincias de Entre Ríos (52 %) y Buenos Aires (31 %), fundamentalmente en las proximidades de los grandes centros urbanos.

Por lo general, predominan las granjas con capacidad de alojamiento menor a 50.000 aves, pero las de mayor frecuencia son las que alojan entre 10.000 y 20.000 aves. En Entre Ríos predominan granjas con capacidad menor a 30.000 aves, mientras que en Buenos Aires predominan las granjas de mayor tamaño, que superan las 100.000 aves. Las granjas de engorde presentan una marcada heterogeneidad en sus estructuras productivas (García, 2011).

Las líneas genéticas utilizadas por las empresas argentinas en la producción de pollo de engorde en los últimos años son Cobb, Ross y Arbor Acres (Ruiz, 2016).

En particular, la producción para engorde es llevada a cabo por dos tipos de productores: los independientes y los productores integrados. Estos últimos forman parte de una cadena en forma vertical. Las empresas integradoras concentran la producción de reproductores, planta de incubación (pollitos BB), molino de alimento balanceado, planta de faena y comercialización. El engorde es un eslabón, donde los productores prestan servicio y reciben los pollitos BB, el alimento balanceado y el asesoramiento profesional de las empresas integradoras. Las granjas integradas generalmente aportan las instalaciones, la mano de obra y los servicios de luz y gas.

Los productores independientes asumen todos los riesgos comerciales abarcando todas las tareas desde la producción hasta la comercialización del producto final.

Los dos sistemas de la producción avícola deben cumplir con distintas normas y requisitos básicos para garantizar la bioseguridad en la producción. Esto es válido no solo para la obtención de un producto seguro para el consumo humano, sino también para minimizar el impacto ambiental.

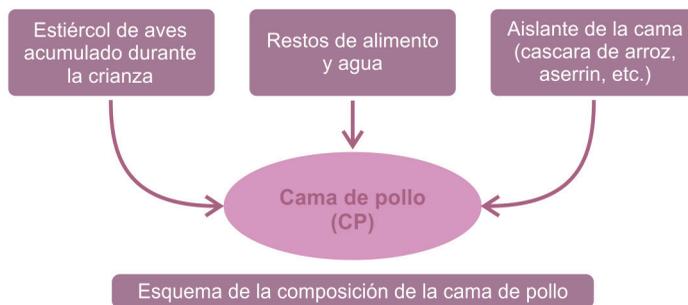
Las normas de seguridad involucran aspectos tales como ubicación, diseño y materiales con los cuales se construyen los galpones, ingreso del personal y vehículos, plan de vacunación de aves, tratamiento de aves muertas, tratamiento de camas, control integral de plagas, entre otras medidas, que son reguladas por los organismos nacionales provinciales y municipales correspondientes (Res 1699/2019, Senasa).

La producción de pollos parrilleros se realiza en forma intensiva. Las aves se crían en galpones durante aproximadamente 35 y 49 días hasta llegar al peso de faena; y se alojan en condiciones óptimas para lograr el resultado productivo deseado. Una característica de esta producción es colocar sobre el piso del galpón un material, denominado cama de pollo (CP), que como principal objetivo pueda absorber las excretas de las aves. Generalmente se utiliza cáscara de arroz, girasol, maní, viruta de madera, entre otras cosas (Figura 3).

Cuando el galpón de pollos está vacío, limpio y desinfectado, se introduce la CP. Esta debe poder absorber el agua y la humedad de las excretas fácilmente y así mantener un ambiente apropiado y seco para los pollos (Figura 3). Normalmente, una cama se utiliza durante 5 o 6 camadas de engorde. Aproximadamente, en la Argentina se generan anualmente 5.300.000 toneladas/año de CP (Maisonave *et al.*, 2015). Sin embargo calcular la cantidad de CP es dificultoso y se han utilizado diversos indicadores para poder estimarlo, como por ejemplo, cantidad de camiones que salen del establecimiento luego de las limpiezas totales, cantidad de estiércol por animal, aislante que se utiliza, densidad de animales por unidad de superficie, etc.



**Figura 3:**  
Galpón avícola con cama de pollo



Durante la crianza y por efecto de la mezcla de restos de alimento, el agua de bebida derramada y el estiércol se genera sobre el material aislante colocado en el piso del galpón una costra llamada champa. Esta produce inconvenientes en las aves tales como inflamación en las garras y hematomas reduciendo su calidad comercial, por esta razón, es una práctica común que durante la crianza se rompan esas costras o se extraigan fuera del galpón, práctica que se denomina “deschampado” reponiéndose con material seco y nuevo.

Una vez terminada la crianza y posterior al retiro de los animales se debe realizar una limpieza del galpón donde se extrae total o parcialmente la CP utilizada durante la crianza. La limpieza parcial de los galpones implica la reutilización de la CP, práctica común en el sistema moderno de producción avícola, sustentada por la reducción en el impacto ambiental, escasez de este material y disminución de costos de producción (Saravanan, 2018; Sonoda *et al.*, 2012). En nuestro país se han realizado experiencias de apilado y compostado de cama de pollo y de guano (Bárbaro *et al.*, 2011), pero aún es necesario definir protocolos que establezcan las condiciones para su correcto tratamiento, así como evaluar los aspectos operativos y de mano de obra de esta práctica.

Las excretas de origen animal junto con el material utilizado para la cama contienen gran cantidad de materia orgánica y diferentes tipos de nutrientes.

En diferentes partes del mundo, incluyendo nuestro país, las CP son utilizadas como fertilizante por su ya mencionado alto contenido de materia orgánica y nutrientes, por lo que se aplica en los lotes tal cual se retira de los galpones, o previamente realizando un tratamiento de compostaje.

Como todo fertilizante, debe ser aplicado conscientemente ya que un exceso de este puede causar toxicidad, contaminación en el suelo, o cursos de agua superficiales o subsuperficiales.

Otro uso posible de la cama de pollo es la producción de gas derivado de una fermentación, pudiendo utilizar esta como fuente de energía.

El tratamiento y destino de la CP está regulado por diferentes legislaciones, que pueden tener carácter nacional, provincial o municipal. Estas legislaciones, en algunos casos, no necesariamente tienen coherencia entre sus niveles, siendo más restrictivas o permisivas.

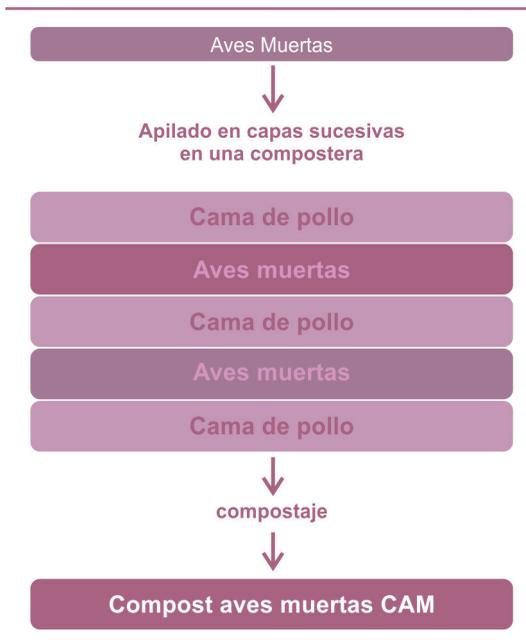
Como ejemplo, la legislación del Senasa a nivel nacional es la Resolución 1699/2019 en donde se dispone que la cama usada de galpones podrá ser eliminada dentro del predio del establecimiento o trasladarse en caminos cerrados y tapados a un destino permitido por las autoridades correspondientes, acompañada de un documento de tránsito electrónico expedido en la oficina local de Senasa y la certificación sanitaria de desechos de la producción avícola avalado por el veterinario acreditado en sanidad aviar (Res 1699/2019, Senasa).

El cumplimiento de las normativas presenta muchos conflictos, ya sea por falta de conocimiento, de control, de conciencia ciudadana o por superposición de competencias entre las diferentes normativas (Gange, 2016; Garcia *et al.*, 2017).

Con respecto al manejo de las aves muertas la Resolución 1699/2019, artículo 19, incisos g y h, establece que las aves muertas deberán eliminarse dentro del mismo establecimiento, preferentemente por medio del compostaje (Figura 4 y 5) prohibiéndose su traslado. En aquellas zonas donde las autoridades provinciales, municipales o departamentales lo autoricen se podrá utilizar otro tipo de tratamiento como una fosa o incineración cerradas u otro método químico o térmico que no produzca contaminación ambiental.



**Figura 4:**  
Eliminación de  
aves muertas me-  
diante compostaje



**Figura 5:**  
Típico compostaje de aves muertas (CAM)

El objetivo de este trabajo fue conocer, en las granjas de pollos parrilleros de las zonas de influencia de la Universidad Nacional de Luján, las características de las explotaciones y su manejo productivo, diagnosticar el tratamiento, el destino y estimar el volumen generado de la materia orgánica (CP y CAM).

## Materiales y Métodos

La metodología consistió en la búsqueda y análisis de información en el marco del proyecto INTA- AUDEAS- CONADEV "Manejo de residuos de producciones animales intensivas (avícola, porcina, y bovina), hacia una gestión sustentable" en Luján y San Andrés de Giles, donde se tuvieron en cuenta los siguientes ítems:

Elaboración y realización de encuestas a productores de pollos parrilleros en el partido de San Andrés de Giles y Luján.

Relevamientos técnicos a través de observación directa en la zona de estudio.

Estimación de CP y CAM producidas en las granjas encuestadas.

Realización de entrevistas en profundidad a productores, asesores y personal relacionadas con el manejo y destino final de la CP.

### **Elaboración y realización de encuesta:**

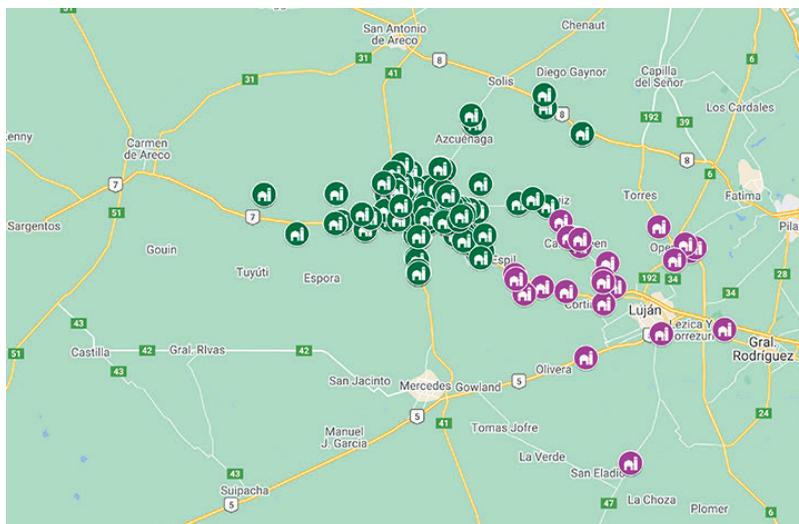
El método elegido para recabar información sobre los diferentes establecimientos de PP, fue una encuesta que se elaboró y surgió como producto del Curso Extracurricular "Investigación por Encuesta" organizado en la UNLu con la División Estadística (Disp. CDDCB N.º 212/16).

La encuesta consistió en un cuestionario estructurado de 46 preguntas organizada de acuerdo con los siguientes ejes: ubicación, identificación de la producción y superficie, manejo del alimento, manejo del agua, manejo de la cama y aves muertas, percepción del impacto ambiental (Anexo E).

La población encuestada fue determinada por las granjas habilitadas por el Senasa en el partido de San Andrés de Giles y Luján (Figura 6). El grupo en estudio posee patrones comunes por lo tanto el número de casos para relevar fue de 30 establecimientos y el tipo de muestreo probabilístico para utilizar consistió en muestreo aleatorio simple (MAS).

### **Relevamientos técnicos por observación directa:**

Las granjas fueron visitadas por los integrantes del proyecto quienes encuestaron *in situ* a los productores.



**Figura 6:** Distribución de granjas avícolas con producción de carne, habilitadas por Senasa en San Andrés de Giles y Luján (2016)

## **Estimaciones de CP y CAM producidas en las granjas encuestadas:**

A continuación, se presentan modelos para estimar la cantidad de CP y CAM para establecimientos productivos de pollos para carne.

### **Modelo I (MiNAGRI)**

Dentro de las distintas formas de medir la cantidad de CP generada en esta producción se encuentra la realizada por el Ministerio de Agroindustria de la Nación (MiNAGRI) mencionada en el *Manual de Buenas Prácticas de manejo y utilización de cama de pollo y guano* (Maisonnave et al., 2015).

### **Modelo II (Densidad de la cama)**

Otra forma de estimar la cantidad de CP es a partir de una muestra tomada en la granja y determinando la densidad de esta.

### **Modelo CAM**

En general la cantidad de compost de aves muertas es más exacta y fácil de estimar ya que como se encuentra contenida en casetas de madera es posible calcular la cantidad del CAM generado conociendo sus dimensiones.

### **Entrevistas en profundidad:**

Las entrevistas se realizaron a distintos actores de la producción avícola (un productor, un asesor veterinario, un docente-investigador, un veterinario nexo entre la empresa integradora y el productor).

Estas se diagramaron en función de los distintos temas: cambios en el manejo de la cama, problemáticas, uso actual y soluciones.

## **Resultados y Discusión**

### **1 Análisis de encuestas**

#### **1.1 Sistema de producción, características y manejo productivo de las granjas**

En la zona de estudio se pudo observar que un 70 % de las granjas relevadas se encuentran integradas, mientras que el resto pertenece a productores independientes. Un 77 % de los productores avícolas realizan esta producción desde hace más de 15 años (Figura 7) como única actividad comercial; el resto hace más de 7 años que se dedica a esta producción.

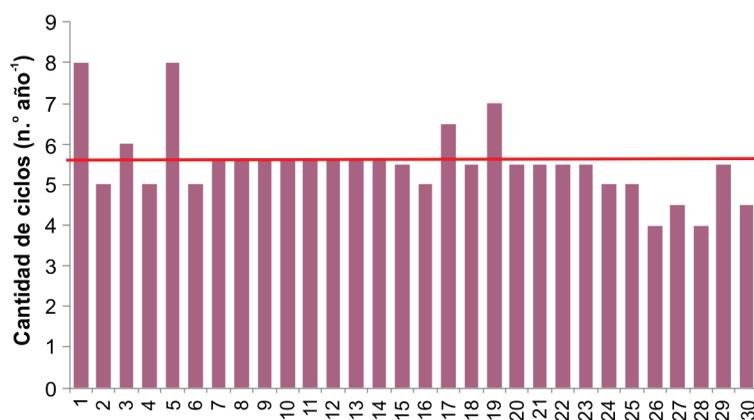
El 80 % de los establecimientos desarrollan sus actividades productivas en superficies menores a 3 ha y el 20 % restante corresponden a granjas cuya superficie varía entre 5-15 ha. La producción anual promedio de las granjas relevadas varió en un amplio rango que fue de 65.000 a 1.000.000 aves/año correspondiendo el 87 % a granjas con más de 100.000 aves/año en coincidencia con lo documentado por Cardín (2016).



**Figura 7:**  
Granja avícola  
típica de la zona

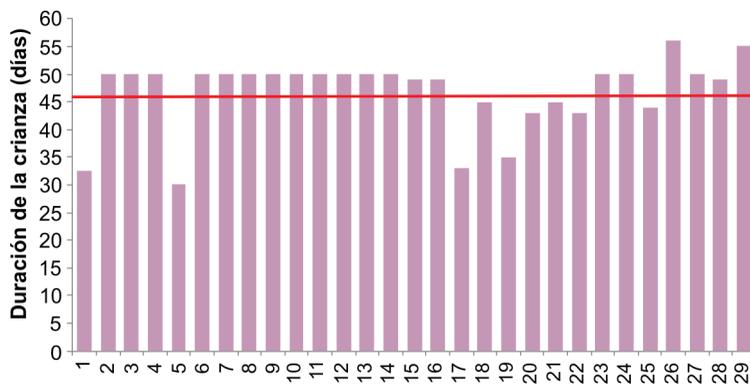
La cantidad de galpones varió entre 1 a 6 en el 77 % de los casos y el resto entre 8-12 con una superficie media de 1.450 m<sup>2</sup>, variando entre 500 a 2000 m<sup>2</sup>. El grado de confinamiento de las aves determinado por la carga media instantánea de animales resultó de 10 a 11 aves/m<sup>2</sup>, valor que se encuentra dentro del promedio de los parámetros recomendados (Arbor Acres, 2009).

El promedio de los ciclos productivos por año fue de 5,5 ciclos.año<sup>-1</sup>, encontrándose que varían entre 4 y 8 ciclos productivos.año<sup>-1</sup> (Figura 8). La cantidad promedio de aves por ciclo fue de 54.774, con una variación de 10.000 a 170.000.



**Figura 8:**  
Cantidad de ciclos  
productivos por  
granja por año. La  
línea roja es el valor  
promedio total de las  
granjas

La duración de la crianza en el 59 % de los establecimientos fue de 49-50 días, con un promedio de 47 días (Figura 9).



**Figura 9:** Duración en días de los ciclos productivos en las diferentes granjas. La línea roja es el valor promedio total de las granjas

## 1.2 Manejo del alimento

En la totalidad de las granjas encuestadas se suministró alimento balanceado *ad libitum* en forma de pellet, pero pocos productores registran el consumo de las aves (Figura 10). Además, se observó que la mayoría de los productores desconocen la fórmula del alimento o si este tiene algún ingrediente o aditivo que dificulte el manejo de la CP, esto se debe a que la gran mayoría de los productores están integrados y por lo tanto el alimento lo proporciona la empresa. Existe bibliografía que relaciona la composición y calidad de la CP con la alimentación (Huang et al., 2011).



**Figura 10:** Alimentación

### 1.3 Manejo del agua

El 100 % de los encuestados refiere conocer la calidad del agua y haber realizado algún análisis. El 80 % utiliza la cloración como tratamiento para el agua, mientras que el resto no contesta.

El 50 % de los establecimientos cuentan con una (1) perforación y el otro 49 % con dos (2) y el 1 % con tres (3) perforaciones (Figura 11). En cuanto a la profundidad el 50 % contestó que está entre 30-40 m, el 42 % a 60 m o más profundidad y el resto no sabía. Cabe destacar que la mayoría de las granjas utiliza esa misma agua para consumo humano.

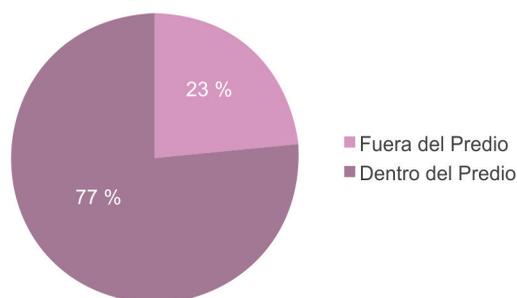
La ubicación de los pozos respecto de las composteras fue mayor a 20 m en el 67 % de las granjas, entre 5-20 m en un 32 %, y solo un productor mencionó que la compostera se encontraba a menos de 5 m de la perforación.



**Figura 11:**  
*Perforación de agua*

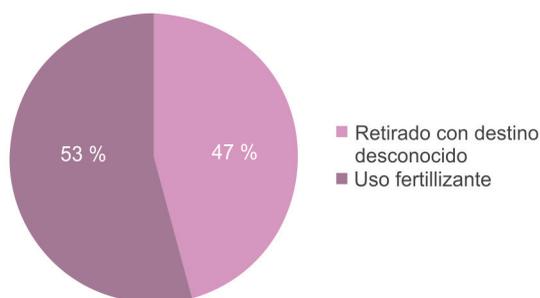
### 1.4 Manejo de la CP

El 60 % de las granjas realiza una limpieza total cada 5 o 6 crianzas, el 33 % no tiene registrado cada cuanto se efectúa la limpieza y el 7 % restante limpia totalmente cada dos crianzas. Todos los establecimientos encuestados indica que el deschampado se realiza manualmente o con motocultivadores y con distinta frecuencia (diaria, semanal o quincenal). En el caso de que la champa se extraiga del galpón, esta es acumulada en pilas de distintas dimensiones y a la intemperie en el mismo predio, esta práctica la realiza el 77 % productores, mientras que los restantes lo retiran del establecimiento (Figura 12).



**Figura 12:**  
Ubicación de la CP generada en las granjas

En la zona relevada el 53 % de la CP es utilizado por el propio productor como fertilizante en campo propio o de terceros. Mientras que el resto es retirado por el contratista hacia un destino desconocido por el productor, aunque algunos de los encuestados relatan que se lo llevan a la zona de Mendoza desconociendo su utilización (Figura 13).



**Figura 13:**  
Destino final de las CP generadas en las granjas

### 1.5 Manejo de aves muertas

El 83 % utiliza el compostaje como procedimiento de eliminación de aves muertas. Las composteras en los sitios encuestados se encuentran dentro del predio y en todos los casos alejadas de los galpones, con tamaños que van desde los 3,6 a 9 m<sup>2</sup> y en la mayoría de las granjas el piso es de tosca (62,9 %) y solo en algunos (7,4 %) el piso es de material (Figura 14).

En el caso de los productores que utilizan fosa séptica (17 %), esta se ubica a distintas distancias de los galpones (10, 20, 70 metros), sin tener en cuenta la impermeabilización de las paredes y solo uno de los productores encuestados coloca cal sobre los cadáveres. Todos utilizan chapa para tapar la fosa. Ninguno de los productores controla la humedad y la temperatura de la compostera que son necesarios para que se desarrolle un adecuado proceso de compostaje (Bernigaud *et al.*, 2017).



**Figura 14:**  
Eliminación de  
aves muertas  
(compostera)

En general, el compost se utiliza como abono en el establecimiento o lo retira el contratista junto con la cama; dicho retiro se realiza cuando se debe reutilizar la compostera y depende del número y disponibilidad que posea cada establecimiento.

#### 1.6 Manejo de envases plásticos, medicamentos, material descartable y otros

La mayoría desconoce el destino final por que en el 60 % de los casos se elimina del establecimiento como basura y el resto quema este tipo de material.

Todos los establecimientos encuestados reciben asesoramiento veterinario. El 76,6 % considera que no necesita capacitación sobre los residuos, el 16,6 % cree que es importante y el resto no sabe.

#### 1.7 Percepción del productor sobre la CP

La distancia en que se encuentran los establecimientos de la urbanización más próxima varió desde menos de 500 m a más de 4 km. Solamente un 27 % se encontraba a menos de 500 m de la zona urbanizada.

El 87 % de los encuestados consideró que no hay ningún cuerpo de agua que esté en peligro de contaminación.

Los productores avícolas casi en su totalidad respondieron que saben que la CP tiene grandes beneficios como fertilizante orgánico.

## 2. Estimación de CP y CAM producidas en las granjas encuestadas

### 2.1 Cantidad de CP producida

#### Modelo I (MiNAGRI)

Con base en el *Manual de Buenas Prácticas de manejo y utilización de cama de pollo y guano* un ave generaría 4,9 kg de deyecciones totales, de los cuales 1,3 kg son sólidos totales considerando 48 días de crianza, una conversión de 1,95 kg alimento/kg ave y un peso final 2,36 kg; a este número hay que adicionarle la cantidad de material absorbente calculado con base en la cantidad de material ingresado al establecimiento (CP nueva o sin uso). Así según datos estimados en Entre Ríos de entre 9-11 kg de CP por ave por año que serían alrededor de 1,8 kg de CP por ave por crianza (Gange *et al.*, 2017).

Debido a que en nuestra zona de producción se desconocía la cantidad de cama nueva que ingresaba al establecimiento este cálculo fue estimado a partir de bibliografía de referencia que establece como cantidad óptima entre 0,5 a 0,75 kg CP nueva/ave. Teniendo en cuenta además la densidad promedio de aves por unidad de superficie, superficie promedio de los galpones y cantidad promedio de galpones en la zona relevada se estimó la cantidad aproximada de CP producido por granja (Figura 15):

$$T \text{ residuo. establecimiento}^{-1} \cdot \text{año}^{-1} = \bar{\delta} \text{aves} \times \text{Sup} \times \text{residuos} \times \text{crianzas} \times N.^{\circ} \text{ galpones}$$

$\bar{\delta}$  aves: densidad de aves en n.º aves.m<sup>-2</sup>;

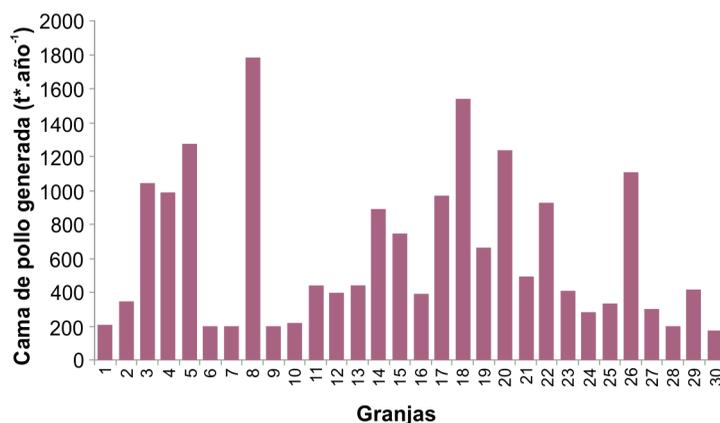
Sup.: superficie del galpón expresada en m<sup>2</sup>;

Residuos: cantidad de residuos al finalizar la crianza;

N.º de galpones: cantidad de galpones existentes en la granja;

Crianzas: cantidad de crianzas realizadas por año;

N.º de galpones: cantidad de galpones existentes en la granja.



**Figura 15:**  
Producción de CP por año, de las diferentes granjas analizadas con el Modelo I

## Modelo II (densidad de las aves)

Otra forma de estimar la cantidad de CP a partir de una muestra es determinando la densidad de esta. Considerando que el promedio de la densidad de la CP extraída al final de la crianza en los distintos establecimientos osciló entre el 0,42 y 0,50 t/m<sup>3</sup> y suponiendo que la extracción total de CP realizada anualmente alcanza los 10 cm de profundidad podría determinarse la cantidad de CP de la siguiente forma:

$$T \text{ residuo. establecimiento}^{-1} \cdot \text{año}^{-1} = CP \times \text{Sup} \times N.^{\circ} \text{ galpones} \times \text{prof. (m)} \times \text{crianzas}$$

̄ CP: densidad de la CP determinada en el laboratorio expresada en t.m<sup>-3</sup>;

Sup.: superficie del galpón expresada en m<sup>2</sup>;

N.º de galpones: cantidad de galpones existentes en la granja;

Prof.: profundidad de extracción de la CP al final de la crianza;

Crianza: cantidad de crianzas realizadas por año.

A continuación, se presentan los datos de CP generados a partir de la limpieza parcial y total de los galpones considerando las características productivas de un establecimiento promedio de la zona.

Densidad CP: 0.45 t/m<sup>3</sup>

Profundidad de extracción en limpieza parcial: 0,05 m

Cantidad de crianzas: 5.5 veces. Año

Superficie promedio de los galpones: 1.450 m<sup>2</sup>

Cantidad promedio de galpones: 5 galpones. Establecimiento<sup>-1</sup>

Densidad promedio de aves: 10 aves.m<sup>2</sup>

Valor estimado de estiércol (sólido) producido por ave (48 días de crianza): 1,8 kg ave<sup>-1</sup>

### Tabla 1:

Estimación de Cantidad de CP generada en un establecimiento promedio de la zona utilizando los modelos citados

Modelo	Cantidad de CP* (t CP año <sup>-1</sup> )
I	718
II	897

\*En un establecimiento promedio de la zona de estudio

## Modelo CAM (cantidad producida)

En función de los datos de la zona estudiada se estima que una granja de 5 galpones con una densidad de 10 aves por m<sup>2</sup>, con galpones de 1450 m<sup>2</sup> y una mortalidad entre el 3-4 % se obtiene por crianza aproximadamente 0,5 t de CAM. Por lo tanto, al año luego de 5,5 crianzas se generan entre 2 y 2,5 t de CAM en un establecimiento promedio.

## Entrevistas en profundidad

Los entrevistados coincidieron que antes la cama era un material muy codiciado y los contratistas pagaban al productor para poder llevarla. Hoy en día es el productor que debe pagar al contratista para que la retiren. En estos últimos años se reutiliza la cama entre las sucesivas crianzas y se realizan varias prácticas de manejo como la utilización del motocultivador. Algunos plantean como problemática el costo de mano de obra, el contratista (guanero) y los documentos que Senasa requiere para poder retirar la cama del establecimiento. Las soluciones que aportan es crear una máquina para la extracción de la cama y con esta bajar costos y ganar tiempo. Además, realizar un registro de contratistas (guaneros) idóneos con la debida documentación para llevar a cabo el trabajo. Todos los encuestados coincidieron en que ven a la cama de pollo como un gran subproducto, el cual debe ser explotado no solo como un fertilizante, sino como fuente de energía o producto para alimentación de ciertos animales.

A continuación, se presenta un resumen de las entrevistas en profundidad

**Tabla 2:**  
Resumen de entrevistas en profundidad

Rol en PA	Años en la PA	Cambios en el manejo de la cama	Uso actual	Problemática	Soluciones propuestas
Productor	33	Menos cantidad de cp por la mejora en los implementos. Antes pagaban por la cama y a hora se paga para retirarla.  Uso del motocultivador y como fertilizante	Abono en los cultivos	Transporte y papeles	Fertilizar los campos, no tener que llamar a el guanero.  Como fertilizante es muy beneficioso
Asesor Veterinario	20	Distintos tratamientos en las camas (acidificantes, salmonelidas)  Masificación en el uso de motocultivador	Mendoza, campos cercanos, abonos	Costo de mano de obra y Transporte para usar como fertilizante	Maquinaria que baje los costos para retirar la cama eficiente.  Muy buen subproducto
Veterinaria (nexo entre el integrado y el productor)	7	La diferencia entre que te paguen por retirar la cama y pagar.	Una vez por año se retira con los documentos apropiados	Guaneros y cierre del documento de retiro	Registro de guanero. Subproducto como abono
Docente/ investigador	48	Conciencia del manejo.  En todas las crianzas se cambia la cama	Tratamiento de la cama y reúso	Correcto uso para sacar ventajas	Compostaje y transformarla en subproducto como energía, alimentación

PA (Producción avícola)

## Consideraciones finales

La mayoría de las granjas están integradas y se dedica a esta actividad desde hace más de 15 años en superficies menores a 3 ha. El rango de producción es muy amplio, pero se estableció que el promedio de los ciclos productivos es de 5,5 ciclos.año<sup>-1</sup>, la duración de las crianzas es de 47 días y la densidad de las aves por m<sup>2</sup> es de 10 a 11. La alimentación es *ad libitum* y la forma presentación del alimento es en pellet en todas las granjas. Es de destacar que la mayoría de los productores encuestados no relaciona la alimentación con el manejo de la cama.

Se observó que tanto el manejo productivo como las instalaciones de las granjas están acordes con la normativa vigente, sin embargo, no sucede lo mismo con el manejo de las CP y CAM generados. Por ejemplo en algunos casos la CP no se renueva totalmente y por lo general, se apila en las cercanías de los galpones sin tener en cuenta la posible contaminación ambiental, se retira en camiones con destino desconocido por el productor o es aplicada en campos de producción previo a su disposición final.

En la mayoría de los establecimientos encuestados, la disposición de aves muertas por compostaje es la correcta; sin embargo, en esta técnica no se controlan parámetros de humedad y temperatura.

Gran parte de las granjas visitadas se ubicaban fuera de la zona urbanizada y el agua que utilizaban para las aves por lo general era la misma que para el consumo humano, pero conocían los peligros de la potabilidad y la mayoría la clorinaban. El 87 % de los encuestados consideró que no hay ningún cuerpo de agua que esté en peligro de contaminación.

Finalmente, podemos concluir que la modernización de los sistemas intensivos en producción avícola no está acompañada por un proceso integral en la gestión de CP y CAM.

## Bibliografía

- Arbor Acres. (2009). Guía de manejo del pollo de engorde. (Disponible: <http://es.aviagen.com>). (Consultado: 2018).
- Barbaro, L.; Karlanian, A.; Morisigue, D.; Rizzo, M.; P. Riera, P.; Della Torre, V.; Crespo, D. (2011). Compost de ave de corral como componente de sustratos. Instituto de Floricultura e IMyZA, INTA. (Disponible: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-20672011000100009](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672011000100009)). (Consultado: 2017).
- Bernigaud, C; Almada, N; Gange, J. (2017). Compostaje de aves muertas en granjas de parrilleros. Ediciones INTA. (Disponible: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_-\\_compostaje\\_de\\_aves\\_muertas\\_en\\_granjas\\_de\\_parrilleros\\_2017.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_compostaje_de_aves_muertas_en_granjas_de_parrilleros_2017.pdf)). (Consultado: 2018).
- Cardin, R. (2016). Informes de cadenas de valor. Cárnica – Aviar. AÑO 1, N.º 5. Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas. Presidencia de la Nación. (Disponible: [http://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/SSPE\\_Cadena\\_Valor\\_Aviar.pdf](http://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/SSPE_Cadena_Valor_Aviar.pdf)). (Consultado: noviembre 2017).
- CEPA (2017). Centro de empresas procesadoras avícolas. (Disponible: <http://www.aviculturaargentina.com.ar>). (Consultado: 2020).
- Gange, J.M.; Almada, N; Bernigaud, I. (2017). Residuos de la Agroindustria: el caso de la cama de pollo en Entre Ríos. X Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales Argentinos y Latinoamericanos. (Disponible [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_-\\_jornadas\\_ciea\\_2017\\_ponencia\\_final-cama\\_0.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_jornadas_ciea_2017_ponencia_final-cama_0.pdf)). (Consultado: 2018).
- Gange, J.M. (2016). Cama de pollo en Entre Ríos aporte para su uso y manejo. Ediciones INTA, 2016. (Disponible: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_-\\_cama\\_de\\_pollo\\_en\\_entre\\_rios\\_0.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_cama_de_pollo_en_entre_rios_0.pdf)). (Consultado: 2017).
- García, A.R.; Fleite, S.N.; Bereterbide, J. (2017). Marco legal ambiental para el manejo de los residuos en producciones animales intensivas. Ed. INTA.
- García, A.L. (2011). Productores familiares y agricultura de contrato. Vínculos y estrategias en el caso de la avicultura entrerrriana. CONICET – INTA EEA Concepción del Uruguay.
- Huang, K.; Kemp, C.; Fisher, C. (2011). Nutrición, consumo de agua y humedad de la cama. El sitio avícola. (Disponible: <http://www.elsitioavicola.com/articles/2012/nutrician-consumo-de-agua-y-humedad-de-la-cama/>). (Consultado: 2018).
- Maisonnave, R.; Lamelas, K.; Mair, G. (2015). Buenas Prácticas de manejo y utilización de cama de pollo y guano. (Disponible: [http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/prensa/folleto\\_digital/contenido/Manual\\_Avicola.pdf](http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/prensa/folleto_digital/contenido/Manual_Avicola.pdf)). (Consulta: 2016).
- Ruiz, B. (2016). Repuntan pollo y huevo en la avicultura latinoamericana. Industria avícola 63: 10-38.
- Saravanan, K. (2018). A Study on the Concept of Reutilization of Litter in Broiler Poultry Farms. International Journal of Engineering Research and General Science. 6:1.
- SENASA. (2019). Res 1699/2019. (Disponible: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/223674>).
- Sonoda, L.; Moura, D.J.; Bueno, L.G.F.; Cordeiro, D.; Mendes, A. (2012). Broiler litter reutilization applying different composting concepts. Rev. Bras. Cienc. Avic. vol. 14 n.º 3. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2012000300011>
- USDA. (2016). Base de datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA). (Disponible: <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdquery.aspx>). (Consultado: 2017).



## Capítulo 6

**Marco legal para el  
manejo de los  
residuos en  
producciones  
animales intensivas  
de la provincia de  
Buenos Aires**

Santiago Nicolás Fleite,  
Ana Rosa García

## Panorama normativo

La mayoría de las normas aplicables en temas relacionados con el cuidado del ambiente y con la gestión de los establecimientos de producción animal intensiva (específicamente al manejo de los residuos) son de carácter general, orientadas mayormente a la industria. Detalles sobre estas normas y su aplicación se pueden hallar en García *et al.* (2015, 2017), y Nosedá (2017), en caso de que el lector quiera profundizar en el tema. No obstante, a continuación, se esbozará un resumen de las normas aplicables a nivel nacional y provincial, y se dará una breve actualización al respecto de la sanción de la Ley de feedlot (14.867) del 2016, y a la Res. 333/2017 de la Autoridad del Agua (ADA).

## Marco legal para el manejo de residuos en sistemas de producción animal

### Legislación nacional

Comprende a la "Ley de Residuos Peligrosos" (Ley 24.051) y la "Ley General del Ambiente" (Ley 25.675). Con respecto a la primera, se destacan tres aspectos:

Art. 2: "En particular serán considerados peligrosos los residuos indicados en el Anexo I o que posean alguna de las características enumeradas en el Anexo II de esta ley".

Esta normativa sería aplicable a las producciones animales intensivas, ya que el residuo generado (estiércol) presenta características peligrosas definidas bajo las categorías H12/H13 del Anexo II<sup>1</sup>.

La provincia de Buenos Aires no adhirió al régimen de esta Ley (ley previa a 1994, no es de presupuestos mínimos en los términos del art. 41 de la Constitución Nacional). Por consiguiente, esta ley no es de aplicación directa.

Del análisis de estos aspectos surge que los residuos aquí tratados corresponden a la categoría de peligrosos. No obstante, como la provincia de Buenos Aires nunca adhirió al régimen de la Ley 24.051 deberá referirse a la normativa provincial competente (Ley de Residuos Especiales – Ley 11720) para establecer exactamente como tratar este tipo de residuo.

Con respecto a la "Ley General del Ambiente", esta es de carácter general y de estricta aplicación en todas las provincias, estableciendo la obligatoriedad de estudios de impacto ambiental (EIA) y del resguardo del medioambiente.

---

<sup>1</sup>**H12 Ecotóxicos:** sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medioambiente debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos. **H13:** sustancias que pueden por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia por ejemplo, un producto de lixiviación, que pose alguna de las características arriba expuestas.

## Legislación provincial

La normativa aplicable a nivel provincial se halla muy relacionada con los dos organismos competentes en la materia:

- **OPDS:** Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible
- Ley 11.723 - Ley integral del medio ambiente y los recursos naturales  
Decreto 4371/95 – Reglamentario
- Ley 11.459 – Ley de radicación industrial
- **ADA:** Autoridad del Agua
- Ley 12.257 – Código de aguas de la provincia de Buenos Aires Ley 5965 y decretos 2009/60 y 3970/90 – Ley de protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera
- Res. ADA 336/2003 - Anexo II – Parámetros de descarga admisibles
- Res. 518/2021 - Regular los establecimientos que realizan vuelcos discontinuos de sus efluentes líquidos.
- Res. ADA 333/2017 - Reglamento de los procesos para la obtención de la prefactibilidad, autorizaciones y permisos. Deroga toda la normativa anterior relevante, incluyendo las resoluciones 734/2014 y 209/2004, excepto por la 336/2003.

Además, cabe mencionarse la sanción en 2016 de la llamada "Ley de feedlots" (Ley 14.867), que ha modificado los marcos normativos para esa actividad en la provincia de Buenos Aires, y que se discute al final de este capítulo.

Considerando la normativa relativa a la OPDS, la Ley 11.723 otorga la autorización de sancionar a aquellos que generen un daño ambiental y faculta en tal sentido a la OPDS. De este modo, la parte concerniente al cuidado y protección del ambiente, como la aprobación de la evaluación de impacto ambiental (EIA), será auditada por la OPDS quien extenderá un permiso para operar. En tal sentido, como la EIA incluye dentro de sí los protocolos de mitigación dirigidos a los principales impactos detectados, resulta factible que muchos de los factores o componentes relacionados con el manejo de residuos en los establecimientos de animales en confinamiento se encuentren allí descriptos y sean aprobados junto con la EIA. Además de este permiso, se requiere la aprobación de otros organismos o de la misma OPDS en otras instancias normativas. Asimismo, debe considerarse, que de acuerdo a la Ley 11.459, las EIA solo se aprueban sobre una serie de actividades listadas, de la cual se excluye a las actividades no industriales como los tambos, feedlots, y producciones porcinas y avícolas. Esta situación, no obstante, ha sido subsanada parcialmente por la Ley 14.867 (2016), cuyo art. 4 establece el requerimiento de la aprobación de la EIA para actividades de engorde vacuno a corral.

Relativo a la ADA, la Ley 12.257 establece a este Organismo como autoridad com-

petente sobre toda política, control, y protección de los cuerpos de agua. Además, indica que esta se encarga de regular la disposición de efluentes líquidos, entre ellos, de producciones como los feedlots, tambos y criaderos de cerdos. De su análisis se puede concluir que, mientras la generación del efluente, su tratamiento e impactos (a través del EIA) competen a OPDS, su vuelco al ambiente corresponde al ADA<sup>2</sup>. La Res. 336/2003 establece los parámetros de descarga admisibles o límites de vuelco, expresados en concentración, aplicables para este tipo de actividades agropecuarias. Estos han sido definidos de manera general, sin tener en cuenta aspectos como: el tipo de efluente generado (orgánico e inorgánico); el caudal de la descarga y del curso receptor; y los efectos ambientales dados por las características específicas de cada sitio. Recientemente, la Res. 333/2017 ha modificado sustancialmente la normativa en lo referido al vuelco de efluentes, aunque manteniendo en vigencia los límites establecidos en la Res. 336/2003. En esencia, se definen los requisitos para la gestión de un permiso de vuelco, conjuntamente con otras formas de afectación del recurso hídrico (extracción y uso). Comparando este cambio normativo con los lineamientos previstos en la Ley 5965, Decreto 2009/60, pareciera seguirse el espíritu de este último, pero con una carencia total en términos de aportes técnicos. De este modo, la responsabilidad final sobre lo actuado residirá sobre el profesional competente, lo que puede llevar a la aplicación inconsistente de la normativa.

Siguiendo con el esquema de permisos previstos en la Res.333/2017, se establece una clasificación del riesgo esperado en función de tres ejes principales de análisis<sup>3</sup>. Considerando los criterios de riesgo para la prefactibilidad de vuelco de efluentes se establece la categoría D: Nivel de riesgo "no aceptable", y por lo tanto la solicitud será rechazada, "Cuando a pesar de operar una planta de tratamiento, en caso de vuelco por accidente, se podría generar un daño irreversible en el cuerpo receptor". Aquí surge un problema, pues algunas actividades agropecuarias quedarían de facto vedadas de poder volcar sus efluentes al medio. Las actividades tipo feedlot donde los efluentes se generan a partir de lluvias son muy susceptibles a sufrir, en caso de lluvias extraordinarias, vuelcos accidentales. Dado que no se define con claridad la implicancia de "daño irreversible en el cuerpo receptor", la aprobación del vuelco de sus efluentes quedaría supeditada a lo consignado por el profesional competente en la presentación de la EIA y demás documentación respaldatoria de la solicitud.

Otra fuente de incertidumbre radica en la denominación "vertidos industriales", empleada en la sección K (Proceso: permiso de vuelco):

---

<sup>2</sup>Es importante destacar que el EIA involucra el impacto en los cuerpos de agua, por consiguiente en el tema de las descargas a cuerpos de agua, tal como está reglamentado, podría existir una superposición de competencia entre los organismos de control.

<sup>3</sup>La clasificación de riesgo está basada en tres ejes principales de análisis, que corresponden a las autorizaciones y permisos que se otorgan: Aptitud Hidráulica; Explotación del recurso hídrico (Subterráneo y Superficial) y Vuelco de efluentes.

“Este proceso tiene por finalidad, evaluar si un proyecto al cual se le otorgó la aptitud de vuelco (APTV), o bien una obra que ya se encuentra ejecutada, es adecuado desde el punto de vista tecnológico para tratar los vertidos industriales que están proyectados volcar sin afectar el cuerpo receptor fuera de los parámetros de calidad establecidos, y como tal se le emite una constancia de aptitud hidráulica.” Tal como está descrito no queda claro su aplicabilidad, es decir, si las actividades no industriales, como los establecimientos agropecuarios, quedan fuera de este régimen o están consideradas.

Además, la aprobación de la solicitud del permiso de vuelco puede estar supeditada a la aprobación del estudio de impacto ambiental (cuando sea requerido). Este aspecto implica la injerencia con la OPDS (tómese en cuenta que la Ley 11.723 faculta a la OPDS a conceder o no la aprobación de la EIA). La ausencia de información sobre cuál es el organismo que otorgue la aprobación del estudio de impacto ambiental (ADA o OPDS) para obtener este permiso genera controversia, pudiéndose presentar el caso de aprobación de esta por una autoridad y el rechazo por otra.

Cabe realizar una breve mención a la ya citada Ley 5965 y sus Decretos reglamentarios 2009/60 y 3970/90. Estas normas establecen las condiciones a las que deben ajustarse los vuelcos de efluentes al ambiente, ya sean líquidos o gaseosos. Su aplicación es muy dudosa, ya que existen serias incompatibilidades con el código de aguas, pues mientras la ADA establece límites fijos de vuelco (Res. 336/2003), la citada ley establece que la condición de aceptación del vuelco es que este no implique una alteración significativa en la calidad del agua del cuerpo receptor. No obstante, la reciente Res. 333/2017 (ADA) parece fusionar ambos criterios, estableciendo que deben cumplirse ambos, aunque sin brindar ningún lineamiento técnico, ni aclarando si aquellos establecidos en el Decreto 2009/60 pueden tomarse como referencia a tal efecto. Para brindarle al lector una visión más detallada sobre esta última cuestión, al final del presente capítulo se puede hallar una síntesis al respecto.

### **Ley 14.867 o “Ley de feedlots”**

La llamada “Ley de feedlots” pretende resguardar al ambiente, la salud humana, animal, y la calidad de los productos bovinos, regulando la actividad en toda la provincia de Buenos Aires. Define a los establecimientos alcanzados como:

“El organismo de aplicación determinará los parámetros técnicos sobre densidad de animales que serán considerados para definir aquellos establecimientos no comprendidos como engordes intensivos a corral pero que deberán ajustarse a las consideraciones establecidas en la presente Ley”.

Por un lado, dada la definición que brinda, *sensu lato*, podría emplearse a futuro para regular todas las actividades de cría de animales en confinamiento. Por otro lado, subsana las falencias de las Ley 11.723 y Ley 11.459 en materia del estudio

o evaluación de impacto ambiental, como fuera mencionado previamente, estableciendo además las siguientes pautas mínimas:

- Línea de base
- Designación de un responsable técnico
- Plano y memoria descriptiva (topografía, cuencas)
- Estudio de recursos hídricos
- Plan de mitigación ambiental
- Programa de monitoreo y vigilancia
- Planes de contingencia y cierre

Además, establece que se deberán definir distancias mínimas de locación (a definir por cada municipio) con respecto a los centros urbanos, y exige la realización de un plan integral de gestión de residuos, de plagas o vectores, de excretas, de residuos peligrosos y de animales muertos. Sin embargo, al igual que las normas anteriormente detalladas, no brinda lineamiento técnico alguno para su realización. Tampoco considera la redundancia que se establece con la normativa discutida previamente, donde estas cuestiones quedarían englobadas dentro de la EIA, así como en los distintos requerimientos de la Res. 333/2017 de la ADA y las presentaciones pertinentes a la OPDS según las Leyes 11.723 y 11.347 (residuos patogénicos).

Tampoco se designa la autoridad de aplicación competente, siendo que aquella que lo sea deberá coordinar el control de los aspectos ambientales (OPDS), el control de la gestión de los residuos patogénicos (Ministerio de Salud Provincial), y el uso de agua y vertido de efluentes (ADA). De esta forma, la autoridad designada deberá coordinar sus actividades con la OPDS y con la ADA, sumando complejidad al entramado normativo.

### **Nuevo marco normativo: Resolución 333/2017 ADA**

Como gran novedad, esta resolución es la primera en aportar criterios técnicos para el manejo de efluentes en mucho tiempo, al menos desde la Res. 336/2003 (ADA). Algunos de ellos son la altura de cota de fundación, y los volúmenes de uso de agua superficial y subterránea. No obstante, al igual que en la Res. 336/2003 (ADA), se sigue careciendo de sitio-especificidad a la hora de dictar dichos criterios, exigiendo niveles de vuelco incongruentes con la realidad de la región Pampeana. Estos se desarrollan sin fundamentos aparentes, y sin considerar los requerimientos y el funcionamiento de producciones intensivas u otros sistemas rurales similares, al enfocarse casi exclusivamente a la industria.

Dentro de todos los criterios, uno de gran importancia: la aptitud hidráulica, está referido al impacto que podría ocasionar la construcción de obras urbanas o industriales en la escorrentía superficial y los cuerpos de superficial de agua, dejando a los impactos de las actividades de producción animal intensiva, nuevamente, sin

normativa específica y generando un riesgo ambiental potencial elevado. En particular, se percibe un déficit importante en la precisión y exactitud de las definiciones para la aceptabilidad o rechazo de las presentaciones.

### **A continuación, se analizan algunos fragmentos:**

- 1) "No tiene capacidad potencial de afectar a terceros con anegamiento o escorrentía superficial"; [...] genera un riesgo medio: Externalidad negativa que no tiene solución potencial [...] o [...] daño irreversible en el cuerpo receptor [...]". De aquí surge una pregunta: ¿cómo se establecen estas situaciones?,
- 2) "[...] el residuo tenga características o componente de potencialidad explosiva, y/o toxicidad, y/o capacidad corrosiva". ¿Bajo qué característica entran los residuos animales o estiércol? ¿A que se refiere con toxicidad?

Esta reglamentación intenta unificar el sistema de permisos y sus criterios (vuelco, extracción y uso) que otorga la ADA. El permiso de vuelco se sostiene bajo el mismo esquema esbozado en la Res. 336/2003 (ADA) y que vienen siendo arrastrados desde la Ley del Código de Aguas. En todos los casos, no se dan lineamientos técnicos específicos ni precisiones de cómo determinar los parámetros requeridos para una eventual aprobación, pudiendo ello derivar en disparidades de criterios en función de los profesionales encargados de las presentaciones.

### **Ley 5965, Decreto 2009/60**

Finalmente, se cita a continuación el art. 4 de la Ley 5965, Decreto 2009/60, el cual puede servir para dar al lector una idea de parámetros técnicos precisos, unívocos y de fácil aplicación. A pesar de haber sido sancionado hace ya casi 60 años, los criterios que se proponen propiciarían un cuidado del ambiente más riguroso y asequible que las normas posteriores, aun considerando lo desactualizado de ciertos parámetros. Esto último se ve especialmente en el uso de parámetros fijos, reflejo de la dificultad para resolver modelos de cálculo en la época previa a la computación masiva, fácilmente implementable hoy en día (un ejemplo puede hallarse en Fleite, 2014). Cabe destacar que, de la citada Ley y su Decreto reglamentario aún vigentes, únicamente sigue siendo de aplicación el régimen de multas que establecen. A continuación se transcribe el artículo 4 de la Ley, seguido de posibles actualizaciones (PA) para algunas de las condiciones mínimas descriptas:

"Artículo 4º) Las descargas directas o indirectas a cursos o fuentes de agua, deberán reunir las siguientes condiciones mínimas:

- a) La temperatura no debe ser tan alta como para dañar el conducto ni afectar la flora o fauna natural del agua receptora y nunca superior a 45°C (PA: ítem 1).
- b) pH: estará comprendido entre 6,5 y 10, pudiendo llegar hasta 11 si se neutraliza con cal (PA: ítem 2).

- c) Los sólidos sedimentables serán reducidos a un mínimo tal, de modo que en ningún momento puedan originar depósitos, rellenos o embanques ni obstrucciones en el desagüe.
- d) No se admitirá la descarga de efluentes que contengan sustancias flotantes, sean grasas o de cualquier otro tipo, que cambie el aspecto natural o propio de un cuerpo receptor, no afectado por descargas impropias, ni ocasionar cualquier otro inconveniente.
- e) Si por la naturaleza del cuerpo receptor, éste admitiera sustancias de este tipo, el máximo total admisible será de 150 mg. por litro (PA: ítem 3).
- f) No se admitirá la descarga de sustancias nocivas mal olientes, inflamables, explosivas o capaces de producirlas. Tampoco se aceptarán efluentes muy coloreados (PA: ítem 4).
- g) No deberán contener sustancias que puedan interferir en la actividad biológica natural en la fuente, dificultar o encarecer el tratamiento del agua para uso humano, en plantas existentes o previsibles.
- h) Si no se hallare el sistema de depuración que excluya sin lugar a duda, toda posibilidad de realizar el tratamiento del efluente a que se refiere el inciso anterior f), no se permitirá la instalación en ese lugar, de industrias con tales residuos (PA: ítem 5).
- i) Cuando los efluentes lleven material capaz de medirse por DBO, ésta será lo suficientemente baja como para que no haga perder a los cuerpos receptores, en ninguna parte, el aspecto natural que deben tener, ni afectar la actividad biológica.

La deflexión del oxígeno disuelto nunca hará bajar a éste, a menos de 2 mg. por litro, en su punto crítico, en un corto trecho de su curso o en pocas horas diarias, si se trata de fuentes estáticas. Sólo como una excepción, se admitirán descargas que reduzcan el oxígeno a cero, siempre que el grado de depuración con respecto a la D.B.O. del efluente no tratado, se haya reducido en más del 85% y cuando la capacidad de autodepuración del cuerpo receptor permita restituir en corto lapso, el oxígeno consumido, a su tenor natural." (PA: ítem 5).

#### **Posibles actualizaciones (PA) del artículo 4 de la Ley 5965, Decreto 2009/60:**

- 1) Actualmente, se debiera considerar el uso de un modelo predictivo junto con datos de la fauna de cada sitio, de modo tal de definir una temperatura apta para el vuelco.
- 2) Se restringiría al intervalo de pH entre 6,5 y 8,5 y al igual que en el caso anterior, debiera plantearse el uso de modelos de cálculo sitio-específicos.
- 3) Debiera plantearse el uso de modelos de cálculo sitio-específicos.
- 4) Estas definiciones podrían mejorarse incorporando el uso de técnicas analíticas estandarizadas hoy fácilmente asequibles, como la medición de la turbidez y el color.
- 5) Un valor aceptable hoy día sería de entre 4 y 6 mg/L de oxígeno disuelto, dependiendo del cuerpo de agua. A partir de dicho valor, modelos de cálculo sitio-específicos podrían aplicarse para determinar el vuelco admisible para efluentes orgánicos.

## Bibliografía

- García, A.R.; Fleite, S.N.; Bereterbide, J. (2017). Marco legal ambiental para el manejo de residuos en producciones animales intensivas. INTA Ediciones, Colección Investigación, Desarrollo e Innovación. 24 p.
- García, A.R.; Fleite, S.N.; Ciapparelli, I.C.; Weigandt, C.; Iorio, A. F. (2015). Observaciones, desafíos y oportunidades en el manejo de efluentes de feedlot en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Ecología austral*, 25(3), 255-262.
- Nosedá, P. (2017). Comentarios a la nueva ley N° 14.867 que regula el engorde intensivo a corral de bovinos y bubalinos en la provincia de Buenos Aires. IV Congreso Nacional de Derecho Agrario, Ciudad de Salta, Salta, Argentina.
- Fleite, S.N. (2014). Capacidad asimilativa de ríos y arroyos de la pampa húmeda frente al vertido de efluentes de sistemas de engorde a corral (feedlots): proceso TMDL. Trabajo de Intensificación para obtener el grado de Licenciado en Ciencias Ambientales otorgado por Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.



# Capítulo 7

**Prevención de los efectos ambientales de las producciones animales intensivas**

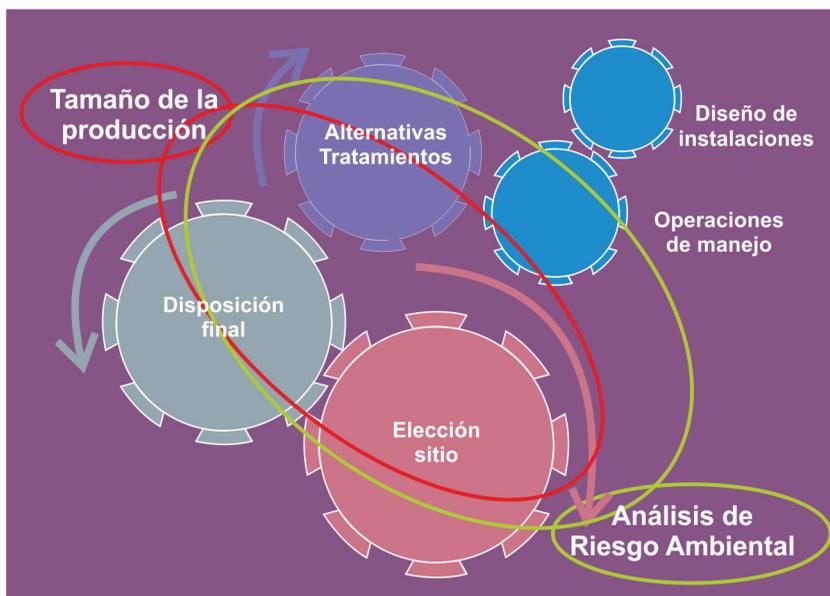
Ana Rosa García

## Componentes de manejo y jerarquización

A la luz de los resultados obtenidos bajo el marco del proyecto CIAC - 940149, se pusieron en evidencia ciertas deficiencias en las prácticas intensivas de cría de animales que es necesario conocerlas para poder establecer estrategias que permitan abordarlas. Así, por ejemplo, la pobre o escasa información sistematizada de la cantidad de establecimientos de animales en confinamiento (EAC) existentes y de su funcionamiento es una de ellas. Actualmente Senasa es el organismo que se encarga de estos aspectos, abordando la funcionalidad de los EAC desde el punto de vista sanitario dejando de lado todo lo relacionado con el ambiente. Las reglamentaciones o normas de habilitación y funcionamiento van en el mismo sentido. No hay reglamentaciones específicas que regulen estas actividades (García *et al.*, 2017) y si bien, se conocen los efectos ambientales, son muy pocos los criterios establecidos para prevenir y mitigarlos. Cabe destacar que esta información resulta necesaria a la hora de elaborar un plan para incorporar a los EAC a un sistema de control.

A partir del diagnóstico de situación realizado para cada producción (avícola, porcina y bovina-tambo y feedlot) y de las normas de manejo publicadas en reglamentaciones y manuales nacionales e internacionales, se han podido clasificar los datos en cinco categorías o componentes que definen las características del manejo de los residuos. Estas categorías fueron jerarquizadas en función de su influencia en la prevención de los efectos ambientales (Fig. 1) y son sumamente relevantes a la hora de planificar la instalación y el funcionamiento de un EAC, ya que de ellas va a depender el impacto en el ambiente y por ende la sustentabilidad de la producción, como así también la complejidad del manejo, aspecto relacionado con los costos de producción.

Los componentes de manejo definidos y jerarquizados en orden de importancia ambiental son:



**Figura 1:**  
Componentes de manejo jerarquizados en orden de importancia ambiental

## 1) Localización geográfica:

La elección del sitio es el factor principal, sobre todo para las producciones donde se generan efluentes líquidos<sup>1</sup>, pero incluso para aquellas donde no se generan, como la producción avícola.

En las producciones animales intensivas se presentan áreas de acumulación y estabilización del estiércol tanto líquido como sólido que, por acción de agentes ambientales, podrían salir del sistema y llegar a los cuerpos de agua superficial y sub-superficial. Por consiguiente, en zonas vulnerables a la contaminación de cuerpos de agua, se descarta la posibilidad de realizar estas actividades. En relación con esto, se plantea la necesidad de definir distancias mínimas a los cursos de agua para la instalación de un EAC; aspecto que muy pocas veces está reglamentado o lo está de una manera general sin considerar las particularidades de cada curso (por ejemplo, no se consideran las dimensiones de la llanura de inundación). Asimismo, las distancias a las zonas urbanas y periurbanas son sumamente importante de definir para proteger la salud de la población.

Para poder elegir el mejor sitio frente a un plan de instalación es necesario contar con criterios ambientales de localización, que habrá que definir (algunos generales y otros sitios específicos). Estos permitirán establecer, junto con otros componentes, las condiciones de aptitud para la instalación de estas producciones.

A modo de ejemplo se enumeran algunos aspectos que podrían ser considerados para definir los criterios de localización de un EAC para desarrollar:

- Pendiente natural del terreno (instalación en zonas elevadas, evitar el patrón de escurrimiento, evitar las zonas inundables).
- Características de la permeabilidad de los suelos.
- Mínima profundidad de la napa freática.
- Distancia a los acuíferos subyacentes.
- Características de los acuíferos subyacentes.
- Distancia a curso de agua.
- Distancias a tomas de agua (para captación de agua con destino para potabilización).
- Características de calidad de los cursos de agua cercanos y su capacidad de asimilación.
- Presencia de otros establecimientos intensivos.
- Distancias a zonas periurbanas y urbanas.
- Distancias a escuelas y a zonas rurales con población agrupada.

---

<sup>1</sup> Llámese efluentes líquidos a aquellos que se producen cuando el agua de lluvia o de lavado (sala de ordeño, lavado de piso con listones-pozo profundo) se pone en contacto con el estiércol, sea en un corral de engorde a cielo abierto o en una playa de compostaje o apilamiento.

## Distancias a rutas nacionales y provinciales

Además de estos criterios, si estamos en La Pampa húmeda donde las lluvias son de 1000 mm al año, será necesario una mayor especificidad de la ubicación dentro de la cuenca hidrográfica. No es lo mismo estar ubicado próximo a la divisoria de una cuenca o subcuenca (loma y media-loma) que estar próximo a un tributario (en las terraza fluvial o llanura aluvial). En el primer caso estará en mejores condiciones topográficas, pudiendo no ser necesario realizar obras para desviar o captar el agua limpia que tendería a atravesar el establecimiento (primer punto para considerar en el manejo de efluentes). En consecuencia, los establecimientos que se localicen en la zona de mayor energía potencial no solo van a tener un menor impacto, sino que además van a estar favorecidos en cuanto a la complejidad del manejo (obras de captación en represas más pequeñas dado el menor volumen de escurrimiento de la cuenca y la mayor distancia a un curso de agua).

Asimismo, se tendría que analizar el patrón de escurrimiento para no estar ubicado en el área de mayor escurrimiento. Como dice el refrán "el agua siempre corre cuesta abajo", si los lotes de alimentación o canales de recolección se ubican en la zona de dirección del escurrimiento, se puede perjudicar a las zonas más bajas que se hallan en la misma dirección. En tanto que, si se evitan estas zonas, el escurrimiento se produce en varias direcciones provocando un menor impacto en las zonas aledañas. Hay programas, como el SAGA GIS (sistema de información geográfica), que permiten establecer el patrón de escurrimiento a través del índice topográfico de humedad. Estos programas constituyen una herramienta útil a la hora de predecir el potencial impacto de una actividad que se realiza en zonas altas del paisaje sobre las que están por debajo (Fleite *et al.*, 2017).

Elegir la ubicación más adecuada es sumamente importante para prevención de efectos, y para disminuir la complejidad del manejo, y este aspecto está relacionado con el ordenamiento territorial. En las legislaciones este aspecto (la localización) está muy poco desarrollado. Así por ejemplo la reciente Ley de feedlot (Ley 14867) establece que la distancia mínima de locación de un EAC será definida por cada municipio y esta distancia deberá ser tenida en cuenta por la autoridad de aplicación a la hora de establecer criterios de localización (art. 9). Hay ordenanzas municipales y leyes provinciales que indican distancias mínimas a las que debe estar ubicado un EAC de los centros urbanos y de los ríos. Por ejemplo, la ley de Córdoba (Ley 9306, art. 7) define zonas críticas o sensibles a aquellas que se encuentren dentro de los 3 km de una población o curso de río, o en zonas donde el acuífero se encuentre a menos de 10 metros de profundidad en alta. Esta reglamentación, así como otras, es muy taxativa y dentro del límite expuesto (3 km) no tiene en cuenta las particularidades de la cuenca como por ejemplo la dimensión de la terraza fluvial y de la llanura de inundación, aspectos importantes en los ríos de llanura. Tampoco se tiene en cuenta en las legislaciones el desvío del agua limpia (agua que proviene de las partes más altas de la cuenca) para evitar el contacto con las instalaciones o con las áreas de acumulación del estiércol.

En la provincia de Buenos Aires, la actual Res. 333/17 (ADA) reglamenta los procesos para la obtención de la prefactibilidad, autorizaciones y permisos relacionados con los recursos hídricos. Además brinda dos criterios técnicos para evaluar la aptitud hidráulica, que son: la altura de cota y los caudales de explotación. Estos criterios están definidos de manera general e indiscriminada (se formulan para cualquier actividad (industrial, urbana o rural) y para cualquier localidad o cuenca de la provincia), no se describe una justificación técnico-científica para los niveles propuestos y en consecuencia es poco lo que aportan a la prevención de impactos en los establecimientos de animales en confinamiento (EAC).

## 2) Disposición final del residuo:

¿cuál va a ser el destino final de los residuos?, ¿qué se va a hacer con el residuo?, ¿se va a transformar en un producto?, ¿se va a transportar fuera del establecimiento?, ¿se va a tratar y descargar en suelos, alcantarillas, cursos de agua?

Definir y planificar este componente es sumamente necesario, de no hacerlo, se acumularán los residuos tanto sólido como líquido, y esto irá en detrimento de la producción, de la salud y del medioambiente. En la Figura 2 se observan algunas opciones de destino final. Para cada una de ellas será necesario la formulación y el desarrollo de criterios ambientales (técnicos, conceptuales y de procedimientos).



### Figura 2:

*Algunas opciones de destino final de los residuos (estiércol, lodos y efluentes)*

Considerando la descarga en cuerpos de agua como un tema crítico para debatir, si se propone este destino final para efluentes después de un tratamiento y en situaciones excepcionales<sup>2</sup>, entonces habrá que establecer criterios de descarga que contemplen las características de los potenciales cuerpos de agua receptores. Por ejemplo: ¿se permitirá la descarga en una laguna?, ¿en un río que desagua en un lago?, en un río que desagua en el mar?

<sup>2</sup> Períodos muy lluviosos, donde la cantidad de efluentes acumulados por el impacto de la lluvia caída sobre el estiércol acumulado es excesiva.

Asimismo, será necesario poder establecer la cantidad de efluente que el curso de agua podría recibir. Este aspecto está relacionado con el poder contaminante del residuo y con la capacidad asimilativa<sup>3</sup> y de dilución de los ríos y arroyos. Todo aquello que exceda la capacidad asimilativa de los ríos contamina; por ende, la cantidad que está en exceso es la que habrá que limitar. Definir la capacidad asimilativa de un tramo del río frente a una descarga individual de estos efluentes permitiría asignar volúmenes para descargas individuales de efluentes sin afectar la calidad de agua del curso. Son pocos los estudios en cursos de agua superficial de la Argentina que representan esta característica. Fleite y García (2016) establecieron la capacidad asimilativa del Arroyo del Medio, en sus diferentes tramos, este estudio permitió ajustar parámetros requeridos para determinar la descarga diaria máxima total (Total Maximum Daily Load Prosses- TMDL), la cual puede ser utilizada como nivel guía para el vertido de efluentes ganaderos en este curso de agua.

Para ello se tuvo en cuenta el marco teórico suministrado por la USEPA dentro del proceso TMDL de toma de decisión (USEPA, 1983, 1997; NRC, 2001). Estos niveles guías son sitio-dependientes a diferencia de los criterios de vuelco establecidos en la Res. 336/03 (ADA).

Si el destino final fuese el reuso como abono o fertilizante<sup>4</sup>, conocer la capacidad que tiene este residuo para actuar como abono o fertilizante después de una estabilización biológica y tener en claro su poder contaminante, ayudaría a elaborar planes efectivos de manejo de nutrientes. Aquí también será necesario definir criterios técnicos, como: modelos matemáticos para establecer variables cuantitativas (dosis de aplicación en función del nitrógeno o del fósforo<sup>5</sup>, tasas de mineralización y liberación de nutrientes, tasas de pérdida (sea por escurrimiento, lixiviación, volatilización del amoníaco o denitrificación del nitrato), índice de fósforo (para establecer el nivel de este nutriente). Asimismo, se definirán criterios conceptuales como: el momento y método de incorporación al suelo (tratando de minimizar las pérdidas), criterios para seleccionar cultivos (favoreciendo la diversificación del sistema<sup>6</sup>).

---

<sup>3</sup>Capacidad asimilativa: es la capacidad que tengan los ríos y arroyos para absorber los efluentes sin modificar su calidad.

<sup>4</sup>Se entiende como abono la capacidad de brindar nutrientes a la planta y aumentar la materia orgánica del suelo. Este último aspecto favorece la estructuración del suelo, debido a la formación de agregados húmicos-arcillosos, y aumenta la capacidad para acumular agua. El estiércol se usa como fertilizante cuando el suelo tiene materia orgánica, está bien estructurado, y por consiguiente lo que se busca es la incorporación de nutrientes lábiles, disponibles para la planta. En general el sistema de tratamiento (acumulado en pilas o compostaje) interviene en estas diferencias (Larney et al., 2006, 2007).

<sup>5</sup>La dosis se establecerá a partir de un balance de nutrientes considerando, además del abono o fertilizante orgánico, la fertilidad del suelo y las necesidades nutricionales del cultivo. Lo importante en esta práctica es la no acumulación de nutrientes en el suelo. En general se utiliza el nitrógeno para establecer dosis, aunque esto podría generar un enriquecimiento en fósforo. Por consiguiente, es posible que se considere el P como nutriente para establecer la dosis de estiércol y el nitrógeno faltante se incorpore a través de un fertilizante químico (urea). Hay estudios que recomiendan una mezcla de fertilizante orgánico e inorgánico (Ciapparelli y García, 2015).

<sup>6</sup>La combinación entre la aplicación del estiércol o lodo tratado y la diversificación de los agroecosistemas mediante la inclusión de cultivos de cobertura previo a la siembra de una leguminosa u otro cultivo mejora las propiedades microbianas y químicas del suelo y la sanidad del cultivo.

<sup>7</sup>Sobre todo en aquellas producciones donde los corrales de engorde de animal están a cielo abierto, ya que el efluente que se genera depende de la lluvia caída.

### 3) Posibilidad o alternativa de tratamiento:

Constituye el tercer eslabón de influencia en los efectos ambientales. ¿Qué posibilidades hay de hacer un tratamiento?, ¿qué tecnologías desarrolladas están disponibles?, ¿cuánto se puede gastar?, ¿cuál es la necesidad?, ¿qué factores deben considerarse en la decisión de usar un método sobre el otro?, ¿el almacenamiento en pilas del estiércol sólido es mejor que el compostaje?

Si hay riesgos ambientales, porque el EAC se encuentra en zonas vulnerables de contaminación, entonces será necesario realizar un tratamiento. Asimismo, en aquellos establecimientos donde el área destinada a la reutilización en campo agrícola o descarga en suelo (*landfarming*) es escasa o nula para reciclar todo el efluente o estiércol producido, también se hace necesario tratar el residuo antes de descargarlo. Como también lo es, en áreas muy húmedas, con períodos de lluvia crónicos, donde es imposible acumular todo el efluente producido<sup>7</sup> para luego usarlo en el momento necesario de acuerdo a una planificación adecuada del uso.

La combinación entre la aplicación del estiércol o lodo tratado y la diversificación de los agroecosistemas mediante la inclusión de cultivos de cobertura previo a la siembra de una leguminosa u otro cultivo mejora las propiedades microbianas y químicas del suelo y la sanidad del cultivo.

El tratamiento realizado cambiará las propiedades del residuo pudiendo darle un valor agregado económico (al transformarse en abono o biogás) y ambiental (disminuyendo los costos ambientales). Al igual que para los demás componentes, para cada tratamiento será necesario elaborar los criterios técnicos y procedimentales.

#### **Algunos de los métodos que mejores resultados ofrecen son:**

- Lagunaje (sistema de lagunas: anaeróbicas, facultativas y aeróbicas).
- Digestores anaeróbicos (biogás).
- Separación sólido-líquido con agregados (laguna de maduración, lecho percolador, radiación UV, humedal).
- Compostaje de residuos sólidos (estiércol y lodos).
- Apilado (acumulación en pilas) (estiércol y lodos).

Los sistemas lagunares (utilizados principalmente para el tratamiento de efluentes de tambo, y feedlot) funcionan como reactores biológicos, y como tal, son muy sensibles a los cambios climáticos (sobre todo la laguna anaeróbica), motivo por el cual en La Pampa húmeda podría resultar problemático su funcionamiento; al no poder mantener estable las condiciones ambientales se ha reportado una estabilización parcial de los efluentes debido al inadecuado control del proceso (Loehr, 1968). Asimismo, se han realizado estudios cinéticos del efluente crudo (después de 24 h de sedimentación natural) que ponen en evidencia una tasa de degradación

muy baja ( $0,08 \text{ día}^{-1}$ ); indicando una materia orgánica refractaria como componente principal y un tiempo estimado para la degradación del 80-90 % de esta superior al mes (De los Santos *et al.*, 2018a, b). Motivo que permitió concluir sobre la inviabilidad de un sistema lagunar biológico como único sistema de tratamiento (Grigoriopoulos y Loudermilk, 1979; Fleite *et al.*, 2018, 2019b).

La digestión anaeróbica o producción de biogás, si bien es un método que tiene beneficios potenciales muy significativos, sobre todo frente al contexto actual de los crecientes costos energéticos y las crecientes preocupaciones ambientales, técnicamente puede aplicarse en aquellos sistemas donde la cantidad de residuo (oferta de insumo) se mantenga constante para la producción de biogás. Para los sistemas de producción, donde la oferta de residuos es escasa o es interrumpida, podría resultar poco sostenible. Este tratamiento resulta costoso, tanto por el capital tecnológico que se requiere como por la mano de obra especializada y el mantenimiento, por lo que no todos los productores estarían en condiciones de acceder a este.

La separación sólido-líquido a partir del uso de coagulantes químicos pareciera ser uno de los procesos más prometedores en esta materia. En general este es un proceso unitario muy utilizado para disminuir la carga contaminante de efluentes orgánicos. A partir de coagulantes estándares da muy buenos resultados, ya que no solo elimina los sólidos de la suspensión, sino que las características alcalinas de mucho de ellos permiten una disminución de la carga bacteriana (Fleite *et al.*, 2018). Este proceso podría dar como resultado un líquido o efluente con la mínima cantidad de materia orgánica y nutrientes (capaz de ser descargado en un curso de agua o suelo), y un sólido enriquecido en nutrientes y materia orgánica, que después de un compostaje o estabilización pueda ser utilizado como abono. La acción conjunta de coagulantes químicos puede proporcionar una remoción altísima de la materia orgánica y del fósforo desde la fracción líquida, en menor medida del nitrógeno. Asimismo, la remoción de patógeno es significativa debido al elevado pH de los coagulantes utilizados. No obstante, con el fin de mejorar la eliminación de estos últimos, el efluente resultante puede ser tratado nuevamente a partir de tecnologías preexistentes y emergentes ajustadas a estos residuos (fangos y efluentes tratados). Son ejemplos de tratamientos terciarios la aplicación de reactores anóxicos/óxico (A/O), lecho fluidizado (RLF), filtro percolador (FP), cavitación hidrodinámica (CH) y estrés hidrodinámico (SH) (Fleite *et al.*, 2018, 2019a).

Con respecto al tratamiento de residuos sólidos (estiércol y lodos), las normas establecidas por EPA (2000) sugieren tratar a los residuos a través de un compostaje o bien un apilado o almacenamiento en pilas. El compostaje del estiércol consiste en un tratamiento aeróbico donde se arman pilas de estiércol o lodos y se voltean al menos tres veces durante el período de compostaje, con el objetivo de mantener un medio aeróbico y una temperatura uniformemente de  $55 \text{ °C}$  o más durante el mayor tiempo posible (al menos 15 días deseables). El volteo rompe los agregados,

aumenta la porosidad, redistribuye la humedad y promueve la descomposición microbiana de la materia orgánica. El apilado o almacenamiento en pilas se ha descrito como "compostaje pasivo" (NRAES, 1992) con estiércol colocado en grandes pilas piramidales en el suelo o en una plataforma de concreto. El estiércol almacenado no se convierte o mezcla mecánicamente, lo que lleva a áreas o zonas de descomposición anaeróbica. El apilado no puede alcanzar las altas temperaturas asociadas con el compostaje y resulta en un período más corto de calentamiento interno de la pila.

Xu *et al.* (2016) descubrieron que, en términos de su capacidad para eliminar los patógenos y degradar los genes resistentes a los antibióticos, el compostaje proporciona mejores resultados. Si bien este último método podría ser la mejor opción para tratar los residuos sólidos, muchas veces por carecer de recursos (como mano de obra especializada, equipos y tiempo) o cuando se generan grandes volúmenes de estiércol (difícil de manejar), se tiende a la estabilización biológica de los sólidos a partir del apilado de estos y el posterior esparcimiento sobre campo agrícola. Este proceso también tiene la ventaja económica de reducir el volumen de estiércol, aunque es bien sabido que los materiales así manejados pierden parte de sus características nutritivas (volatilización del amoníaco, pérdida del lixiviación, pérdida de P particulado, por escorrentía etc.) (García *et al.*, 2012, 2019; Ciapparelli *et al.*, 2016), y, además, el producto generado puede resultar menos estable y con mayor riesgo para la salud humana que el residuo compostado. Por consiguiente, si bien el compostaje tiene más costos, puede valer la pena sobre todo en zonas vulnerables a la contaminación hídrica o cuando se pretende una recuperación de la labranza del suelo.

En general para la prevención de impactos, se aconseja realizar un tratamiento a los residuos sólidos, sea uno u otro método (McAllister, informado por Hein, 2016). Ya que este permite la reducción del volumen y del olor del residuo al transformarlo en un producto estable. Este producto, incorporado al suelo, es capaz de mejorar la labranza y fertilidad de este, favoreciendo una mayor producción agrícola y de mejor calidad, además de reducir o eliminar el gasto dado por uso de fertilizantes químicos comerciales.

A la luz de los resultados de las encuestas en las diferentes producciones, frente a la falta de tratamiento del residuo sólido, sería importante que los agricultores comiencen definitivamente a considerar uno u otro método como una práctica lógica y necesaria asociada a estas producciones. Hay diferentes prácticas de compostaje y estabilización del estiércol que se pueden usar (FAO, 2003), se hace necesario incluirlas en las reglamentaciones y en los manuales de manejo.

#### **4) Diseño de instalaciones y 5) Operaciones de manejo:**

Una vez definidos los tres primeros componentes (Localización, Disposición final de los residuos y Sistema de tratamiento) entonces aparece la prevención en el diseño de instalaciones y en las operaciones propias de cada producción. Es importante destacar que los tres primeros componentes van a permitir establecer el tamaño de la producción, a partir del cual se diseñarán las instalaciones y se definirán las operaciones de manejo. También aquí serán necesarios definir criterios, por ejemplo, para la sistematización de diferentes tareas: el mantenimiento y la limpieza de las instalaciones, recolección y acumulación de los residuos, disposición de animales muertos y de otros residuos, tiempo de encierre, etc.

En la gestión y ejecución de un plan de acción para un EAC, se tendrán en consideración los criterios definidos para cada componente de manejo, de manera tal de mitigar todos los impactos posibles para finalmente establecer el riesgo en esas condiciones. Si el riesgo sigue siendo alto, se deberán ajustar aún más los componentes incorporando nuevas medidas de mitigación. Nuestro sistema legal, la Res 333/17 (ADA), hace referencia a una evaluación de riesgo en función de la factibilidad de tratamiento y del impacto que pueda tener en el medio, pero no aparecen los criterios técnicos que permitan identificar cómo se llevará a cabo.

#### **Consideraciones finales**

Llevar a cabo una buena práctica, siguiendo un plan de manejo de residuos (o nutrientes) en EAC, permite mejorar la eficiencia en la producción animal y el manejo ambiental de los recursos, así como evitar o disminuir gastos. Ejemplos de buenas prácticas en feedlot se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1:**

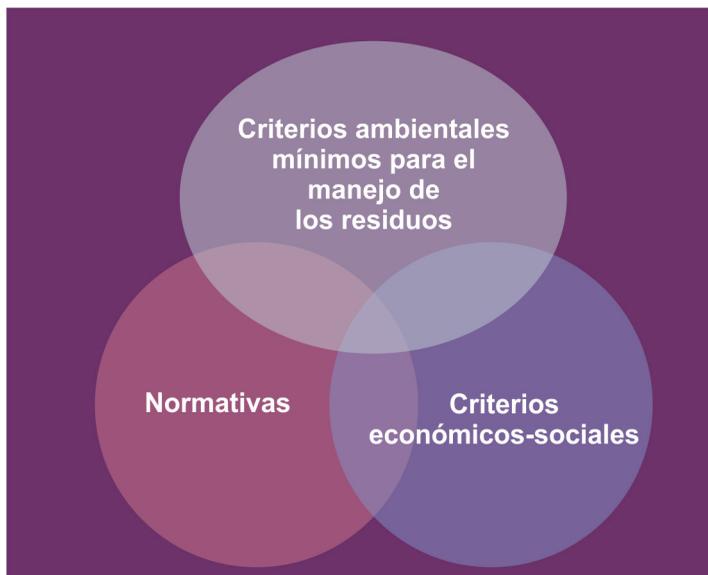
Buenas prácticas en feedlot y sus consecuencias productivas y ambientales

Práctica	Efectos producción	Efectos ambientales
Correcta densidad de animales en el corral	Mayor eficiencia en la conversión alimento en carne. Mayor ganancia de peso.	Manejo del piso de los corrales más controlado. Menor espesor de la capa orgánica. Menor retención de humedad. Mayor período antes de la limpieza.
Buena relación largo/pendiente del corral	Mayor eficiencia de conversión. Mayor ganancia de peso	Evita encharcamientos dentro del corral. Evita la erosión de superficie y por lo tanto la colmatación de los canales.
Buen diseño de la laguna de contención		Evita desbordes y posibles salidas fuera del establecimiento. Evita procesos de contaminación de aguas subterráneas.
Limpieza de los canales		Favorece la escorrentía, evita desbordes, aumenta el volumen de contención.

En países de larga trayectoria en producciones animales intensivas, la mayoría de los productores de carne son los primeros agricultores que producen abonos o fertilizantes orgánicos (tanto líquidos como sólidos). En estos países, las prácticas de tratar los residuos como un recurso para su uso en campos agrícolas están incorporadas culturalmente ya que se conocen los beneficios de llevarlas a cabo. Además, existen reglamentaciones precisas, manuales de manejo y otros medios de información que acompañan al productor en la gestión y ejecución de estas.

En nuestro país, las producciones animales intensivas carecen de reglamentaciones con criterios técnicos, conceptuales y de procedimiento específicos. Por consiguiente, si bien las normas existentes enmarcan estas actividades, no constituyen verdaderas guías para llevar a cabo estas producciones con la mayor eficiencia y el menor costo ambiental. Los productores y profesionales relacionados se encuentran decidiendo un plan sin contar con la información necesaria, dado que esta información muchas veces no está disponible. Por consiguiente, se hace necesario la definición de los criterios ambientales, basados en datos y estudios científicos relacionados con estos sistemas y los factores involucrados, que permitan ampliar las reglamentaciones vigentes. Asimismo, se necesita un incentivo del gobierno para ayudar a los productores a hacer la transición del uso de grandes cantidades de fertilizantes a este tipo de agricultura más amigable con el medioambiente. El incentivo desde el gobierno podría estar dado por la mejora de los suelos, la reducción del carbono que ingresa a la atmósfera, y la disminución de costos.

Desde el punto de vista económico, en nuestro país el medioambiente es un tema o tratamiento novedoso, que está en una etapa de estudio y de primeras definiciones, sin normas o dictámenes terminantes, constituye solo puntos de inicio para un mejor entendimiento y tratamiento de los hechos económicos producidos. Pero en realidad hay costos ambientales que es necesario considerar, de no hacerlo la empresa agropecuaria perderá competitividad. Es decir, de no estimar en qué medida la acumulación de residuos afecta al ambiente generará mayores pérdidas ya que el agua o el aire contaminado recaerá sobre los propios animales y la salud humana. Entonces, el desarrollo de los criterios ambientales debería guiar a la generación de criterios económicos y a la responsabilidad social (Figura 3).



**Figura 3:**  
*Los criterios ambientales como normativas*

### **Hacia dónde vamos...**

Elaborar criterios mínimos para el manejo de residuo en producciones animales intensivas, a saber:

Generales: para todas las producciones avícola, porcina, tambo y bovino de carne, pudiendo integrar este grupo los tres primeros componentes de manejo mencionados (localización, disposición final y tratamiento).

Específicos: para cada producción, integrado por el diseño de instalaciones y las operaciones de manejo propias de cada una.

Incorporar normativa específica para el funcionamiento de estas producciones y el manejo del estiércol, en consonancia con las ya existentes para la protección del ambiente en general y de los cuerpos de agua en particular.

Elaborar un Código Ambiental a nivel nacional, donde las normativas existentes se revean y clarifiquen.

Conformar grupos interdisciplinarios y sectoriales para la elaboración de los criterios ambientales.

Conformar grupos multidisciplinarios para ajustar la normativa existente y elaborar un Código Ambiental.

## Bibliografía

- Ciaparrelli, I.; De Iorio, A.F.; García, A.R. (2016). Phosphorus downward movement in soil highly charged with cattle manure. *Environ Earth Sci* 75:568. DOI 10.1007/s12665-016-5284-3
- Ciaparrelli, I.; García, A.R. (2015). Use of Manure to Wheat Production in an Argentinean Hapludoll soil. *J Pollut Eff Cont*, 3: 131. doi:10.4172/2375-4397.1000131
- De los Santos, C.N.; Fleite, S.N.; De Iorio, A.; García, A.R. (2018a). Dinámica de la materia orgánica en una laguna de maduración: Estudio sobre el tratamiento secundario de efluentes de *feedlot*. V Jornadas Interdisciplinarias "Ciclo del Agua en Agroecosistemas" Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- De los Santos, C.N.; Fleite, S.N.; García, A.R. (2018b). Tratamiento de efluentes de *feedlots* en sistemas lagunares: Efectos de los procesos de reaireación y desoxigenación sobre la dinámica del nitrógeno. VII Congreso Argentino de la Sociedad de Toxicología y Qca. Ambiental (SETAC). San Luis.
- EPA (Environmental Protection Agency). (2000). Enforcement and compliance assurance EPA (2221-A). Profile of the Agricultural Livestock Production Industry. USEPA Protection Agency, Washington. EPA 310-R-00-002. 166 p. (Disponible: [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/stelprdb1044373.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044373.pdf)). (Consultado: agosto de 2017).
- Fleite, S.N.; García, A.R.; De los Santos, C.N.; De Iorio, A.F.; Cassanello, M. 2018. Cattle *feedlot* wastewater treatment by an optimized coagulation-flocculation strategy. VII Congreso Argentino de la Sociedad de Toxicología y Química Ambiental (SETAC). San Luis.
- Fleite, S.N.; Gonzalez, J.; De los Santos, C.; Ciaparrelli, I.; De Iorio, A.F.; García, A.R. (2019a). Remoción de nitrógeno de efluentes de *feedlot* mediante un filtro percolador como tratamiento secundario. V Reunión Argentina de Geoquímica de la Superficie (VRAGSU). La Plata.
- Fleite, S.N.; García A.R. (2016). Capacidad asimilativa de ríos y arroyos frente al vertido de efluentes. Editorial Académica Española (EAE), España. 73 p.
- Fleite, S.N.; De los Santos, C.N.; Cassanello, M.; García, A.R. (2019b). Modelado del efecto del viento en la fluidodinámica de una laguna de tratamiento de efluentes. CAIQ2019 - X Congreso Argentino de Ingeniería Química. Santa Fe.
- Fleite, S.N.; De Iorio, A.F.; García, A.R. (2017). Análisis Hipsométrico de las Cuencas de La Pampa Ondulada: Estudio Exploratorio Mediante Herramientas de SIG y Propuesta de un Nuevo Modelo de Cálculo. *Revista Augmdomus*. Asociación de Universidades Grupo Montevideo.
- García, A.R.; Fleite, S.N.; De Iorio, A.F. (2019). Manure plume modelling in *feedlot* pen soils. *Environ Earth Sci*, en prensa.
- García, A.R.; Fleite, S.N.; Bereterbide, J. (2017). Marco legal ambiental para el manejo de residuos en producciones animales intensivas. Ed. INTA, Buenos Aires, Argentina.
- García, A.R.; Maisonnave, R.; Massobrio, M.; De Iorio, A.F. (2012). Field-scale evaluation of water fluxes and manure solution leaching in *feedlot* pen soils. *J. Environ. Qual.* 41:1591-1599.
- Grigoropoulos S.G., Loudermilk A.H. 1979. Staged Lagoon Treatment of *Feedlot* Waste. *Journal Water Pollution Control Federation*. Vol. 51, N.º 1. 163-175 pp.
- Hein T. 2016. Composting Versus Stockpiling. In: *Manure Manager*, agosto 2016. (Disponible: <https://www.manuremanager.com/composting-versus-stockpiling-19554/>). (Consultado: agosto de 2017).
- Larney, F.J.; Buckley, K.; Hao, X.; McCaughey, W. (2006). Fresh, Stockpiled, and Composted Beef Cattle *Feedlot* Manure. *J. Environ. Qual.* 35. 1844-54. 10.2134/jeq2005.0440.
- Larney, F.J.; Hao, X. (2007). A review of composting as a management alternative for beef cattle *feedlot* manure in southern Alberta, Canada. *Bioresource Technology*, 98(17):3221-3227. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.07.005>
- Loehr, R.C. (1968). Anaerobic Lagoons: Considerations in Design and Application. *Trans. Amer. Soc. Agr. Eng.*, 11, 320.
- Mishra, R.V.; Rao, R.N. (2003). *FAO report: On-farm composting methods*. FAO, Roma.

- NRAES (Natural Resources, Agriculture, and Engineering Service). (1992). On-farm composting, edited by R. Rynk. Ithaca, NRAES Cooperative Extension. EUA.
- NRC (National Research Council). (2001). Assessing the TMDL Approach to Water Quality Management Committee to Assess the Scientific Basis of the Total Maximum Daily Load Approach to Water Pollution Reduction, Water Science and Technology Board, National Academy Press, Washington, D. C., 122.
- USEPA. (1983). Technical Guidance Manual for Performing Waste load Allocations, Book II: Streams and Rivers. Chapter 2 Nutrients/Eutrophication impacts.
- USEPA. (1997). Technical Guidance Manual for Performing Waste load Allocations, Book II: Streams and Rivers. Part 1: Biochemical Oxygen Demand/Dissolved Oxygen and Nutrients/Eutrophication; EPA-823-B-97-0020.
- Xu, S.; Sura, S.; Zaheer, R.; Wang, G.; Smith, A.; Cook, S.; Olson, A.F.; Cessna, A.J.; Larney, F.J.; McAllister, T.A. (2016). Dissipation of Antimicrobial Resistance Determinants in Composted and Stockpiled Beef Cattle Manure. *J. Environ Qual.* 45(2):528-36.



# **Anexos**

**Anexo A - B capítulo 2**  
**Anexo C capítulo 3**  
**Anexo D capítulo 4**  
**Anexo E capítulo 5**

## Anexo A

### A) Identificación de la encuesta

### B) Identificación de la producción y superficie

- 4- ¿Cuál es la superficie total del establecimiento?
- 5- ¿Qué superficie destinada a la explotación intensiva?
- 6- ¿Qué tipo de producción es?
- a) Propia  b) Hotelería
- c) Mixta
- 7- ¿Año de inicio de la producción?
- 8- ¿Cuál es la carga media instantanea de animales?
- 9- ¿Cuántos ciclos tienen por año?
- 10- ¿Cuál es la producción anual?
- 11- ¿Cuál es el peso inicial y final de los animales? Peso inicial:  Peso final:
- 12- ¿Cuánto tiempo de engorde se estima para cada rodeo en un corral?
- 13- ¿Realiza otras producciones con o sin fines comerciales? Si - No- Ns/Nc
- 13.1- ¿Cuál/es?

### C) Manejo - Estiércol Sólido

- 14- ¿Cuántos corrales tienen?
- 15- ¿Cuál es la cantidad de animales por corral?
- 16- ¿Cuál es el tamaño de los corrales?
- 17- ¿Cómo están distribuidos: en el paisaje, por categorías, u otros aspectos?
- 18- Siguieron algún criterio de diseño para la construcción de los corrales Si- No- Ns/Nc
- 18.1- Si responde Sí, ¿Cuál?
- 18.2- ¿Dónde ubican los comederos y los bebederos?
- 19- ¿Cómo es el piso de los corrales?:
- a)Cemento  d)membrana
- b)compactado  e)Pendientes dirigidas con tosca o estiércol
- c)Tosca  f)Otros, ¿Cuál?
- 20- ¿Realiza la limpieza de los corrales? Si- No- Ns/Nc
- 20.1- Si responde sí, ¿cómo la realiza?
- 20.2- ¿Cada cuánto tiempo realiza la limpieza?
- 21- ¿Dónde dispone el estiércol recolectado?
- a)área no productiva
- b)área cercana a un curso de agua
- c)Otros, ¿Cuál?
- 22- ¿Realiza algún tratamiento del mismo?

- a) Compostaje  c) Dispersión sobre lote de tierra
- b) Apilamiento  d) Otro, ¿Cuál?

**23-En el caso de compostaje, ¿Lo protege o cubre?**  Si-No-Ns/Nc

**24-¿Cuál es el destino final del estiércol compostado o apilado?**

- a) Fertilizante orgánico para uso propio o venta
- b) Transporte fuera del establecimiento
- c) Apilamiento dentro del establecimiento
- d) Otro, ¿Cuál?

#### D) Manejo-Efluentes

**25-¿Presenta canales para dirigir la escorrentía provocada por la lluvia?** Si-No-Ns/Nc

25.1- ¿Qué características presentan?

- a) Impermeabilizados a cielo abierto  d) Cemento
- b) No impermeabilizados  e) Zonas bajas con pendientes
- c) Piso de cemento, tosca, piedras y/o estiércol  f) Otros, ¿Cuál?

**26-¿Presenta lagunas de almacenamiento de los efluentes?**  Si-No-Ns/Nc

26.1- Si responde sí, ¿Qué características presentan?

- a) Impermeabilizados a cielo abierto  d) Cemento
- b) No impermeabilizados  e) Zonas bajas con pendientes
- c) Piso de cemento, tosca, piedras y/o estiércol  f) Otros, ¿Cuál?

26.2- ¿Cuántas lagunas presentan?

26.3- ¿Qué dimensiones tienen? Superficie:   
 Profundidad:   
 Capacidad máxima

**27- ¿Cómo realiza la limpieza de canales y lagunas?**

27.1-¿Cada cuánto tiempo?

**28- ¿Dónde dispone los lodos provenientes de la limpieza de las lagunas y canales?**

28.1- ¿Realiza algún tratamiento? Si-No-Ns/Nc

**29- ¿Cuál es el destino final de los efluentes?**

- a) Transporte fuera del sistema  d) Fertirriego
- b) Descarga en cuerpos de agua  e) Descarga a potrero
- c) Descarga en canal de desagüe  f) Evaporar en laguna
- g) Otros ¿cual?

**30-¿Ha detectado algún inconveniente o dificultad en el manejo de los residuos?** Si-No-Ns/Nc

**31-¿Cuáles son los principales?**

### E) Manejo - Otros

32-¿Cuál es el destino final de los animales muertos?

- |                 |                      |                  |                      |
|-----------------|----------------------|------------------|----------------------|
| a) Fosa séptica | <input type="text"/> | c) Compost       | <input type="text"/> |
| b) Entierro     | <input type="text"/> | d) Ninguno       | <input type="text"/> |
|                 |                      | e) Otros, ¿Cuál? | <input type="text"/> |

33-¿Cuál es el destino final de los envases plásticos ?

- |                      |                      |                  |                      |
|----------------------|----------------------|------------------|----------------------|
| a) Fuera del feedlot | <input type="text"/> | b) Incinerador   | <input type="text"/> |
| c) Fosa              | <input type="text"/> | d) Otros, ¿Cuál? | <input type="text"/> |

34-¿Conoce los beneficios de la utilización de los residuos tratados? Si-No-Ns/Nc

34.1-¿Cuál/es conoce?

34.2- Si realiza tratamiento de residuos, comercializa los fertilizantes obtenidos? Si-No-Ns/Nc

### F) Manejo- Agua

35-¿Conoce la calidad del agua? Si-No- Ns/Nc

36-¿El agua que beben los animales es la misma para el consumo humano? Si- No- Ns/Nc

37- ¿Realizó un análisis del agua para establecer su calidad? Si- No- Ns/Nc

38-¿Realiza algún tratamiento en el agua?¿Cuál?

- |               |                      |                 |                      |          |                      |
|---------------|----------------------|-----------------|----------------------|----------|----------------------|
| a) No realiza | <input type="text"/> | c) Ultravioleta | <input type="text"/> | e) Ns/Nc | <input type="text"/> |
| b) Cloración  | <input type="text"/> | d) otros        | <input type="text"/> |          |                      |

39- ¿Cuántas perforaciones hay en el establecimiento?

39.1- ¿A qué profundidad se encuentran?  mts

40- ¿Posee freatímetro para el control de la calidad de agua?  Si-No-Ns/Nc

## Anexo B

### Estiércol per cápita por año:

Para estimar el estiércol generado en 1 año, se consideró que un animal excreta el 6 % de su peso vivo y que el 15 % de las excretas lo compone el estiércol sólido (Dyer y O'Mary, 1998; Barker *et al.*, 2002). Para los cálculos se tuvo en cuenta el peso de un novillo o vaquillona de 350 kg de peso vivo, según la ecuación 1

$$t.cbz^{-1}. año^{-1} = [((350 \text{ kg} \cdot 6/100 \cdot 15/100)/1000) \cdot 365] \text{ (ecuación 1)}$$

### Estimación de la producción de estiércol anual (PEA)

La producción de estiércol sólido acumulada sobre la superficie de los corrales por ciclo y por año resultó ser estimadas a partir de la cantidad de cabezas por ciclo ( $cbz.ciclo^{-1}$ ), informadas por los establecimientos, y el estiércol producido por cabeza /año, según la siguiente ecuación:

$$PEA (t.año^{-1}) = [\text{Tamaño de la producción}] \times [\text{Estiércol per cápita por año}] \text{ (ecuación 2)}$$

### Estimación del volumen de efluente

Volumen de efluente generado en la máxima lluvia producida en 25 años de recurrencia, por 24 h (VE-25años); en la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA) fue de 150 mm.

### Para ello se consideraron algunos supuestos:

- 1) se estimó nulo el run-on, es decir, que la ubicación de los corrales fue estratégica con respecto a la generación y dirección de las escorrentías,
- 2) se consideró que el 86 % del agua caída escurre según el modelo Curva Número (CN 97) (Vázquez Pugliese y García, 2013)

VE-25 años: [Superficie total afectada por corrales de engorde] \* [mm de agua caída] \* [% de escorrentía]

$$VE-25 \text{ años (m}^3\text{): } [[m^2] \cdot [150 \text{ mm}] \cdot [86/100]] / 1000 \text{ mm/m (ecuación 3)}$$

## Anexo C

Tipo de producción	Tambo	
<b>A) Ubicación:</b>		
2- Localidad:		
4-Rol del encuestado/función en la empresa:		
<b>B) Identificación de la producción y superficie</b>		
5- ¿Cuál es el régimen de tenencia de la tierra?		
a) Propia		
b) Arrendada		
c) Otra		
7-¿Cuál será la máxima cantidad de vacas en ordeño?		
<b>C) Manejo de la rutina de ordeño</b>		
8- ¿Lava pesones antes de colocar pezoneras?	Si-No- Ns/Nc	
9- ¿Realiza despunte al piso?	Si-No- Ns/Nc	
10-¿Destino leche no comercializada?	Lagunas	otro, ¿Dónde?
<b>D) Manejo- Agua</b>		
11-¿Conoce la calidad del agua?	Si-No- Ns/Nc	
12-¿El agua que beben los animales es la misma para el consumo humano?	Si- No- Ns/Nc	
algunos bebdros son de otras aguadas		
13- ¿En los últimos años se realizó un análisis del agua para establecer su calidad?	Si- No- Ns/Nc	
14-¿Realiza algún tratamiento en el agua?¿Cuál?		
a)No realiza		
c)Ultravioleta		
e)Ns/Nc		
b)Cloración		
d)otros		
¿Posee freatimetro para el control de la calidad del agua?	Si-No- Ns/Nc	
<b>E) Manejo -Estiércol Sólido</b>		
15-Hace separación de sólidos?	No realiza	Barredor y pala
	Tamiz	Decantador de sólidos
		Separador de sólidos
16- ¿Dónde dispone el sólido recolectado hasta su uso?		
Si recolecta contestar:		
a)Playón de sólidos		
b)área cercana a un curso de agua		
c)Otros, ¿Cuál?		
17- Si hace separación de sólidos, cual es su destino final?:		
a)Compost/lombricultura		
b)Abono		
c)Otros, ¿Cuál?		
<b>F) Manejo-Efluentes</b>		
18-Instalaciones de ordeño:		

Corral de espera (m): largo   diametro

Sala de ordeño (m): largo  ancho

Pasillos (m): largo  ancho

**20- Distancia del tambo a:**

Primer laguna/decantador (m):

Casa tambero (m):

**21-¿Dónde descarga los efluentes generados ?**

a)Laguna de almacenamiento  c)Esparcido en el terreno

b) Escorrentia superficial  d)Cuerpo de agua cercano

c)Zanja  e)Otros, ¿Cuál?

**22-En el caso de las lagunas de almacenamiento, ¿se encuentra impermeabilizada? Si-No-Ns/Nc**

**23-¿Qué tipo de tratamiento realiza con los efluentes?**

a)Ninguno  e)Filtro de arena

b)Decantador de sólidos  f)Biodigestor

c)Separación de sólidos  g)Fosa temporaria

d)Laguna anaeróbica y/o facultativa  h)Otros,¿Cuál?

**24-¿Cada cuanto realiza la limpieza de los canales y lagunas?**  sem/mes/año?

**25-¿Siguen alguna técnica o protocolo de limpieza?**  Si-No-Ns/Nc

**26-¿Con que elementos limpia las siguientes instalaciones?**

Lagunas  Canales  Fosas temporarias  Playón de sólidos

a)Pala mecánica  
b)Camión estercolero  
c)Bomba estercolera  
e)Rabasto y pala  
g)No limpia  
h)Otros,¿Cuál?

**27- ¿La persona que realiza las tareas de limpieza (corrales/lagunas/canales/galpones/fosas) es siempre la misma?**

Si-No-Ns/Nc

**28- Si es siempre la misma persona, se encarga ademas de otras tareas?:**  Si-No-Ns/Nc

**29-¿Cuál es el destino final de los efluentes líquidos?**

a)Descarga fuera del sistema  d)Fertirriego

b)Descarga dentro del sistema  e)Descarga a terreno

c)Descarga en cuerpos de agua  g)Otros¿Cuál?

**30-¿Tiene alguna de las siguientes maquinarias?**

a)Bombas estercoleras  c)Tractores

b)Palas mecánicas  d)Distribuidor de residuos solidos

31-¿Ha detectado algún inconveniente o dificultad en el manejo de los residuos?  Si-No-Ns/Nc

32-¿Cuáles son los principales?

33-¿Considera que necesita capacitación para el tratamiento de residuos?  Si-No-Ns/Nc

#### G) Manejo - Otros

34-¿Tiene asesoramiento profesional en este tema?  Si-No-Ns/Nc

35-¿Obtiene muestras del efluente y las analiza en laboratorio?  Si-No-Ns/Nc

36-¿Si muestrea, sigue con un protocolo?  Si-No-Ns/Nc

37-¿Cada cuanto muestrea (meses)?

38-¿Hace control de plagas?  Si-No-Ns/Nc

39-¿Cuál es el destino final de los animales muertos?

39-¿Cuál es el destino final de los animales muertos?

a)Fosa séptica  c)Compost

b)Entierro  d)Ninguno

e)Otros, ¿Cuál?   
prenden fuego o cementerio a cielo abierto

40-¿Cuál es el destino final de los envases plásticos Medicamentos, Material descartable, Insecticidas y otros?

a)Fuera del establecimiento  c)Incinerador

b)Fosa  d)Otros, ¿Cuál?

41-¿Conoce los beneficios que podría tener la utilización de los residuos tratados?  Si-No-Ns/Nc

Si responde si, ¿Cuáles conoce?

a)Fertilizante orgánico para uso propio o venta  c)Beneficios sociales

b)Disminución de contaminación en cuerpos de agua  d)Otros, ¿Cuál?

Si realiza tratamiento de residuos, comercializa los fertilizantes obtenidos?  Si-No-Ns/Nc

#### H) Percepción del productor a los posibles impactos ambientales

42-¿Considera que hay algún cuerpo de agua que este en peligro de ser contaminado?  Si-No-Ns/Nc

43- ¿A cuanta distancia se encuentra el establecimiento de la urbanización más próxima?

a)A menos de 500 metros  c)De 1 a 4 km

b)A menos de 1km  d)A más de 4 km

44-¿Pertenece a alguna asociación/cooperativa/sociedad relacionada con la producción?  Si-No-Ns/Nc

Si responde sí, ¿A cuál?

## Anexo D

### A) Ubicación:

1. Nombre de establecimiento o propietario
2. Localidad:
3. Coordenadas geográficas:  Oeste  Sur
4. Nombre de pila del entrevistado- rol/función en la empresa:
5. ¿Tiene plano del establecimiento? SI-----NO
- 5.1. Si responde Sí, ¿Podría facilitarme una copia del Plano? SI-----NO
- 5.2. Si responde No ¿Podríamos hacer un croquis?
6. Proximidad a elementos geográficos

### B) Identificación de la producción

7. Tipo de producción
- A) Tambo  C) Avicultura
- B) Porcino  D) FeedLot
8. ¿Qué tipo de producción porcina realiza?
- a) Ciclo completo  b) Invernada
- c) Lechones  d) otros
9. Número de animales por categoría
- | Categoría | Cantidad             |
|-----------|----------------------|
| Madres    | <input type="text"/> |
| Padrillos | <input type="text"/> |
| Lechones  | <input type="text"/> |
| Cachorros | <input type="text"/> |
| Capones   | <input type="text"/> |
10. ¿Cuál es el peso final (pf) de los animales?  kg
11. Superficie:  ha
- 11.b. ¿Cuál es la superficie total de establecimiento?  ha

### C) Instalaciones

#### 12. Instalaciones según categoría

Categoría	Superficie de producción (m <sup>2</sup> )		Densidad animales/m <sup>2</sup>
	A campo	Confinado	
Gestación	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Lactancia	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Destete	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Recría	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Engorde	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

#### 13. Caracterización de las instalaciones

##### 13.a Número de galpones/pistas

Pendiente si/no	Superficie por tipo de piso				
	Tierra	Cementado	Enrejillado	Tosca	Otr
Sitio 1:					
Sitio 2:					
Sitio 3:					
Sitio 4:					

**13.b -Sistema de conducción de agua residuales**

13.a ¿Posee canales para la conducción de aguas residuales? Si --- No

13.b ¿De qué tipo? No impermeabilizados a cielo abierto

Impermeabilizados a cielo abierto

Cerrados

Otros

**14- Sistema de almacenamiento-tratamiento de residuos o aguas residuales**

14.a- Posee unidades para el tratamiento de residuos? Si --- No

14.b ¿De qué tipo?

Decantador sedimentador  Laguna anaerobica

Trampa de sólidos  Laguna facultativa

Laguna de almacenamiento  Laguna aeróbica

Biodigestor  Playa de compostaje

Otros  Fosa

**15-Fuentes de abastecimiento de agua**

15 a-¿cuantas perforaciones hay en el establecimiento?

15 b- ¿A que profundidad se encuentran las perforaciones?

P1  
P2  
P3

16-c ¿Están encamizadas? Todas  Algunas

Ninguna

16.d ¿Tienen la boca de pozo protegida? Todas  Algunas

Ninguna

16.e ¿A que distancia se encuentran las perforaciones de las instalaciones productivas?  metros

**D) Manejo - Agua**

17-¿Conoce la calidad del agua?  Si-No- Ns/Nc

18- ¿En los últimos años se realizó un análisis del agua para establecer su calidad?  Si- No- Nc

19. Es apta para consumo humano y animal Si- No- Ns/Nc

20-¿Realiza algún tratamiento en el agua?¿Cuál?

a)No realiza  c)Ultravioleta  e)Ns/Nc

b)Cloración  d)otros

**E) Manejo -Residuos**

21- En caso de realizar limpieza de instalaciones, ¿como la realiza?

a)Palas mecánicas  d) Arrastre con agua

b)Pala manual y carretilla  e) Otros

c) Barrido de sólido

- a) Canales impermeabilizados a cielo abierto  d) Cerrados
- b) Canales no impermeabilizados a cielo abierto  e) Zonas bajas con pendientes

**23. ¿Realiza algún tratamiento a los residuos** Si --- No

**24. ¿Qué tipo de tratamiento realiza?**

- a) Sedimentación  f) Filtro
- b) Trampa de sólidos  g) Biodigestor
- c) Compostaje  h) Otros, ¿Cuál?
- d) Laguna anaerob. y/o facult
- e) Laguna aeróbica

**25 - ¿Existe algún lugar donde se almacena residuos crudos o tratados?**

- Laguna de almacenamiento  Área no productiva
- Otros, ¿cuál?

**26 - ¿El lugar de almacenamiento está impermeabilizado?** Si --- No

**27. ¿Cuál es el destino final de los efluentes? residuos**

- a) Transporte fuera del sistema  d) Fertilización
- b) Descarga en cuerpos de agua  e) Descarga a terreno
- c) Descarga en canal de desagüe  g) Otros ¿Cuál?
- d) Comercialización como fertilizante

## Anexo E

<b>Tipo de producción</b>	<b>Parrilleros</b>	<b>Ponedoras</b>
<b>Mercado interno</b>	<b>Mercado externo</b>	

**A) Ubicación:**

1- Nombre de establecimiento: \_\_\_\_\_

2- Localidad: \_\_\_\_\_

3- Coordenadas geográficas: Este \_\_\_\_\_ Oeste \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Sur \_\_\_\_\_

4- Nombre de pila y rol/función en la empresa: \_\_\_\_\_

**B) Identificación de la producción y superficie**

5- ¿Cuál es la superficie total del establecimiento? ha \_\_\_\_\_

6- ¿Cuál es la superficie destinada a la explotación intensiva?

7- ¿Qué tipo de producción es?

a) Propia \_\_\_\_\_ b) Integración \_\_\_\_\_ ha c) Otras \_\_\_\_\_

8- ¿Año de inicio de la producción? \_\_\_\_\_

**C) Manejo alimento**

9- ¿Cuál es la carga media instantánea (densidad) de animales?

10- ¿Cuál es la producción anual? crianza /año \_\_\_\_\_

11- ¿Cuál es el peso final de los animales?

12- ¿Cuánto tiempo de engorde se estima en un corral/galpón?

13- ¿Realiza otras producciones con o sin fines comerciales?

Si- No- No sabe/ No contesta (Ns/Nc) \_\_\_\_\_ ¿cuáles? \_\_\_\_\_

**D) Manejo - Agua**

14- ¿Cómo es la presentación física del alimento suministrado a los animales?

Concentrado: \_\_\_\_\_ Harina \_\_\_\_\_ Pellet \_\_\_\_\_

15- ¿Es el mismo en todas las categorías? Si- No- Ns/Nc \_\_\_\_\_

15.1- ¿Cuántos alimentos distintos utiliza?

15.2 -¿Cómo es el porcentaje de ingredientes suministrado a las aves para la crianza actual?

a) Granos (maíz/ avena/ sorgo) % \_\_\_\_\_ b) otros \_\_\_\_\_ c) Ns/Nc \_\_\_\_\_

15.3- ¿Algún ingrediente específico que dificulte el manejo de la cama?

Si- No- Ns/Nc \_\_\_\_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_

**E) Manejo - Cama**

16- ¿Cuál es el consumo promedio por día por animal? ICA \_\_\_\_\_

17- ¿Conoce la calidad del agua? \_\_\_\_\_ si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Ns/Nc \_\_\_\_\_





G- Transporte del compostaje

F-Tiempo de retiro del compostaje

¿Cómo es el transporte?

¿Conoce cuál es el destino final de la misma?  Explicar brevemente

#### 40.3 Si se utiliza incinerador

Tipo de incinerador

Ubicación

Explicar brevemente

#### 40.4 Si se realiza otro método para las aves muertas

Ubicación

Explicar brevemente

#### 41- ¿Cuál es el destino final de los envases plásticos, Medicamentos, Material descartable, Insecticidas y otros?

a) Fuera del establecimiento  c) Incinerador

b) Fosa  d) Otros, ¿Cuál?

#### 42-¿Conoce los beneficios que podría tener la utilización de los residuos tratados?

Si-No-Ns/Nc

42.1- Si responde sí, ¿Cuáles conoce?

a) Fertilizante orgánico para uso propio o venta  c) Beneficios sociales

B) Disminución de contaminación en cuerpos de agua  d) Otros, ¿Cuál?

42.2- ¿Sí realiza tratamiento de residuos, comercializa los fertilizantes obtenidos?

Si-No-Ns/Nc

### G) Percepción del productor a los posibles impactos ambientales

#### 43-¿Considera que hay algún cuerpo de agua que esté en peligro de ser contaminado?

Si-No-Ns/Nc

44-¿Conoce alguna otra producción intensiva cercana? Si-No-Ns/Nc

#### 45- ¿A cuánta distancia se encuentra el establecimiento de la urbanización más próxima?

a) A menos de 500 m  c) De 1 a 4 km

b) A menos de 1km  d) A más de 4 km

#### 46- ¿Pertenece a alguna asociación/cooperativa/sociedad relacionada con la producción?

Si-No-Ns/Nc

46.1- Si responde sí, ¿A cuál?

La cría de ganado para carne, leche y huevos es un componente fundamental del sistema de producción de alimentos en este país y por consiguiente interfiere en el mercado y la economía. La capacidad de la Argentina para la producción animal ha sido siempre notable, y a través de la historia las prácticas fueron en su mayoría extensivas. Sin embargo en los últimos 20 años las presiones para la expansión de tierras dedicadas a la agricultura y el gran aumento de la población han ordenado un cambio en las prácticas de cría de animales para alimentos. Los ganaderos en búsqueda de optimizar los recursos han recurrido a la producción de animales en confinamiento; donde también se generan grandes volúmenes de desechos que podrían ser dañinos para la salud y el medio ambiente bajo una inapropiada gestión. La presente publicación se refiere al manejo de los residuos en producciones animales intensivas: avícola, porcina y bovina, localizadas en ciertas áreas de la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA); donde, por su ubicación geográfica, la eliminación de estos desechos es un desafío desde el punto de vista de los costos y la seguridad ambiental. El actual manejo de los residuos en las mencionadas producciones, se puso en evidencia relevando datos y elaborando un diagnóstico de situación para cada producción. Además, el análisis conjunto de los datos obtenidos y de las normas que regulan estas actividades, generó una información de base útil para establecer estrategias que tiendan a la reducción de los impactos.



**.UBA**agronomía  
FACULTAD DE AGRONOMÍA



ISBN 978-987-679-310-0



9 789876 793100



Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
Argentina