

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

---

# ÁREA DE CONSOLIDACIÓN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PECUARIOS

“RESIDUOS EN SISTEMAS  
INTENSIVOS Y CONCENTRADOS  
DE PRODUCCIÓN ANIMAL BOVINA”

**GIUSTI, MARÍA CLARA**  
**RECUERO, ALDANA RUTH**

TUTOR: ING. AGR. GONZÁLEZ PALAU, CLAUDIO

---

**2018**



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons  
Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.

## Índice

<b>1. Resumen.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Materiales y métodos.....</b>	<b>7</b>
3.1. Marco Teórico.....	7
3.2. Sistemas de Tratamiento de Residuos Pecuarios .....	16
3.2.1. Manejo de residuos pecuarios líquidos o efluentes.....	19
3.2.2. Disposición final del efluente .....	22
3.2.3. Manejo de residuos pecuarios sólidos .....	24
3.2.4. Disposición final del compost.....	30
3.3. Estudio de Caso.....	34
3.3.1. Estructuras de captura y manejo de residuos líquidos.....	36
3.3.2. Manejo de residuos pecuarios sólidos .....	42
3.3.3. Disposición final del efluente estabilizado y del compost .....	43
3.4. Situación del Manejo de Residuos Pecuarios en otros países.....	46
<b>4. Discusión.....</b>	<b>49</b>
<b>5. Conclusión y consideraciones finales.....</b>	<b>51</b>
<b>6. Bibliografía .....</b>	<b>53</b>
<b>7. Glosario .....</b>	<b>57</b>
<b>8. Anexos.....</b>	<b>59</b>
8.1. Decreto Provincial 847/16.....	59
8.2. Ley Provincial N° 9306 (Ley SICPA) .....	71
8.3. Resolución N° 29/17 .....	74
8.4. Resolución 333/10 - Anexo I .....	82
8.5. Análisis de los Indicadores de Responsabilidad Social y Sustentabilidad (RS&S).....	84

## 1. Resumen

La generación de efluentes y de estiércol de ganado vacuno sobre la superficie de los corrales en actividades de engorde a corral o feedlot, pueden afectar el recurso hídrico, el suelo, el aire, el paisaje y al hombre.

En el presente trabajo se sintetizan y analizan las reglamentaciones vigentes y la información disponible sobre el manejo actual de los efluentes y residuos sólidos de feedlots en la provincia de Córdoba, destacando los efectos ambientales y poniendo en evidencia algunas debilidades como el escaso control y fiscalización de los planes de aplicación.

Se describen los procesos de tratamiento de efluentes en las piletas de sedimentación y almacenamiento y el proceso de compostaje del estiércol. Los ajustes tecnológicos posibles de realizar en los sistemas productivos contemplan la dimensión ambiental y su finalidad es lograr materiales potencialmente reutilizables que posean valores de DBO, temperatura, humedad, contenido de patógenos y otros parámetros exigidos en las normativas.

Se presenta un sistema productivo real para enmarcar el análisis de diferentes aspectos involucrados en el manejo de los residuos, y se considera la disposición final de los mismos en lotes agrícolas como enmienda y el uso agronómico de los efluentes.

El avance en prácticas de gestión de efluentes en otros países del mundo tiende a un desarrollo continuo y sustentable del sector ganadero. En este sentido, se debaten futuras acciones que se podrían implementar en Argentina tales como políticas de gestión integral, fomento de la investigación en este área de conocimiento y promoción de la implementación de estas prácticas con su correcta fiscalización y control.

**Palabras claves:** Residuos de feedlot; impacto ambiental; reglamentación; gestión de residuos.

## 2. Introducción

La intensificación de la producción pecuaria se inició durante la década del cincuenta en Estados Unidos y, en esencia, implica la concentración de animales por unidad de superficie y el aumento en el uso de insumos (Upton, 1997). Este nuevo escenario, a su vez, originó diversas reglamentaciones con el objeto de disminuir el impacto ambiental de estas nuevas prácticas al limitar el número de animales por superficie.

En Argentina la situación es más reciente y presenta algunas diferencias. Si bien casi toda la producción de aves y cerdos se realiza en confinamiento desde hace varios años, la de leche y carne bovina sólo comenzó a intensificarse de manera reciente. En 1998-1999, sólo 17,5% de la faena vacuna anual provenía de sistemas intensificados; en 2004, la participación había aumentado a 21%, y en 2005 alcanzaba entre 23 y 25% (Iriarte, 2005). Hoy, ese porcentaje supera el 70% de la faena anual de bovinos.

La concentración de la producción ganadera implica oportunidades y riesgos para los sistemas agropecuarios del país. Este proceso de intensificación, incrementó el beneficio económico obtenido a expensas de un uso progresivo de los recursos disponibles y de un aumento del número de los desechos generados. Estos desechos, fundamentalmente excretas, resultan los principales responsables de los impactos sobre el aire, el suelo y el agua porque se concentran en áreas reducidas y son la fuente principal de nutrientes, metales pesados, antibióticos, otras drogas veterinarias y patógenos. La acumulación de residuos, que impacta directamente en el suelo, altera sus propiedades y, como consecuencia, afecta la calidad de los cuerpos de agua. Dentro de esta problemática, se destaca la posible contaminación de la napa de agua que abastece al consumo humano y animal. Es de destacar que las interacciones con el ambiente son particulares de cada sistema de producción y deben ser analizadas para desarrollar una estrategia de gestión ambiental adecuada.

Una buena gestión de las funciones de producción mediante, por ejemplo, el ajuste de dietas y manejo de excrementos, puede controlar su producción condicionada por las características de la emisión de dichas excretas (tasa, calidad y cantidad) y la capacidad de recepción del ambiente.

Las nuevas tecnologías se orientan a reducir el impacto negativo en el ambiente y evitar así la degradación de los recursos renovables como el agua, el aire y el suelo (Morse, 1995). La contaminación atmosférica por los gases de efecto invernadero (GEI) es la más relevante debido a sus efectos a nivel global. La ganadería

contribuye a éste a través de la emisión de metano, amoníaco y óxido nitroso asociada a la dieta de los animales y al manejo del estiércol en sistemas intensivos (SAyDS, 2007). Estos gases generados provocan alteraciones en la calidad del aire a nivel local y regional.

El manejo de los efluentes en el feedlot requiere de la contención de los mismos en lagunas de sedimentación donde se procura separar físicamente las partículas orgánicas e inorgánicas en suspensión. El área del feedlot, las precipitaciones y las condiciones del suelo o piso de los corrales (textura, compactación y pendientes) definen el volumen de líquidos.

De manera similar, los volúmenes de sólidos generados (estiércol) deben ser estimados. Luego se planifica su manejo de acuerdo a pautas que permitan maximizar la retención de nutrientes y elementos con potencial contaminante en la masa de estiércol y, minimizar la movilización no controlada, prepararlo para su traslado fuera de los corrales y el uso posterior.

En este sentido, se presenta la situación actual a escala mundial, nacional y regional de la gestión de los efluentes que derivan de la intensificación de los sistemas de producción animal bovina con el fin de lograr una visión del futuro que probablemente pueda presentarse en los sistemas locales.

Es por esto que, se busca trasladar a un caso práctico el estudio del tema y analizar la factibilidad de implementar prácticas que permitan la reutilización de los efluentes en un establecimiento de feedlot del norte de la Provincia de Córdoba.

### Objetivo general

El propósito de este trabajo es describir y analizar el escenario actual con respecto al marco normativo vigente referido a las buenas prácticas dentro de la gestión de residuos pecuarios que se generan en sistemas intensivos de producción animal de bovinos de carne y los impactos ambientales que estos producen con la posterior aplicación a un estudio de caso.

### Objetivos específicos

- Identificar y considerar, dentro de la reglamentación actual, los aspectos más relevantes para el tratamiento y la posterior aplicación de los residuos.
- Caracterizar las metodologías de trabajo en cuanto al manejo de los efluentes a nivel mundial, nacional y regional.
- Tomar conciencia de la importancia ambiental y social de generar planes apropiados de gestión de efluentes.
- Caracterizar al establecimiento con respecto al manejo de efluentes y discutir una serie de consideraciones para mejorar la condición del sistema frente al ambiente.

### 3. Materiales y métodos

Para alcanzar los objetivos específicos planteados, se realizó en primera instancia una búsqueda bibliográfica acerca de las buenas prácticas y el marco normativo referidos a la gestión ambiental en establecimientos intensivos de producción animal. Además, se complementó esta búsqueda con entrevistas a profesionales idóneos en la temática, responsables de la redacción y fiscalización de la legislación vigente. Este relevamiento inicial dio origen a la siguiente sección de "Marco teórico" en el cual, desde una mirada subjetiva, se destacan los aspectos que se consideran competentes a los establecimientos de engorde a corral.

#### 3.1. MARCO TEÓRICO

La palabra "residuo" define la totalidad de los desechos o materiales originados en el establecimiento, incluidos los efluentes. El término "efluente" define a las aguas servidas con desechos sólidos (materia fecal, restos de alimentos y tierra) y líquidos (agua y orina) (Charlón, 2007).

La denominada "buena gestión de residuos en el feedlot" implica la ejecución de diversas acciones que, en primer lugar, permiten el control de los procesos que generan los residuos a los efectos de reducirlos y en segundo lugar, asegurarse que todos ellos tengan un destino que disminuya las posibilidades de transmisión de enfermedades y contaminación del suelo, agua y aire, y por sobre ello en el caso de los efluentes, poder constituirse como un recurso al ser utilizado, por ejemplo, como enmienda para los cultivos.

El concepto descrito de buena gestión de residuos en el feedlot lleva implícito aspectos contemplados en diferentes legislaciones vigentes, las cuales determinan los pilares fundamentales para que los establecimientos realicen un plan apropiado de manejo de residuos. En este sentido, para la Provincia de Córdoba se detallan las siguientes normativas debido a que afectan la actividad de los establecimientos de feedlot:

#### Ley de Política Ambiental Provincial N° 10.208:

La Ley N° 10.208, de acuerdo a lo que describe su artículo N° 1, determina la política ambiental provincial y, en ejercicio de las competencias establecidas en el artículo N° 41 de la Constitución Nacional, complementa los presupuestos mínimos establecidos en la Ley Nacional N° 25.675 -General del Ambiente-, para la gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable que promueva una

adecuada convivencia de los habitantes con su entorno en el territorio de la Provincia de Córdoba.

Otro aspecto a tener en cuenta es la obligación por parte de las explotaciones intensivas de especies bovinas cuyos planteles y establos de crianza y/o engorde para producción donde se mantengan confinadas en patios de alimentación, por más de un mes, un número igual o superior a trescientas (300) unidades animal, de presentar un estudio de impacto ambiental y audiencia pública, según se establece en el inciso 36 del anexo I de dicha ley.

En el marco de la ley de política ambiental provincial, se distinguen dos decretos reglamentarios que afectan directamente a la gestión de residuos pecuarios, principalmente en lo que concierne al reúso de los efluentes o para el vertido a diferentes cuerpos receptores.

#### Decreto Provincial 247/15

Este decreto establece la reglamentación de los artículos N° 42, 43 y 44 del Capítulo VII: "Planes de Gestión Ambiental" y artículos N° 49 y 50 del Capítulo IX: "Control y Fiscalización de Actividades Antrópicas", de la Ley de Política Ambiental Provincial N° 10.208. Este decreto sienta las bases para la formulación de los planes de gestión ambiental y realización de auditorías ambientales, necesarias en la implementación de los planes de aplicación para el reúso y uso agronómico de los efluentes.

#### Decreto Provincial 847/16

Este Decreto enuncia la reglamentación de estándares y normas sobre vertidos para la preservación del recurso hídrico provincial (Anexo 8.1). Su objetivo es establecer los parámetros para el vertido de los efluentes sobre cuerpos de agua o para su reúso desde la visión sustentable de las actividades antrópicas.

Los principales puntos del Decreto que afectan a la gestión de los efluentes en feedlots son:

- Fija como autoridad de Aplicación al Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos, y dentro de él a la Secretaría de Recursos Hídricos y Coordinación (Capítulo III).



- Establece como cuerpos receptores de efluentes líquidos a (Art. 4-Capítulo I):
  - Cursos de agua superficiales (lóticos y lénticos),
  - Conductos pluviales (rurales o urbanos),
  - Canales de desagüe o avenamiento, canales de riego,
  - Sistemas de aguas subterráneas (libres, confinados o semiconfinados),
  - Subsuelo,
  - Suelo, para el reúso de efluentes líquidos (distintos tipos de reúso, pero asociado a la utilización del efluente como agua para riego),
    - Suelo, para el uso agronómico de efluentes (aprovechamiento, en la actividad agronómica, de los nutrientes y materia orgánica presentes en los efluentes líquidos tratados).
- En el artículo 6 del capítulo II se enuncia la prohibición de descargar efluentes líquidos a sistemas de agua subterránea o la infiltración a terrenos que de algún modo puedan estar vinculados o conectados a acuíferos libres, semiconfinados o confinados. En los casos de disposición de efluentes en el suelo mediante infiltración, evaporación, uso agronómico, reúso o riego, se exigirá, además, el cumplimiento de los recaudos necesarios para impedir la contaminación de aguas subterráneas o superficiales.
- En el artículo 7 del capítulo II establece la prohibición de la aplicación o vertido de efluente crudo a cualquier tipo de cuerpo receptor (terreno, curso de agua, etc.) hasta tanto no cumpla con los estándares de vertido. Tampoco se permite la dilución de efluentes con aguas no contaminadas ni el vertido de efluentes líquidos que incumplan los parámetros de calidad establecidos en este decreto.
- El artículo 15 determina que las descargas realizadas a los cuerpos receptores deberán reunir las condiciones de calidad (físicas, químicas y microbiológicas) fijadas en la reglamentación.
- Establece en el marco del Proyecto de Gestión Ambiental que todos los establecimientos productivos deben contemplar en su funcionamiento, la presentación de la "factibilidad de vertido" con la finalidad de que el establecimiento pueda obtener la "autorización de vertido" de los efluentes que genera a algún cuerpo receptor (Capítulo V).
- Establece dentro del capítulo VI, que se "Promoverá el reúso de aguas residuales" (Artículo 26), y que "la autoridad de aplicación incentivará el reciclaje y

reúso de efluentes líquidos como medida de manejo eficiente y sustentable del recurso hídrico...”.

- Establece que los efluentes para uso agronómico (suelo como cuerpo receptor) deberán ser reutilizados bajo un Plan de Aplicación (Artículo 28 - Capítulo VI).
- Determina que el establecimiento debe contar con un profesional habilitado a cargo de elaborar un Manual de Buenas Prácticas, de Mantenimiento y Monitoreo del sistema de tratamiento de efluentes y de elaborar un Plan de Contingencias Ambientales. El profesional debe estar inscripto en el Registro Temático de Consultores Ambientales (RETECA), en el Colegio de Profesionales y debe haber asistido al seminario dictado por la Autoridad de Aplicación (Artículo 30 - Capítulo VII).
- Los establecimientos deberán estar inscriptos dentro del Registro de Actividades Antrópicas Generadoras de Efluentes (RAAGE) como establecimiento generador de efluentes líquidos que tengan perjuicios sobre el recurso hídrico provincial (Artículo 41 - Capítulo IX).

#### Ley Provincial N° 9.306 (Ley SICPA)

Esta Ley establece los requisitos, exigencias y limitaciones para el funcionamiento en el ámbito de la Provincia de Córdoba de los sistemas intensivos y concentrados de producción animal (SICPA) (Anexo 8.2). Se entiende por SICPA a los procedimientos y/o actividades destinadas a la producción de animales, sus productos y subproductos (carne, huevos, leche, cueros, pieles, plumas, pelo, lana, etc.), incluyendo animales acuáticos, desarrolladas en establecimientos donde los alimentos son suministrados directamente al animal en confinamiento, y los desechos y residuos de los animales (estiércol, animales muertos, residuos de alimentos, etc.) estén concentrados en sitios que sobrepasen la capacidad de asimilación del suelo.

La Ley diferencia la existencia de zonas críticas y zonas no críticas. En el Artículo N° 7 establece como *zonas críticas y/o sensibles* las localizadas a una distancia inferior a los tres (3) kilómetros de poblaciones, vertientes de agua, ríos, arroyos, lagunas y lagos, como así también en aquellos lugares donde la profundidad del acuífero libre sea menor a los diez (10) metros de profundidad en el período de alta. En ellas queda prohibido el asentamiento de nuevos establecimientos SICPA, y para aquellos establecimientos ya instalados, establece la obligatoriedad de presentar auditorías ambientales (Resolución 476/16 – Registro de Responsables Técnicos).

De acuerdo al Artículo N° 11, los establecimientos SICPA contarán con un Responsable Técnico habilitado, el que deberá ser Médico Veterinario o Ingeniero Agrónomo, matriculado, y estar inscripto en el Registro de Responsables Técnicos.

En el Capítulo VII la Autoridad de Aplicación establece las obligaciones de los SICPA en cuanto a estándares válidos de calidad de agua y suelo, y su monitoreo con regularidad. Incluso, los establecimientos están sujetos a monitoreos ambientales, documentales, alimenticios, sanitarios, registrales y de bienestar animal. Es necesario contar con un sistema de tratamiento permanente de las excretas y la realización de una evaluación de impacto ambiental como así también deben realizar un Libro de Movimientos de Ingresos y Egresos de animales, con la debida certificación del Responsable Técnico habilitado.

#### Resolución N° 476/15

Esta resolución se basa en la Ley N° 9.306 y determina la instrumentación del "Registro Provincial de Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal (SICPA)" y el "Registro de Responsables Técnicos de los Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal". Todos aquellos establecimientos contemplados en la Ley deberán inscribirse en dichos registros.

Se establece para los establecimientos de sistemas intensivos y concentrados de producción bovina que éstos deberán:

- a. Presentar formulario de inscripción completo y actualizado (declaración jurada).
- b. Aquellos *establecimientos instalados*, cuya capacidad instantánea sea menor a trescientos (300) animales, y se encuentren ubicados en zonas críticas, deberán presentar Auditoria Ambiental, como así también aquellos establecimientos instalados cuya capacidad instantánea sea mayor de trescientos (300) animales que se encuentren ubicados en zonas no críticas y los establecimientos instalados con capacidad instantánea mayor a trescientos (300) animales y ubicados en zonas críticas, encontrándose estos últimos imposibilitados de ampliar la cantidad de animales en los mismos.
- c. Los *establecimientos a instalarse* cuya capacidad instantánea proyectada sea de trescientos (300) a mil (1.000) animales, encontrándose o no en zona críticas, deberán presentar aviso de proyecto y, en caso de que la autoridad de aplicación lo considere pertinente, estudio de impacto ambiental. Dicho estudio de impacto ambiental es obligatorio para establecimientos a instalarse cuya capacidad instantánea proyectada sea mayor a mil (1.000) animales a ubicarse en zona crítica o no.

Resolución N° 29/17: Norma de gestión y aplicación agronómica de residuos pecuarios de la Provincia de Córdoba

Generada por el Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos de Córdoba a partir del Decreto 847/16, y de acuerdo lo establece el Artículo 1º, su objetivo es brindar herramientas de Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA) para facilitar la gestión de los residuos pecuarios de producciones intensivas mediante un Plan de Aplicación (PA) de carácter obligatorio para aquellos establecimientos abarcados por la ley SICPA que opten realizar un uso agronómico de los residuos pecuarios en los establecimientos de producción ganadera o mixta y deberá ser presentado por un Ingeniero Agrónomo autorizado como consultor ambiental en el RETECA (Anexo 8.3).

El *Plan de Aplicación* es el Plan de Gestión Ambiental adecuado a la actividad de Gestión y Aplicación Agronómica de Residuos Pecuarios en la Provincia de Córdoba. El cumplimiento del Plan de Aplicación implica el cumplimiento del Decreto 247/16 para esta actividad. También puede definirse a este como el protocolo que garantiza el correcto funcionamiento del sistema suelo (variables físico-químicas) como cuerpo receptor de los efluentes animales, y proveedor de nutrientes a los cultivos o pasturas. *En ningún momento se aplica para cubrir necesidades hídricas o una lámina de riego, ya que las cantidades solo cubren necesidades nutricionales.* Esto genera una valorización de los residuos pecuarios, que pasan a tener un valor de enmienda para el suelo como proveedor de nutrientes y mejorador de las condiciones físicas y biológicas.

La normativa prevé para el Plan de Aplicación dos dimensiones bien diferenciadas, a saber:

- ❖ Caracterización del residuo usado: La diversidad de composición y origen de los guanos, estiércoles líquidos o sólidos y camas usadas requiere su caracterización por tener cierta variación en función de la especie animal en estudio.
- ❖ Características del establecimiento, paisaje y sistema-suelo receptor: Aquí es importante el conocimiento de los suelos del lugar donde se aplicará el plan. Se deben analizar las variables que determinan su fragilidad ambiental, posición en el relieve y características físico-químicas. Para esto la herramienta base son los análisis de suelo que el productor realice sobre los lotes en donde se aplicará el residuo.

Es de destacar la necesidad de realizar el cálculo del balance de nutrientes de acuerdo a las variables del sistema productivo y las metas de producción fijadas. Se puede entender a dicho balance como la forma en que se relacionan las dos

dimensiones anteriores, es decir, tiene en cuenta las características del residuo utilizado y la capacidad del suelo de receptor los nutrientes aportados sin dejar de tener en cuenta la extracción por parte del cultivo a realizar. En el caso de que se genere un exceso de nutrientes, el sistema estará desbalanceado y se hablará de un residuo capaz de generar contaminación de tipo química y alteraciones físicas permanentes del suelo.

Para lograr el saneamiento de los residuos pecuarios, la normativa establece para los efluentes períodos de estabilización mínimos de 120 días previo a la aplicación, por lo que las dimensiones de las lagunas del establecimiento deberán ser acordes a este requerimiento.

Con respecto a los residuos sólidos, exige poder asegurar antes de su distribución a campo al menos su estabilización térmica a través de metodologías como el compostaje, la solarización o tratamiento con fuente de calor externa.

Presentado el Plan de Aplicación ante la Autoridad de Aplicación firmado por un profesional Ingeniero Agrónomo, en el marco del Proyecto de Gestión ambiental del establecimiento y cumplimentando todos los requisitos, el productor en cuestión puede obtener una licencia habilitante para la utilización de los efluentes.

#### Otras normativas relevantes para producción intensiva de bovinos

A nivel nacional, aquellas personas físicas o jurídicas que se encuentren previamente inscriptas en el Registro Nacional de Productores Agropecuarios (RENSPA) se inscribirán en el Registro Nacional de Establecimientos Pecuarios de Engorde a Corral (RNEPEC). Dichos registros e incluso la fiscalización de las actividades está regulada por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA).

En cuanto a la normativa provincial, a partir del año 2010 cuando entra en vigencia la Resolución Nº 333, se establece a la Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba como el ente creador de la Unidad de Registración, Verificación y Control de los SICPA, que tendrá a cargo el empadronamiento y registro de los sistemas y de responsables técnicos, la elaboración del informe técnico para el otorgamiento de licencias habilitantes, el control y seguimiento de los SICPA, la verificación de la documentación presentada, por mencionar los que competen a la temática desarrollada. Por otra parte, la resolución nº 333/10, instaura la documentación que deberán cumplimentar aquellos sistemas intensivos de producción animal bovina, tal como lo resuelve la resolución nº 476/14. Los datos de inscripción del establecimiento (Anexo 8.4), que tendrán carácter de Declaración Jurada, deberán

actualizarse con una periodicidad de dos años o en su defecto cuando se produzca una modificación en la información del formulario de inscripción, como por ejemplo en la capacidad instantánea, superficie cubierta por corrales, fuente de agua, sistema de tratamiento de efluentes o gestión del estiércol.

Según la información recabada a través de comunicaciones personales en la Dirección Provincial de Agua y Saneamiento<sup>(1)</sup> (DiPAS), la aplicación de los residuos pecuarios para reúso está reglamentada en el decreto 847/16 con los estándares de vertido exigidos. En cambio, el cómo realizar el uso agronómico no ha sido detallado en dicho decreto, por lo que surge la resolución N° 29, aprobada a mediados del año 2017. En dicha resolución, se contempla la presentación del Plan de Aplicación (PA) que deberá ser aprobado por los dos entes que lo regulan: Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba y la Dirección Provincial de Agua y Saneamiento.

Es necesario aclarar que se habla de **reúso** cuando el destino del efluente es para cubrir necesidades hídricas de los cultivos (riego) lo cual requiere cumplir parámetros más estrictos establecidos en el decreto 847. En el caso de ser aplicado a campo como enmienda, se hace referencia al término **uso agronómico** cuyo objetivo es cubrir necesidades nutricionales tal como lo enuncia la resolución 29.

En concordancia con lo expresado en el decreto 847/16, la presentación de la documentación y de los proyectos para la confección de las lagunas de contención de efluentes (ya sean de sedimentación, evaporación, facultativas, de rebalse, etc.) debe ser elaborado por un ingeniero civil donde estén incluidos los planos y la memoria técnica y descriptiva de la factibilidad de volcamiento siguiendo las Normas para la Presentación y Diseño de Sistemas y Obras Hidráulicas en la Provincia de Córdoba. Para la elaboración de los proyectos de construcción de las piletas, los profesionales se basan en lo desarrollado por Aníbal Pordomingo (Gestión ambiental en el feedlot - Guía de buenas prácticas, 2003) donde establece formas de cálculos para los diseños, conjuntamente con las normas del ENOHSA<sup>(2)</sup>. Se utilizan estas dos fuentes debido a que las normativas vigentes son

---

<sup>1</sup> Organismo de la Administración Central, dependiente del Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos cuya misión es la conservación y explotación del recurso hídrico, la provisión y control de la prestación de los servicios de agua potable, la recolección y tratamiento de los líquidos cloacales y residuales, riego y saneamiento rural en todas las áreas del territorio de la Provincia.

<sup>2</sup> ENTE NACIONAL de OBRAS HIDRICAS de SANEAMIENTO (ENOHSA): Organismo descentralizado, en jurisdicción del Ministerio de Economía y obras y Servicios Públicos, Secretaría de Obras Públicas y Comunicaciones, Subsecretaría de Recursos Hídricos que tiene por objeto organizar y administrar la ejecución y/o instrumentación de los Programas de Desarrollo de Infraestructura que deriven de las políticas nacionales del sector.

relativamente nuevas y aún no se ha determinado un sistema de dimensionamiento específico o un modelo preestablecido desde las entidades públicas.

La fiscalización de que se corresponda lo realizado en la práctica con la documentación presentada está a cargo de la Policía Ambiental, quien puede aplicar sanciones tales como la clausura de los establecimientos y también, tal como se ha mencionado, es regulado por la Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba. Una vez aprobado el plan de aplicación, cualquier cambio efectuado ya sea en el destino del efluente como alguna otra modificación que afecte a la cantidad o composición del material deberá ser presentado nuevamente a los entes públicos para que se reevalúe y se vuelva a dar la aprobación del mismo. Si no ocurre ninguna modificación de relevancia, este periodo deberá ser de 3 años a modo de actualización.

### 3.2. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS PECUARIOS

El objetivo debe ser la contención y manejo de los efluentes líquidos y sólidos para reducir al mínimo los escapes al medio y el proceso debería iniciarse con la estimación de los volúmenes generados y consecuentemente a contener, tanto en líquidos como en sólidos (Pordomingo, 2013). La consistencia de las excretas (sólidas o líquidas) depende del tipo de producción, de las características climáticas y en menor medida de las dietas.



*Figura 1:* Esquema del sistema de manejo de residuos pecuarios.

El manejo de los efluentes en un feedlot requiere de ciertas instalaciones específicas a fin de evitar que estos lleguen a cuerpos de agua superficiales y modifiquen las condiciones naturales de dichos ambientes.

En los residuos podremos distinguir dos fases: una líquida y otra sólida. Esta última, puede separarse por medios físicos (decantación, filtrado), aunque los sólidos más livianos quedan suspendidos y disueltos en la fase líquida. Estos sólidos deben tratarse mediante métodos químicos o biológicos, a fin de reducir la carga orgánica del efluente, objetivo a perseguir en caso que sea vertido a un cuerpo de agua superficial (laguna, río, arroyo, etc.).

En nuestro país, se puede apreciar que el método más utilizado es el *sistema de lagunas*. Este proceso consiste en canaletas o caños para conducción a una cámara



de recolección que actúa como decantador primario o filtro y luego, una serie de excavaciones impermeabilizadas que varían en sus dimensiones.

Las esorrentías (efluentes líquidos) se contienen en lagunas de sedimentación donde se procura separar físicamente las partículas en suspensión más gruesas. El líquido puede ingresar posteriormente a lagunas de almacenamiento donde se continúa operando sobre sus características bioquímicas. Estas lagunas deben cumplir con ciertas propiedades para asegurar el aislamiento hidráulico de su contenido con el suelo y los acuíferos subyacentes.

Finalmente, los efluentes líquidos y sólidos deben ser reducidos. El reciclado como fertilizante es la opción más común, pero para su correcta aplicación debe conocerse el perfil de nutrientes que ofrece y las características del sitio de destino, incluyendo a la capacidad extractiva del cultivo a realizar. Una de las variables de mayor importancia a tener en cuenta al momento de la caracterización del efluente líquido es el contenido de materia orgánica potencialmente contaminante del ambiente expresada como Demanda Biológica de Oxígeno en 5 días ( $DBO_5^{(3)}$ ).

La variable límite de aplicación no deberá ser el máximo rendimiento potencial del cultivo a implantar sino la capacidad del sistema biológico y edáfico para procesar el fertilizante agregado sin riesgo de polución de ningún tipo, con especial cuidado hacia la lixiviación de nitratos en profundidad. Es por ello que el clima (temperatura y humedad), la textura y estructura del suelo, las pendientes y la proximidad de cursos hídricos subterráneos o superficiales son los factores centrales ante un proceso contaminante.

Por otra parte, el suelo de los corrales es de gran importancia, dado que sobre el mismo se deposita permanentemente la excreta evacuada por el ganado y su orina. El excremento junto con la orina, restos de comida y el suelo de los corrales tradicionales de tierra forman una capa de entre 5 y 10 cm de espesor que debe ser retirada periódicamente para evitar la proliferación de moscas y evitar que los días de humedad se ablande, se generen malos olores y sea caldo de cultivo de parasitosis.

De esta manera se puede deducir que el piso de los corrales se limpia de dos maneras:

---

<sup>3</sup>  $DBO_5$ : La Demanda Biológica de Oxígeno en 5 días es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación transcurridos cinco días de reacción, y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro ( $mgO_2/l$ ). Se basa en medir el oxígeno consumido por la población microbiana en condiciones en las que se han inhibido los procesos fotosintéticos en un medio en donde se favorece el desarrollo de los microorganismos (Pendini, 2012).

- a. Por *efecto de arrastre pluvial* en el momento de la precipitación de diseño <sup>(4)</sup>. El material de arrastre que lleva el agua se compone de la costra mencionada anteriormente. Ese material con agua de lluvia es depositado en las lagunas de sedimentación, cuyas medidas deben ser calculadas para los distintos corrales en función de la superficie que drena a cada una de ellas.
- b. Por *efecto mecánico*, cuando el espesor de la costra alcanza los 10 cm aproximadamente, se introducen palas cargadoras que retiran dicha costra y la llevan a las playas de secado de estiércol que serán descriptas más adelante (Figuras 2 y 3).



*Figura 2:* Barrido de corrales y acopio de estiércol (*Fuente:* Engormix).



*Figura 3:* Diferencia entre un corral con estiércol acumulado (izquierda) y uno limpio (derecha).

---

<sup>4</sup> La tormenta de diseño es la consecuencia de precipitaciones capaz de provocar la crecida de diseño en la cuenca analizada. Su determinación implica definir la duración de la lluvia, la lámina total precipitada, su distribución temporal y espacial, y la porción de dicha lámina que efectivamente contribuye a la generación de escorrentías.

Existe también la posibilidad de disponer de corrales con pisos de hormigón que presentan una pendiente hacia una calle central también de hormigón, con una superficie por animal menor a la requerida en corrales de piso de tierra. La limpieza de los corrales se realiza con una pala tipo bobcat volcando el estiércol hacia la calle central y desde ésta hacia la cámara de recepción. No se utiliza agua para la limpieza debido al mayor gasto que esto implica. Generalmente, el estiércol que se genera en estos corrales tiene como destino la generación de biogás y biofertilizantes. El hecho de hacer los corrales y calle central con hormigón facilita la recolección del estiércol sin tierra ya que ésta hace poco viable la biodigestión anaeróbica al tener alta carga inorgánica (partículas de suelo).

Las estructuras e instalaciones necesarias para la producción de biogás son una innovación en nuestro país, siendo más frecuente encontrarlo en otras partes del mundo. Este tipo de sistema, con pisos de hormigón o pisos enrejillados tipo slats de la producción porcina, es el que podría implementarse en un futuro en nuestro país al generarse un incremento en la intensificación de la producción, lo cual permite un manejo más sustentable de todo el sistema: mayor confort animal y disminución de las probabilidades de contaminación ambiental con el estiércol. La reutilización de los residuos con fines de producción de energía o gas es un tema complejo que requiere un análisis en profundidad, el cual no será abordado en el presente trabajo.

### 3.2.1. Manejo de residuos pecuarios líquidos o efluentes

Las instalaciones para el manejo de efluentes están compuestas por un sistema de recolección y otro de captura. La recolección de los líquidos de escurrimiento superficial se realiza a través de una estructura de drenajes primarios y secundarios colectores; su captura consiste en lagunas de tratamiento (decantación de sólidos, reducción de materia orgánica y evaporación de agua) y lagunas de almacenamiento para su posterior uso.

A pesar de que existe un gran número de combinaciones posibles en cuanto a la secuencia de las lagunas, los procesos físicos y químicos no tienen gran variación. Por esta razón, se basará la descripción en un modelo para el tratamiento de estos efluentes con los dos tipos de lagunas más utilizadas:

#### *A. Lagunas aeróbicas de sedimentación*

Estos sistemas están diseñados para frenar el flujo de agua y barro arrastrado, decantar el mismo y comenzar el proceso de oxidación aeróbica antes de ingresar el líquido a las lagunas de almacenamiento. Su función es reducir la acumulación de

sedimentos y evitar el colmatado de las lagunas posteriores desacelerando el agua y logrando una sedimentación igual o menor al 50% de los sólidos (Pordomingo, 2013).

Estas lagunas, para lograr la condición de aerobiosis, poseen una profundidad aproximada de 1,5 m, lo que permite el ingreso de los rayos solares a toda la profundidad de la laguna. Al existir luz solar, se produce fotosíntesis con emisión de oxígeno y oxidación de los compuestos orgánicos, cuya degradación se completará más adelante.

El material que precipita rápidamente es el más pesado conteniendo tierra y nutrientes de mayor densidad. La acumulación por tiempos prolongados genera fermentaciones, olores desagradables y es un medio propicio para el desarrollo de enfermedades y plagas. El periodo de permanencia del material de arrastre en las lagunas de sedimentación oscila entre un mes y un mes y medio (dependiendo del régimen de lluvias y de la limpieza del piso de los corrales), tras lo cual el material es retirado mecánicamente del fondo de la laguna y llevado a las playas de secado de estiércol, donde termina de secarse y degradarse en compuestos inorgánicos que, en el caso de ser reutilizados, servirán de abono a los lotes cultivables. Disponer de dos o varias estructuras de sedimentación sería conveniente para poder limpiar unas mientras se utilizan las otras, aunque ello dependerá de la frecuencia de lluvias en función de la época del año y los costos (NSW Agriculture, 1998; Swanson et al., 1973; Lott et al., 1994a).

Una vez que supera la capacidad de la laguna de sedimentación, el líquido ya sin material sólido (que ha sido decantado), pasa a la segunda laguna para completar el proceso. Cabe aclarar que de toda el agua que ingresa por lluvia al área del feedlot, la cantidad que escurre es menor al 100% de la misma, una fracción se evapora y otra es retenida y se absorbe en el suelo. En sectores compactados como los corrales y las calles, la infiltración es baja y es mayor en áreas vegetadas o de poco tránsito.

Las lagunas deben ser también de fácil acceso para su limpieza ya que habrá que remover periódicamente el material sedimentado. Aunque frecuentemente poco visible, el movimiento de sedimentos y suelo desde el área del feedlot con la escorrentía es importante y debe ser minimizado. Determinaciones en Nebraska (EEUU) sobre feedlots con infiltración controlada, indican movimientos de 10 a 40 mm de suelo por la superficie total del feedlot cada año (Sweeten et al., 2000). El sedimento es en parte estiércol y suelo, variando en proporciones entre 50 a 70% en sólidos biodegradables y 30 a 50% suelo (Sweeten y Amosson, 1995).

Extraídos los líquidos por bombeo, el material remanente se encontrará depositado en láminas o costras con contenidos de humedad variables entre el 25 y el 80%, dependiendo del tiempo de secado y el clima. Debe tenerse en cuenta que superando contenidos de humedad del 70% en cualquier residuo orgánico resulta imposible controlar las fermentaciones y la generación de olores (Sweeten, 1990). La extracción del sedimento puede hacerse inmediatamente de retirado el sobrenadante o esperar un desecado mayor y mover menos agua. Esta tarea de extracción con pala mecánica se facilita cuando todas las paredes de las lagunas son de cemento ya que se evita el desmoronamiento de las mismas y permite la limpieza completa del lodo.

### *B. Lagunas anaeróbicas de almacenamiento*

Las lagunas de almacenamiento deben ser lo suficientemente grandes para lograr el objetivo de almacenar efluentes por períodos extensos, de seis meses o mayores (Sweeten, 1988). Deberían ser capaces de contener el balance agua entre ingresos por escorrentía y salidas para uso agronómico y evaporación en el año del percentil 90% más húmedo. Los rebalses no deberían presentarse. El tamaño en volumen variará entre 10 y 20 veces el tamaño de las de sedimentación, variación particularmente debida a la precipitación anual esperable, las pérdidas por infiltración y por evaporación, y los usos del agua acumulada (Sweeten et al., 1990).

En el sistema anaeróbico, se produce la degradación oxidativa en los primeros centímetros desde la superficie de la masa líquida y en profundidad predominan las fermentaciones. Oxidaciones y fermentaciones de la materia orgánica son necesarias para reducir el contenido total de materia y destruir agentes patógenos, pero promueven emisiones gaseosas degradantes del aire por volatilización (N y S).

La profundidad de estas lagunas de tipo anaeróbico se encuentra, frecuentemente, entre 2 y 4 m. Por menor superficie expuesta, la evaporación total es menor, pero el área ocupada es también menor. En estas lagunas continúan procesos de degradación de la materia orgánica, pero a un ritmo muy inferior al de las lagunas de sedimentación.

Al momento de su construcción, las lagunas deben ser trabajadas compactando su base y sus paredes laterales, y posteriormente ser recubiertas con plástico tipo revestimiento de polietileno de 200 micrones para lograr la perfecta impermeabilización de las mismas sin filtraciones hacia el suelo natural ni la napa freática.

La frecuencia de limpieza de estas lagunas de almacenamiento depende de la cantidad de sedimento acumulado y la producción de olores emanados de procesos fermentativos en el estiércol asociado al sedimento. En el caso de detectar infiltraciones y/o de necesidades de arreglos estructurales deberá realizarse el vaciado correspondiente. La eficiencia de captura de sedimentos en las lagunas anteriores se verá reflejada en la tasa de acumulación de los mismos en esta laguna.

El material semisólido colectado junto con el estiércol recogido de los corrales, puede almacenarse en las pilas de almacenamiento y utilizarse para fertilización. En la medida en que las lagunas tengan oportunidad de secarse y el material decantado pueda ser removido, se reduce la generación de olores desagradables y el riesgo de desarrollo de plagas y patógenos.

Al final del proceso indicado, habrán actuado agentes aeróbicos y anaeróbicos, produciendo oxidación y degradación de la materia orgánica. El líquido almacenado, podrá ser utilizado para riego de los lotes cultivables, para lo cual es condición indispensable que la DBO haya alcanzado un valor igual o menor a 30.

### 3.2.2. Disposición final del efluente

Al planear la disposición final del efluente, es fundamental tener en cuenta su origen y el destino en donde va a ser vertido el mismo. Por ello es obligatorio, siempre que se utilice el efluente de un sistema pecuario intensivo, hacer una caracterización previa por medio de un análisis químico completo.

Como se mencionó en la sección de materiales y métodos, los destinos actualmente permitidos son: cursos de agua superficiales, conductos pluviales (rurales o urbanos), canales de desagüe o avenamiento, canales de riego, sistemas de aguas subterráneas, subsuelo (perforaciones) y suelo para el reúso de efluentes líquidos o para el uso agronómico de efluentes. El destino final elegido será el que mejor se adapte a cada sistema productivo en particular. Los estándares de calidad de vertido de los efluentes que se deban cumplir estarán en función de dicho destino.

En el caso de vertidos en aguas superficiales, los valores estandarizados para la DBO son menores o iguales a 30-40. Valores similares debe tener el efluente líquido para reúso. En cambio, si la disposición final son pozos absorbentes o conductos cloacales, la DBO exigida es de 150 y 200 respectivamente. También debe destacarse que existen otros parámetros como estándares químicos, físicos y presencia de plaguicidas que deben respetarse a la hora de verter el efluente.

Para el caso de aplicaciones de agua regenerada con el fin de cubrir necesidades hídricas (**reúso**), se clasifica a los riegos en ocho tipos de reúso distintos. Para ello, se determina donde serán aplicados teniendo en cuenta el acceso o exposición a la población que afectará.

En cuanto al **uso agronómico** de efluentes, el mismo deberá estabilizarse al menos por un periodo de 120 días previo a su aplicación ya que se prohíbe reutilizar efluentes crudos. A la hora de definir el lote a ser tratado se debe tener en cuenta la presencia de algún/os cultivo/s y su fenología. En caso de ausencia, se deberá decidir el cultivo a implantar para poder hacer el balance de nutrientes entre los que existen en el suelo, los que aporta el efluente y lo que potencialmente extraerá el cultivo. Luego, se decide el momento y el método de aplicación.

Existen dos métodos viables para aplicar el efluente a campo. Por un lado, se pueden utilizar métodos de riego y, por otro lado, podría utilizarse la aplicación mediante estercolera de líquidos. En general, los sistemas de aspersion, se adaptan fácilmente a las distintas escalas de tamaño de tambos. El componente final de esta aplicación es el irrigador, cuyo objeto es distribuir el efluente en las chacras a tasas razonables según el tipo de suelo, permitiendo que el efluente se concentre en la zona radicular de las pasturas o cultivos.

El segundo método mencionado consiste en el mezclado del efluente contenido en las lagunas de almacenamiento con agitadores o mezcladores hasta lograr la mejor homogeneización posible. El estiércol bien mezclado garantiza la repartición uniforme de las sustancias nutritivas y esto puede traducirse en un mayor rendimiento. Luego, mediante una bomba, se carga el líquido en la cisterna estercolera para su distribución a campo.

Los efluentes de los sistemas confinados de engorde bovino aportan altos contenidos de materia orgánica, fósforo, potasio y nitrógeno. Su distribución en el lote contribuye a la disponibilidad de estos nutrientes claves en los sistemas de producción agrícola extensivos y a la mejora de las propiedades físicas del suelo. De esta manera, el residuo deja de ser un desecho o un problema en los establecimientos. Se transforman en materiales aptos para ser utilizados como fertilizantes orgánicos, permitiendo reducir los costos, impulsar el crecimiento de los cultivos y disminuir la contaminación.

### 3.2.3. Manejo de residuos pecuarios sólidos

La fracción sólida corresponde a las heces, restos de alimentos y aportes de agua por orina y precipitaciones que se acumulan en el piso de los corrales. La mayor acumulación de estiércol ocurre en los sectores adyacentes a los comederos, donde además, el contenido de humedad es mayor debido a que el ritmo de producción supera al de secado. El otro sector de alta concentración de heces es el contiguo a los bebederos debido a que los animales frecuentemente orinan y también se aporta agua por salpicado y/o pérdidas desde los mismos bebederos.

Las limpiezas frecuentes reducen las acumulaciones del material fecal húmedo y problemas posteriores tales como anegamiento, suciedad y afecciones de las patas y/o enfermedades, con mayor incidencia en años lluviosos. Normalmente se limpian los corrales con cargadores con pala frontal cuando están vacíos entre salidas y entradas de lotes de animales al finalizar el ciclo de engorde. Se busca limpiar dentro de los 5 días luego de salido el lote de animales para evitar el encostrado con la humedad diaria y lluvias eventuales.

Una vez retirado el material de los corrales, es reubicado en una playa de secado de estiércol emplazada en el sitio de mayor cota del terreno para lograr que el líquido contenido drene hacia las lagunas de almacenamiento permitiendo el correcto secado del material.

El residuo acumulado es una fuente de malos olores y contaminación. Aun así, puede modificarse la concepción con respecto a estos residuos debido a que poseen un alto contenido de materia orgánica y nutrientes que potencialmente son reutilizables. Con el fin de lograr un sistema más eficiente, se abordará la utilización del residuo como enmienda orgánica, para lo cual se describe el **proceso de compostaje**.

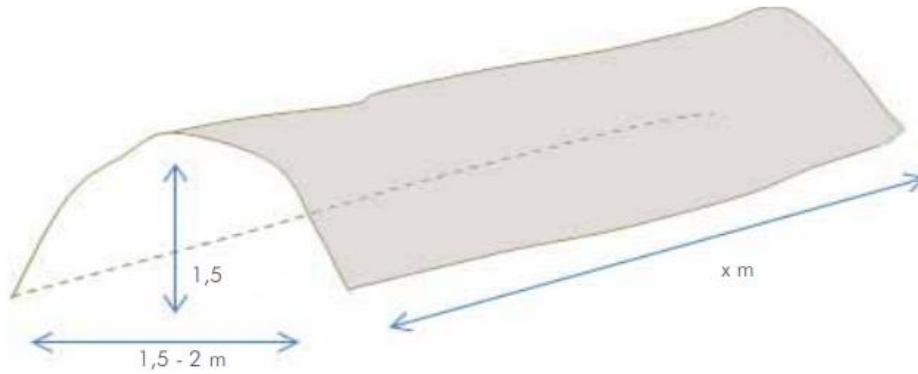
#### *A. Armado de la pila de compostaje*

La disposición de los materiales originales más o menos homogéneos se realiza en pilas cuyas dimensiones buscan favorecer las condiciones de temperatura, humedad y aireación necesarias para lograr un buen proceso de compostaje, las cuales serán explicadas más adelante.

La confección de estas pilas, que tienen forma semicilíndrica, se realiza sobre una superficie impermeable (Figura 4). La altura es menor o igual a 1,5 m ya que el peso del propio material genera en el interior lugares con baja aireación (Campitelli, Ceppi, Velasco, Rubenacker, 2009). Con respecto a la longitud no existe una determinación preestablecida, sino que puede variar según el criterio del productor,



el volumen generado y la superficie disponible en las playas de secado. El ancho generalmente se encuentra en un rango de 1,5 a 2 m pero dependerá del ancho de labor de la maquina volteadora. Estas máquinas se utilizan para remover el material y de esta manera se logran favorecer los procesos oxidativos necesarios para una correcta descomposición.



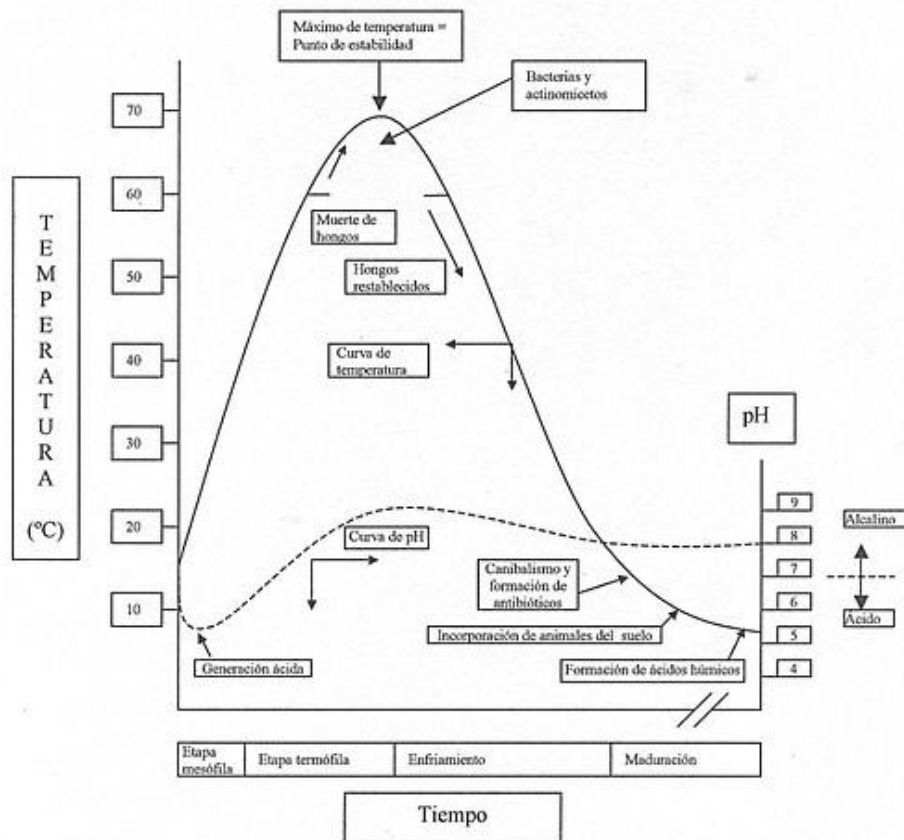
*Figura 4:* Dimensiones de una pila de compostaje.

El aporte de humedad se puede realizar a través de mangueras de riego por goteo ubicadas sobre una pequeña canaleta que se realiza en la parte superior de la pila. También existe la posibilidad de utilizar vinaza, siempre y cuando no se realice al inicio del compostaje porque el material ya posee un alto contenido de humedad.

#### *B. Proceso de compostaje*

Una vez confeccionadas las pilas, se deben tener en cuenta los siguientes factores:

❖ Temperatura: Durante el proceso de compostaje se produce la variación de la temperatura y el pH, el cual se divide en cuatro etapas: mesofílica, termofílica, enfriamiento y maduración (Figura 5).



**Figura 5:** Evolución de la temperatura (—) y el pH (---) durante las diferentes etapas del compostaje (Dalzell, 1981).

Inicialmente, la pila se encuentra a temperatura ambiente y a medida que la población mesofílica se multiplica, la temperatura crece rápidamente. Aquí, se generan ácidos orgánicos de cadena corta que son los responsables de la disminución del pH.

A partir de los 40°C la actividad mesofílica es reemplazada por la termofílica. Una vez superados los 60°C los hongos termofílicos mueren y la descomposición se lleva a cabo por bacterias formadoras de esporas y actinomicetos. A temperaturas elevadas se degradan ceras, proteínas y hemicelulosa.

Para lograr la pasteurización es necesario que el proceso atraviese una etapa donde la temperatura sea de 65°C durante al menos tres días, así se eliminarán las bacterias patógenas, parásitos y hongos. En este momento el residuo no podrá utilizarse en el caso de que el destino sea la aplicación a campo porque se elevaría la temperatura del suelo e incluso las bacterias siguen consumiendo oxígeno causando muerte radicular.

Como consecuencia del agotamiento de los sustratos fácilmente degradables, se reduce la velocidad de descomposición y posteriormente, disminuye la temperatura.

Los hongos termófilos, responsables de la degradación de la celulosa, comienzan a reinvasir el material cuando dicha temperatura alcanza valores inferiores a 60°C.

El calor decrece hasta alcanzar la temperatura ambiente en un periodo relativamente corto (días o semanas). Sucesivamente, se produce la etapa de maduración que se lleva a cabo en un lapso de tiempo mayor (meses), en la cual se producen reacciones químicas complejas (condensaciones y polimeraciones).

Es fundamental el monitoreo de la temperatura en la pila, sobre todo al principio ya que es cuando se producen los mayores cambios y se alcanzan las temperaturas más elevadas. Una manera de monitorear la temperatura es introduciendo en el centro de la parva un termómetro digital. Es conveniente tomar la temperatura en varios sectores a lo largo de la parva y luego calcular la temperatura media.

La ocurrencia de temperaturas por encima de las mencionadas es indicador de que están ocurriendo procesos fermentativos (anaeróbicos) no deseados. Para retornar a los parámetros óptimos, se deberá oxigenar la pila por medio del volteado y proceder al regado de la misma. Dichas labores también son válidas en casos donde la humedad se encuentre fuera del rango óptimo.

❖ Humedad: Es importante que la humedad se mantenga en niveles del 40 al 60%. Si el contenido de humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volverá anaeróbico generando productos fitotóxicos. Si la humedad es excesivamente baja, se disminuirá la actividad de los microorganismos y el proceso será lento.

❖ Aireación: Una aireación apropiada controla la temperatura, remueve el exceso de humedad y dióxido de carbono y provee el oxígeno necesario para mantener la condición de aerobiosis que favorecerá el desarrollo de los microorganismos intervinientes en los procesos biológicos. La necesidad de oxígeno varía durante el proceso, siendo máxima durante la etapa termofílica (Figura 5), etapa donde se produce un incremento importante en la temperatura de la pila.

❖ pH: Tiene acción sobre los microorganismos. Los hongos toleran un margen entre 5 y 8, mientras que las bacterias tienen un menor rango de tolerancia (pH=6-7,5).

❖ Relación Carbono/Nitrógeno: Para que el proceso dé inicio, es necesaria una relación C/N entre 25-35. Si esta relación es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Si es muy baja, genera pérdidas de nitrógeno por volatilización.

Esta relación disminuye a medida que el proceso de compostaje avanza, alcanzando valores finales que depende del material que le da origen. En el caso del estiércol

de vaca es rico en nitrógeno teniendo un porcentaje del mismo igual a 1,5-4,2 % y una relación C/N de 11-30. En el caso de ser necesario, pueden agregarse materiales orgánicos ricos en carbono tales como paja, heno seco, cáscara de maní, aserrín, entre otros. Estos materiales deben ser correctamente mezclados con los residuos con el fin de obtener un compost lo más homogéneo posible.

### *C. Momento de finalización del compostaje*

Es importante a la hora de reutilizar el material compostado conocer su calidad, la cual está dada por dos aspectos fundamentales: estabilidad y madurez.

Se procura que el material logre en un tiempo determinado la estabilización al menos térmica previo a la utilización del mismo. La temperatura es el indicador de mayor relevancia ya que refleja la actividad metabólica de los microorganismos implicados en la degradación del residuo. Posteriormente ocurre la maduración, donde suceden reacciones más complejas cuyo producto final es la humificación del material.

Finalizadas las etapas de estabilización y maduración, se procede a evaluar la posibilidad de uso del compost. Para ello se pueden utilizar criterios físicos, químicos y biológicos o de fitotoxicidad.

Dentro de las **características físicas** se pueden nombrar las siguientes:

- ❖ Olor: Los materiales orgánicos tienen inicialmente un olor característico debido a la descomposición de los ácidos orgánicos (acético, butírico, sulfúrico, etc.). Estos olores desaparecen con el proceso de compostaje. Finalmente, el olor de un compost estable y maduro debería asemejarse al de tierra mojada causado fundamentalmente por los actinomicetes.
- ❖ Temperatura: Se estabiliza cuando la temperatura de la pila es igual a la del ambiente y no varía con los volteos.
- ❖ Color: El compost se oscurece durante el proceso. Este cambio se debe a la humificación de la materia orgánica y se puede distinguir a simple vista, logrando un color marrón oscuro o casi negro.
- ❖ Pureza: A la hora de reutilizar el material no debe observarse la presencia de materiales inertes.

Dentro de las **características químicas** de un compost de calidad a ser utilizado, es fundamental controlar los siguientes parámetros:

- ❖ Valor de pH: Sufre una oscilación durante el proceso de compostaje. En términos generales desciende ligeramente al principio para subir posteriormente y luego vuelve a descender para quedar estabilizado en la maduración. Por lo general se estabiliza en un valor de 6,5-8.
- ❖ Relación Carbono/Nitrógeno: Se considera que los valores son óptimos cuando la relación es menor a 20 o lo más cercano a 15.
- ❖ Relación Carbono Soluble en Agua/Nitrógeno Total ( $g \cdot kg^{-1} / g \cdot kg^{-1}$ ): Para que el material sea considerado maduro, esta relación debe disminuir a medida que el proceso de compostaje avanza, llegando a valores inferiores de 0.7. Este parámetro es considerado un índice de estabilidad.
- ❖ Carbono orgánico total: De acuerdo a los criterios de la Unión Europea los productos utilizados como enmiendas no deberían contener niveles inferiores a 20% de COT (carbono orgánico total). Otros autores sugieren valores superiores a 35-40% (Seoanez Calvo et al., 2000).

Para determinar las **características biológicas** se utilizan distintos test de fitotoxicidad. Los test con plantas usados en investigaciones y en estándares de calidad pueden dividirse en cuatro categorías: Test de germinación (incluyendo desarrollo de las raíces), test de crecimiento, combinación de test de germinación y crecimiento y otros métodos biológicos como la determinación de la actividad enzimática.

#### 3.2.4. Disposición final del compost

En lo que respecta a residuos sólidos, luego de pasar por el proceso de compostaje, estarán disponibles para ser utilizados. La aplicación como enmienda orgánica en lotes agrícolas representa una excelente oportunidad y es una buena alternativa de creciente utilización en nuestro país. Actualmente, existe una alta valorización de las enmiendas como insumo para la actividad agrícola. El aporte de MO como potencial mejorador de las propiedades físicas (estructura y estabilidad), químicas (nutrientes) y biológicas (aumento de la actividad microbiana) hacen que sea un recurso interesante, especialmente en aquellos establecimientos agropecuarios de producción mixta con planteos altamente extractivos.

Se pueden citar las siguientes *ventajas* de aplicar el estiércol al suelo:

- Reemplaza los fertilizantes comerciales (N, P, K) reduciendo la contaminación que estos producen al ambiente.
- Los nutrientes se liberan paulatinamente en contraposición con el fertilizante químico (se libera aproximadamente la mitad de sus nutrientes en el primer año).
- El carbono orgánico que contiene el compost es clave para mejorar la calidad del suelo y su estructura.
- Al integrar agricultura y ganadería, el estiércol puede reingresar de nuevo en la explotación, cerrando así el ciclo de nutrientes.
- El proceso de compostaje elimina virus, hongos y bacterias indeseables.
- El estiércol, tras su compostaje, se transforma en una materia muy rica en flora microbiana beneficiosa.

Surge aquí la interrogante de si las enmiendas orgánicas constituyen un problema o una oportunidad. Si se hace hincapié en su capacidad como fertilizante, podemos observar que la concentración de nutrientes es inferior a aquellos provenientes de la industria química. No obstante, presentan la ventaja de aportar elementos orgánicos acompañando a los macro y micronutrientes que los fertilizantes químicos no poseen.

Su principal *desventaja* radica en que el uso excesivo, puede provocar efectos adversos sobre el suelo y el medio ambiente: lavado de nitratos con la consecuente contaminación del agua de napa, volatilización del amoníaco, emisión de olores, aumento de la salinidad del suelo y cambios en el pH, son algunos ejemplos, entre otros. Por lo tanto, conocer la dosis requerida, utilizar tecnología apropiada y darle

un manejo como un producto de valor, serán puntos claves a la hora de obtener una respuesta productiva.

Un uso del estiércol sustentable desde el punto de vista productivo y ambiental, se concreta a través de un "Plan de manejo nutricional y medioambiental del estiércol", adecuado para cada establecimiento. Debe contemplar la entrada y salida de nutrientes del sistema *Animal-Agricultura* de acuerdo a la rotación de cultivos, el clima, los suelos, cantidad de animales, tipo de explotación, etc. Dicho plan incluye al menos seis puntos a tener en cuenta para la correcta aplicación de la enmienda:

- Análisis del compost a aplicar (la composición química es uno de los aspectos más importantes debido a la heterogeneidad que presentan los residuos, no solo por el contenido de nutrientes, sino más bien por el pH y la conductividad eléctrica).
- Análisis de suelos de los lotes que van a ser tratados, es decir, conocer la dotación de nutrientes al momento de aplicación y su historial previo.
- Rendimiento objetivo (no siempre se pretende tener una respuesta en el rendimiento de un cultivo en particular, se puede apuntar a una rotación o simplemente a la mejora de los niveles de un parámetro en particular en el suelo).
- Cantidad de fertilizante inorgánico que complementa la aplicación.
- Identificación de sectores donde es riesgosa la aplicación (excesiva permeabilidad, napas cercanas a la superficie, riesgo de salinidad, etc.).
- Seguimiento y evolución de los parámetros edáficos y productivos.

Si se toma, por ejemplo, el cultivo de maíz, se puede hacer mención a un ensayo realizado por la AER Justiniano Posse (INTA) en un feedlot al sur de la Provincia de Santa Fe. En el mismo, se evaluó el efecto de la aplicación de efluentes de feedlot estabilizado como biofertilizante previo a la siembra con una máquina estercolera, obteniéndose un efecto positivo sobre el rendimiento del cultivo.

Se realizaron tratamientos con aplicación de 100 kg /ha de fertilizante inorgánico a la siembra, otros tratamientos con la misma dosis de fertilizante sumada a la aplicación de estiércol previo a la siembra en dos dosis: 7.500 kg/ha y 15.000 kg/ha. En algunos casos, también se aplicó urea en estado V6.

Todos los tratamientos que llevaron efluentes y no fueron fertilizados luego en V6 superaron el rendimiento de aquel que no fue fertilizado con estiércol, sino con fertilizante inorgánico, con un incremento promedio de 1.000 kg/ha (Alladio, Errasquin, Pagnan, Saavedra, 2012). Se destaca como alternativa superadora al

incremento logrado con la dosis más baja (7.500 kg/ha) la cual también fue de mayor facilidad para aplicar.

El agregado de fertilizante nitrogenado realizado en el estado de V6, fue muy importante para incrementar los rendimientos si se comparan dos tratamientos sin aplicación de estiércol. Este efecto disminuyó considerablemente cuando el suelo recibió el agregado del estiércol y llegó a ser contraproducente cuando se aplicaron 35.000 kg/ha, posiblemente, entre otras causas, por la limitación impuesta por algún otro nutriente.

Otro punto al que se le dio relevancia es que sería conveniente evaluar las propiedades químicas de los suelos luego de un período considerable de tiempo (1 año) para observar cambios en los contenidos debidos al agregado de compost.

Por otro lado, de la experiencia práctica en varios feedlots y tambos, surgen datos para tener en cuenta. El agregado de estiércol producto del barrido de corrales de un feedlot de la pampa ondulada con suelos franco arcillosos mostró una evolución favorable en los niveles de materia orgánica (MO) y de fósforo (P), multiplicando su dotación significativamente. Se tomaron dos lotes de referencia y se siguió su evolución durante 9 años con aplicaciones cada tres años de 20 ton/ha (Kvolek y Romero, 2016). Además, se observó que los lotes con aplicación de estiércol y que permanecen en agricultura continua desde hace más de 20 años arrojaron los valores más elevados de acumulación de agua y de densidad aparente comparado con el lote agrícola sin aplicación de estiércol.

Para zonas de suelo arenoso y una amplia zona dominada por suelos franco arenosos y areno francos hay varias experiencias cuantificadas en aplicación de estiércol y uso de efluentes de piletas de tambos y feedlots. A manera ilustrativa en la Tabla 1 se muestran 5 casos en los cuales con aplicaciones entre 10-12 ton/ha de estiércol y volúmenes de 6 a 8 m<sup>3</sup>/ha de efluentes de piletas obtenemos mejoras en el porcentaje de materia orgánica y fósforo de esos suelos con una aplicación anual. Esto lejos de ser una receta solo intenta mostrar como la aplicación de estos residuos (tomados como insumos) puede cambiar las concentraciones de algunos nutrientes en especial en suelos arenosos donde con muy poco obtenemos respuestas favorables.



*Tabla 1:* Aplicación de estiércol y efluentes en cinco casos con suelos arenosos (Kvolec y Romero, 2016).

	<i>Tipo de aplicación</i>	<b>Fósforo (ppm)</b>		<b>Materia orgánica (%)</b>	
		<i>Sin aplicación</i>	<i>Dos años de aplicación</i>	<i>Sin aplicación</i>	<i>Dos años de aplicación</i>
<b>Tambo 1</b>	Sólido	18,7	48,3	1,65	2,39
<b>Tambo 2</b>	Sólido y líquido	20,5	61,9	2,59	2,98
<b>Tambo 3</b>	Líquido	9,1	33,5	2,67	2,88
<b>Feedlot 1</b>	Sólido	12,6	47	1,53	2,23
<b>Feedlot 2</b>	Sólido	9,1	44,1	2,25	2,86

Finalmente, al interés agronómico generado, se suma el interés económico ya que pueden generar un incremento de los ingresos directos por ahorro en la fertilización de 100 a 150 u\$s/ha.

Cabe también la posibilidad de producir compost con marca propia para la posterior comercialización en bolsas de diferentes tamaños.

En cuanto a la calidad del compost que se produce, podría hacerse la crítica de un deficiente contenido de fibra. Aun así, de incrementarse dicho contenido, se estaría perjudicando al negocio del feedlot que es el que prima. Cuando se varían las cantidades de fibra larga (rollo) en la dieta de los animales, cambia la relación carbono-nitrógeno en el producto final.

Según testimonios de productores afines al tema, existe una elevada demanda por parte de quinteros, supermercados y también para uso doméstico, por lo que un problema puede transformarse en un negocio. Se venden más en primavera-verano, cuando bajan los engordes, entendiéndose que de este modo constituyen un buen complemento con la ganadería. Además, se complementan positivamente en cuanto al personal y maquinaria.

El negocio del abono orgánico representa un bajo porcentaje de la facturación de las empresas, pero genera otro tipo de beneficios.

### 3.3. ESTUDIO DE CASO

Con el fin de lograr aplicar el marco teórico y visualizar de manera práctica lo que ocurre a nivel predial en cuanto al tratamiento de efluentes y residuos sólidos, se plantea la descripción y el análisis de un sistema productivo real del norte de la Provincia de Córdoba ubicado en el Departamento Colón.

El establecimiento se dedica a la producción agrícola extensiva y al engorde de ganado vacuno a corral (feedlot) con una capacidad instantánea de alojamiento promedio de 7.000 cabezas en tres ciclos de engorde al año, lo cual resulta en un total máximo de 21.000 cabezas por año.

La zona de corrales se encuentra en un sector del campo con una pendiente que no supera el 2%, la cual se considera adecuada para este tipo de emprendimientos debido a que permite el arrastre del material blando formado por la bosta y el suelo de base. Así, en el momento de las precipitaciones, se produce la limpieza natural de los corrales, evitando el empastado y embarrado de los mismos, que podría traducirse en enfermedades parasitarias que afectan a los animales. Todo este material desemboca en las lagunas de tratamiento que han sido construidas en el año 2013.

En el siguiente croquis general (Figura 6) se indica esquemáticamente la ubicación de las fracciones destinadas tanto a sedimentación como a almacenamiento, sus respectivas dimensiones y la dirección en que se produce la escorrentía en cada subcuenca.



### 3.3.1. Estructuras de captura y manejo de residuos líquidos

Las **lagunas de sedimentación**, tal como se ha mencionado en la descripción de los sistemas de tratamiento, son diseñadas con el objetivo de detener el escurrimiento y permitir la decantación de los sólidos. Aquí, toma relevancia la superficie de la laguna sobre la profundidad para garantizar el contacto con el oxígeno de la atmósfera y favorecer los procesos aeróbicos.

Se diseñan para contener un volumen determinado de líquidos el cual está influenciado principalmente por la precipitación anual. En segundo lugar, inciden la superficie de la cual se colecta el efluente y la capacidad de evaporación neta anual del medio (evaporación-precipitación).

En este caso, el dimensionamiento ha sido calculado en base al método empírico a partir de la tormenta de diseño que corresponde al percentil 90 de los 20 años más húmedos de la región y de la evaporación correspondiente.

Lagunas de Sedimentación 1, 2 y de rebalse: Para conocer el volumen total del efluente a contener, en primer lugar, se tiene en cuenta la cantidad de éste que drenará hacia estas dos lagunas en función de superficie afectada, la cual es igual a 8 ha. La división del volumen total necesario en dos lagunas de sedimentación se realizó teniendo en cuenta la geografía interna de los corrales en estudio con el objetivo de lograr una mejor contención del afluente.

Tomando un tiempo de concentración <sup>(5)</sup> de 0,35 hora, se calcula el volumen a contener a partir del caudal pico que se podría esperar. Según lo anterior, dicho volumen es igual a **5.208 m<sup>3</sup>**. Así, cada laguna almacenará un porcentaje del total en función del área de aporte dividiéndose de la siguiente manera:

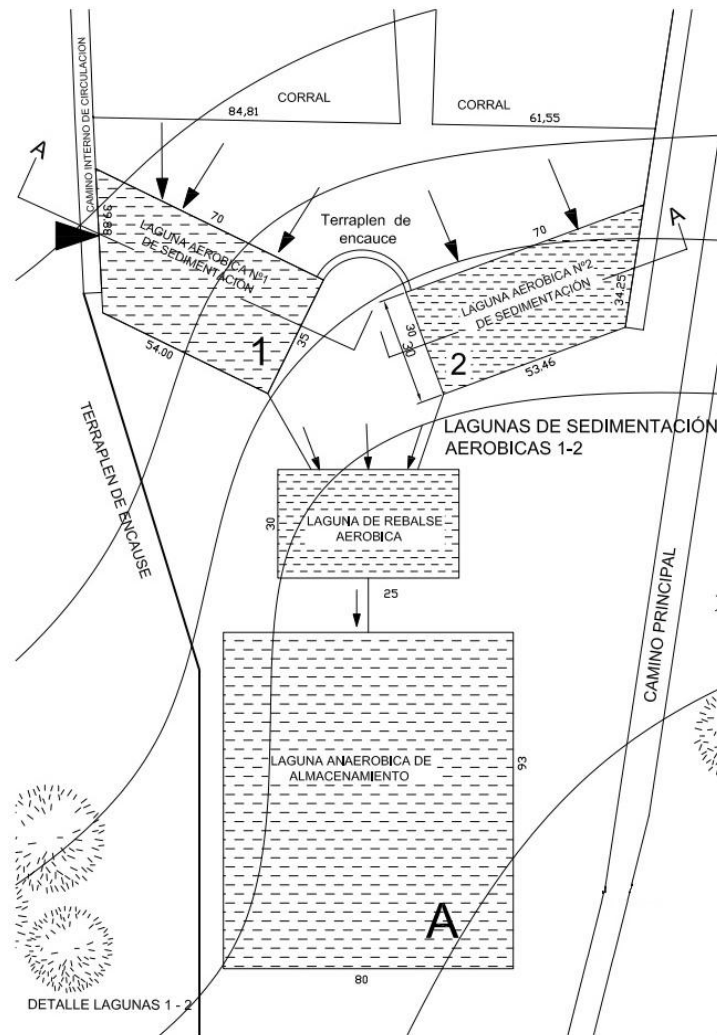
$$V_1 = 62\% \text{ de } 5.208 \text{ m}^3 = \mathbf{3.229 \text{ m}^3}$$

$$V_2 = 38\% \text{ de } 5.208 \text{ m}^3 = \mathbf{1.979 \text{ m}^3}$$

Además, se encuentra en esta cuenca otra laguna de sedimentación para el eventual rebalse de las dos anteriores. Según sus dimensiones, esta laguna es capaz de contener un volumen igual a **1.125 m<sup>3</sup>**, resultando en un volumen total de las tres piletas igual a **6.333 m<sup>3</sup>**. El volumen que contiene la laguna de rebalse es menor pero debido a una variación de la superficie, y no por un cambio en la profundidad de la misma, la cual se mantiene en 1,5 m para conservar la condición de aerobiosis de la laguna.

---

<sup>5</sup> El tiempo de concentración se define como el máximo tiempo de traslado que una gota de lluvia efectiva necesita para alcanzar la salida de la sección de la cuenca. Para la determinación del Tc se evaluaron varias fórmulas empíricas basadas en las características físicas de las subcuencas.



*Figura 7:* Detalle de lagunas de sedimentación 1,2 y de rebalse y laguna de almacenamiento A.

Laguna de Sedimentación 3: De igual manera que en el caso anterior, se tuvo en cuenta la magnitud de la superficie de drenaje en cuestión (superficie 1 ha), un tiempo de concentración de 0,35 hora y el caudal pico. Así, se logró estimar a partir del método empírico un volumen a contener igual a **721 m<sup>3</sup>**.

Laguna de Sedimentación 4: Considerando una superficie afectada de 2,86 ha, un tiempo de concentración de 0,35 hora y su caudal pico correspondiente, se estima un volumen a contener de **1.867,20 m<sup>3</sup>**.

Laguna de Sedimentación 5: La superficie de drenaje en cuestión en este caso es de 2 ha, el tiempo de concentración no varía y nuevamente se calcula el caudal pico para obtener a partir de este el volumen, quedando de esta manera estimado en un valor igual a **1.383 m<sup>3</sup>**.

Para describir las **lagunas de almacenamiento**, se debe recordar que se utilizan para conservar efluentes por tiempos prolongados y permitir el tratamiento del agua antes de su uso. En estas predomina la profundidad sobre la superficie para favorecer el proceso de anaerobiosis.

En el dimensionamiento de las lagunas de almacenamiento, se utilizó el total de lluvia anual neta caída en percentil 90 del año más húmedo de los últimos 20 años (datos INTA Jesús María), calculando así el agua remanente a ser utilizada. La ubicación de las playas de secado de estiércol ha sido definida teniendo en cuenta el reingreso del líquido hacia la laguna de almacenamiento.

Se ha calculado el volumen para una permanencia mínima de 6 meses en una laguna facultativa, donde se completará el proceso de maduración de los componentes orgánicos y su mineralización. A la permanencia mencionada anteriormente en laguna facultativa, se debe sumar la permanencia por un periodo aproximado de un mes en la laguna aeróbica de sedimentación.



*Figura 8:* Laguna de almacenamiento A.

Se desarrollará, a modo de ejemplo, la metodología de cálculo para el dimensionamiento de la "laguna de almacenamiento A" de la subcuenca que abarca el sector oeste del área de corrales. El resto de las lagunas (B, C y D), sigue la misma secuencia de pasos y sus dimensiones han sido expuestas en la Tabla 2.

a- Estimar el volumen a contener

Para calcular el volumen a contener a la salida de las piletas de sedimentación, en todos los casos se tuvieron en cuenta los siguientes datos:

- Precipitación anual mayor de 20 años (percentil 90): 1.136 mm (datos INTA Jesús María).
- Evaporación anual mayor de 20 años (percentil 90): 1.227,60 mm (datos INTA Jesús María)
- Coeficiente de escorrentía promedio para corrales y calles de feedlot: 0,7.

El área de captura de esta subcuenca corresponde a una superficie igual a 76.555,50 m<sup>2</sup>.

$$\text{Volumen} = 76.555,50 \text{ m}^2 \times (1.136 \text{ mm} / 1.000 \text{ mm/m}) \times 0.7$$

Luego de aplicar la fórmula de cálculo, se obtuvo un volumen anual a contener en función de la precipitación igual a **60.876,93 m<sup>3</sup>**.

b- Cálculo del sistema anaeróbico

Se considera que el tiempo de almacenamiento es de 6 meses y el volumen anual de efluente ingresando es de 60.876,93 m<sup>3</sup> menos la evaporación en lagunas de sedimentación.

Para calcular la evaporación en el sistema de sedimentación, se consideró el volumen total de las tres lagunas de sedimentación (1, 2 y de rebalse) que asciende a 6.333 m<sup>3</sup>, con un cálculo proporcional, en función del volumen anual calculado en el punto anterior, sin tener en cuenta la estacionalidad, el líquido en las lagunas de sedimentación permanecería un periodo aproximado de 1,25 meses <sup>(6)</sup> antes de pasar al sistema anaeróbico. De esta manera, el volumen de evaporación en el sistema de sedimentación asciende a 45,22 m<sup>3</sup> <sup>(7)</sup>.

Volumen de cálculo del sistema anaeróbico para un periodo permanencia de 6 meses:

$$V_A = (60.876,93 \text{ m}^3 / 2) - 45,22 \text{ m}^3 = \mathbf{30.393 \text{ m}^3}$$

<sup>6</sup> Tiempo de permanencia laguna de sedimentación A= (6.333 m<sup>3</sup> / 60.876,93 m<sup>3</sup>) x 12 meses= 1,25 meses

<sup>7</sup> Volumen evaporado= sup. Lagunas de sedimentación X evaporación neta anual / 12 x periodo de permanencia.  
Ve= 4.771 m<sup>2</sup> x (1227.60mm – 1136mm)/12 x 1.25 meses=45.22m<sup>3</sup> evaporado en periodo de sedimentación.

De esta manera, si se tiene en cuenta la relación entre el volumen recibido y la profundidad de la laguna de almacenamiento (4m) se obtiene una superficie evaporativa de 7.598,25 m<sup>2</sup> (80 m x 93 m).

El cálculo del volumen evaporado en esta laguna también es semestral e igual a 334,26 m<sup>3</sup> <sup>(8)</sup> (considerando 1.227,6 mm precipitados anualmente y 1.136 mm evaporados anualmente).

La diferencia de estos volúmenes nos indica que el **volumen neto a almacenar** es de **30.058,74 m<sup>3</sup>**.

*Tabla 2:* Dimensionamiento de lagunas de almacenamiento B, C y D.

		B	C	D
Volumen a contener a la salida de la pileta de sedimentación	Área de captura	11.057 m <sup>2</sup>	28.622 m <sup>2</sup>	21.196 m <sup>2</sup>
	Volumen anual a contener	8.792,53 m <sup>3</sup>	22.760 m <sup>3</sup>	16.855 m <sup>3</sup>
Cálculo del sistema anaeróbico	Superficie total de la laguna de sedimentación	481 m <sup>2</sup>	1.244,80 m <sup>2</sup>	922 m <sup>2</sup>
	Tiempo de permanencia en laguna de sedimentación	0,98 mes <sup>(9)</sup>	0,98 mes	0,98 mes
	Volumen evaporado en el periodo de sedimentación	3,57 m <sup>3</sup>	9,25 m <sup>3</sup>	6,85 m <sup>3</sup>
	Periodo de permanencia	6 meses	6 meses	6 meses
	Volumen que ingresa al sistema anaeróbico	4.352,40 m <sup>3</sup>	11.371 m <sup>3</sup>	8.420,65 m <sup>3</sup>
	Profundidad de la laguna de almacenamiento	2 m	3 m	2 m
	Superficie evaporativa	2.176,2 m <sup>2</sup> (60 m x 35 m)	3.790 m <sup>2</sup> (61 m x 61 m)	4.210 m <sup>2</sup> (64 m x 64 m)
	Volumen semestral evaporado	99,67 m <sup>3</sup>	172,50 m <sup>3</sup>	191,50 m <sup>3</sup>
	<b>Volumen neto a almacenar (semestral)</b>	<b>4.257,73 m<sup>3</sup>.</b>	<b>11.198,5 m<sup>3</sup></b>	<b>8.229,15 m<sup>3</sup></b>

<sup>8</sup> Ve= 7.598,25 m<sup>2</sup> x (1.227,6 mm – 1.136 mm) / 2= 334.26 m<sup>3</sup> evaporado en el periodo de almacenamiento.

<sup>9</sup> Tiempo de permanencia laguna de sedimentación B = (Volumen laguna de sedimentación/Volumen anual laguna de almacenamiento) x 12 meses = (721 m<sup>3</sup>/8.792,53 m<sup>3</sup>) x 12 meses=0,98 meses



En cuanto al destino de estos líquidos disponibles, se planteó la utilización de ellos como fertilizantes en lotes agrícolas destinados al cultivo de maíz. Fueron extraídos de las piletas de almacenamiento mediante una bomba de 3 pulgadas de diámetro, e ingresados a un implemento adaptado para hacer las veces de máquina estercolera de líquidos.

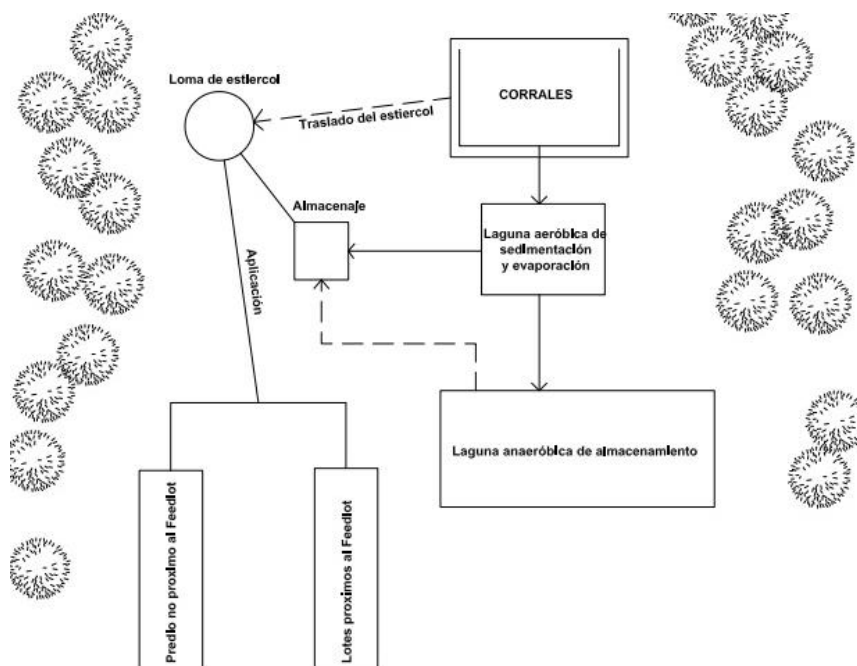
Aun así, el productor expresó que no se percibieron resultados productivos ni económicos que justifiquen la aplicación, por lo que esta labor se realizó en una sola campaña. Se presume que esto implica la baja capacidad de labor de la máquina, el elevado consumo de combustible, la necesidad de personal adicional para estas tareas y la falta de practicidad de la aplicación.

### 3.3.2. Manejo de residuos pecuarios sólidos

Actualmente, según lo expresado por el productor, el material sólido que proviene de la limpieza de los corrales es acumulado en una playa de secado. El mismo no recibe ningún tipo de tratamiento ni monitoreo y tampoco se planifica su utilización como enmienda, sino que es acumulado de manera constante en una misma pila que alcanza gran altura, resultando en un residuo heterogéneo que no logrará la estabilización, sino que por el contrario es una fuente de contaminación ambiental. Dentro de dicha pila coexiste material con distinta antigüedad, es decir, aquel que ha sido extraído recientemente con aquel que se encuentra desde un periodo anterior.

Inicialmente, se utilizó un implemento adaptado para hacer las veces de máquina estercolera y esparcir el líquido en los lotes agrícolas destinados al cultivo de maíz. Aun así, el productor expresó que no se percibieron resultados productivos ni económicos que justifiquen la aplicación, por lo que esta labor se realizó en una sola campaña. Se presume que esto implica la baja capacidad de labor de la máquina, el elevado consumo de combustible, la necesidad de personal adicional para estas tareas y la falta de practicidad de la aplicación.

A modo de síntesis, se presenta el siguiente esquema de manejo de los residuos que se ha planteado en la unidad de producción en estudio con el fin de facilitar el entendimiento del manejo a medida que va progresando el tratamiento (Figura 9).



**Figura 9:** Esquema del manejo de efluentes líquidos y de estiércol de un feedlot.

### 3.3.3. Disposición final del efluente estabilizado y del compost

La última etapa del manejo de los residuos es la distribución planificada y controlada del mismo en los lotes a través de un sistema de aplicación adecuado.

Con respecto a la reutilización de los **residuos líquidos** generados, se plantea el **uso agronómico** de los mismos.

La clave para una buena distribución de efluente líquido en el campo es prevenir la acumulación de agua en superficie y su escorrentía y evitar la aplicación de efluentes a suelos saturados. Caso contrario, probablemente resultará en encharcamiento, escorrentía o lixiviación produciendo contaminación.

La aplicación de efluente a campo se realizará de tal forma que se asegure que el efluente llegue y quede retenido en la zona radicular de las plantas. De esta manera, se evitan efectos ambientales nocivos y se maximiza el reaprovechamiento de los nutrientes y materia orgánica que contiene el efluente.

Para distribuir el efluente en los lotes agrícolas, deben cumplirse los siguientes aspectos:

- Seleccionar los lotes donde aplicar el efluente teniendo en cuenta las regulaciones (Plan de aplicación - Resolución 29/17).
- Dimensionar la cantidad de hectáreas necesarias donde distribuir el efluente a partir de un balance de nutrientes.
- La tasa de aplicación debe ser menor a la tasa de infiltración del suelo.
- Cuidar que no se produzca escurrimiento.
- No aplicarlo lloviendo ni con suelo saturado.

Se plantea la aplicación mediante el método con estercolera de líquidos (Figura 10).



*Figura 10:* Ejemplos de aplicación de efluentes con máquina estercolera para líquidos.

Es necesario destacar que estas prácticas agronómicas precisan que el productor lleve adelante registros anuales de la situación de los suelos, su evolución y el cumplimiento de un plan de siembra adecuado al uso agronómico de los residuos disponibles y el balance de nutrientes.

En cuanto a los **residuos sólidos**, siguiendo las técnicas y procedimientos que se han descrito anteriormente, se propone la realización de compostaje para reutilizar el estiércol. Se entiende que el aprovechamiento del mismo es beneficioso por transformar un residuo que es contaminante del medio en un insumo que actuará como fertilizante orgánico de alto valor agronómico para la producción de cultivos.

Por estas razones, se podría cambiar la visión con respecto a los estiércoles: Dejar de tomarlos como contribuyentes a la polución, fuente de patógenos y compuestos con alta demanda de oxígeno y fuente de olores y contaminantes del aire, para comenzar a valorarlos por beneficiar al medio ambiente, como fuente de nutrientes reciclados y una oportunidad para secuestrar carbono atmosférico.

Existen numerosas fuentes con diversidad de concepciones en cuanto a la composición del compost, siempre teniendo en cuenta que los animales excretan al ambiente entre 60 y 80% del nitrógeno (N) y el fósforo (P) que ingieren, a través de la orina y las heces (Van Horn et al. 1994).

Determinaciones en varios feedlots de EEUU indicaron que el excremento promedio contiene entre 2 y 2,5% de nitrógeno, 0,3 a 0,8% de fósforo y 1,2 a 1,8% de potasio en base seca (Mathers y Stewart., 1971, Mathers et al., 1975; Arrington y Pachek, 1981; Sweeten y Amosson, 1995). Investigaciones australianas (NSW Agriculture, 1998) sugieren rangos de 0,7 a 3% de nitrógeno, 0,2 a 1,4% de fósforo, 0,7 a 4% de potasio sobre base seca y un contenido de humedad del 9 a 54% para cálculos de mínimos o máximos según se lo requiera.

En términos estimados, una tonelada de excrementos de bovinos de feedlot contiene cerca de 5 kg de nitrógeno, 1 kg de fósforo y 4 kg de potasio. Si no se considera la fracción líquida, el excremento resulta en 2,5 kg de nitrógeno, 1 kg de fósforo y 0,8 kg de potasio (1kg K<sub>2</sub>O). Teniendo en cuenta esta composición, Pordomingo sugiere la aplicación de entre 8 y 15 tn/ha en función de los análisis que deben realizarse previo a la aplicación. Se calcula que estimativamente se fertilizaría 1 ha por cada 25 animales encerrados a corral.

La aplicación se realiza con una maquina estercolera o desparramadora de estiércol (Figura 11).



*Figura 11:* Máquina estercolera para aplicación de compost.

### 3.4. SITUACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS PECUARIOS EN OTROS PAÍSES

Se recabó información acerca de las prácticas de manejo de residuos que se llevan a cabo en otros países, intentando analizar las normativas y cómo son reguladas en los sistemas intensivos.

El principal foco fue orientado a **Estados Unidos** ya que se entiende que los sistemas productivos argentinos se asemejan a los estadounidenses, aunque su escala es significativamente menor.

Con la aparición de los primeros feedlots en la década del 50, comenzaron a tomar relevancia los problemas ambientales generados por altos niveles de contaminación. Desde entonces, las políticas y estrategias de producción han ido avanzando a fin de reducirlos. Lo que se tiene en cuenta es que las normativas deben acompañar al desarrollo tecnológico, es decir, deben asegurar que las políticas y prácticas estén actualizadas y sean suficientes para minimizar los riesgos ambientales. Actualmente, se puede percibir que la mejora en la calidad del recurso hídrico nacional es resultado de un esfuerzo concentrado para aumentar el cuidado de los recursos naturales y del cumplimiento de las leyes ambientales a nivel federal, estatal y local.

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) y la Agencia para la Protección Ambiental (EPA) son los entes encargados de que los productores de AFOs <sup>(10)</sup> tomen acción para minimizar la contaminación de las aguas que producen los sistemas concentrados o la aplicación del estiércol como abono. Para cumplir con este propósito, se requiere que toda AFO desarrolle y aplique un Plan Integral para la Administración de Nutrientes (CNMP, por sus siglas en inglés).

El CNMP es un documento que describe el plan total de manejo del estiércol generado por el establecimiento de producción animal. Especifica las tasas de aplicación de nutrientes de acuerdo a los requerimientos de los cultivos y los tipos de suelo y debe cumplir con pautas técnicas para proteger las aguas superficiales y subterráneas. El CNMP debe ser técnicamente adecuado, económicamente factible y específico al sitio en cuestión.

Los CNMP serían el equivalente al Plan de Aplicación exigido en la Provincia de Córdoba, con la diferencia de que existen desde 1999.

---

<sup>10</sup> AFO (Animal Feeding Operations) u Operaciones para la Alimentación Animal: Empresas agropecuarias donde se mantienen y crían animales en confinamiento por un total de 45 días o más en cualquiera de los 12 meses del año.

Un dato a destacar, es que la mayoría de las AFOs reciben asistencia técnica y financiera por parte de distintos organismos tales como el USDA, EPA, agencias estatales, universidades y el sector privado. El objetivo es ayudar a los productores a desarrollar e implementar CNMPs. Mediante el apoyo técnico y financiero, se busca asegurar que el productor consiga el máximo beneficio ambiental por dólar invertido y que los incentivos sean adecuados para minimizar el impacto económico de implementar CNMPs. Por otra parte, existen programas educativos que informan a productores sobre los objetivos federales y estatales, normas, permisos y les enseñan cómo pueden proteger el medio ambiente mientras cumplen con las normativas vigentes.

Según lo establece la reglamentación y en contraposición a lo que ocurre en Argentina, no está permitida la descarga de efluentes, estiércol, ni la escorrentía proveniente de los corrales a cursos de agua. Se prohíbe descargas excepto aquellas que son resultado de eventuales lluvias que causan el rebalse de una laguna de almacenamiento, incluyendo el escurrimiento de una tormenta de 25 años, 24 horas.

De manera comparativa con la realidad argentina, el estado tiene en cuenta la integración de las disciplinas legales, ambientales, financieras, productivas y sociales. El desarrollo legal actual es el resultado de varias décadas de investigación y este largo periodo de tiempo les ha permitido ir perfeccionando dicha integración. Argentina aún se encuentra en etapas iniciales y esto se ve reflejado en la reciente entrada en vigencia de las normativas, es decir, unos 15-20 años después que Estados Unidos.

Llevando el anterior análisis a la práctica, como usos posibles ya conocidos están el compostaje y la aplicación de los efluentes tratados mediante irrigación a los cultivos. Donde el potencial de aplicación al suelo es limitado, se realizan distintos usos alternativos del estiércol; tales como:

- Venta del mismo a zonas de producción agrícola: Tercerizar los sólidos tiene como ventaja que, en este país, la incidencia del flete en los costos es baja. Esto permite transportar el estiércol a grandes distancias.
- Comercialización como abono embolsado
- Comercialización como pellet luego de ser procesado: Se compacta el estiércol a alta temperatura y presión para convertirlo en un producto final seco. La energía proveniente de la combustión de los pellets, es útil como producto sustituto del carbón, el petróleo, el gas natural y la electricidad, aprovechando el poder calorífico

del estiércol. Debido a que los pellets ocupan un volumen más pequeño, pueden almacenarse y transportarse más fácilmente que el estiércol.

- Tecnologías de extracción de nutrientes o tecnologías de recuperación de nutrientes del estiércol: Extracción de los nutrientes del estiércol en busca de productos fertilizantes. Se eliminan los nutrientes del estiércol crudo, los líquidos separados o los residuos de la digestión anaeróbica por precipitación química o coagulación. Ejemplos de productos fertilizantes que se pueden generar con sistemas de extracción de nutrientes son sulfato de amonio, fosfato de calcio y cristales de sulfato de magnesio y amonio.
- Vermicompostaje: Se utilizan lombrices para descomponer el estiércol y obtener productos libres de patógenos y ricos en nutrientes que pueden venderse como enmienda orgánica.
- Producción de biogás: El estiércol puede procesarse para producir biogás para la generación de energía. Esta digestión anaeróbica generalmente necesita operar a gran escala y contar con instalaciones específicas para ser técnica y económicamente viable. Estos requerimientos se ajustan bien a la mayoría de los sistemas que existen en EE.UU. Los combustibles se pueden usar en el mismo campo o ser comercializados.

En el caso de **España y otros países de Europa** existe la problemática de elevadas concentraciones de nitrógeno en los suelos debido a la excesiva cantidad de deyecciones que fueron aplicadas sin un control. Actualmente, se le da gran importancia a la tecnología utilizada para la aplicación de las enmiendas (Parera Pous, 2015). Se utilizan equipos conocidos como *enterradores o inyectoros*, donde la enmienda es introducida en el suelo. De esta forma, se reducen las emisiones gaseosas al ambiente (amoníaco principalmente) en un 85% (Chadwick, 2004), pero se incrementan los costos y la energía demandada por la maquinaria.





nivel de información por parte de los productores, principalmente cuando la escala del establecimiento es baja.

Se considera que el informe mencionado manifiesta cómo es vista Argentina por otros países.

Una falencia que se encontró podría deberse al acceso limitado a créditos para realizar inversiones en infraestructura, maquinaria y equipamiento, el cual es identificado como una importante limitante a la hora de mejorar la gestión integrada de residuos. La ausencia de información podría considerarse como otra causa que conduce a políticas de desarrollo inapropiadas y que promueve una menor competitividad y rentabilidad en el sector productivo.

Si bien se conocían las virtudes de la buena gestión de estos residuos, hacía falta un marco regulatorio para el productor y para el profesional que permita, al igual que en otros países, realizar su manejo de manera ambientalmente correcta, avalado por los requisitos mínimos que se fijaron en la redacción de las normas.

En este sentido, el gobierno de la Provincia de Córdoba, ha avanzado en los últimos años en nuevas legislaciones ambientales que regulan el funcionamiento de las actividades productivas, como por ejemplo la Ley de Política Ambiental Provincial (Ley N° 10.208), Ley SICPA (Ley N° 9.306) y el Decreto 847/16. La reciente entrada en vigencia de la normativa que reglamenta el uso agronómico de los residuos generados por los Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal (Resolución 29/17), ha ayudado a conocer los parámetros requeridos para tal fin.

Seguir avanzando en el desarrollo de las reglamentaciones permitiría contemplar no solo aspectos ambientales de manera aislada, sino también lograr una integración con variables técnicas, productivas, económicas, financieras y sociales. Dicha integración facilitaría la puesta en práctica de buenos planes de gestión por parte de los productores y que se presente con menos frecuencia la situación que se da en el estudio de caso, en el cual por razones económicas se dejó de aplicar en los lotes agrícolas.

Dejar de tomar a los residuos como potenciales contaminantes del ambiente para pasar a ser insumos de la producción agrícola marcaría un importante avance ya que de ellos se pueden obtener productos de valor agronómico. Estos insumos pueden contribuir a la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios aportando materia orgánica con las enmiendas, sumada a la reducción en la utilización y producción de fertilizantes inorgánicos.

## 5. Conclusión y consideraciones finales

Una buena gestión de los residuos pecuarios es y seguirá siendo un gran desafío para el desarrollo continuo y sostenible del sector ganadero. Las tecnologías y el conocimiento sobre el manejo integrado del estiércol están atravesando un proceso de desarrollo y tomando cada vez más relevancia. Sin embargo, la implementación de estos, presenta ciertas limitantes como son la falta de conciencia acerca del potencial que tiene el estiércol, las escasas fuentes de información y generadoras de conocimiento, la escasa planificación, la falta de infraestructura, recursos e inversiones y el inadecuado control y seguimiento.

En la provincia de Córdoba el marco normativo es relativamente nuevo, existiendo algunas áreas en las cuales los criterios a tener en cuenta no son explícitos, como por ejemplo, los requisitos de diseño de lagunas y playas de secado. Además, suelen basarse en un concepto general de residuos, sin hacer distinción según estos sean de origen urbano, rural, industrial, etc. Se considera que para facilitar que el productor cumpla con las exigencias, es necesario que se logren ajustar los criterios a los sistemas productivos.

Se entiende que todavía quedan numerosos aspectos a tener en cuenta para el desarrollo de nuevas políticas y que deberían basarse en analizar los sistemas pecuarios integrando todas sus dimensiones. En otras palabras, es necesario que la normativa contemple como proyecto factible aquel que sea rentable, ambientalmente amigable y productivamente viable.

La realidad de los establecimientos pecuarios de Argentina, que generalmente deja pequeños márgenes de ganancia, hace que los productores no consideren los costos ambientales de su producción. Sería ideal incrementar la tendencia de concebir a los residuos como una oportunidad, ya sea de cuidado ambiental como de explotar nuevos mercados mediante la comercialización de insumos obtenidos a partir de los residuos.

Muchos de los feedlots argentinos no cuentan con un sistema eficiente para el tratamiento de los efluentes. Partiendo del lugar donde se generan las escorrentías, los corrales de engorde no siempre están ubicados en el lugar más apropiado del paisaje, ni están correctamente diseñados y mantenidos. Tampoco se diseña el lugar adecuado para compostar el estiércol, y en general las obras de contención de efluentes (lagunas) no están correctamente impermeabilizadas ni dimensionadas, resultando muchas veces en sistemas con capacidad insuficiente para contener los volúmenes escurridos.

En la región, en general, las prácticas de gestión de los residuos no se planifican desde el comienzo de la actividad, y como consecuencia, puede ocurrir que la aplicación del estiércol o del efluente generado se realice inapropiadamente.

El rol del Ingeniero Agrónomo debe ser preponderante a la hora de asegurar la correcta gestión ambiental de la producción. Existe una escasa educación a nivel universitario en el tema, y por ser un ámbito relativamente nuevo de inserción profesional, uno de los desafíos a los que se enfrenta el Ingeniero Agrónomo es el acceso a la capacitación e información para realizar esta labor.

La buena gestión de residuos pecuarios reafirma la necesidad de difusión de prácticas de reutilización de residuos y de apoyo técnico a los productores por parte de organismos públicos y/o privados.

Se pone de manifiesto la importancia de fortalecer la investigación en este área de conocimiento para seguir progresando en el desarrollo de políticas y facilitar la implementación de tecnologías de proceso, con énfasis en las buenas prácticas pecuarias.

## 6. Bibliografía

Alladio, R. M., Errasquin, L., Pagnan, L. F., & Saavedra, A. E. (2011). *Efecto de la aplicación de efluentes de Feedlot como biofertilizante sobre el rendimiento del cultivo de maíz*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Justiniano Posse.

Bragachini, Marcos A; Huerga, Ignacio; Mathier, Diego F; Sosa, Nicolás;. (2013). *Residuos pecuarios: Una problemática que puede transformarse en oportunidad*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Segunda Jornada Nacional de Gestión de Residuos.

Cámara Argentina de Feedlot. (2012). Obtenido de [http://www.feedlot.com.ar/sitio/?page\\_id=90](http://www.feedlot.com.ar/sitio/?page_id=90)

Campitelli, Paola; Ceppi, Silvia; Velasco, Manuel; Rubernacker, Andrea. (2010). *Manual práctico de compostaje*. Córdoba: Encuentro grupo editor.

Ciapparell, I. I., Fabrizio De Iorio, A., Fleite, S. N., García, A. R., Vázquez Pugliese, D., & Weigant, C. (2015). *Observaciones, desafíos y oportunidades en el manejo de efluentes de feedlot en la provincia de Buenos Aires, Argentina*.

Colegio de Ingenieros Agrónomos de la Provincia de Córdoba. (2017). *Aplicación agronómica de residuos. Una tarea profesional para una práctica ancestral*.

Departamento de Agricultura de los EE.UU.; Agencia para la Protección Ambiental de los EE.UU.; (1999). *Estrategia nacional unificada para operaciones de alimentación animal*.

Dirección de Control de Gestión y Programas Especiales - Dirección Nacional de Sanidad Animal. (2013). *Establecimientos de engorde a corral*. SENASA.

García, Ana R; Fleite, Santiago N; Ciapparelli, Ileana; Vázquez Pugliese, Daniela ; Weigand, Cristian; Fabrizio de Iorio, Alicia. (2015). *Observaciones, desafíos y oportunidades en el manejo de efluentes de feedlot en la provincia de Buenos Aires, Argentina*.

Gobierno de la Provincia de Córdoba - Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos. (2017). *Resolución Ministerial 29/17 - Gestión y aplicación agronómica de residuos pecuarios de la Provincia de Córdoba*.

Gobierno de la Provincia de Córdoba - Secretaría de Ambiente. (2010). *Ley provincial n° 9306. Resolución 333/10*.

Gobierno de la Provincia de Córdoba. (2006). *Ley provincial n° 9306 - Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal*.

Gobierno de la Provincia de Córdoba. (2014). *Ley provincial n° 10208 - Ley de política ambiental de la provincia de Córdoba.*

Gobierno de la Provincia de Córdoba. (2014). *Ley provincial n° 9306. Resolución 476/14 - Creaci.*

Gobierno de la Provincia de Córdoba. (2015). *Ley provincial n° 10208. Decreto Reglamentario 247/15 - Reglamentación de artículos referidos a Planes de Gestión Ambiental y de las Auditorías Ambientales.*

Gobierno de la Provincia de Córdoba. (2016). *Decreto 847 - Reglamentación de estándares y normas sobre vertidos para la preservación del recurso hídrico provincial.*

Gobierno de la Provincia de Córdoba, & Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos. (Secretaría de Recursos Hídricos y Coordinación). *Normas para la presentación y diseño de sistemas de obras hidráulicas en la Provincia de Córdoba.*

*Impacto ambiental de la ganadería bovina.* (29 de Diciembre de 2009). Obtenido de Agronomía informa: <https://www.agro.uba.ar/noticias/node/427>

Instituto de Estudios sobre la Realidad Argentina y Latinoamericana y Bolsa de Cereales de Córdoba. (26 de julio de 2017). *El Aporte del Campo a la Economía de Córdoba.* Obtenido de [http://www.bccba.com.ar/images\\_db/imgsImg/File/Libro%20Indicadores.pdf](http://www.bccba.com.ar/images_db/imgsImg/File/Libro%20Indicadores.pdf)

Instituto de Promoción de Carne Vacuna Argentina. (Octubre 2016). Número 3. *Carne Argentina.*

Kvolec , C. M., & Romero, E. (4 de julio de 2016). *Transformar un residuo en un insumo valioso.* Obtenido de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/transformar-residuo-insumo-valioso-t38991.htm>

Mathier, D., Bragachini, M., Mende, J. M., Riedel, J. L., Errasquin, L., & Alladio, M. (2016). *Informe de la visita al establecimiento "La Micaela" Feedlot en Carlos Tejedor, Provincia de Buenos Aires.* Carlos Tejedor.

National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES). (19 de junio de 2017). *Animal Feeding Operations (AFOs) - Permitting Program.* Obtenido de <https://www.epa.gov/npdes/animal-feeding-operations-afos-permitting-program>

Parera i Pous, J. (2014). *Utilización de los residuos pecuarios como fertilizante.* Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Oliveros.

Pendini, C. R. (2012). *Notas sobre la producción de leche.* SIMA.

Pordomingo, A. J. (2003). *Gestión ambiental en el feedlot. Guía de buenas prácticas*. INTA Anguil La Pampa.

Ramiran. (2018). Obtenido de <http://ramiran.uvlf.sk/index.php>

Repetto, J. M. (18 de mayo de 2015). *Los feedlots ante un laberinto legal*. Obtenido de Sobre la Tierra: Servicio de prensa y divulgación científica y tecnológica sobre agronomía y ambiente: <http://sobrelatierra.agro.uba.ar/como-impactan-los-feedlots-en-el-ambiente/>

Rodríguez Vázquez, G. (2008). *Caracterización de establecimientos de engorde a corral*. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria SENASA.

Rodríguez, C. (2002). *Residuos ganaderos*. Universidad Nacional de Rio Cuarto, Cordoba.

Román, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor Experiencias en América Latina*. Santiago de Chile.

Saavedra, A. (10 de junio de 2016). *Uso de efluentes mejora la calidad del suelo y el rinde de cultivos*. Obtenido de INTA Justiniano Posse –Córdoba: <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=32253>

Salazar Sperberg, F. (2017). *Manejo de residuos pecuarios, alternativas de tratamiento y buenas prácticas para su utilización como enmienda orgánica*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Tercera Jornada Provincial de Gestión de Residuos Pecuarios.

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2001). *Resolución 70/01. Créase el Registro Nacional de Establecimientos Pecuarios de Engorde a Corral*.

Sweeten, J. M. (s.f.). *Cattle Feedlot Waste Management Practices For Water and Air Pollution Control*.

Teenstra, Eddy; Vellinga, Theun; Aektasaeng, Ngamnet; Amatayakul, Wathanyu; Ndambi, Asaah; Pelster, David; Germer, Leah; Jent, Andreas; Opio, Carolyn; Andeweg, Karin. (2014). *Global Assessment of Manure Management Policies and Practices*. Wageningen.

Tucker, R., McDonald, S., O'Keefe, M., Craddock, T., & Galloway, J. (2015). *Beef cattle feedlots: waste management and utilisation*. Australia.

Vanotti, M. (2013). *Manejo agronómico y ambiental de los efluentes pecuarios*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Primera Jornada Nacional Gestión de Residuos Pecuarios. Rafaela, Santa Fe.

Villamil, L. (02 de septiembre de 2013). Oportunidades a partir del feedlot: Carne más abono, una suma que multiplica. *Clarín*.

Weber, G., Fischler, M., Ulloa, S., Obando, M., Heriberto, S., & Rodríguez, R. (2013). *Estiércol de Vaca como abono orgánico*. Honduras, El Salvador, Nicaragua. Obtenido de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=1062>.



## 7. Glosario

- *Auditoría Ambiental (AA)*: Proceso de revisión sistemático, documentado, periódico y objetivo de una actividad y/o acción determinada, que consiste en la obtención de evidencias y su evaluación con el fin de determinar si las actividades, los incidentes, las condiciones y los sistemas de gestión ambiental adoptados, o la información sobre estos temas, cumplen con criterios ambientales y normativas vigentes.
- *Cuerpo receptor*: Es aquel capaz de contener, conducir, absorber o receptar los efluentes líquidos.
- *Cuerpos de agua superficiales lénticos*: Aguas interiores que no presentan corrientes continuas, como lagos, embalses y lagunas.
- *Cuerpos de agua superficiales lóticos*: Masas de agua de agua que se mueven continuamente en una misma dirección como arroyos y ríos.
- *Estabilización de residuos*: Proceso que consiste en dejar fermentar una parte de la materia orgánica mediante la actividad biológica de microorganismos o mediante la adición de compuestos químicos que favorezcan la fermentación.
- *Estándar de efluente*: Valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales.
- *Estudio de Impacto Ambiental (EsIA)*: Estudio técnico, de carácter interdisciplinario que, incorporado en el procedimiento de la Evaluación de Impacto Ambiental, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y el ambiente en general. Los contenidos mínimos serán establecidos por la autoridad de aplicación por vía resolutive.
- *Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)*: Procedimiento jurídico administrativo, dictado con la participación de la autoridad correspondiente, que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto, obra o actividad produciría en caso de ser ejecutado; así como la prevención, corrección y valoración de los mismos.
- *Residuos pecuarios líquidos o efluentes*: Residuos líquidos, o residuos líquidos mezclados con sólidos que tienen la capacidad de fluir por acción de la gravedad. Desde el punto de vista de su origen, resultan de las combinaciones de los líquidos o desechos arrastrados por el agua proveniente de los sistemas intensivos y concentrados de producción animal.

- *Residuos pecuarios solidos:* Son los residuos sólidos orgánicos provenientes de cualquier encierro animal, compuestos principalmente por las excretas por cualquier tipo de ganado.
- *Residuos pecuarios:* Todas las corrientes líquidas, sólidas y semisólidas generadas por los sistemas intensivos y concentrados de producción animal. Constituidos principalmente por excretas (heces y orina), restos de alimentos, agua de bebida y lavado de instalaciones. Quedan exceptuados los cadáveres de animales.
- *Reúso de efluentes líquidos:* Nuevo uso de los efluentes con un destino diferente al que les dio origen, con el objeto de aprovechar el agua en un contexto de sustentabilidad del manejo del recurso hídrico.
- *Uso agronómico del residuo pecuario:* Aprovechamiento, en la actividad agronómica, de los nutrientes y materia orgánica presentes en los residuos pecuarios estabilizados provenientes de la producción intensiva de animales.

## 8. Anexos

### 8.1. Decreto Provincial 847/16

*Poder Ejecutivo*  
*Córdoba*

**ANEXO I: Estándares de calidad para vertido de los efluentes líquidos.**

#### 1. Efluentes líquidos vertidos a CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES

##### Estándares Físicos

Estándares	Unidades	Valor máximo permitido
Temperatura	°C	≤ 40
pH	UpH	6 a 9
Sólidos sedim. 10 min	ml/L	≤ 0,5
Sólidos sedim. 2 hs	ml/L	≤ 1
Sólidos suspendidos	mg/L	≤ 40

##### Estándares Químicos

Estándares	Unidades	Valor máximo permitido
Aluminio	mg/L	≤ 5
Arsénico	mg/L	≤ 0,5
Bario	mg/L	≤ 2
Boro	mg/L	≤ 2
Cadmio	mg/L	≤ 0,1
Cianuros	mg/L	≤ 0,1
Cobalto	mg/L	≤ 2
Cobre	mg/L	≤ 0,1
Compuestos fenólicos	mg/L	≤ 0,05
Cromo hexavalente	mg/L	≤ 0,1
Cromo total	mg/L	≤ 1
Cloro residual	mg/L	≤ 0,1
Demanda de Cloro	mg/L	satisfecha
Detergentes	mg/L	≤ 1- 0,5 (*)
Estaño	mg/L	≤ 4
Fósforo Total	mg/L	≤ 10 - 0,5 (*)
Fluoruros	mg/L	≤ 1,5
Hidrocarburos	mg/L	≤ 10
Hierro	mg/L	≤ 1
Manganeso	mg/L	≤ 0,5
Mercurio	mg/L	≤ 0,005
Níquel	mg/L	≤ 2
Nitrógeno Amoniacal (N-NH <sub>4</sub> )	mg/L	≤ 3

Departamento  
Protocolización  
Anexo  
Ley 847  
Decreto  
Convenio  
3 JUL 2016

Ing. EOGAR MANUEL CASTELLO  
Secretario de Recursos  
Hídricos y Coordinación  
Plantas de Agua, Ambiente y Servicios Públicos

Nitrito	mg/L	≤ 0,3
Nitrato	mg/L	≤ 10
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	≤ 20 - 10 (*)
Plata	mg/L	≤ 0,001
Plomo	mg/L	≤ 0,5
Selenio	mg/L	≤ 0,1
Sodio	mg/L	≤ 250
Sulfuros	mg/L	≤ 1
Sulfatos	mg/L	≤ 500
Sustancias solubles en éter etílico	mg/L	≤ 20
Zinc	mg/L	≤ 2

#### Estándares Biológicos y Orgánicos

Estándares	Unidades	Valor máximo permitido
DBO <sub>5</sub>	mg/L	≤ 40 o 30 (*)
DQO	mg/L	≤ 250
Coliformes Totales	NMP/100 mL	5000
Coliformes Termotolerantes (**)	NMP/100 mL	1000

#### Plaguicidas

Estándares	Unidades	Valor máximo permitido
Plaguicidas organoclorados	mg/L	Ausencia
Plaguicida organofosforados	mg/L	≤ 0,1
Plaguicida total	mg/L	≤ 0,1

(\*) Para lagos, embalses o lagunas y ríos o arroyos tributarios a estos cuerpos de agua.

(\*\*) Para vertidos en cuerpo de agua de contacto directo deberá además analizarse *Escherichia coli*.

#### 2. OBSERVACIONES PARA CURSOS DE AGUA SUPERFICIALES:

**Temperatura:** a 50 metros del punto de descarga el incremento de temperatura del cuerpo del agua no debe superar los 3°C.

**Sólidos sedimentables en 2 hs:** Se exigirá su eliminación cuando sea aconsejable por las características o por el estado higiénico del curso de agua receptor del

*Poder Ejecutivo*  
*Córdoba*

efluente o por el uso a que se destine el agua del mismo en las inmediaciones de las descargas.

**Oxígeno Consumido Total:** Este dato sólo se tendrá en cuenta para juzgar la calidad del efluente, cuando no pueda realizarse la D.B.O.

**D.B.O<sub>5</sub>:** En efluentes de lagunas de estabilización o aireadas, la determinación se hará sobre muestras filtradas para eliminar la influencia de las algas.

**Demanda de Cloro:** En aquellos establecimientos que justifiquen disponer de un tratamiento específico para reducir el contenido microbiológico que no sea sobre la base de la cloración, se podrá no exigir satisfacer la demanda de cloro en cuyo caso la descarga deberá tener menos de 5.000 NMP de bacterias coliformes/ 100 mL.

**Coliformes Totales:** En caso de que la autoridad de aplicación lo considere necesario la descarga deberá tener menos de 5.000 NMP de bacterias coliformes por 100 mL (por que así lo exige el uso del cuerpo receptor).

**Coliformes Termotolerantes:** En el 80% de las muestras colectadas, los valores indicados constituyen el nivel máximo admisible a una distancia de por lo menos 500 metros de una playa o área destinada a deportes náuticos, debiéndose restringir el desarrollo de los mismos en un radio de 500 metros alrededor del punto de descarga, lo cual deberá estar correctamente señalizado.

**Aspectos estéticos:** En el punto de descarga no deberán observarse sólidos flotantes, aceites, espumas, ni olores ofensivos.

3. Efluentes líquidos vertidos a POZO ABSORBENTE

Estándares Físicos

Estándares	Unidades	Valor máximo permitido
Temperatura	°C	≤ 40
pH	UpH	5,5 a 10
Sólidos sedim. 10 min	ml/L	≤ 0,5
Sólidos sedim. 2hs	ml/L	≤ 1

Estándares Químicos

Estándares	Unidades	Valor máximo permitido
Aluminio	mg/L	≤ 1
Arsénico	mg/L	≤ 0,1

Departamento  
Protocolización  
Anexo  
Ley 20.0847  
Decreto .....  
Convenio.....  
1 3 III 2018

3  
Ing. EDGAR MANUEL CASTELLO  
Secretario de Recursos  
Hídricos y Coordinación  
Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos

Bario	mg/L	≤ 1
Boro	mg/L	≤ 1
Cadmio	mg/L	≤ 0,05
Cianuros	mg/L	≤ 0,02
Cobalto	mg/L	≤ 1
Cobre	mg/L	≤ 0,1
Compuestos fenólicos	mg/L	≤ 0,05
Cromo hexavalente	mg/L	≤ 0,1
Cromo total	mg/L	≤ 1
Cloro residual	mg/L	≤ 0,5
Demanda de Cloro	mg/L	NE
Detergentes	mg/L	≤ 0,5
Estaño	mg/L	≤ 4
Fósforo Total	mg/L	≤ 10
Fluoruros	mg/L	≤ 1,5
Hidrocarburos	mg/L	≤ 0,1
Hierro	mg/L	≤ 2
Manganeso	mg/L	≤ 0,1
Mercurio	mg/L	≤ 0,005
Niquel	mg/L	≤ 0,1
Nitrógeno Amoniacal (N-NH <sub>4</sub> )	mg/L	≤ 10
Nitrito	mg/L	NE
Nitrato	mg/L	NE
Nitrogeno Kjeldahl	mg/L	≤ 30
Plomo	mg/L	≤ 0,05
Selenio	mg/L	Ausente
Sodio	mg/L	≤ 250
Sulfuros	mg/L	≤ 1
Sulfatos	mg/L	≤ 500
Sustancias solubles en éter etílico	mg/L	≤ 40
Zinc	mg/L	≤ 1

NE: No se establece un valor máximo permitido.

4

Ing. EDGAR MANUEL CASTELLO  
Secretario de Recursos  
Hídricos y Coordinación  
Platón de Agua, Ambiente y Servicios Públicos

*Poder Ejecutivo*  
*Córdoba*

**Estándares Biológicos y Orgánicos**

Estándares	Unidades	Valor máximo permitido
DBO <sub>5</sub>	mg/L	≤ 150 (*)
DQO	mg/L	≤ 350
Coliformes Totales	NMP/100 mL	NE
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	NE

NE: No se establece un valor máximo permitido

(\*) Para efluentes industriales deberá ser reducido a 100 mg/L

**Plaguicidas**

Estándares	Unidades	Valor máximo permitido
Plaguicidas organoclorados	mg/L	Ausente (*)
Plaguicida organofosforados	mg/L	Ausente (*)
Plaguicida total	mg/L	Ausente (*)

(\*)Ausente es equivalente a menor que el límite de detección de la técnica analítica

**4. Efluentes líquidos vertidos a RED COLECTORA CLOACAL**

**Estándares Físicos**

Estándares	Unidades	Valores máximo permitido
Temperatura	°C	≤ 40
pH	UpH	5,5 a 10
Sólidos sedim. 10 min	ml/L	≤ 0,5
Sólidos sedim. 2hs	ml/L	NE
Sólidos suspendidos	mg/L	≤ 250

NE: No se establece un valor máximo permitido

**Estándares Químicos**

Estándares	Unidades	Valor máximo permitido
Aluminio	mg/L	≤ 5
Arsénico	mg/L	≤ 0,5
Bario	mg/L	≤ 2
Boro	mg/L	≤ 2
Cadmio	mg/L	≤ 0,5
Cianuros	mg/L	≤ 0,02

Departamento  
Protocolización  
Anexo  
Ley .....  
Decreto 0847.....  
Convenio .....  
Fecha 3 JUL 2016

5  
Ing. EDGAR MANUEL CASTELLO  
Secretario de Recursos  
Hídricos y Coordinación  
Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos

Cobalto	mg/L	≤ 2
Cobre	mg/L	≤ 0,1
Compuestos fenólicos	mg/L	0,5 con tratamiento
Cromo hexavalente	mg/L	≤ 0,2
Cromo total	mg/L	≤ 2
Demanda de Cloro	mg/L	NE
Detergentes	mg/L	≤ 1
Estaño	mg/L	≤ 4
Fósforo Total	mg/L	≤ 10
Fluoruros	mg/L	≤ 1,5
Hidrocarburos	mg/L	≤ 30
Hierro	mg/L	≤ 2
Manganeso	mg/L	≤ 1
Mercurio	mg/L	≤ 0,005
Niquel	mg/L	≤ 0,1
Nitrógeno Amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg/L	≤ 10
Nitrito	mg/L	NE
Nitrato	mg/L	≤ 10
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	≤ 40
Plata	mg/L	≤ 0,1
Plomo	mg/L	≤ 0,5
Selenio	mg/L	≤ 0,1
Sodio	mg/L	≤ 250
Sulfuros	mg/L	≤ 2
Sulfatos	mg/L	≤ 400
Sustancias solubles en éter etílico	mg/L	≤ 50
Zinc	mg/L	≤ 5

NE: No se establece un valor máximo permitido.

#### Estándares Biológicos y Orgánicos

Estándares	Unidades	Valores máximos permitidos
DBO <sub>5</sub>	mg/L	≤ 200
DQO	mg/L	≤ 500
Coliformes Totales	NMP/100 mL	NE
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	NE

NE: No se establece un valor máximo permitido.

#### Plaguicidas

6



Ing. EDGAR MANUEL CASTELLO  
Secretario de Recursos  
Hídricos y Coordinación  
Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos



*Poder Ejecutivo*  
*Córdoba*

Estándares	Unidades	Valores máximos permitidos
Plaguicidas organoclorados	mg/L	Ausencia (*)
Plaguicida organofosforados	mg/L	≤ 1
Plaguicida total	mg/L	≤ 1

(\*)Ausente es equivalente a menor que el límite de detección de la técnica analítica

#### 5. Efluentes líquidos vertidos a CONDUCTO PLUVIAL

Se analizará el destino final del conducto pluvial, si es un cuerpo de agua deberá el efluente volcado cumplir con los estándares de calidad para curso de agua superficial, caso contrario, de tener como destino final infiltración deberá cumplir con los estándares de calidad para pozo absorbente.

#### 6. Efluentes líquidos para REÚSO

##### Estándares Físicos

Estándar	Unidades	Valor máximo permitido
Temperatura	°C	≤ 40
Ph	UpH	≤ 6,5 a 8
Conductividad	µmho/cm	≤ 1000
Sólidos disueltos	mg/L	≤ 500
Sólidos suspendidos	mg/L	≤ 50
RAS		≤ 3

##### Estándares Químicos

Estándar	Unidades	Valor máximo permitido
Aluminio	mg/L	≤ 5
Antimonio	mg/L	≤ 0,1
Arsénico	mg/L	≤ 0,1
Berilio	mg/L	≤ 0,1
Bicarbonatos	mg/L	≤ 100
Boro	mg/L	≤ 0,7
Cadmio	mg/L	≤ 0,01
Carbonato de sodio	mg/L	≤ 2,5
Cianuros	mg/L	≤ 0,02
Cloruro	mg/L	≤ 142
Cobalto	mg/L	≤ 0,1
Cobre	mg/L	≤ 0,2

Departamento  
Protocolización  
Anexo  
Ley  
Decreto 1847  
Convenio  
Fecha 15 JUL 2016

Ing. EDGAR MANUEL CASTELLO  
Secretario de Recursos  
Hídricos y Coordinación  
Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos

<b>Cromo total</b>	mg/L	≤ 0,1
<b>Fluoruro</b>	mg/L	≤ 1,5
<b>Fosfatos</b>	mg/L	≤ 5
<b>Hierro</b>	mg/L	≤ 5
<b>Litio</b>	mg/L	≤ 2,5
<b>Manganeso</b>	mg/L	≤ 0,2
<b>Mercurio</b>	mg/L	≤ 0,001
<b>Nitrógeno (Kjeldahl)</b>	mg/L	≤ 30
<b>Nitratos</b>	mg/L	≤ 30
<b>Niquel</b>	mg/L	≤ 0,2
<b>Plomo</b>	mg/L	≤ 0,5
<b>Potasio</b>	mg/L	≤ 250
<b>Selenio</b>	mg/L	≤ 0,02
<b>Sodio</b>	mg/L	≤ 250
<b>Sulfatos</b>	mg/L	≤ 130
<b>Vanadio</b>	mg/L	≤ 0,1
<b>Zinc</b>	mg/L	≤ 2

Estándares Biológicos y Orgánicos

Estándar	Unidades	Valor máximo permitido	
		Tipo 1-3-6	Tipo 2-4-5-7-8
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/L	30	≤ 30
	media aritmética n° de huevos por litro <sup>b</sup>		
<b>Nematodos intestinales<sup>a</sup></b>		<1	≤1
<b>Coliformes Termotolerantes</b>	NMP/100mL	<200	≤ 1000

a-Especies Ascaris y Trichuris y anquilostomas

b-Durante el período de riego

Plaguicidas

Estándar	Unidades	Valor máximo permitido
<b>Aldrin</b>	mg/L	≤ 0,1
<b>Acroleína</b>	mg/L	≤ 0,2
<b>Clordano</b>	mg/L	≤ 0,03

8

Ing. JOAQUÍN MANUEL CASTELLÓ  
Secretario de Recursos  
Hídricos y Coordinación  
Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos

*Poder Ejecutivo*  
*Córdoba*

<b>DDE</b>	mg/L	≤ 0,04
<b>Heptacloro</b>	mg/L	≤ 0,02
<b>Toxafeno</b>	mg/L	≤ 0,005

*Poder Ejecutivo*  
*Córdoba*

**ANEXO III: Reúso de efluentes líquidos y uso agronómico de efluentes**

1. Este Anexo tiene por objeto establecer lineamientos para el reúso de efluentes líquidos y el uso agronómico de efluentes, de acuerdo al Capítulo VI de la presente normativa.

2. Para el caso del reúso de efluentes líquidos, el efluente deberá ser tratado previamente a su reutilización, obteniéndose así un agua regenerada que cumpla con los estándares de calidad establecidos para cada caso en particular. Queda totalmente prohibido reutilizar efluentes crudos. En el caso de uso agronómico de efluentes, el mismo deberá estabilizarse previamente a su aplicación.

3. De acuerdo a la presente normativa, se clasifica a los efluentes según el tipo de reúso de efluentes líquidos en:

Reúso urbano (Tipo 1): Riego de todo tipo de zonas verdes (campos de golf, parques, cementerios, etc.), lavado de automóviles, inodoros, combate de incendios, y otros usos con similar acceso o exposición al agua.

Personas expuestas: Público en general y trabajadores.

Reúso para riego con acceso restringido (Tipo 2): Cultivo de césped, silvicultura, y otras áreas donde el acceso del público es prohibido, restringido o poco frecuente.

Personas expuestas: Trabajadores

Reúso agrícola en cultivos de alimentos que no se procesan comercialmente (Tipo 3): Riego de cualquier cultivo comestible, incluyendo aquellos que se consumen crudos.

Personas expuestas: Público en general y trabajadores

Reúso agrícola en cultivos de alimentos que se procesan comercialmente (Tipo 4): Estos cultivos son aquellos que, previo a su venta al público, han recibido el procesamiento físico o químico necesario para la destrucción de los organismos patógenos que pudieran contener.

Personas expuestas: Trabajadores

Reúso agrícola en cultivos no alimenticios (Tipo 5): Riego de pastos para ganado lechero, forrajes, cultivos de fibras y semillas y otros cultivos no alimenticios.

Personas expuestas: Trabajadores

Reúso recreativo (Tipo 6): Contacto incidental (pesca, canotaje, etc.), y contacto primario con aguas regeneradas.

Personas expuestas: Público en general y trabajadores

Reúso paisajístico (Tipo 7): Aprovechamientos estéticos donde el contacto con el público no es permitido, y dicha prohibición esté claramente rotulada.

Personas expuestas: Trabajadores



  
Ing. EDGAR MANUEL CASTELLO  
Secretario de Recursos  
Hídricos y Coordinación  
Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos

**Reúso en la construcción (Tipo 8):** Compactación de suelos, control del polvo, lavado de materiales, producción de concreto.

Personas expuestas: Trabajadores

4. En los supuestos de uso de agua regenerada resultante del reúso de efluentes líquidos para usos no contemplados en el Punto 3, la Autoridad de Aplicación, a través de la Secretaría de Recursos Hídricos y Coordinación, exigirá las condiciones de calidad que se adapten al uso más semejante de los descritos. Será necesario, en todo caso, justificar la reutilización del agua para un uso no descrito en el mismo.

5. Se prohíbe el reúso de efluentes líquidos para los siguientes destinos:

- a) Para el consumo humano, salvo situaciones de declaración de catástrofe en las que la autoridad sanitaria especificará los niveles de calidad exigidos a dichas aguas y los usos.
- b) Para el uso de aguas de proceso y limpieza en la industria alimentaria.
- c) Para uso en instalaciones hospitalarias y otros usos similares.
- d) Para cualquier otro uso que la Autoridad de Aplicación, a través de la Secretaría de Recursos Hídricos y Coordinación, considere un riesgo para la salud de las personas o un perjuicio para el medio ambiente, cualquiera que sea el momento en el que se aprecie dicho riesgo o perjuicio.

6. Los trabajadores involucrados con el reúso y uso agronómico de efluentes líquidos o uso agronómico de efluentes, deberán realizar sus tareas implementando buenas prácticas de trabajo con el fin de prevenir posibles afectaciones a su salud.

7. El establecimiento generador del efluente líquido podrá darlo en donación a otro establecimiento para que haga uso del mismo. Esto se permitirá siempre y cuando el establecimiento generador acondicione el efluente para que cumpla con los estándares de calidad exigidos según la disposición final. Dicha acción se celebrará con un contrato de donación.

8. El titular del establecimiento o el donatario, si el efluente fue dado en donación, deberá presentar ante la Autoridad de Aplicación, a través de la Secretaría de Recursos Hídricos y Coordinación, el proyecto de reúso de efluentes líquidos junto con la documentación exigida en el Anexo II. En base a ello, la Autoridad de Aplicación, a través de la Secretaría de Recursos Hídricos y Coordinación, autorizará o no dicha disposición final.

9. Quien gestione el reúso de efluentes líquidos deberá presentar un proyecto de reutilización de aguas que incluya la siguiente documentación necesaria:

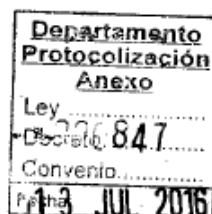
- Origen del efluente;
- Caracterización;
- Volumen anual solicitado;
- El uso al que se va a destinar;
- Tipo de tratamiento a utilizar;

*Poder Ejecutivo*  
*Córdoba*

- El lugar de reúso especificando las características de las infraestructuras previstas desde la salida del sistema de tratamiento hasta los lugares de uso;
- El autocontrol propuesto;
- Los elementos de control y señalización del sistema de reutilización;
- Las medidas para el uso eficiente del agua;
- Las medidas de gestión del riesgo en caso de que la calidad del efluente tratado no sea la establecida para el uso permitido;
- Estudio de suelo cuando se reúse el efluente para riego.

10. Los proyectos en los cuales se contemple el uso agronómico de efluentes deberán presentar la siguiente documentación:

- 1) Descripción general de los procesos productivos unitarios, con énfasis en aquellas fases donde se generan o se prevé la generación de los efluentes, especificando los requerimientos de materia prima, agua e insumos en cada proceso, en los casos que corresponda.
- 2) Descripción general de los tratamientos para estabilizar el efluente previamente al uso agronómico.
- 3) Caudal y temporalidad de generación de efluentes en el proyecto.
- 4) Caracterización física y química del residuo líquido antes y después del tratamiento.
- 5) Descripción de la zona de aplicación de efluentes caracterizando los siguientes aspectos:
  - I. Descripción de los usos actuales y potenciales del suelo.
  - II. Cartografía de recursos hídricos subterráneos del área de influencia del proyecto.
  - III. Estudio agronómico del sitio de aplicación a nivel de detalle, que entregue la Serie y las Clases de Capacidad de uso del suelo.
  - IV. Caracterización climática: precipitación mensual, evaporación potencial mensual y evaporación efectiva mensual de la zona del proyecto.
  - V. Red hidrológica y distancias a cursos de aguas superficiales, incluyendo canales de riego.
  - VI. Estudio de suelo: Mapa de suelo, textura, densidad aparente, estudio de infiltración, escorrentía.
  - VII. Pendiente/inclinación del terreno
  - VIII. Plan de contingencia, almacenamiento en épocas de excedente hídrico y medidas de mitigación.
  - IX. Plan de Gestión de Aplicación: dosis de aplicación, frecuencia, período, balance hídrico y de nutrientes, análisis microbiológicos y fisicoquímicos periódicos.
  - X. Plan de Monitoreo que considere los parámetros críticos de muestras captadas en el punto de salida del sistema de tratamiento.
  - XI. Describir los cultivos a los cuales se les aplicará el efluente.
  - XII. Definir tecnología de aplicación, y buenas prácticas agronómicas.



Ing. ROGAR MANUEL CASTELLO  
Secretario de Recursos  
Hídricos y Coordinación  
Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos

3

El Plan de Aplicación Para Uso Agronómico de Efluentes debe estar basado en el análisis integrado del balance de nitrógeno y del balance hídrico. De estos dos balances se seleccionará aquel que represente el factor más limitante para la aplicación.

**Balance de nitrógeno:**

Dicho balance debe entregar la tasa de aplicación de nitrógeno (N) por ha, calculada con base en las estimaciones de entradas y salidas de nitrógeno del sistema suelo-agua-planta del área de aplicación. Entre las entradas de nitrógeno al sistema, se deberá considerar la fertilidad natural del suelo (contenido de Nitrógeno total), que deberá evaluarse al inicio de cada temporada de aplicación, a través de muestreo y análisis de suelo. Se deberá justificar adecuadamente los requerimientos de nitrógeno de cada cultivo asociándolo a un rendimiento potencial esperado.

**Balance hídrico:**

Deberá indicar la cantidad de agua que se aplicará al suelo, en función de la época del año y de las características climáticas de la zona en la que se ubica el proyecto.

**Riesgo de sodificación:**

El proyectista del uso agronómico del efluente deberá presentar ante la Autoridad de Aplicación, a través de la Secretaría de Recursos Hídricos y Coordinación, un estudio donde se analice entre otras variables la relación de adsorción de sodio (RAS) del agua de reúso a utilizar y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) del suelo a fin de demostrar la viabilidad a mediano y largo plazo que no afecte las propiedades agronómicas del suelo.

**Riesgo de salinización:**

Para evaluar el riesgo de salinización, el proyectista deberá presentar a la Autoridad de Aplicación, a través de la Secretaría de Recursos Hídricos y Coordinación, un estudio donde se consideren entre otras variables la conductividad eléctrica del suelo de la parcela a regar y la conductividad eléctrica del agua de reúso que se pretende aplicar en las parcelas, a fin de garantizar la aptitud de este efluente sin que se deteriore a mediano y largo plazo la capacidad agronómica del suelo.

11. Toda la documentación requerida como así también los estudios solicitados deben ser presentados por un profesional con título habilitante e inscripto en los registros correspondientes de la Autoridad de Aplicación.

12. Las metodologías de riego aplicables podrán ser:

- 1) **Riego por superficie**, comprendiendo el riego por inundación, en canchales tradicionales y surcos cortos o canchales con nivelación.

*Poder Ejecutivo*  
*Córdoba*

2) **Riego por aspersión** con sistema estático y disposición en cuadrículas, fija o móvil, con sistemas móviles de cañón o ala sobre el carro tirada por enrollado o por cable, y sistema de lateral móvil, pivotante o de desplazamiento lineal. Esta metodología de riego debe realizarse a una altura tal del suelo que no provoque la aerosolización del efluente evitando así su esparcimiento y posibles daños a la salud de poblaciones cercanas.

3) **Riego localizado o microrriego**, comprendiendo el riego por goteo, por difusores, por tubo perforado o poroso, la micro aspersión y el riego sub superficial por tubos perforados y tubos porosos.

**13. Restricciones para el uso agronómico de efluentes:**

a) En suelos con una permeabilidad mayor a  $10^{-3}$  cm/s (cuando la restricción esté dada como Conductividad Hidráulica, se debe adoptar la correspondiente a un suelo franco, una conductividad moderada de 5 - 127 mm/hora).

b) En sitios en donde se verifiquen procesos de afloramiento del nivel freático o de revenimiento de origen natural o derivados de actividades antrópicas.

c) En áreas cubiertas con nieve o congeladas, mientras se mantenga esta situación.

d) En zonas de captación de agua potable.

e) En áreas ubicadas a menos de treinta (30) metros de la ribera de cursos de agua superficiales o por debajo de la cota máxima de anegamiento para un período mínimo de veinticinco (25) años de tiempo de recurrencia. En este caso, se debe considerar la mayor distancia que proporcionen ambas alternativas.

f) En áreas con pendientes superiores al quince por ciento (15%) a excepción de las correspondientes a los sitios sujetos a recuperación del paisaje y al manejo de cuencas para los que se considera en cada caso la extensión comprometida en el proceso.


g) En los períodos en los que se registran precipitaciones extremas o intensas.

h) En áreas vecinas a centros poblados o con acceso público masivo, a menos que se demuestre para cada situación, el uso agronómico de efluentes no supone un incremento de riesgos a la salud humana.

i) Cuando exista riesgo de salinización y/o sodificación del suelo, así como también posible contaminación de las aguas subterráneas.

**8.2. Ley Provincial N° 9306 (Ley SICPA)**



**1ª SECCIÓN** PUBLICACIONES DE GOBIERNO  AÑO XCIV - TOMO CDXCIV - N° 140  
CORDOBA, (R.A.) VIERNES 25 DE AGOSTO DE 2006  
[www.boletinoficialcba.gov.ar](http://www.boletinoficialcba.gov.ar)  
E-mail: [boletinoficialcba@cba.gov.ar](mailto:boletinoficialcba@cba.gov.ar)

LEYES	
<p>LA LEGISLATURA DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA SANCIÓN CON FUERZA DE</p> <p><b>LEY: 9306</b></p> <p>REGULACIÓN DE LOS SISTEMAS INTENSIVOS Y CONCENTRADOS DE PRODUCCIÓN ANIMAL (SICPA)</p> <p><b>Capítulo I</b> <b>Objeto, Definición, Clasificación y Objetivos</b></p> <p><b>Artículo 1°.- Objeto.</b> QUEDAN comprendidos en la presente Ley los Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal (SICPA), creados o a crearse en el ámbito de la Provincia de Córdoba, los cuales deberán adecuar su funcionamiento a los requisitos, exigencias y limitaciones que en ella se establecen.</p> <p><b>Artículo 2°.- Definición.</b> ENTIÉNDESE por Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal (SICPA) los procedimientos y/o actividades destinadas a la producción de animales, sus productos y subproductos (carne, huevos, leche, cueros, pieles, plumas, pelo, lana,</p>	<p>etc.), incluyendo animales acuáticos, desarrolladas en establecimientos donde los alimentos son suministrados directamente al animal en confinamiento, y los desechos y residuos de los animales (estiércol, animales muertos, residuos de alimentos, etc.) estén concentrados en sitios que sobrepasen la capacidad de asimilación del suelo.</p> <p><b>Artículo 3°.- Clasificación.</b> LOS Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal (SICPA) se clasifican en Comerciales (Categoría A) y Familiares o Autoconsumo (Categoría B), en función al número de animales en confinamiento, de acuerdo con la tabla que -como Anexo 1- forma parte integrante de la presente Ley, y la superficie mínima afectada que por resolución establecerá la Autoridad de Aplicación en oportunidad de otorgar la habilitación correspondiente.</p> <p><b>Artículo 4°.- Objetivos.</b> SON objetivos de la presente Ley la protección de la salud humana, de los recursos naturales, de la producción animal y la preservación de la calidad de los alimentos y materias primas de origen animal, contribuyendo al desarrollo sostenible de estos</p>
	<p>emprendimientos y a la disminución del impacto ambiental que los mismos puedan generar.</p> <p><b>Capítulo II</b> <b>Autoridad de Aplicación</b></p> <p><b>Artículo 5°.- Organismos intervinientes.</b> La Autoridad de Aplicación de la presente Ley será ejercida por:</p> <p>a) La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Alimentos del Ministerio de Producción y Trabajo, o el organismo que en el futuro la reemplace, en todo lo atinente a las cuestiones de sanidad animal y demás leyes y convenios</p> <p style="text-align: right;"><small>CONTINUA EN PÁGINA 2 Y 3</small></p>

VIENE DE TAPA

de su competencia, y

b) La Agencia Córdoba Ambiente Sociedad del Estado, o el organismo que en el futuro la reemplace, en todo lo referido a la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente y demás leyes y convenios de su competencia.

Ambos organismos ejercerán el poder de policía en la materia y podrán actuar por sí o por medio de los entes municipales, comunales y/o comunidades regionales, a través de la firma de convenios a tal efecto.

**Capítulo III**  
**Registros**

**Artículo 6°.- Creación.** CRÉANSE, en el ámbito de la Autoridad de Aplicación, los siguientes registros:

a) El Registro Provincial de Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal donde deberán inscribirse, a petición de parte o de oficio, todos los establecimientos comprendidos en la presente Ley, los que se clasificarán por archivos para cada especie animal (bovinos, ovinos, cerdos, conejos, patos, etc.), y

b) El Registro de Responsables Técnicos, donde deberán inscribirse aquellos médicos veterinarios o ingenieros agrónomos, matriculados, que acrediten idoneidad en la especialidad, deseen obtener la licencia habilitante a los efectos de la presente Ley.

**Capítulo IV**  
**Zonificación**

**Artículo 7°.- Zonas críticas y/o sensibles.** SE consideran zonas críticas y/o sensibles, las localizadas a una distancia inferior a los tres (3) kilómetros de poblaciones, vertientes de agua, ríos, arroyos, lagunas y lagos, como así también en aquellos lugares donde la profundidad del acuífero libre sea menor a los diez (10) metros de profundidad en el período de alta.

**Artículo 8°.- Restricciones.** LA Autoridad de Aplicación podrá no autorizar la habilitación de Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal (SICPA) nuevos, u ordenar la erradicación o traslado de los existentes, cuando los mismos pretendan localizarse o se localicen en las denominadas zonas críticas y/o sensibles a que hace referencia el artículo precedente.

**Capítulo V**  
**Procedimiento para la Instalación y Habilitación**

**Artículo 9°.- Establecimientos nuevos.** PARA la instalación y habilitación de nuevos establecimientos con Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal (SICPA) Comerciales, es obligatoria la realización y presentación previa de:

a) Constancia de factibilidad de localización, emanada de autoridad municipal, comunal o de comunidad regional;

b) Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), en un todo de acuerdo a lo requerido por la Ley Provincial No 7343, sus modificatorias y su Decreto Reglamentario No 2131/00, y

c) Constancia de intervención de los organismos gubernamentales directamente involucrados: Agencia Córdoba Ambiente Sociedad del Estado, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Alimentos y Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA).

Para los establecimientos Familiares o Autoconsumo sólo se requerirá la presentación de la constancia de factibilidad de localización, emanada de autoridad municipal, comunal o de comunidad regional.

**Artículo 10.- Establecimientos existentes.** LOS establecimientos con Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal (SICPA) Comerciales ya instalados, deberán reinscribirse y solicitar su

habilitación, bajo los términos de la presente Ley, en un plazo de seis (6) meses a partir de la promulgación de la misma. Para los establecimientos Familiares o Autoconsumo, dicho plazo será de doce (12) meses.

**Capítulo VI**  
**Responsable Técnico**

**Artículo 11.- Profesional Responsable.** LOS establecimientos con Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal (SICPA) contarán con un Responsable Técnico habilitado, el que deberá ser médico veterinario o ingeniero agrónomo, matriculado, y estar inscripto en el Registro previsto en el artículo 6°, inciso b) de esta Ley.

**Capítulo VII**  
**Obligaciones de los establecimientos**

**Artículo 12.- Estándares de calidad.** LA Autoridad de Aplicación establecerá los estándares válidos de calidad de agua y suelo, para los vertidos y residuos producidos en los Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal (SICPA).

**Artículo 13.- Monitoreos.** LOS establecimientos con Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal (SICPA) están sujetos a monitoreos ambientales, documentales, alimenticios, sanitarios, registrales, de bienestar animal y cualquier otro que la Autoridad de Aplicación estime conveniente o necesario, con la periodicidad que ésta establezca.

**Artículo 14.- Monitoreo de aguas.** LOS establecimientos con Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal (SICPA) autorizados, deben realizar monitoreos de aguas subterráneas, con el fin de establecer la calidad de las mismas, según lo determinado en el Decreto Provincial de la DIPAS No 415/99.

**Artículo 15.- Tratamiento de las excretas.** LOS establecimientos con Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal (SICPA), deben tener un sistema de tratamiento permanente de las excretas a través de biodigestores, plantas de tratamiento de líquidos residuales u otros alternativos aprobados o sugeridos por la Autoridad de Aplicación, para el caso de ganado bovino, porcino, caprino, ovino y equino, como así también un tratamiento diferenciado en el caso de cría intensiva para la deposición de excretas en camas, para las producciones avícolas y cunículas, a fin de evitar todo escurrimiento o vuelco directo a las cuencas mencionadas en el artículo 7° de la presente Ley, contemplando su disposición final.

**Artículo 16.- Evaluación del impacto ambiental.** LOS establecimientos con Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal (SICPA) Comerciales ya instalados, deben presentar dentro del plazo previsto en el artículo 10 de la presente Ley, la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de acuerdo a lo establecido por la Ley No 7343, sus modificatorias y su Decreto Reglamentario No 2131/00, contemplando los siguientes aspectos:

- a) Instalaciones necesarias para tratamiento de residuos (estiércol, animales muertos, líquidos, etc.);
- b) Contaminación del suelo y del agua;
- c) Control de las condiciones de higiene y seguridad para el personal involucrado en las operaciones;
- d) Control de vectores de enfermedades que puedan afectar la salud humana (insectos, larvas y roedores);
- e) Verificación de cortinas forestales perimetrales adecuadas a la dirección de los vientos;
- f) Existencia de corrales para animales enfermos y/o en recuperación, los que deberán estar aislados del sector de animales sanos;
- g) Canales de conducción de efluentes y lagunas para el tratamiento de los mismos, y
- h) Verificación de la localización en zonas críticas y/o sensibles.

**Artículo 17.- Establecimientos Familiares o**

**Autoconsumo instalados.** LOS establecimientos con Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal (SICPA) Familiares o Autoconsumo, instalados en zonas no consideradas críticas y/o sensibles o de alta carga animal, deben presentar un informe sobre su actividad al organismo jurisdiccional competente.

**Artículo 18.- Obligación de registración.** LOS establecimientos con Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal (SICPA) Comerciales, deben llevar un Libro de Movimientos de Ingresos y Egresos de animales, con la debida certificación del Responsable Técnico habilitado. Este libro será foliado e intervenido por la Autoridad de Aplicación.

**Capítulo VIII**  
**Infraacciones y Sanciones**

**Artículo 19.- Infraacciones.** LOS incumplimientos a la presente Ley y a las normas y convenios que por su especificidad se relacionen, serán consideradas infraacciones sujetas a sanción por la Autoridad de Aplicación.

**Artículo 20.- Sanciones.** Tipos. SIN perjuicio de las responsabilidades civiles o penales que pudieran corresponder, la Autoridad de Aplicación podrá aplicar las siguientes sanciones:

- a) Apercibimiento;
- b) Multa;
- c) Clausura del establecimiento, y
- d) Decomiso de la producción.

La sanción prevista en el inciso b) del presente artículo, se establece en un monto variable, según la gravedad de la infracción, entre un mínimo de cinco (5) y un máximo de doscientos (200) salarios básicos del peón rural.

**Artículo 21.- Graduación de las sanciones.** PARA la graduación de las sanciones, la Autoridad de Aplicación tendrá en cuenta:

- a) La gravedad y trascendencia del hecho;
- b) El posible perjuicio para el interés público;
- c) La situación de riesgo creado, para personas o bienes, y
- d) El volumen de actividad de la empresa contra quien se dicte la resolución sancionatoria.

Cuando el infractor fuere reincidente, o la comisión de la infracción le hubiere generado beneficios económicos, las multas podrán incrementarse, en su mínimo y máximo, hasta en cinco (5) veces.

**Capítulo IX**  
**Régimen Sancionatorio**

**Artículo 22.- Verificación.** LA verificación de las infraacciones a la presente Ley y a toda normativa complementaria o conexas, así como la aplicación de sanciones y el cobro de las multas correspondientes, serán de competencia exclusiva de:

- a) La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Alimentos del Ministerio de Producción y Trabajo, en lo referido a sanidad animal, y
- b) La Agencia Córdoba Ambiente Sociedad del Estado, en lo referido a infraacciones cometidas a leyes ambientales.

**Artículo 23.- Acta de infracción.** LA verificación de las infraacciones se realizará mediante acta de comprobación, con indicación de:

- a) Nombre y domicilio del infractor;
- b) Descripción de los hechos;
- c) Nombre y domicilio de los testigos, si los hubiere;
- d) Constancia de todo otro dato o elemento de interés, y
- e) Firma del funcionario actuante.



**Artículo 24.- Procedimiento.** EL funcionario actuante, en el mismo acto, notificará al presunto infractor y/o al encargado, responsable o empleado del establecimiento, y le hará entrega de copia del acta, haciéndole saber que en el término de diez (10) días hábiles deberá comparecer ante la Autoridad de Aplicación actuante y presentar por escrito su descargo, ofreciendo la prueba que haga a su derecho, bajo apercibimiento de tener por reconocida la existencia de la infracción.

**Artículo 25.- Producción de la prueba.** LA prueba deberá producirse en el término de diez (10) días hábiles, prorrogables por la Autoridad de Aplicación cuando haya motivos justificados.

Vencido el plazo para diligenciar la prueba, el instructor asentará esta circunstancia y elevará lo actuado a la autoridad que deba dictar resolución definitiva.

**Artículo 26.- Resolución.** Notificación. DICTADA la resolución, se notificará al supuesto infractor del contenido de la misma. Si la pena fuese de multa, el responsable de su cumplimiento deberá depositar, en el plazo de diez (10) días hábiles, el monto fijado en la cuenta bancaria habilitada a tal efecto por la Autoridad de Aplicación.

**Artículo 27.- Recurso.** CONTRA la resolución se admitirá el recurso de reconsideración, el que deberá interponerse dentro del término de cinco (5) días hábiles.

**Artículo 28.- Subsidiariedad.** LA Ley de Procedimiento Administrativo de la Provincia de Córdoba, es de aplicación subsidiaria.

**Artículo 29.- Apelación.** Requisito de admisibilidad. CUANDO la sanción fuere de multa el infractor, conjuntamente con la interposición del recurso, deberá acreditar haber depositado el treinta por ciento (30%) del importe de la misma en la cuenta creada por el artículo 26 de la presente Ley, bajo apercibimiento de considerarlo inadmisibles, quedando firme la resolución respectiva.

**Artículo 30.- Ejecución.** LA falta de pago de la multa hará exigible su cobro por el procedimiento de ejecución fiscal, constituyendo título suficiente el testimonio de la resolución condenatoria expedida por la Autoridad de Aplicación.

**Artículo 31.- Procuración.** LA procuración fiscal de las multas estará a cargo del cuerpo de abogados que la Autoridad de Aplicación designe.

**Capítulo X  
Convenios**

**Artículo 32.- Convenios para capacitación.** LA Autoridad de Aplicación podrá suscribir convenios con las universidades que otorguen títulos de ingenieros agrónomos o médicos veterinarios, con el Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA), con el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) y con otros organismos afines, públicos o privados, a efectos de coordinar su participación institucional para el dictado de cursos de capacitación y/o actualización.

**Artículo 33.- Convenios para la aplicación.** LA Autoridad de Aplicación podrá suscribir convenios de colaboración, coordinación o cooperación para la aplicación del presente régimen jurídico, con municipios, comunas, comunidades regionales y/o entidades no gubernamentales afines.

**Capítulo XI  
Disposiciones Complementarias**

**Artículo 34.- Vigencia.** LA presente Ley entrará en vigencia el mismo día de su publicación en el Boletín Oficial de la Provincia de Córdoba.

**Artículo 35.- De forma.** COMUNÍQUESE al Poder Ejecutivo Provincial.

DADA EN LA SALA DE SESIONES DE LA LEGISLATURA PROVINCIAL, EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA, A LOS CINCO DÍAS DEL MES DE JULIO DEL AÑO DOS MIL SEIS.-

GUILLERMO ARIAS SECRETARIO LEGISLATIVO LEGISLATURA PROV. DE CÓRDOBA FRANCISCO FORTUNA PRESIDENTE PROVISORIO LEGISLATURA PROV. DE CÓRDOBA

R-1938/06 Córdoba, 9 de Agosto de 2006

**LA LEGISLATURA DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA  
RESUELVE**

**Artículo 1°.- ACEPTAR** el Veto Parcial a la Ley N° 9306, respecto de la supresión de:

- a) La expresión "a) La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Alimentos del Ministerio de Producción y Trabajo, o el Organismo que en el futuro la reemplace, en todo lo atinente a las cuestiones de sanidad animal y demás leyes y convenios de su competencia y b)..." contenida en el artículo 5°;
- b) La expresión "...en todo lo referido a la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente y demás leyes y convenios de su competencia. Ambos organismos ejercerán el poder de policía en la materia y podrán actuar por sí o por medio de los entes municipales, comunales y/o comunidades regionales, a través de la firma de convenios a tal efecto" contenida en el artículo 5°;
- c) El artículo 8° en su totalidad;
- d) El artículo 10 en su totalidad;
- e) La expresión "...a) La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Alimentos del Ministerio de Producción y Trabajo, en lo referido a sanidad animal, y b)..." contenida en el artículo 22;
- f) La expresión "...en lo referido a infracciones cometidas a leyes ambientales" contenida en el artículo 22, y
- g) La palabra "Apelación" contenida en el epígrafe del artículo 29.

**Artículo 2°.- AUTORIZAR** al Poder Ejecutivo Provincial la promulgación parcial de la Ley N° 9306, quedando redactados los artículos observados de la siguiente forma:

**Artículo 5°.- Organismo interviniente.** La Autoridad de Aplicación de la presente Ley será ejercida por la Agencia Córdoba Ambiente Sociedad del Estado, o el organismo que en el futuro la reemplace.

**Artículo 8°.- VETADO**

**Artículo 10.- VETADO**

**Artículo 22.- Verificación.** LA verificación de las infracciones a la presente Ley y a toda normativa complementaria o conexa, así como la aplicación de sanciones y el cobro de las multas correspondientes, serán de competencia exclusiva de la Agencia Córdoba Ambiente Sociedad del Estado.

**Artículo 29.- Requisito de admisibilidad.** CUANDO la sanción fuere de multa el infractor, conjuntamente con la interposición del recurso, deberá acreditar haber depositado el treinta por ciento (30%) del importe de la misma en la cuenta creada por el artículo 26 de la presente Ley, bajo apercibimiento de considerarlo inadmisibles, quedando firme la resolución respectiva.

**Artículo 3°.- COMUNÍQUESE** al Poder Ejecutivo Provincial.

GUILLERMO ARIAS SECRETARIO LEGISLATIVO LEGISLATURA PROV. DE CÓRDOBA FRANCISCO FORTUNA PRESIDENTE PROVISORIO LEGISLATURA PROV. DE CÓRDOBA

**PODER EJECUTIVO**

DECRETO N° 1103

Córdoba, 22 de Agosto de 2006

**VISTO:**

Que este Poder Ejecutivo ha vetado parcialmente la Ley N° 9.306, solicitando a la Legislatura autorización para promulgar la parte no vetada por entender que posee autonomía normativa y no se afecta la unidad del proyecto.

**Y CONSIDERANDO:**

Que el veto mencionado está referido a los Artículos 5°, 8°, 10, 22 y 29 de la siguiente forma: Artículo 5° en las expresiones "a) La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Alimentos del Ministerio de Producción y Trabajo, o el Organismo que en el futuro la reemplace, en todo lo atinente a las cuestiones de sanidad animal y demás leyes y convenios de su competencia, y b)", y "en todo lo referido a la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente y demás leyes y convenios de su competencia." Asimismo se vetó el último párrafo del mencionado artículo que dice "Ambos organismos ejercerán el poder de policía en la materia y podrán actuar por sí o por medio de los entes municipales, comunales y/o comunidades regionales, a través de la firma de convenios a tal efecto."

Que los Artículos 8° y 10 han sido vetados en forma total; en tanto, el Artículo 22 solo en las expresiones "a) La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Alimentos del Ministerio de Producción y Trabajo, en lo referido a sanidad animal, y b)", y "en lo referido a infracciones cometidas a leyes ambientales."; y del Artículo 29 se suprime la palabra "Apelación."

Que la Legislatura Provincial por Resolución N° R-1938/06 de fecha 9 de Agosto de 2.006 y receptada por este Poder Ejecutivo el día 11 de Agosto del mismo año, ha aceptado el Veto Parcial y ha concedido la autorización solicitada, en los términos del Artículo 109, último párrafo de la Constitución de la Provincia.

**EL GOBERNADOR DE LA PROVINCIA  
DECRETA:**

**Artículo 1°:** Promúlgase la Ley N° 9.306, con excepción de las expresiones vetadas, de la siguiente forma: Artículo 5°: "a) La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Alimentos del Ministerio de Producción y Trabajo, o el Organismo que en el futuro reemplace, en todo lo atinente a las cuestiones de sanidad animal y demás leyes y convenios de su competencia y b)" y "en todo lo referido a la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente y demás leyes y convenios de su competencia. Ambos organismos ejercerán el poder de policía en la materia y podrán actuar por sí o por medio de los entes municipales, comunales y/o comunidades regionales, a través de la firma de convenios a tal efecto."; Artículos 8° y 10 en forma total; Artículo 22: las expresiones "a) La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Alimentos del Ministerio de Producción y Trabajo, en lo referido a sanidad animal, y b)" y "en lo referido a infracciones cometidas a leyes ambientales."; y del Artículo 29: la palabra "Apelación."

**Artículo 2°:** El presente decreto será refrendado por la señora Ministro de Producción y Trabajo y por el señor Fiscal de Estado.

**Artículo 3°:** Téngase por Ley de la Provincia, cúmplase, protocolícese, comuníquese, publíquese en el Boletín Oficial y archívese.-

DR. JOSÉ MANUEL DE LA SOTA  
GOBERNADOR

CRA. ADRIANA MÓNICA NAZARIO  
MINISTRO DE PRODUCCIÓN Y TRABAJO

JORGE EDUARDO CORDOBA  
FISCAL DE ESTADO

### 8.3. Resolución N° 29/17



#### ANEXO

##### PLAN DE APLICACIÓN (PA)

Artículo 1. El objetivo de la presente resolución es brindar herramientas de Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA) para facilitar la gestión de los Residuos Pecuarios de producciones intensivas, de acuerdo a la reglamentación vigente mediante un Plan de Aplicación (PA) de carácter obligatorio para aquellos establecimientos abarcados por la ley SICPA que opten realizar un uso agronómico de los Residuos Pecuarios en los establecimientos de producción ganadera o mixta y deberá ser redactado por un ingeniero agrónomo y presentado por un consultor ambiental inscripto en el RETECA. El Plan de Aplicación es el Plan de Gestión Ambiental adecuado a la actividad de Gestión y Aplicación Agronómica de Residuos Pecuarios en la Provincia de Córdoba. El cumplimiento del Plan de Aplicación implica el cumplimiento del Decreto 247/15 para esta actividad.

Artículo 2. El PA es un protocolo que establece una serie de contenidos mínimos para el correcto funcionamiento del sistema suelo como cuerpo receptor de los residuos orgánicos de origen animal como proveedor de nutrientes a los cultivos sin generar efectos negativos en el ambiente. No se aplica para cubrir necesidades hídricas o como una lámina de riego, ya que las cantidades solo cubren necesidades nutricionales. Esto genera una valorización de los residuos pecuarios, que pasan a tener un valor de enmienda para el suelo como proveedor de nutrientes y mejorador de las condiciones físico-químicas y biológicas.

Artículo 3. Todos los Planes de Aplicación deberán ser presentados en el área SICPA de la Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba. Inmediatamente, SICPA deberá notificar al Ministerio de Agricultura y Ganadería y a la Secretaría de Recursos Hídricos copia del Plan de Aplicación, a sus efectos.

Artículo 4. El uso agronómico requiere la caracterización según lo pautado en el Anexo I, como estándar de emisión. Esta caracterización del residuo ya estabilizado debe presentarse cada 3 (tres) años salvo que se cambie el generador, tipo de residuo o el manejo productivo.

Artículo 5. La incorporación de residuos pecuarios estabilizados en producciones hortícolas sólo es aplicable sin cultivo en pie.

Artículo 6. En producciones destinadas para consumo humano directo, la aplicación deberá evitar el contacto con el órgano comercial.

Artículo 7. En producciones en cultivos que no son destinados a consumo humano directo, podrá ser aplicado en cualquier estado fenológico del mismo.

↓

→

000

6

Artículo 8. La gestión del efluente puede ser realizada en tres formas:

- 1- Aplicado en lotes de producción propios, corresponde realizar un PA.
- 2- Aplicado en lotes de producción de terceros, corresponde generar un Documento de Tránsito, transportarlo de manera adecuada y no corresponde la realización de PA.

El efluente estabilizado que se aplicará en campos de terceros deberá estar previamente caracterizado por el generador. Esta caracterización deberá realizarse mediante el método de muestreo del residuo estabilizado como se determina en el Anexo I.

- 3- Entregado a Empresa de Gestión de Residuos habilitada, que no usará el residuo en aplicación agronómica, no corresponde PA al generador o productor. Esta última opción puede darle los siguientes destinos:
  - a. Plantas de Biogás o Bioenergía.
  - b. Plantas de Compostaje.
  - c. Otros.


Para el punto 2 y 3 antes mencionados, los residuos y subproductos resultantes de la producción intensiva de animales deberán ser transportados en camiones cerrados y tapados que no pierdan su contenido a los destinos autorizados.

Artículo 9. El protocolo será abordado en dos dimensiones bien diferenciadas, a saber:

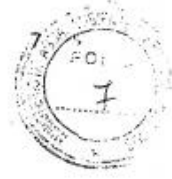
1. Características del Establecimiento, Paisaje y Sistema-Suelo Receptor.

Aquí se deben analizar las variables del suelo que determinan su fragilidad ambiental, posición en el relieve, características físico-químicas.

Se debe realizar un análisis de suelo previo al comienzo de las aplicaciones de los subproductos provenientes de la producción intensiva de animales para determinar una línea base inicial del cuerpo receptor. Las muestras deberán tomarse de 0 – 20 cm y 20 – 60 cm de profundidad. Deberán ser representativas del/los lote/s de aplicación y se deberá repetir el monitoreo del suelo receptor cada 3 (tres) años siempre en los mismos puntos georreferenciados. El muestreo deberá realizarse al menos 30 días previos a la última aplicación del residuo. Los parámetros a medir se detallan en el Anexo II (Estándar Ambiental). Aquí se debe garantizar mediante los parámetros relevados por el profesional que el establecimiento donde se realiza el PA pueda receptor esos nutrientes sin generar contaminación de tipo química y alteraciones físicas permanentes del suelo.



2. Caracterización del subproducto usado (conforme al Anexo I).



#### Clasificación de Residuos:

##### ❖ Residuos sólidos:

- Guano de aves.
- Cama de aves.
- Camas profundas o calientes de producción porcina.
- Residuos sólidos de feedlot.
- Residuos sólidos de tambo.
- Residuos provenientes de otras producciones previamente desecados por debajo del 70 % de Humedad peso/peso determinado a 105 °C sobre 100 gr en 24 horas.
- Otros.

##### ❖ Residuos Líquidos:

- Efluentes líquidos de tambos.
- Efluentes líquidos de producción porcina.
- Efluentes líquidos de feedlots generados por esorrentías de aguas de lluvia.
- Otros.

#### De la Estabilización de los Residuos Pecuarios

Artículo 10. Procesos para lograr el saneamiento de los Residuos Pecuarios.

Estabilización biológica o inactivación térmica:

##### 1- Efluentes Pecuarios:

El sistema de almacenamiento de efluentes líquidos deberá cumplimentar con lo exigido para el Uso Agronómico por el Decreto 847/16 de la reglamentación de estándares y normas sobre vertidos para la preservación del recurso hídrico provincial (Art. 10, inciso 2 del Anexo III).

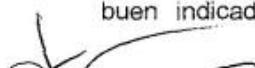
El tiempo de almacenamiento en lagunas no deberá ser inferior a 120 días.

Los subproductos de la digestión anaeróbica, para su posterior uso agronómico, deben ser almacenados por lo menos 90 días.

##### 2- Residuos Pecuarios Sólidos:

Para que un residuo se considere estabilizado biológicamente se debe asegurar al menos su estabilización térmica.

La evolución de la temperatura es un reflejo de la actividad metabólica de los microorganismos implicados en la degradación del residuo pecuario. Es un buen indicador del final de la fase bio-oxidativa ya que la curva de



8

temperatura se estabiliza. Dentro de las opciones que las buenas prácticas disponen, a este efecto se pueden considerar:

- Compostaje corto: Habiendo superado una etapa termofílica superior a 55° C al menos por tres días.
- Solarización: Desinfección del residuo sólido por medio del calor generado por la energía solar.
- Térmico: Aplicar una fuente de calor externa que genere una temperatura en la masa de residuos superior a 55° C al menos por tres días.

Protocolo de Plan de Aplicación - Guía de contenidos mínimos presentado por el aplicador

Artículo 11. El Plan de Aplicación presentado deberá contemplar al menos los siguientes aspectos:

- 1- Datos del Generador SICPA del Residuo Pecuario.
  - a) Datos de la explotación: Razón Social, Domicilio Legal actualizado, Teléfono, e-mail, municipio, pedanía, RENSPA, SICPA, cantidad de animales, datos georreferenciados del establecimiento, especies animales, sistema de producción (ganadero o mixto y tipo de instalación), Responsable Técnico SICPA.
- 2- Datos del Efluente y del Residuo Pecuario Estabilizado.
  - a) Descripción de sistema de almacenamiento, estabilización o tratamiento. Capacidad total tn o m<sup>3</sup> de almacenamiento (acopio más proceso).
  - b) Cantidad de residuos estabilizados (tn o m<sup>3</sup>) generados al año.
  - c) Caracterización de los residuos pecuarios como indica el Anexo I.
  - d) Frecuencia de extracción del residuo de la instalación y del predio. En el caso de no almacenarse o aplicarse en su propia explotación, se detallará, además, contrato de donación con el tercero.
  - e) Tipo de almacenamiento en la explotación. En el caso de almacenamiento de residuos pecuarios deberá indicarse si existen fosas o playones, indicando ubicación, número y características técnicas tales como: dimensión, capacidad y material de construcción e impermeabilización. Así como cualquier otra característica que correspondiera aclarar. Se deberá adjuntar planos, fotos aéreas o imágenes que permitan identificar las instalaciones.
- 3- Datos del Destino o Receptor.
  - a) Plano del Establecimiento e identificación de las parcelas donde se aplicará el subproducto pecuario. Límites, ubicación geográfica,





distancia a centros poblados y coordenadas del acceso, copia del cedulón de Rentas y documento que acredite el legítimo uso del mismo (propiedad, cesión, alquiler, etc.).

- b) Descripción del tipo de suelo según carta de suelos existente e información local y descripción in situ: perfil, caracterización física y química del mismo, antecedentes, curva de nivel y pendiente.
- c) Caracterización climática del lugar: registro de temperaturas y precipitaciones (propia o de estaciones cercanas).
- d) Profundidad de la napa y caracterización química de la misma identificando un punto de control. Se deberá evaluar nitratos, nitritos, amoníaco y sales de fósforo total.
- e) En el caso de entregarse el residuo o subproducto a empresas de Gestión de Residuos habilitadas, el generador deberá llevar un registro del retiro de los mismos.

El almacenamiento de los residuos sólidos pecuarios deberá ser sobre un piso plano, con una pendiente máxima del 5% y cubierto, evitando que sea dispersado por las escorrentías.

#### 4- Utilización del Residuo Pecuario Estabilizado

- a) Cultivos implantados o a implantar en la parcela de aplicación. Fenología del cultivo al momento de aplicación en el caso de que se aplique con cultivo en pie.
- b) Momento de aplicación (fecha), dosis y frecuencia de aplicación.
- c) Método de Aplicación.
- d) Balance integral de Nutrientes del Plan (en cada lote donde se realice la aplicación).

#### Restricción de aplicación del Residuo Estabilizado

- a) En sitios en donde se verifiquen procesos de afloramiento del nivel freático o de revenimiento de origen natural o derivados de actividades antrópicas.
- b) En áreas cubiertas con nieve, congeladas, mientras se mantenga esa situación.
- c) En zonas de captación de agua potable (a excepción de perforaciones entubadas mayores a 10 m y realizadas de acuerdo a las disposiciones de la Secretaría de Recursos Hídricos y Planeamiento).
- d) En áreas ubicadas a menos de 30 metros de la ribera de cursos de agua superficiales o por debajo de la cota máxima de anegamiento para un período mínimo de veinticinco (25) años de tiempo de

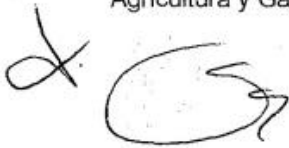
*d*

10

recurrencia. En este caso, se debe considerar la mayor distancia que proporcionen ambas alternativas.

- e) En áreas con pendientes superiores al quince por ciento (15 %) a excepción de las correspondientes a los sitios sujetos a recuperación del paisaje y al manejo de cuencas para los que se considerará en cada caso la extensión comprometida en el proceso.
- f) En áreas vecinas a centros poblados o con acceso público masivo, a menos que se demuestre para cada situación que el uso agronómico de residuos pecuarios no supone un riesgo a la salud humana.
- g) Cuando exista riesgo de salinización o sodificación del suelo, así como también posible contaminación de las aguas subterráneas.
- h) Los establecimientos que no estén sanitariamente aptos por SENASA no podrán trasladar sus residuos pecuarios hasta la eliminación de la novedad sanitaria.

Artículo 12. Beneficios para los que decidan hacer un uso agronómico de los residuos. Los productores podrán solicitar los beneficios que prevé la Ley 10208, en sus Artículos 76 a 82, cuando demuestren sustentabilidad en un período de tres años, el cumplimiento de la presente resolución y el seguimiento de las Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA) del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Córdoba.



Dr. Ing. Santiago Rojas

## ANEXO I (Estándar de Emisión)

### Caracterización del residuo estabilizado-

#### Líquido:

- ✓ pH
- ✓ Conductividad Eléctrica
- ✓ Sólidos Totales (a 105 °C hasta peso constante)
- ✓ Nitrógeno Total (Kjeldhal)
- ✓ Fósforo Total
- ✓ Potasio Total
- ✓ Sodio
- ✓ Calcio
- ✓ Magnesio

#### Sólido:

- ✓ pH 1:5 (enmienda/agua destilada)
- ✓ Conductividad Eléctrica 1:5 (enmienda/agua destilada)
- ✓ Materia Orgánica a 550 °C (Calcinación)
- ✓ Nitrógeno Total (Kjeldhal)
- ✓ N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Fenol disulfónico o extracción y cuantificación por electrodo de ión específico)
- ✓ Fósforo Total y Extractable
- ✓ Potasio Total
- ✓ MOT/NT
- ✓ Sodio
- ✓ Calcio
- ✓ Magnesio

029






## ANEXO II (Estándar Ambiental)

### Caracterización de suelo (cuerpo receptor)-

Se deberá determinar:


- ✓ Conductividad eléctrica 1 : 2,5 (suelo : agua destilada)
- ✓ pH 1: 2,5 (suelo: agua destilada)
- ✓ Sodio
- ✓ Potasio
- ✓ Calcio
- ✓ Magnesio
- ✓ Determinación de PSI (Porcentaje de Sodio Intercambiable)
- ✓ Materia Orgánica Oxidable (Walkey & Black)
- ✓ Nitrógeno Total (Kjeldhal)
- ✓ N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Método del fenol-disulfónico o extracción y determinación por electrodo de ion específico)
- ✓ S-SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> (Por precipitación por cloruro de Bario)
- ✓ Fósforo Total y Extractable

Nota: Los parámetros exigidos para las caracterizaciones previstas en los Anexos I y II cumplen el objetivo de permitir el seguimiento por parte de la Autoridad de Aplicación que permita garantizar la sustentabilidad del Plan de Aplicación. La Autoridad de Aplicación puede, en caso de que encuentre desvíos que lo ameriten, solicitar otros estudios para complementar los aquí requeridos.

  
Dr. Ing. Santiago Rojas

029

8.4. Resolución 333/10 - Anexo I



**GOBIERNO DE CORDOBA**

*Secretaría de Ambiente*

**ANEXO I**

**FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN AL REGISTRO SICPA- BOVINOS**

**SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN AL ARCHIVO BOVINOS**

NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO \_\_\_\_\_

PROPIETARIO \_\_\_\_\_

SITUACIÓN DOMINIAL DEL INMUEBLE: \_\_\_\_\_

SENASA N° \_\_\_\_\_

1. Capacidad instantánea. N° de animales

- < 300 animales .....
- entre 300 y 1000 animales .....
- > 1000 animales .....

2. Localización:

a. Coordenadas Geográficas

S.....

W.....

b. Dirección (Lugar o paraje, localidad, Pedanía, Departamento)


\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

c. Distancia a centros poblados (>100 hab)


d. Distancia a viviendas ajenas al establecimiento

e. Distancia a cuerpo de agua superficial (rio- arroyo- lago-laguna)



DR. RAUL O. COSTA  
SECRETARIO DE AMBIENTE  
PROVINCIA DE CORDOBA

333



SECRETARIA DE AMBIENTE  
GOBIERNO DE CORDOBA  
LETICIA CASTRO  
SECRETARIA PRIVADA  
SECRETARIA DE AMBIENTE

*L. Castro*

COPIA FIEL DEL ORIGINAL

**GOBIERNO DE CORDOBA**

*Secretaría de Ambiente*

**3. Descripción:**

**a.** Superficie cubierta por corrales

**b.** Pendientes generales y dirección.  %

**c.** Fuente de agua.  Superficial / subterránea  
Expediente SSRH N° \_\_\_\_\_

**d.** Profundidad del agua subterránea  > 10 m  < 10 m  
Autorización SSRH N° \_\_\_\_\_

**e.** Sistema de tratamiento de efluentes  Si/No  
descripción: \_\_\_\_\_  
cuerpo receptor: \_\_\_\_\_  
Expediente trámite ante SSRH N° \_\_\_\_\_

**Gestión del estiércol**  Si/No  
descripción: \_\_\_\_\_  
disposición final: \_\_\_\_\_

**4. Autorización de la Sec de Ambiente**  Si/No  
Resolución N° \_\_\_\_\_

333

*Leticia Castro*  
LETCIA CASTRO  
SECRETARÍA JUNADA  
SECRETARÍA DE AMBIENTE

*COPIA FIEL DEL ORIGINAL*

**GOBIERNO DE CORDOBA**

*Secretaría de Ambiente*

**5. Responsable Técnico del Establecimiento**

Nombre: \_\_\_\_\_

Profesión: \_\_\_\_\_

Matrícula Profesional N°: \_\_\_\_\_

**Firma:** \_\_\_\_\_

**Aclaración:** \_\_\_\_\_

**D.N.I.:** \_\_\_\_\_

**En carácter de:** \_\_\_\_\_

*Leticia Castro*  
LETCIA CASTRO  
SECRETARÍA JUNADA  
SECRETARÍA DE AMBIENTE

### 8.5. Análisis de los Indicadores de Responsabilidad Social y Sustentabilidad (RS&S)

Se identificaron 15 Indicadores de Responsabilidad Social y Sustentabilidad (RS&S) del total de los 50 indicadores que componen la Guía IARSE.

Los indicadores seleccionados fueron algunos de los que más relevancia tuvieron, por su impacto y facilidad de identificación, en el establecimiento descrito en el denominado "Estudio de caso" y en establecimientos de feedlot en general dentro del Trabajo Académico Integrador. Se consideraron indicadores tratando de abordar las diferentes dimensiones contempladas en los RS&S, haciendo una breve descripción de los indicadores, y se resaltó la manera en que se afecta a los distintos públicos de interés, es decir, el valor generado en cuestiones sociales, ambientales, económicas y ético-culturales.

Se desarrollaron las siguientes tablas para representar lo que se expuso arriba:

<b>PLANILLA GENERAL DE ORDENAMIENTO DE CONTENIDOS DE ÉTICA, DESARROLLO PERSONAL, RESPONSABILIDAD SOCIAL Y PROFESIONAL</b>	
<b><i>De afectación directa</i></b>	
Público de Interés relacionado con el TAI	<i>1- Productores agropecuarios/ Feedloteros</i>
Oportunidad/Afectación positiva	La reutilización de los residuos permite cerrar el ciclo de los nutrientes brindando sustentabilidad al sistema. Dejar de ver al residuo como un problema y tomarlo como una oportunidad, tiene impactos económicos, ambientales, sociales y productivos positivos.
Riesgo/Afectación negativa	Trabajar con residuos contaminantes del medio sin un correcto asesoramiento y sin tener en claro la normativa vigente puede incrementar el riesgo económico, ambiental y legal.
Respuesta de gestión de RS&S	La planificación de la disposición final de los residuos generados es fundamental para prevenir la contaminación. Incrementar el uso de enmiendas y uso agronómico de los efluentes requiere capacitación técnica y actualización continua del personal.
Indicador de RS&S N°/Justificación	<b>3- Prácticas de Buen Gobierno: Estructura organizacional y toma de decisiones:</b> Los establecimientos deben cumplir con la legislación vigente con respecto al manejo de los residuos producidos. La dirección será quien analice la evolución del negocio, planifique y tome las decisiones. <b>10-</b>

		<p><b>Mapeo de los Impactos de la Operación y Gestión de riesgos:</b> Los establecimientos deben estar inscriptos en el registro provincial de SICPA y contar con las estructuras de captación y tratamiento de efluentes que se requieren. <b>34- Sistema de Gestión Ambiental:</b> Brindar una herramienta para evaluar de manera global la gestión ambiental de los establecimientos SICPA. <b>37- Uso Sustentable de la Energía:</b> La disminución del uso de fertilizantes inorgánicos implica un menor consumo energético en su producción. <b>38- Prevención de la Contaminación: Residuos, Polvo, Ruido y Olores:</b> Se analizaron los posibles destinos que son adecuado para los residuos peligrosos.</p>
Tipo de valor generado para los Públicos de Interés	Ético-Cultural	Respeto al ambiente y tomar conciencia de la importancia de generar planes apropiados de gestión de efluentes.
	Social	Aumenta la participación de productores en prácticas de gestión de efluentes pecuarios. De esta manera se introducen soluciones a las problemáticas manifestadas por pueblos vecinos.
	Ambiental	Incrementa la eficiencia de producción mejorando la utilización de los recursos naturales.
	Económico	Busca minimizar los gastos de los productores mediante la disminución en la utilización de fertilizantes químicos.

Público de Interés relacionado con el TAI		2- Empleados
Oportunidad/Afectación positiva	Posibilidad de capacitación en temas cada vez más necesarios y útiles para la problemática actual.	
Riesgo/Afectación negativa	Exposición continua a olores, gases contaminantes, patógenos y otras condiciones de trabajo riesgosas para la salud de empleado.	
Respuesta de gestión de RS&S	Promover la actualización y capacitación continua de los empleados, ofrecer sueldos adecuados a sus tareas y un buen ambiente laboral acompañado de respeto.	
Indicador de RS&S N°/Justificación	<p><b>15- Política de Remuneración, Prestaciones y Carrera:</b> Se considera a los empleados como un pilar fundamental en el desarrollo del establecimiento, por lo tanto, se los respeta, valora y remunera adecuadamente. <b>18- Cuidados de Salud, Seguridad y Condiciones de Trabajo:</b> Al ser un ambiente de trabajo susceptible de ocurrencia de accidentes debe contar con las instalaciones necesarias para prevenirlos como, por ejemplo, alambrado en las lagunas de tratamiento de efluentes y elementos protectores para la manipulación de los residuos. <b>38- Prevención de la Contaminación: Residuos, Polvo, Ruido y Olores:</b> Se debe proteger a los empleados ya que están en contacto continuo con fuentes de contaminación generadas por los SICPA.</p>	
Tipo de valor generado para los Públicos de Interés	Ético-Cultural	Personal consciente con el impacto que genera la producción intensiva y comprometido con minimizarlo.
	Social	Difusión de técnicas de compostaje y uso agronómico de residuos pecuarios.
	Ambiental	Contribución a la aplicación de buenas prácticas productivas.
	Económico	Indispensables para llevar a cabo las actividades gerenciales, económicas y productivas.

Público de Interés relacionado con el TAI		<i>3- Profesionales intervinientes: Ingenieros Agrónomos y Técnicos Agropecuarios</i>
Oportunidad/Afectación positiva		Mejorar la productividad e incentivar la profesionalización de la empresa, aumentando su empleabilidad. Actuar como facilitadores de información y promover el aprendizaje en el productor.
Riesgo/Afectación negativa		
Respuesta de gestión de RS&S		Contratar o recomendar profesionales que estén a la vanguardia tecnológica y científica, promoviendo el buen uso de prácticas de manejo de residuos. Sentar las bases de la sustentabilidad como premisa en la empresa y que no sea el fin económico el único fin.
Indicador de RS&S N°/Justificación		<b>15- Política de Remuneración, Prestaciones y Carrera. 16- Compromiso con el Desarrollo Profesional y la Empleabilidad:</b> Favorecer y estimular la capacitación continua de los profesionales para que estén informados con la última tecnológica, sepan comprender las necesidades del productor, la sociedad y el ambiente; tomando como eje la sustentabilidad (económica, ecológica y social). El crecimiento debe ser personal para que la persona adquiera una actitud más crítica y participativa en la construcción del conocimiento.
Tipo de valor generado para los Públicos de Interés	Ético-Cultural	Responsabilidad y honestidad para desarrollar su tarea sin corromper su integridad ante situaciones que violen las leyes o impliquen generar un daño a la sociedad.
	Social	Difusión de técnicas de compostaje y uso agronómico de residuos pecuarios.
	Ambiental	Concientizar sobre los beneficios de la utilización de los residuos como insumos en la producción agrícola para mejorar la eficiencia de productiva.
	Económico	Una nueva rama en la producción en la cual el profesional puede especializarse y generar ingresos.

<b>De afectación indirecta</b>		
Público de Interés relacionado con el TAI	4- <i>Sociedad</i>	
Oportunidad/Afectación positiva	Incentivar a que se conozcan las leyes ambientales y de producción que competen a los SICPA. Exigiendo con fundamentos claros, producciones sustentables y conscientes de los perjuicios que se generan.	
Riesgo/Afectación negativa		
Respuesta de gestión de RS&S	Interactúa con la comunidad buscando un vínculo positivo y gestionando impactos negativos.	
Indicador de RS&S N°/Justificación	<b>47- Gerenciamiento del Impacto de la Empresa en la Comunidad de Entorno:</b> Se debe contemplar en los SICPA la generación de impactos negativos sobre la calidad de vida de sus vecinos debido a olores, ruidos, emisiones atmosféricas y posible escorrentía y/o lixiviación de efluentes. Se requiere de responsabilidad empresarial, actuando en beneficio propio y de la sociedad en general.	
Tipo de valor generado para los Públicos de Interés	Ético-Cultural	Se deben asumir las responsabilidades tanto profesionales como sujetos de derecho y miembros de una sociedad.
	Social	Se debe procurar mantener los canales de diálogo y buena relación con los productores, y así, llegar a situaciones donde sea posible la producción sin perjudicar los ejidos urbanos cercanos.
	Ambiental	Se pretende disminuir el impacto ambiental con los sistemas de tratamiento de los residuos para generar una producción más amigable entre la sociedad y el/los productor/es.
	Económico	Nuevas oportunidades de trabajo por ejemplo: Desarrollo de normativas más específicas para el sector, manejo de compostaje, construcción de instalaciones necesarias para los sistemas de tratamiento de residuos etc.



Público de Interés relacionado con el TAI		5- Estado
Oportunidad/Afectación positiva		El análisis que se ha realizado podría servir como puntapié inicial para el avance en nuevas políticas públicas que permitan adecuar las exigencias a cada sistema productivo en particular.
Riesgo/Afectación negativa		La dificultad de llevar a cabo la fiscalización de los SICPA, ya que se requiere un control periódico de los nuevos establecimientos y ya existentes.
Respuesta de gestión de RS&S		Desde el estado debe hacerse un relevamiento más específico de los sistemas productivos con el fin de desarrollar políticas públicas acordes a la necesidad de los SICPA. La participación de las empresas en el desarrollo de políticas, es la clave para el éxito de la empresa integrada a la sociedad y parte de un estado que funciona, contribuyendo al progreso nacional.
Indicador de RS&S Nº/Justificación		<b>3- Prácticas de Buen Gobierno: Estructura organizacional y toma de decisiones. 10- Mapeo de los Impactos de la Operación y Gestión de riesgos. 30- Salud y Seguridad Animal: Prácticas Responsables y Sustentables de Producción Animal:</b> Todos los animales deben ser vacunados al ingresar al establecimiento y se deben emitir todos los documentos de tránsito para el transporte del ganado. <b>34- Sistema de Gestión Ambiental. 36- Uso Sustentable del Agua: El estado determina ciertos parámetros para reutilizar efluentes priorizando el cuidado del recurso hídrico. 50- Participación en el Desarrollo de Políticas Públicas:</b> Como la producción agropecuaria involucra a gran parte de la sociedad, es importante planificar e impulsar el desarrollo de tecnologías para la reutilización de residuos y procesos que apunten a incrementar la sustentabilidad de los sistemas productivos.
Tipo de valor generado para los Públicos de Interés	Ético-Cultural	Asume responsabilidades porque se hace respetar la legislación en todos sus niveles, penando la infracción a la ley.
	Social	Potenciar las economías regionales para generar valor agregado, conocimiento y empleos genuinos.
	Ambiental	Respetar el cuidado del medio ambiente y bienestar animal procurando generar el menor impacto

	ambiental. Mantener los agroecosistemas productivos para las futuras generaciones.
Económico	Contribuir al reciclado para disminuir los costos de la producción.

Público de Interés relacionado con el TAI	6- <i>Consumidores</i>
Oportunidad/Afectación positiva	
Riesgo/Afectación negativa	No correr riesgo con los alimentos que se consumen.
Respuesta de gestión de RS&S	El engorde de los animales debe realizarse con las medidas sanitarias establecidas por SENASA. Por otra parte, la faena de los animales debe realizarse en frigoríficos habilitados para tal fin.
Indicador de RS&S N°/Justificación	<b>46- Cuidado de la Inocuidad de los Alimentos y de las Prácticas Productivas que podrían afectarlos:</b> Los establecimientos deben cumplir las reglamentaciones sanitarias exigidas para garantizar la inocuidad de los alimentos.
Tipo de valor generado para los Públicos de Interés	Ético-Cultural Se asumen las responsabilidades como sujetos de derecho y miembros de una sociedad en donde se hacen valer los derechos de soberanía alimentaria.
	Social
	Ambiental
	Económico Alimentos económicamente accesibles para los consumidores.

Público de Interés relacionado con el TAI		<i>7- Empresas Proveedoras de Insumos</i>
Oportunidad/Afectación positiva	Incremento en la venta de insumos para la producción y comercialización de enmiendas orgánicas y fertilizantes orgánicos, por la incorporación de nuevos productores en busca de soluciones a problemas en cuanto al manejo de los residuos pecuarios.	
Riesgo/Afectación negativa		
Respuesta de gestión de RS&S	La exigencia a proveedores del cumplimiento de las normativas ambientales y comprometidos con la reducción de emisiones, obliga a adaptar sus programas de producción y apuntar a la sustentabilidad global de la empresa.	
Indicador de RS&S N°/Justificación	<p><b>42- Criterios de Selección y Evaluación de Proveedores:</b> seleccionar proveedores que brinden garantías del cumplimiento de legislaciones y acuerdos.</p> <p><b>44- Apoyo al Desarrollo de Proveedores:</b> Se incentiva a proveedores de insumos para la producción de enmiendas orgánicas y fertilizantes orgánicos.</p>	
Tipo de valor generado para los Públicos de Interés	Ético-Cultural	Transparencia, honestidad e igualdad.
	Social	
	Ambiental	Utilización de enmiendas amigables con el medio ambiente en detrimento del consumo de fertilizantes inorgánicos.
	Económico	Se generan más fuentes de empleo.

Público de Interés relacionado con el TAI		<i>8- Facultades de Agronomía</i>
Oportunidad/Afectación positiva		Como centro de generación de conocimientos las facultades de agronomía deben potenciar el desarrollo de nuevas técnicas en la gestión de efluentes que se adapten a cada uno de los ambientes productivos. Desarrollo de ensayos de aplicación de fertilizantes orgánicos para encontrar dosis óptimas que garanticen una estabilidad económica y ambiental. A su vez desarrollar en conjunto con otras instituciones y el estado, protocolos de aplicación para el uso seguro de estos productos.
Riesgo/Afectación negativa		
Respuesta de gestión de RS&S		El tratamiento y reutilización de los residuos pecuarios es una temática que debe ser desarrollada desde los centros de generación del conocimiento como las facultades ya que actualmente se ha convertido en una problemática de relevancia. A su vez, planificando el destino de los residuos acorde a las buenas prácticas agropecuarias, se destinan recursos para canalizar las demandas sociales y convertirlas en soluciones factibles para todo el sector.
Indicador de RS&S Nº/Justificación		<b>46- Cuidado de la Inocuidad de los Alimentos y de las Prácticas Productivas que podrían afectarlos:</b> Desarrollar protocolos de buenas prácticas que orienten la producción primaria, garantizando la trazabilidad del producto, inocuidad e integridad. <b>48- Compromiso con el Desarrollo de la Comunidad y Gestión de las Acciones Sociales:</b> Para integrar al campo y la comunidad, generar espacios donde se den a conocer los adelantos tecnológicos.
Tipo de valor generado para los Públicos de Interés	Ético-Cultural	Responsabilidad por los datos e investigaciones publicadas, respeto por el ambiente y honestidad.
	Social	Generación y difusión de nuevos conocimientos en la temática, promoviendo la generación de interrogantes que incentiven a los profesionales a la investigación.
	Ambiental	Medición de impactos de las prácticas agronómicas sobre el agroecosistema.
	Económico	