

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL CONCORDIA**

## **Especialización en Ingeniería Ambiental**

**“Impacto ambiental de la producción ganadera en feedlot”. Revisión bibliográfica**

**Director Monografía: Vittone, Juan Sebastián** - Magister Scientiae (Máster) en Producción Animal (UNMdP) y Médico Veterinario (UNLP)

**Autora: Tolomei, Mercedes**

**Año: 2021**

## ÍNDICE

Resumen .....	3
Introducción .....	4
Objetivo general .....	8
Objetivos específicos .....	8
Metodología de investigación.....	8
Bienestar animal en sistema de feedlot .....	9
Bienestar animal y estrés .....	9
Instalaciones para la tenencia o producción de animales .....	10
Sanidad, atención médica veterinaria y prácticas zootécnicas.....	12
Bioseguridad.....	12
Tratamiento de efluentes.....	14
Impacto ambiental de la producción de feedlot.....	36
Estrategias para mitigar el impacto del feedlot en el ambiente .....	38
Estrategias para disminuir la contaminación desde el estiércol .....	40
Estrategias potenciales para disminuir la emisión de metano de fermentación .....	40
Legislación de cría intensiva de ganado a corral.....	41
Conclusiones y recomendaciones.....	43
Anexos.....	45
Bibliografía.....	50
Tabla 1: Parámetros para realizar una instalación de feedlot.....	15
Tabla 2: Estructuras de captura y manejo de efluentes.....	21
Ilustración 1: Densidad de bovinos por departamento/partido.....	5
Ilustración 2: Superficie sembrada con maíz por departamento.....	5

## RESUMEN

El continuo crecimiento de la población mundial tendrá una demanda creciente de alimento. Las fuentes de proteínas animales seguirán desempeñando un papel vital en los próximos años. La “industria del engorde”, y la ganadería en su conjunto, deberán desarrollar alternativas para la obtención de productos sanos y seguros, con prácticas de producción amigables con el ambiente.

En Argentina para lograr mantener el stock y la competitividad que genera la actividad ganadera, ha sido necesario incrementar la productividad individual de los animales y por hectárea. Esto determinó que la suplementación con granos en la alimentación del ganado tuviera mayor importancia.

El desarrollo de sistemas de cría intensiva responde a un enfoque industrial y mecanicista con el objeto de obtener el máximo rendimiento. Se ha originado el engorde a corral (feedlot) y posteriormente la profesionalización de dicha actividad. Ésta metodología, consiste en producción de carne con los animales en confinamiento, con dietas de alta concentración energética y alta digestibilidad.

Debido a la relevante importancia de esta actividad desarrollada en nuestro país, se realiza una revisión bibliográfica de los principales autores del tema bienestar animal y el impacto ambiental que puede ocasionar, para poder ligarlo a la producción intensiva en feedlot. Con la información obtenida, se efectúa un análisis de los posibles impactos que la misma puede ocasionar en el ambiente y se realizan recomendaciones a fin de mitigar los mismos.

## INTRODUCCIÓN

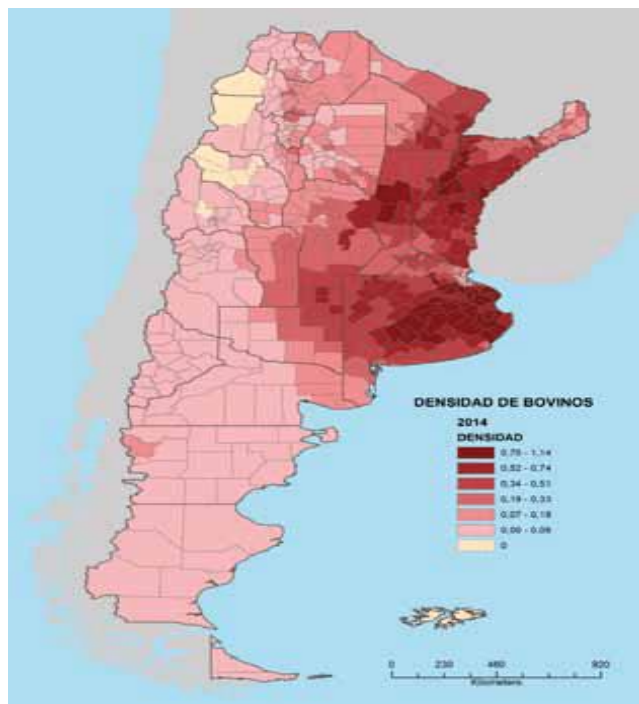
La Argentina ha transitado en los últimos 30 años un camino de transformaciones y procesos de intensificación de los sistemas de producción de proteína animal. Entre ellos, la alimentación intensiva de bovinos a corral ha crecido instalándose en varias regiones del país, particularmente en la región pampeana. Allí se encuentra más de la mitad de las cabezas de ganado del país y se produce la mayor cantidad de grano de maíz, principal insumo de sistemas de engorde intensivos (Ilustración I y II). Este sistema de producción, el “feedlot” conocido por su nombre de origen en inglés, ha encontrado espacios en planteos más complejos, agrícola-ganaderos en el mismo campo como estrategia de diversificación y agregado de valor, o bien se ha introducido como alternativa especializada por inversionistas externos al sector ganadero.

Un feedlot es un área confinada con comodidades adecuadas para una alimentación completa con propósitos productivos, considerando las instalaciones para acopio, procesado y distribución de alimentos parte de la estructura del mismo (Pordomingo, 2003).

El feedlot es la única expresión de producción industrial en los procesos ganaderos de producción de carne vacuna. Con el se puede planificar de manera estable los niveles de producción (kilos de carne/ciclo), la calidad del producto (terneza/engrasamiento), tiempo e insumos requeridos para producir cada kilo de carne. Estas características sumado al incremento en los niveles de eficiencia animal y a un cambio de uso del suelo puso al modelo de feedlot en primer lugar en la pampa húmeda reemplazando a los tradicionales sistemas de invernada pastoril.

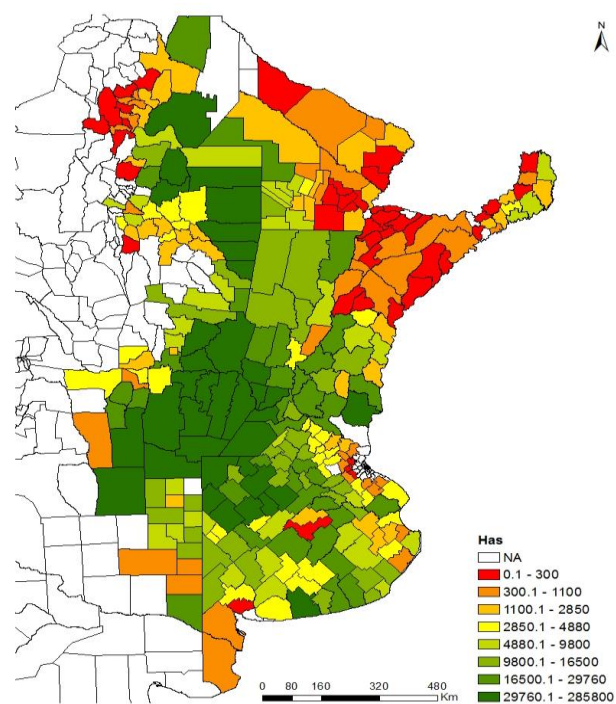
Solo con un análisis superficial del uso del suelo para invernada/engordar un animal en pastoreo vs. en feedlot se puede observar una relación de 4:1 en favor de la producción de grano para el engorde a corral vs. cultivo de forraje para pastoreo directo. En suelos agrícolas promedio de Entre Ríos, con una hectárea de pastura se pueden producir anualmente 250 kg/peso vivo pastoreando el forraje con una invernada convencional mientras que produciendo maíz (6000 kg/ha) con la misma superficie y suministrando este recurso a animales confinados en feedlot se pueden producir 1000 kg de peso vivo.

**Ilustración 2: Densidad de bovinos por departamento/partido**



Fuente: 2014; SENASA, disponible en: <http://www.agroindustria.gob.ar/>

**Ilustración 1: Superficie sembrada con maíz por departamento**



Fuente: 2014; Minagri, disponible en <https://www.agroindustria.gob.ar/>

Como toda industria de alimentos ésta también produce desechos de origen animal. El aumento de la cantidad animales por unidad de superficie también incrementa el acúmulo y concentración de desechos biológicos que deben ser tratados.

Los países con mayor historia de ganadería intensiva de estas características, conocen los efectos deletéreos que pueden causar la intensificación con bovinos en el ambiente y el bienestar de los animales y de las personas que viven y trabajan cerca de ellos. En orden de prioridades se pueden definir factores intrínsecos y extrínsecos relacionados con este tipo de sistema de producción. Los primeros derivan de las necesidades del propio sistema (aumentar la eficiencia de producción, calidad de productos, etc.). Respecto a los factores extrínsecos, estos se relacionan a las externalidades negativas de la actividad, que niveles de residuos produce, como estos pueden afectar al ambiente donde se desarrolla y cuáles son los requisitos de la política ambiental de cada país. En los países europeos las restricciones y requisitos son más altos que en otros, y mayores aún en los pases con alta densidad de población e historia de contaminación en el pasado (ej. Holanda vs. España). En EE.UU., Canadá y Australia la legislación para la instalación de feedlots es variable en su rigurosidad y depende del Estado en cuestión, particularmente de la presión social y del riesgo potencial de los recursos naturales (Pordomingo, 2003).

Los residuos orgánicos producidos en confinamientos de engorde de bovinos con raciones en base a cereales y subproductos producen un cúmulo de materia orgánica, minerales (principalmente fósforo y nitrógeno, entre otros), acompañados de ruidos, imágenes y olores desagradables para la mayoría de las personas ajenas a los circuitos de producción. En Norteamérica, así como en Europa, son conocidos los eventos de contaminación de agua, suelo y aire con producciones animales intensivas. Causando eventos tales como la eutrofización de lagunas, acidificación de suelos y contaminación del aire en regiones con importantes poblaciones granjas avícolas, granjas de producción porcina, tambos y feedlots. De estas experiencias de muchos años de duración en estos países surgió el análisis de las interacciones entre el clima (temperatura, humedad, precipitaciones), tipo de suelo (francos, limosos, rocosos) y producciones intensivas en confinamiento con animales, indicando con mejor resultado a las regiones de climas secos y con suelos de base rocosa como los ambientes más apropiados para el feedlot. En EEUU estos se desarrollan en estados como el de Texas, Arizona, etc. Equivalentes a las provincias de Salta, Tucumán, Mendoza, de nuestro país.

En la Argentina, no existe una legislación nacional con respecto a la instalación de feedlots, sí hay leyes provinciales en Santa Fé, Mendoza, Córdoba y Entre Ríos desde hace una década al menos. Sin embargo, los proyectos iniciados, en su gran mayoría en los 80' y 90', no han tenido en cuenta aspectos ambientales o sociales más que los directamente asociados a la calidad del producto o a la eficiencia de producción (Pordomingo, 2003). Y su crecimiento desordenado, sin previsiones correctas de instalaciones en regiones poco favorables para la actividad como la Pampa Húmeda (suelos profundos o pesados, con más de 1200 mm anuales

de precipitaciones) ha generado reacciones sociales que han impulsado algunos cambios o ajustes del manejo de efluentes y olores en establecimientos en producción.

En la provincia de Entre Ríos la actividad feedlotera se encuentra regulada por leyes provinciales y resoluciones nacionales. La Resolución N° 6491 y la Ley N° 10.233 - Regulación de la Actividad Productiva de Engorde Intensivo de Animales a Corral por un lado. Por otro lado, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), se encarga de regular la instalación y funcionamiento de los establecimientos de engorde a corral en Argentina.

Sin embargo, carece de una historia de adecuación y ajustes permanentes para remediar o prevenir efectos posteriores. En el contexto argentino y con la experiencia internacional, la imposición de requisitos y restricciones deberá orientarse desde el estado de alerta y la prevención de efectos para evitar la engorrosa y costosa tarea de la remediación ambiental y la reubicación o rediseño de los feedlots.

La importancia del sistema de engorde intensivo en el país, debería tener un nuevo estatus ambiental que le permita capitalizar la experiencia internacional para fortalecer el posicionamiento de productos en el mercado interno y externo.

En cuanto a la implementación de un plan de gestión ambiental apropiada en planteos intensivos se hace necesario identificar las áreas de riesgo para controlar o reducir sus efectos. En el feedlot el área de mayor riesgo ambiental lo constituye la contaminación localizada de suelos y aguas, tanto subterráneas como superficiales, emergente de la acumulación de deyecciones y movimiento de efluentes. En un segundo nivel se podría ubicar la contaminación del aire y la degradación del paisaje (Vittone, et al, 2017).

Las grandes concentraciones de hacienda producen dos efectos negativos:

- Contaminación ambiental: principalmente a través de la alta concentración de excrementos, los cuales puede alterar la calidad del agua y amenazar la salud pública.
- Comprometen el bienestar animal: relacionado al estrés calórico, barro, aguadas sucias, manejo irracional del personal (Otero, G. et al, 2007).

Existe una preocupación creciente por la calidad del ambiente que se expresa en nuevos puntos de vista sobre algunos de los procedimientos hasta ahora aceptados.

El producto resultante del desarrollo de esta actividad, le brinda a la Argentina una ventaja competitiva, generada a partir de la preocupación creciente por el cuidado del ambiente y los animales además del uso racional de la energía.

## **OBJETIVO GENERAL**

Revisar la información disponible de aspectos tecnológicos, productivos y ambientales relacionados con el sistema de producción ganadera en feedlot y proponer planes de mejora regionales que disminuyan los efectos deletéreos de esta actividad sobre el ambiente.

### **Objetivos específicos**

- Indagar acerca del desarrollo de la actividad de feedlot en cuanto a las condiciones y reglas técnicas de producción.
- Identificar impactos sobre el ambiente.
- Reconocer la importancia del bienestar animal y su relación con las falencias del sistema de engorde en feedlot.
- Investigar tratamiento de efluentes recomendados para la actividad feedlotera.
- Elaborar estrategias de adecuación del sistema de producción que permitan disminuir los principales impactos negativos sobre el ambiente.

## **METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

Se realizará la recopilación y análisis de la información de textos científicos realizados por autores nacionales e internacionales de la temática en estudio. Se sumará el material estudiado durante el cursado de la Especialización y demás trabajos tomados de entidades gubernamentales como INTA, IPCVA y la UNER.



## **BIENESTAR ANIMAL EN SISTEMA DE FEEDLOT**

El Bienestar Animal (BA) representa el modo en que un animal afronta las condiciones de su entorno, considerando que se encuentra en condiciones de bienestar si puede experimentar las 5 libertades, detalladas luego.

Un animal debe criarse en situaciones de mínimo estrés, dolor y/o temor permitiendo que satisfaga sus necesidades nutricionales, sanitarias, ambientales y sociales (comportamiento natural), y logre el estado de bienestar en cada momento o etapa de su vida.

El BA en sí mismo no solo resulta un aspecto ético desde la producción antropológica de animales - que ha cobrado alta relevancia durante las últimas décadas, de la mano principalmente de las asociaciones proteccionistas y de los consumidores de Europa - sino que además posee bases científicas fundadas sobre la relación de la expresión del comportamiento natural, el nivel de estrés y dolor, y los indicadores específicos de producción, tanto en cantidad como en calidad.

Las condiciones básicas en que se fundamenta el bienestar de los animales son:

- El respeto de las “cinco libertades” garantizando una vida: 1) libre de hambre, de sed y de malnutrición, 2) libre de miedo y estrés sostenidos, 3) libre de incomodidad, 4) libre de dolor, lesión y/o enfermedad y 5) libre para manifestar un comportamiento natural, contribuyendo al bienestar del animal y así la maximización de su productividad.
- La existencia de una relación crítica entre la salud de los animales y su bienestar, importancia en la adopción de planes sanitarios preventivos y la oportuna atención veterinaria cuando corresponda.
- El empleo de animales para trabajo, producción, deporte, investigación y educación, entre otros, contribuye de manera decisiva en el bienestar de las personas y, por lo tanto, su crianza y manejo conlleva la responsabilidad ética en cuanto a cuidar su bienestar.
- La minimización del sufrimiento y agonía de un animal convaleciente, realizando un sacrificio humanitario de manera inmediata cada vez que sea necesario.

### **Bienestar animal y estrés**

Existen bases científicas que respaldan el impacto de las situaciones de estrés e incomodidad sobre el comportamiento y el estado individual de cada animal.

Un animal manifiesta estrés cuando presenta restricciones en sus movimientos, es manejado inadecuadamente y se generan eventualmente fatiga, dolor y/o lesiones, aparecen objetos o personas ajenas al ambiente habitual, o padece hambre, sed o falta de confort térmico, entre otras. Si el estrés se mantiene en el tiempo se conoce como distrés.

El feedlot es probablemente uno de los sistemas de producción que más se alejan del comportamiento de los bovinos en su vida en la naturaleza. Se les proporciona una o dos raciones diarias en locaciones con muy poco espacio donde muchas veces se ven obligados a competir por la comida entre ellos y a descansar sobre sus propias deyecciones. A eso, en la Pampa Húmeda, se le suman los problemas de formación de barro durante todo el otoño

invierno en los predios donde no se ha previsto la impermeabilización de suelo o derivas del agua de lluvia. Por otro lado, los hematomas y lesiones pueden producirse por diferentes errores de manejo, pudiendo ser de leves y superficiales a grandes y severos. A su vez, pueden suponer una pérdida de producto no apto para el consumo que debe ser decomisado debido a su aspecto y textura, nivel de contaminación e imposibilidad de procesamiento.

Minimizar la generación de estrés es la clave del manejo de los animales en un marco de bienestar y de producción sustentable y rentable, cobrando especial importancia su atención en producciones intensivas como engordes a corral.

## **ALIMENTACIÓN**

La posibilidad de alimentarse o recibir una dieta en cantidad y calidad de alimentos acordes a la especie y tipo de animal, entre ellos agua de bebida apta para el consumo, es uno de los aspectos principales asociado a la vida de cualquier ser vivo, entendido como nutrición.

Todo animal debe tener acceso libre al agua y ser alimentado todos los días de manera tal de cubrir sus necesidades metabólicas conforme a su estado de desarrollo.

El tipo de sistema y la actividad productiva a desarrollar, son las que definirán las particularidades nutricionales de las dietas, debiendo considerar la proporción de energía (carbohidratos y lípidos), proteína y fibra acorde a la especie y etapa de producción y los aportes de vitaminas y minerales necesarios para el correcto desarrollo del animal.

Es importante que el productor conozca las Buenas Prácticas de Producción de su especie y especificidades de la producción de acuerdo con el tipo de crianza, bregando por la máxima rentabilidad de su emprendimiento a la par de la adopción de un uso racional de los alimentos como principal insumo y gasto de la actividad.

En este sentido, debe resaltarse la importancia de atender los principios de bienestar animal de cada especie producida, en donde la correcta alimentación resulta el pilar central de cualquier producción.

## **INSTALACIONES PARA LA TENENCIA O PRODUCCIÓN DE ANIMALES**

En la planificación de un sistema de producción deben tenerse en cuenta la selección genética de los animales y su adaptación al ambiente local donde estarán alojados o serán producidos, tanto en relación a factores climáticos, de enfermedades y parásitos como a la geografía y los suelos, entre otros. Es de fundamental importancia el diseño y construcción adecuada de las instalaciones conforme la actividad que se desarrolla y el número de animales. Los corrales, tranqueras, mangas y cepos deben ser construidos y mantenidos de tal forma que no presenten ningún elemento punzante o roto que pueda provocar lesiones o alteraciones de confort, en un tamaño adecuado según la cantidad de animales y con la apropiada iluminación tanto para los animales como para el trabajo de los operarios y médicos veterinarios. Los cepos deben contar con mecanismos de uso que permitan el cierre progresivo y la aplicación de una

presión que no genere lesiones sobre los animales. Su uso, junto con las tranqueras y peines, no debe provocar ruidos en un nivel que perturbe a los animales.

Las áreas de acceso –tales como caminos, tranqueras y/o portones– deberán poseer un diseño, dimensiones y una construcción que permitan que los animales transiten cómodamente, con pisos consolidados y antideslizantes, pero atendiendo la prevención de los potenciales problemas de manos y patas si son demasiado duros. Los mecanismos de apertura y cierre de tranqueras y portones, deberán ser seguros para el personal y los animales, y fáciles de accionar.

Las mangas y/o embarcaderos deberán diseñarse de forma tal que favorezcan el desplazamiento fluido de los animales a través del sistema, en una única línea, con paredes ciegas que eviten los claroscuros y la vista de los operarios. Su emplazamiento deberá realizarse en zonas no inundables y con piso firme, al igual que los caminos de acceso. La iluminación y visibilidad hacia delante, sin generar contraluces, es clave para el correcto avance de ellos en el uso.

La posibilidad de construir o rediseñar las mangas, pasarelas y rampas con forma curva es apropiada para propiciar el avance del animal al impedir la visión del otro extremo. Al igual que los corrales de encierre redondos resultan más eficientes para el giro de los animales con la creencia de que están volviendo al lugar de origen. Es importante que los animales tengan visión de 2 a 3 veces su tamaño por delante para que resulten funcionales durante el uso. A su vez, la iluminación será correcta si se dirige en el sentido de movimiento de los animales para que el mismo no se vea inhibido.

Otro factor importante es proveer a los animales de una adecuada protección frente a las condiciones climáticas, ya sea mediante un monte o arboleda, reparos o techos construidos con media sombra u otro material duradero.

## **SANIDAD, ATENCIÓN MÉDICA VETERINARIA Y PRÁCTICAS ZOOTÉCNICAS**

Todo establecimiento productor o tenedor de animales de manera temporal o permanente debe contar con un plan sanitario preventivo contra enfermedades infecciosas y parasitarias a partir de productos veterinarios registrados y tratamientos aplicados conforme las indicaciones de uso definidas en los rótulos e impresos de los mismos (dosificación, vía de administración, preparación, entre otros).

Un animal convaleciente debe ser atendido por un veterinario a la brevedad posible y, además de atender cada patología específica, se debe evaluar la existencia de dolor y, eventualmente, paliar el mismo mediante la administración de productos veterinarios y otras técnicas existentes.

Tanto para la sanidad preventiva como para la atención clínica veterinaria específica debe recurrirse a la práctica y/o supervisión de un profesional veterinario matriculado que garantizará el ejercicio médico apropiado en consistencia con el bienestar animal.

Debe velarse por el uso racional de productos veterinarios conforme las indicaciones especificadas en los impresos de los mismos, que se encuentren registrados en el SENASA y autorizados para su uso en la especie en cuestión, con especial atención en la vía de aplicación y la dosificación acorde al peso del animal.

El uso de agentes biológicos (vacunas) como manejo metafiláctico debe respetar los lineamientos de los planes sanitarios nacionales establecidos por el SENASA, mientras que para el caso de productos antiparasitarios o antibióticos debe supervisarse su eficacia y generar protocolos con rotación de principios activos con el fin de minimizar la generación de resistencia parasitaria o microbiana.

En este mismo sentido, deben atenderse las prohibiciones o restricciones de uso de productos veterinarios hormonales o promotores de crecimiento conforme las regulaciones sanitarias vigentes.

En todos los casos, la correcta aplicación de los productos es un factor clave tanto para garantizar su eficacia como para evitar problemas posteriores en tejidos, órganos o el animal en su conjunto.

Debe considerarse la marcación y señalamiento ya que la marca es obligatoria en la identificación de propiedad de las especies mayores y menores y, en algunos casos, asociada a planes sanitarios vigentes, mientras que el uso de la señal obedece a cuestiones de manejo sanitario y productivo específicas, en muchos casos reguladas por medio de normativas vigentes.

## **BIOSEGURIDAD**

Todo establecimiento que produce con animales se encuentra expuesto a diferentes riesgos biológicos y químicos que pueden resultar una amenaza para los animales si ingresan y toman contacto con ellos.

La adopción de procedimientos que salvaguarden la bioseguridad del establecimiento resulta un componente clave que debería ser adoptado por todo productor o responsable del mismo, con especial atención en las producciones intensivas, con o sin confinamiento, debido a la mayor vulnerabilidad de los animales derivada de los niveles de estrés aumentados, la alta densidad animal y el contacto estrecho entre los individuos.

Cuidar el ingreso de personas y animales extraños al establecimiento, minimizar el riesgo inherente a la vestimenta e instrumentos zootécnicos mediante protocolos de desinfección, adoptar un plan de control de plagas (insectos y roedores) y atender el manejo de los animales bajo los criterios de bienestar animal son aspectos básicos a seguir.

## **TRATAMIENTO DE EFLUENTES**

### **Gestión ambiental**

Para una gestión ambiental apropiada en planteos intensivos se hace necesario identificar las áreas de riesgo para controlar o reducir sus efectos. En el feedlot, el área de mayor riesgo ambiental lo constituye la contaminación localizada de suelos y aguas, tanto subterráneas como superficiales, emergente de la acumulación de deyecciones y movimiento de efluentes. En un segundo nivel la contaminación del aire y la degradación del paisaje.

La estrategia de minimización y control de riesgos de deterioro ambiental en el feedlot comienza con la elección de la región y luego del sitio con condiciones adecuadas para la instalación de sistemas intensivos. Los aspectos a tener en cuenta incluyen las características hidrológicas y topográficas; así como también económicas y demográficas. Posteriormente, la textura del suelo, las pendientes y la profundidad de la napa freática definirán el diseño de los corrales, tratamientos de pisos y estructuras de recolección de efluentes y estiércol. Todo el manejo de excretas y efluentes debe planificarse para maximizar la captura y procesamiento de los mismos en superficie y minimizar la infiltración con nutrientes contaminantes.

Por la naturaleza intensiva y espacialmente concentrada del engorde a corral, la factibilidad ambiental de un feedlot debe concentrarse en el estudio de los posibles efectos de contaminación potencialmente emergente (tabla 1):

**Tabla 1: Parámetros para realizar una instalación de feedlot, según Robert, 2009.**

	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
<b>Profundidad de la napa</b>	>2 m	1 a 2 m	< 1 m
<b>Ubicación topográfica</b>	Área alta	Área con pendientes	Depresión
<b>Proximidad a recursos hídricos</b>	>2 km	1 a 2 km	< 1 km
<b>Pendientes</b>	>1% o <4%	4 a 6%	<0,25% o >6%
<b>Probabilidad de anegamientos</b>	< a 1c/50 años	1 c/20 a 50 años	>1 c/20 años
<b>Tipo de suelos</b>	Arcilloso, limosos, profundos con perfil petroc.	Franco o francoarenosos, profundos con perfil petroc.	Arenosos sin perfil petrocácico
<b>Precipitación anual</b>	< 600 mm	600 a 1200 mm	>1200 mm
<b>Temperaturas</b>	Templadas	Tropicales	Extremas altas
<b>Proximidad a áreas urbanas o culturales</b>	>8 km	5 a 8 km	< 5 km
<b>Proximidad a rutas</b>	>3 km	1 a 3 km	< 1 km
<b>Dirección de vientos predominantes</b>	Opuestos a dirección de poblaciones	Cambiantes	En dirección a las poblaciones

**Profundidad de la napa freática:** La contaminación de aguas subterráneas y superficiales es el riesgo de mayor relevancia ambiental en la instalación de sistemas intensivos. Se propone que la profundidad mínima tolerable desde la superficie al estrato freático sea de 1 m citada frecuentemente en la bibliografía internacional para distintos tipos de suelos y ambientes. Este requisito podría ser revisado en planteos donde un horizonte sub-superficial duro y continuo (tosca, roca, etc.) impongan una barrera a la infiltración en profundidad. Por otro lado, podría ser insuficiente si la textura de suelo es muy gruesa (arenosa) y la capacidad de retención hídrica es limitada.

**Ubicación topográfica:** Es conveniente ubicar el área del feedlot en sitios altos con buen drenaje, definido en una dirección, teniendo en cuenta el sitio de colección y almacenamiento de efluentes líquidos. Es importante que las pendientes generales impidan el anegamiento de corrales, pero, por otro lado, no se generen escorrentías erosivas. Asimismo, el sitio de contención del escurrimiento no debería ser un bajo sin salida, sino un sector donde el almacenamiento tiene posibilidad de desborde en una dirección que no comprometa a sectores

sensibles o recursos hídricos. La instalación en lugares bajos debería ser desestimada por el riesgo de la acumulación de efluentes, el anegamiento y la contaminación de napas.

**Proximidad a cuencas hídricas o recursos hídricos superficiales:** El escurrimiento superficial o sub-superficial puede contaminar cuencas hídricas. Aunque la calidad del suelo, el tamaño del feedlot, la cantidad e intensidad de las precipitaciones y las pendientes son variables a tener en cuenta en la dimensión del riesgo de contaminación de cuenca, distancias de 1 km son sugeridas como mínimas tolerables.

Para incrementar el margen de seguridad, particularmente en regiones con pendientes pronunciadas y suelos de escasa retención hídrica sería conveniente superar los 2 km de distancia para feedlot de hasta 5.000 animales de capacidad y los 5 km para los de mayor capacidad.

**Pendientes:** Las pendientes son necesarias para conducir el escurrimiento superficial y evitar el anegamiento o encharcamiento e infiltración en el área del feedlot. Sin embargo, cuando superan el 5% la escorrentía luego de una lluvia se hace difícil de manejar y requiere de una estructura de canales colectores y drenajes de alto costo. Asimismo, la erosión en piso de corrales es alta y poco controlable.

En el otro extremo, los sitios sin pendiente o con pendientes menores al 2% son muy susceptibles al anegamiento y a la infiltración excesiva, máxime si el suelo es de textura gruesa (franco arenoso).

**Probabilidad de anegamientos:** Debido a los riesgos de infiltración y contaminación a los que expone el anegamiento, se recomienda ubicar el feedlot en sitios con baja probabilidad de anegamiento natural, por combinación de buen drenaje natural y muy baja probabilidad de precipitaciones intensas. Se sugiere como de baja vulnerabilidad a los sitios donde el anegamiento es improbable o su probabilidad sea inferior a 1 evento cada 50 años. Una probabilidad de un evento cada 20 a 50 años sería aceptable si el diseño contempla el manejo de tal situación en su estructura de contención de excedentes. Un sitio con probabilidad de anegarse cada 20 años sería no recomendable debido al riesgo de contaminación a la que expone a los recursos hídricos.

**Tipo de suelos:** El tipo de suelo debe permitir una alta compactación superficial, ofrecer alta estabilidad al tránsito animal y baja porosidad. Los suelos arcillosos son preferibles a los francos o arenosos. Los de textura arenosa no son los adecuados. Son suelos de baja capacidad de compactación, baja estabilidad, alta permeabilidad y alta infiltración. Este tipo de suelos exige de la adición de arcillas y limos para reducir su permeabilidad. El perfil petrocálcico (tosca) reduce la infiltración en el sitio, pero el escurrimiento de lixiviados por sobre la masa de tosca no garantiza la reducción de la infiltración en profundidad debido al agrietado frecuente e interrupción de los estratos petrocálcidos.

**Precipitación anual:** Se prefieren regiones de baja precipitación anual y de lluvias de baja intensidad. En regiones de 600 mm o menos la evaporación anual es altamente eficiente para reducir los volúmenes de líquido recogidos en el área del feedlot. La estructura de manejo de



efluentes resulta más simple que en regiones con precipitaciones mayores, pudiendo plantearse sistemas aeróbicos solamente. En regiones húmedas, por encima de los 1200 mm anuales, el manejo de efluentes se torna complejo, en su recolección y almacenamiento, y en el tratamiento del piso de los corrales. No sería aconsejable instalar feedlot en esos ambientes. En las regiones con precipitaciones intermedias (entre 600 y 1.200 mm) la instalación es posible, pero debería tenerse en cuenta la magnitud de la misma en años húmedos.

**Temperaturas:** Los climas templados o templado-fríos son preferibles para procesos de engorde intensivo. Los riesgos de incremento de emisiones aumentan con las temperaturas. Se deberían descartar planteos en regiones con temperaturas extremadamente altas combinadas con alta humedad ambiental.

**Proximidad a áreas sensibles:** La distancia a áreas urbanas depende de la sensibilidad social y ambiental. La opinión pública con respecto al confinamiento de animales, los olores y la proximidad a recursos hídricos o cuencas condicionan las distancias. Se sugieren distancias superiores a los 8 km para evitar conflictos con centros urbanos, áreas recreativas o rutas de alto tránsito por posibles emisiones con potencial contaminante. El riesgo es considerado alto y de ubicación no recomendable cuando las distancias son inferiores a 5 km. A esas distancias, las alternativas prácticas para la remediación de efectos o para la adecuación de instalaciones resultarían insuficientes. Distancias entre 8 y 5 km pueden considerarse aceptables cuando se incluyan estrategias de minimización de emisiones (particularmente suelos secos) en áreas de bajo riesgo (regiones secas) y no se arriesguen recursos hídricos superficiales o sub-superficiales.

**Distancias a rutas o caminos de alto tránsito:** La distancia a vías de alto tránsito está asociada a la seguridad pública y al concepto de paisaje. En primer lugar, la presencia de sistemas intensivos, con movimientos de animales y camiones próximos a una ruta incrementan los riesgos de accidentes por imprevistos o distracciones. En segundo lugar, la vista de instalaciones de alimentación en confinamiento no se integra a paisajes deseables para caminos o rutas de alto tránsito. La implantación de cortinas forestales se sugiere frecuentemente para reducir la vista de planteos intensivos muy expuestos sobre rutas, pero la mejor opción es la instalación del feedlot a una distancia prudencial de las rutas asfaltadas, aquí sugerida de al menos 3 km (distancias menores deberían contemplar estrategias para mejorar la imagen y la seguridad ante los movimientos o imprevistos (escape de animales, accidentes de camiones, etc.).

**Dirección de vientos:** Es importante que la ubicación con respecto a los vientos predominantes sea tal que la probabilidad para que los olores alcancen a centros poblados sea baja o infrecuente. La orientación con respecto a los vientos predominantes es fundamental dada la alta sensibilidad de la sociedad a los olores indeseables.

## **Efectos sobre los cuerpos de agua**

### Aguas superficiales

Las lluvias son uno de los principales problemas de contaminación de agua con los residuos del feedlot. El agua barre la superficie de los corrales con residuos orgánicos hacia lagunas y cauces de agua superficiales, o bien percola hacia a la napa, cuando las instalaciones son incorrectas. Numerosas investigaciones sobre flujos de agua en corrales de engorde con diferentes ambientes edáficos, y bajo diferentes condiciones de humedad previa, muestran que una alta proporción del agua de lluvia escurre y que una proporción menor infiltra, saturando los primeros centímetros de la capa de estiércol. Si bien el espesor, las condiciones de humedad previa y el grado de compactación de la capa orgánica contribuyen a definir la amplitud de los procesos de escorrentía e infiltración, en términos generales la capa orgánica favorece la escorrentía, lo que limita la infiltración a valores característicos de suelos pocos permeables (entre 3 y 6 mm/h).

Grandes lluvias o períodos de temporales saturan rápidamente la capa orgánica, se genera un volumen importante de escorrentías que se debe contener o redirigir para evitar que sigan el flujo natural en la cuenca hacia el curso de agua receptor. Las escorrentías provenientes de los corrales de engorde presentan concentraciones elevadas de sólidos suspendidos (SS), materia orgánica biodegradable (DBO5), nutrientes (N y P) y sales. Además, contienen constituyentes menores como metales (Cu, Zn y Fe) y pueden contener compuestos orgánicos (antibióticos, antiparasitarios, hormonas y otros ionóforos), así como patógenos (Giardia, Escherichia coli).

Al comparar la composición de las escorrentías con los niveles guías de los parámetros de calidad de agua para la vida acuática, establecidos por reglamentaciones nacionales e internacionales, se pone en evidencia su capacidad contaminante. El fósforo total (PT) en el efluente alcanza una concentración media de 65 mg/L, mientras que un sistema acuático clasificado como mesotrófico mantiene concentraciones que varían entre 20 y 30 µg/L.

La concentración de nitrógeno amoniacal total (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) en el efluente supera 99 veces el valor límite de nitrógeno amoniacal total (pH=7.5 y a 20 °C) requerido para proteger la vida acuática según las normas canadienses (CCME 1999) y la Ley 24051 de Residuos Peligrosos, como también lo hacen las concentraciones de SS y de DBO5. Asimismo, especies microbiológicamente activas como las coliformes totales están presentes en estos efluentes en cantidades que varían entre 10<sup>5</sup> y 10<sup>6</sup> UFC/ml, superiores a los niveles guías de calidad de agua para riego (100 UFC/100 ml), pudiendo causar enfermedades transmitidas por el agua.

Estos datos manifiestan la necesidad de tratar este tipo de efluentes para poder descargarlos en un curso de agua de manera sostenida en el tiempo. Una de las consecuencias de la descarga de estos efluentes en un curso de agua sin un tratamiento apropiado está dada por la disminución del oxígeno disuelto (OD). Los cambios en el OD de un río están íntimamente asociados a procesos de degradación bioquímica que ocurren como consecuencia de la

oxidación de la materia orgánica de los efluentes vertidos. Frente a una descarga puntual continua de efluentes orgánicos se produce una variación de OD en función de la distancia al punto de vertido. El oxígeno presente en el medio es consumido por los microorganismos heterótrofos, disminuyendo su concentración. La disminución llega a un mínimo, punto crítico a partir del cual el sistema comienza a recuperarse, la materia orgánica se degrada o sedimenta en el fondo y la población bacteriana disminuye, aumentando nuevamente el OD. Cuando la concentración de OD llega a valores menores a 4 mg/L, nivel guía para la protección de la vida acuática, puede producirse mortandad de peces y de otros organismos. Por consiguiente, es importante considerar al nivel guía de OD como el mínimo valor a alcanzar frente a una descarga de efluente. Asimismo, el amoníaco es otro de los gases disueltos que aumenta su concentración con la descarga de estos efluentes, pudiendo generar un impacto severo por su toxicidad para los peces. La susceptibilidad a daños por amoníaco varía entre especies, aunque los efectos negativos pueden comenzar a concentraciones tan bajas como 0.01 mg/L. Cuando la contaminación del estiércol provoca la muerte de peces, la concentración de amoníaco es con frecuencia una de las causas principales. La aceleración del proceso evolutivo de eutrofización natural (eutrofización) es otra de las consecuencias provocadas por el aumento de nutrientes (N y P) provenientes de degradación de la materia orgánica de estos efluentes. Este proceso genera cambios sintomáticos entre los que se destacan: aumento de la biomasa algal, disminución de la diversidad general, alteración de las especies dominantes, aumento de los microorganismos heterótrofos, cambios metabólicos generales, alteración de los ciclos biogeoquímicos, entre otros. Bajo estas características, las sustancias tóxicas provenientes de las cianobacterias potencian los efectos negativos y restringen el uso del agua como recurso. La magnitud del impacto ambiental no sólo depende de la capacidad contaminante del efluente sino también de las condiciones ambientales del curso receptor. La mayoría de los ríos y arroyos de la provincia de Buenos Aires son de régimen fluvial permanente, con una gran capacidad de diluir y procesar el efluente (capacidad asimilativa), de manera de amortiguar los efectos negativos de los contaminantes, manteniendo su calidad. Un establecimiento de engorde a corral con una carga instantánea de 300 animales que descarga las escorrentías en el Arroyo del Medio puede tener muy poco impacto medible, mientras que si las descarga en una laguna o en un pequeño arroyo, el impacto puede ser importante. El riesgo de impacto significativo es mucho menor cuando el caudal es grande, como ocurriría con el Río de la Plata, o está en muy alto flujo (inundación). En estos casos el efecto dilutorio daría cuenta del escaso o nulo impacto medible.

#### Aguas sub-superficiales

Las aguas subterráneas son más difíciles de contaminar debido a las reacciones de sorción y descomposición química y biológica que sufre el contaminante al atravesar la zona vadosa. No obstante, cuando ello ocurre es más difícil de recuperar que un curso superficial (i.e., comprende un entorno de alta resistencia, pero de muy baja resiliencia). La razón de que esto ocurra se debe, en parte, a la natural ausencia de materia orgánica en el sistema, que

determina una baja población de organismos descomponedores nativos. Además, la falta de oxígeno y el ritmo de renovación muy lento dificultan aún más la autodepuración del sistema. Por lo tanto, la contaminación del agua freática indica un riesgo potencial de contaminación de los acuíferos más profundos.

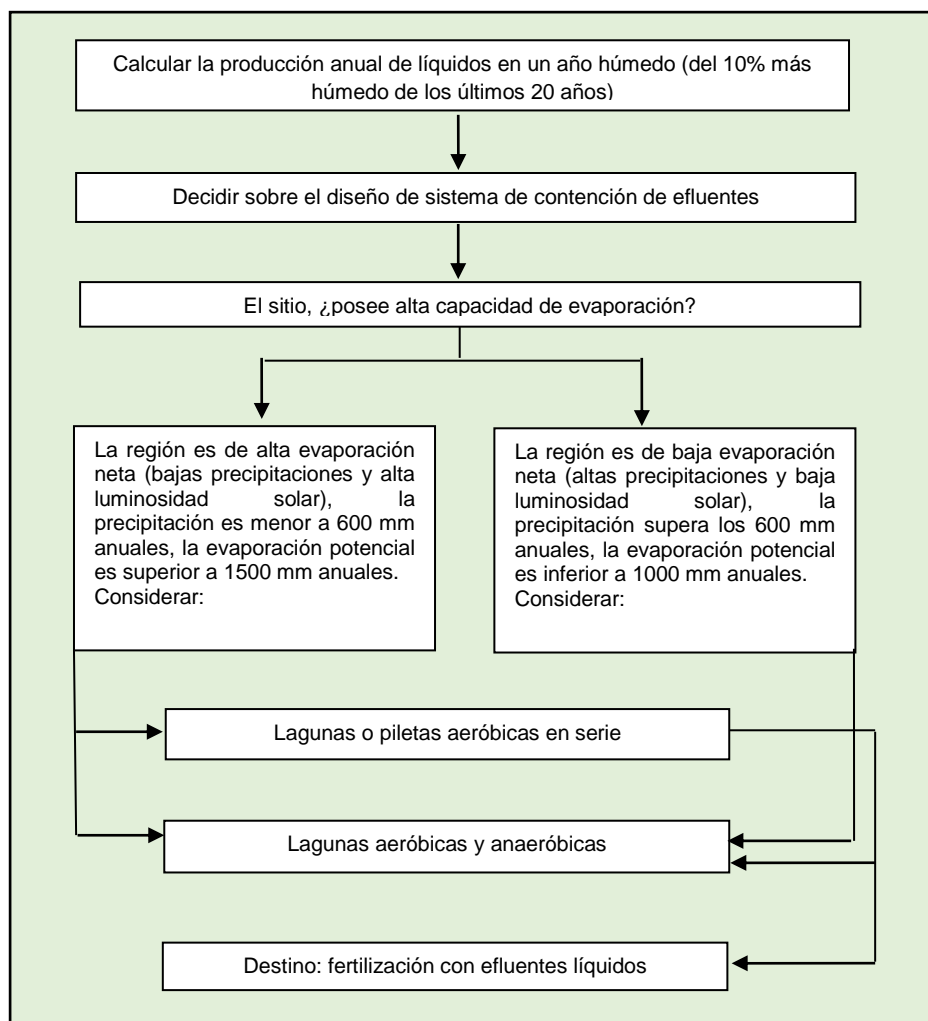
### **Estructuras de captura y manejo de efluentes**

El manejo de efluentes líquidos requiere del diseño de estructuras de captura o concentración, recolección, procesamiento y reúso o dispersión de las excretas. La información sobre la escala del feedlot (cantidad de animales a contener) y sobre las características topográficas, edáficas, hidrológicas y climáticas del sitio constituye la base del diseño. 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 a generar y consecuentemente a contener, tanto en líquidos como en sólidos.

En los feedlots a cielo abierto, los efluentes líquidos son generados a partir de las deyecciones y el aporte de agua de las precipitaciones. 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. El sistema de captura de efluentes tendrá sentido si se corresponde con un buen diseño topográfico y tratamiento del piso de los corrales para reducir al mínimo la infiltración y facilitar el escurrimiento controlado.

De manera similar, los volúmenes de sólidos generados (estiércol) deben ser estimados, y luego planificado su manejo de acuerdo con pautas que permitan maximizar la retención de nutrientes y otros elementos con potencial contaminante en la masa de estiércol, minimizando su movilización no controlada y preparando su traslado fuera de los corrales, y su uso posterior (tabla 2).

**Tabla 2: Estructuras de captura y manejo de efluentes, según Robert, et al., 2009**



Manejo de los Efluentes Líquidos

Los efluentes líquidos de los corrales son conducidos por pendientes, naturales o artificiales, a canales menores y mayores cuyo destino final son las lagunas de tratamiento. En su curso el agua pasa por procesos de decantación de sólidos, reducciones de materia orgánica y evaporación. Finalmente se estaciona para su uso posterior luego del tratamiento.

*Área de captura:* Se entiende por área de escurrimiento de efluentes a la superficie de todo el feedlot que recibe o captura líquidos, lo que finalmente deberán ser conducidos y tratados evitando su infiltración o movimiento descontrolado. El área deberá incluir: corrales de alimentación, recepción y enfermería, corrales y manga de manejo o tratamientos, caminos de distribución de alimento y de movimiento de animales, área de almacenamiento y procesamiento de alimentos (patio de comidas).

En algunos casos el área de corrales recibe los efluentes de los sectores destinados al almacenamiento y procesado de alimentos, en otros estos sectores no comparten la misma

pendiente por los que sus escurrimientos deben ser conducidos por vía independiente hacia las lagunas de decantación y almacenamiento. Adicionalmente, debe tenerse muy en cuenta cualquier posible ingreso de escurrimientos externos al área del feedlot, pendientes arriba, que pudieran incrementar la cantidad de agua a drenar.

Ante la posibilidad de ganancia de efluentes es necesario desviar esa carga antes de que ingrese al área de feedlot. De lo contrario se pierde control de los volúmenes que se recogerán y se incrementan los costos de la estructura de efluentes (se requerirán lagunas más grandes) como los riesgos de erosión del piso y el deterioro de las instalaciones. Estos sistemas de desvío de escurrimientos deben ser diseñados con salida permanente en drenaje hacia canales colectores y descarga en áreas más bajas con mucha vegetación, lagunas con salidas que retoman el cauce natural de las aguas luego de pasado el sector del feedlot, o lagunas de decantación y almacenamiento que pudieran ofrecer agua para riego u otros usos.

*Drenajes:* el sistema de drenajes debería ser concebido para: evitar el ingreso de escurrimientos superficiales al área del feedlot, crear un área de escurrimiento controlado, colectar el escurrimiento del área del feedlot y transferirlo, vía sistemas de sedimentación, a lagunas de decantación y sistemas evaporación. Como así también, proveer sistemas de sedimentación para remover sólidos arrastrados en el líquido efluente, con el objeto de manejar los efluentes y proteger los recursos hídricos locales de la contaminación, evitar la formación de barro y sectores sucios propicios para el desarrollo de putrefacciones, olores y agentes patógenos. En los corrales es necesario que el agua salga rápidamente y en curso dirigido para evitar la formación de barro y la fuga de sedimentos fuera de lo previsto para tratamiento de efluentes. La pendiente, las características del suelo, así como la erosión y compactación inciden en este proceso. Por ello es necesario asegurar buenos drenajes, minimizar los movimientos de tierra y controlar la erosión y el movimiento de sedimentos. Es conveniente que la pendiente se encuentre entre el 2 y 4% (pendientes superiores al 4% incrementan los riesgos de erosión. El largo de los corrales no debe exceder los 70 m y ser más cortos en la medida en que se incrementa la pendiente.

Los bebederos deberían estar cerca de las vías de drenaje del corral para evitar que el agua rebalse o las salpicaduras de los bebederos producidas por los animales recorra o se distribuya en la superficie del corral incrementando los riesgos de deterioro del piso. En ese mismo sentido, los bebederos deben ser construidos de material u otro recurso sólido, resistente a las roturas y pérdidas frecuentes. Adicionalmente, la tierra y materia fecal acumulada debajo de los cercos o lados de los corrales es motivo de embalse del agua impidiendo el tránsito libre hacia los canales de drenaje. Es conveniente limpiar con frecuencia (mensual, bimensual o de acuerdo con la necesidad) debajo de las costas para evitar ese efecto. A mayor escala, mayor complejidad. Cuando la cantidad de corrales no permite un curso directo del agua a canales que dirijan los efluentes a las lagunas de tratamientos se hace necesario un diseño que considere una "red" de conducción del agua entre los corrales y hacia las lagunas. En los feedlots grandes, con varias filas de corrales, los canales primarios de drenaje confluyen en

canales secundarios de mayor capacidad y diseñados para soportar un tránsito de mayor caudal. Éstos finalmente confluyen en uno central que desemboca en el sistema de sedimentación, previo al ingreso al sistema de almacenamiento.

Los canales primarios en los que drenan los corrales pueden ser de tierra compactada o de cemento. Los segundos son más seguros y eficientes, toleran velocidades mayores de tránsito del agua y auto-limpiantes (se sugiere 3m/s), pero más costosos. Los de tierra son más simples pero el agua transita más lentamente y exigen mayor mantenimiento y limpieza. Estos canales no deberían acumular vegetación. Esa vegetación desacelera el tránsito de material, acumula materia orgánica, provoca estancamiento del agua. La limpieza de estos canales vegetados es muy agresiva sobre las paredes y las remueve exponiéndolas a la erosión.

El cálculo del tamaño y pendientes de estos canales (primarios, secundarios o colector central) depende de los volúmenes a transportar y el contenido de sólidos. En el diseño se sugiere que se tenga en cuenta la cantidad de agua a conducir recogida de una lluvia definida de alta intensidad y cantidad de una frecuencia de 20 años. Los canales de drenaje construidos en cemento podrían diseñarse para velocidades de 3m/s y los de tierra para velocidades no superiores a los 0,6 m/s, dependiendo del tipo de suelo presente. Se sugiere que los canales secundarios y colector central tengan paredes con pendiente de 1:3, una distancia libre al pelo de agua de 0,3 m y un mínimo de profundidad efectiva de 0,6 m.

### **Sistema de Sedimentación**

Estos sistemas están diseñados para detener el escurrimiento y permitir la decantación de materiales sólidos antes de ingresar el líquido a las lagunas de evaporación y almacenamiento. Su función es reducir la acumulación de sedimentos y evitar el colmatado de las lagunas posteriores. 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 la región y los costos.

Los tipos de sistemas de sedimentación se clasifican en lagunas de sedimentación o decantación, depresiones y terrazas, variando en profundidad y tiempo de retención de los líquidos. Las lagunas son de más de 1,5 m de profundidad y no necesariamente descargan luego de una lluvia. Las otras formas (depresiones y terrazas) son menos profundas (0,50 a 1 m) y por su menor capacidad rebalsan y descargan en el sistema de evaporación o en la laguna o pileta de almacenamiento con mucha frecuencia.

El sistema debe desacelerar el agua para lograr una sedimentación de al menos el 50% de los sólidos. Debe ser fácil de limpiar con maquinaria por lo que el piso debe estar muy bien compactado y estabilizado para poder trabajar aún con humedad. Se sugiere incluso la incorporación de una lámina de 30 cm de arcilla mezclada con suelo y compactada para impedir la infiltración y la posible contaminación de la freática.

Se sugiere que se logre un suelo con una conductividad hidráulica inferior a  $10^{-7}$  cm/s, considerándose a partir de este valor una "desconexión hidráulica" en el perfil.

Además de la descarga normal entre la laguna de sedimentación y la evaporación o de almacenamiento, debería planearse un vertedero de desborde para que en caso de que la laguna se llene muy rápidamente se pueda dirigir el excedente hacia las otras lagunas. Se sugiere también la construcción de disipadores para reducir la velocidad de ingreso de los efluentes a la laguna de sedimentación. La velocidad flujo del agua en la laguna de sedimentación no debería superar los 0,005 m/s, la altura de lado libre por encima del pelo de agua sería de 0,9 m. Los sistemas de sedimentación deberían ser diseñados para contener el máximo flujo de 24 horas una tormenta de la mayor intensidad en 20 a 25 años.

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. Frecuentemente los valores utilizados en los cálculos son de 0,60 a 0,85 para los primeros y 0,35 a 0,50 para los segundos.

Dada la acumulación de sólidos estas lagunas o piletas tienden al colmatado rápido por lo que deben ser limpiadas con frecuencia. 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. Sería conveniente que no transcurran más de 3 semanas de acumulados los líquidos en estas lagunas luego de una lluvia y menos de 1 semana si se dispone de sistemas de evaporación antes de ingresar a la laguna de almacenamiento. El flujo de los líquidos hacia las otras lagunas debería ser controlable no solo por desborde sino por medio de una compuerta regulable para evitar acumular el sobrenadante por tiempos demasiado prolongados en esta laguna impidiendo su secado y limpieza.

En los sistemas modernos de manejo de efluentes se propone la incorporación de una batería de varias lagunas de sedimentación más pequeñas y poco profundas (70 a 50 cm), que operan de decantadores y evaporadores al mismo tiempo, permiten un desacelerado de los efluentes y ofrecen una amplia superficie de evaporación. La disponibilidad de varias (4 a 6 lagunas) permite por un lado desviar algunas para proceder a su limpieza. Por otro lado, se logra un período mayor de permanencia de los efluentes y una mayor precipitación de solutos en lagunas de tránsito antes de terminar en las de almacenamiento. Este sistema de batería de lagunas permite que la carga de sólidos de los efluentes que ingresan a las lagunas de almacenamiento sea considerablemente menor y su eficiencia sea mayor.

Una alternativa a las lagunas de sedimentación es la construcción de canales de tierra que por tamaño y pendiente funcionen de sedimentadores. En esta opción los canales se construyen más amplios que los comunes colectores de efluentes desde los corrales y con pendiente controlada, inferior al 1%. El ingreso de los efluentes en estos canales, sin aceleración en canales previos, permite iniciar un proceso de decantación rápido luego de una lluvia. El líquido conducido por estos canales es vertido en una laguna de evaporación o directamente en la de



almacenamiento si la primera no se justifica por el tamaño del feedlot. En la boca del vertedero a la laguna es conveniente construir una malla de matriz de hierro, caños verticales o maderas que opere de filtro grueso para reducir la velocidad de los líquidos en ese punto e impida el ingreso de materiales largos y de bajo densidad que puedan luego obstruir sistemas de riego u otros.

Estos sistemas requieren de una limpieza frecuente y el control del estancamiento. Se pretende un movimiento lento de los efluentes y la decantación de los solutos pero no un estancamiento y enlagueado. Se debe evitar que los canales se conviertan en lagunas de almacenamiento. Por otra parte, en el diseño de este tipo de canales se debe tener en cuenta los volúmenes a mover ellos y la capacidad de todo el sistema para evitar los desbordes y el anegamiento de calles o banquinas. Otra condición necesaria es el impermeabilizado de los mismos para evitar la infiltración y la lixiviación de nutrientes con potencial contaminante. En las condiciones óptimas, esta alternativa ha permitido alcanzar sedimentaciones del 75 al 80% de los solutos.

### **Sistema de Almacenamiento**

En la totalidad de la superficie del feedlot las pérdidas por infiltración deberían ser mínimas y las producidas por evaporación dependerán del tiempo de permanencia del agua en la superficie del feedlot y en las lagunas asociadas. Los diseños de mayor seguridad contemplan una relación entre agua de escorrentía/ precipitada de 0,7 a 0,8. Otros menos exigentes utilizan valores relaciones de 0,3 a 0,5. Sin embargo, estos últimos se combinan con el uso frecuente y sistemático en riego.

Desde la laguna de sedimentación el líquido fluye hacia los sistemas de evaporación y finalmente hacia las lagunas de almacenamiento. Estas lagunas se diseñan para contener los líquidos y sus funciones son:

- La captura de la escorrentía del feedlot para minimizar la polución del suelo y los recursos hídricos.
- El almacenamiento del agua de escurrimiento para su posterior uso en riego.
- El tratamiento del agua recogida antes de su aplicación.
- La recolección del agua efluente para continuar evaporación. Las lagunas de almacenamiento deben ser lo suficientemente grandes como para almacenar efluentes por períodos extensos, de un año o mayores. Deberían ser capaces de contener el balance agua entre ingresos por escorrentía y salidas por riego y evaporación en un año del percentil 90% más húmedo. Los rebales deberían ser infrecuentes. El tamaño en volumen variará entre 10 y 20 veces el tamaño del 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.

Toda la superficie de las lagunas deberá estar bien sellada con arcillas u otros materiales, incluso plástico o cemento para evitar la infiltración y contaminación de freáticas. Un mínimo de

1 m de profundidad libre hasta el pelo de agua es deseable. Sería conveniente también construir un vertedero para dirigir el sentido del desborde de una tormenta de la magnitud de las que se repiten cada 50 años, de tal forma que la descarga no provoque velocidades erosivas. El diseño debe tener en cuenta la pérdida de capacidad por acumulación progresiva de sedimentos. Entre el 20 y el 50% de los sólidos que ingresan al sistema de sedimentación fluyen hacia la laguna de almacenamiento. Esta pérdida depende de la tasa de acumulación y de la de remoción. Aunque frecuentemente poco visible, el movimiento de sedimentos y suelo desde el área del feedlot con la escorrentía es importante y debe ser minimizado.

Las lagunas de tratamientos de efluentes y de almacenamiento tienden al autosellado del piso en el tiempo si la compactación inicial ha sido suficiente y el suelo no es excesivamente arenoso.

Las lagunas deben ser también de fácil acceso para su limpieza ya que habrá que remover periódicamente el material sedimentado. El sedimento es en parte estiércol y suelo, variando en proporciones entre 50 a 70 % en sólidos biodegradables y 30 a 50% suelo. En base seca, el contenido de nutrientes (N, P y K) es similar al estiércol en el feedlot (sobre base seca).

Extraídos los líquidos por bombeo, el material remanente se encontrará depositado en láminas o costras con contenidos humedad variables entre el 25 y el 80%, dependiendo del tiempo de secado y el clima. En climas muy secos y cálidos la evaporación es muy alta y se han registrado los valores más bajos de humedad.

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. La extracción del sedimento puede hacerse inmediatamente de retirado el sobrenadante o esperar un desecado mayor y mover menos agua. Ello depende de las condiciones climáticas y del equipamiento para la remoción de sedimentos.

En algunos casos el tipo de maquinaria exige de un barro acuoso para poder remover el material (equipos de succión), en otros los equipos (palas o barredores mecánicos) son más eficientes con material seco. En estos últimos se deberá deshidratar hasta alcanzar contenidos de humedad del 60% o menos. Para acelerar la desecación puede ser necesario romper la estructura laminar o encostrado del sedimento.

La frecuencia de limpieza de estas lagunas de almacenamiento se define en términos de años (frecuentemente entre 1 y 3) y depende de la cantidad de sedimento acumulado, la producción de olores emanados de procesos fermentativos en el estiércol asociado al sedimento, la detección de infiltraciones o de necesidades de arreglos estructurales. 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 puede utilizarse para fertilización de potreros de la misma manera que con el estiércol recogido de los corrales o de las pilas de almacenamiento, o bien puede almacenarse en dichas pilas. 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. Ello demandaría de un diseño que contemple más de una laguna de almacenamiento para permitir el secado y limpieza de una mientras la otra está en funcionamiento.

Se clasifica a las lagunas en:

- Lagunas de retención o aeróbicas: Se utilizan para retener en forma temporaria el líquido efluente hasta su aplicación a la tierra a través del riego.
- Lagunas anaeróbicas o facultativas: Se utilizan para conservar efluentes por tiempos prolongados y permitir el tratamiento parcial del agua antes de su uso.

Las lagunas de tipo aeróbico tendrán profundidades de 1,5 m o menos. Son lagunas con mayor capacidad que las anaeróbicas para la degradación de la materia orgánica. Las de tipo anaeróbico son de profundidad superior a los 1,5 m, frecuentemente entre 2,5 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 sedimentación y evaporación o de almacenamiento en aeróbico, 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 pueden generar otros y promover emisiones gaseosas por volatilización (N y S), degradantes del aire. La incorporación de sistemas de aireación permite degradación aeróbica y reducir la emisión de olores indeseables pero la alternativa más económica es generalmente el uso intermitente de los líquidos y la remoción periódica del sedimento.

Las tendencias actuales en los diseños modernos indican una preferencia por la construcción de mayor número de lagunas de escasa profundidad para maximizar la precipitación de solutos, la degradación aeróbica de la materia orgánica y la evaporación de agua.

El vaciado y limpieza frecuente de las lagunas de almacenamiento reduce las emisiones fermentativas, de olores desagradables.

Pasos para el diseño del sistema almacenamiento:

1. Estimar el volumen a contener: Determinar el área de captura de efluentes. Determinar el valor de la precipitación anual total correspondiente al promedio del 10% de los años más húmedos de los últimos 20 años. Seleccionar un coeficiente de escurrimiento. Determinar la evaporación anual estimada para las condiciones climáticas del año antes descrito.
2. Definir el número de lagunas de almacenamiento a construir: Se recomienda planificar más de una laguna de los tipos seleccionados de acuerdo con la producción de líquidos y la capacidad de evaporación de la región, comunicadas entre sí. Estos diseños permiten un mejor control de los volúmenes y facilita la limpieza.

Con respecto al tamaño de las lagunas, los mismos son variables. Se sugieren por facilidad de construcción y manejo:

Lagunas aeróbicas:

Ancho: 50 a 60 m

Largo: 60 a 80 m

Profundidad al pelo de agua: hasta 1,5 m.

Lagunas anaeróbicas:

Ancho: 40 a 60 m

Largo: 50 a 70 m

Profundidad al pelo de agua: 1,5 a 4 m

3. Determinar el período de almacenaje: El diseño de las lagunas depende del sistema adoptado. Si se opta por la construcción de una batería de lagunas aeróbicas, la capacidad total de contención deberá definirse de acuerdo con los volúmenes netos a retener, descontada la evaporación anual de los ingresos estimados anualmente, menos el uso anual. La incorporación de lagunas en serie puede ser progresiva, en la medida en que se acumula efluente. Por otro lado, si se opta por lagunas anaeróbicas como sitio de almacenamiento final, las lagunas aeróbicas se planearán para contener en máximo escurrimiento durante 6 meses, para drenar el exceso hacia las lagunas anaeróbicas. Con el transcurso del tiempo, el líquido acumulado pierde calidad como fertilizante y se incrementa el desarrollo de agentes indeseables. El uso, luego de 6 meses de acumulación sería recomendable.

### **Sistema de Evaporación Adicional**

El proceso de evaporación de agua es necesario para reducir los volúmenes a almacenar y manejar posteriormente. La evaporación se inicia en los corrales y continúa hasta luego de aplicado el efluente en el riego por aspersión. En los canales y lagunas de sedimentación constituyen una buena superficie de evaporación. En las lagunas de almacenamiento) ocurre una evaporación importante. Sin embargo, en climas húmedos y feedlots grandes puede ser necesario incorporar un sistema de evaporación adicional.

Este tendrá como principio una amplia superficie de exposición de los líquidos a la energía solar. El proceso de decantación de solutos continúa en esta laguna por lo que se deberá planificar la alternativa de secado y limpieza periódica. Esos sistemas de evaporación se incorporan en la salida del sistema de sedimentación, previo al ingreso a las lagunas de almacenamiento. Clásicamente, se trata de una laguna muy poco profunda (0,50m o menos de profundidad de efluente) que permita exponer a la evaporación la cantidad de efluentes generados en el feedlot durante 6 meses a 1 año. Su eficiencia depende del clima, de la disponibilidad de suelo apropiado para la construcción de un sistema impermeable y de la información hidrológica para asegurarse que es posible evaporar eficientemente. Un vertedero

con compuerta, o tubos de descarga regulable deberán comunicar este sistema con el de almacenamiento de líquidos.

Se recomienda una altura libre de 0,5m y también como en los otros casos se debería incorporar un vertedero de rebalse hacia la laguna de almacenamiento para que en caso de sobrecarga el desborde ocurra en un sentido previsto y a velocidades no erosivas.

### **Manejo del estiércol**

Dependiendo de la digestibilidad de la dieta, un feedlot de 5.000 cabezas puede producir entre 6.000 y 9.000 toneladas de estiércol anualmente. Un novillo de 450 kg. produce un promedio de 38 litros o 27 kg de excrementos húmedos (orina y heces) por día, con una variación del 25% dependiendo del clima, el consumo de agua y el tipo de dieta. La reducción de la producción total de heces es el primer factor reductor de polución. Las dietas de baja fibra se caracterizan por digestibilidades mayores y menores emisiones.

### **Estimación de la Producción**

La estimación de la producción de heces está sujeta a las variaciones debidas al balance de nutrientes en función de los requerimientos del animal, de la digestibilidad y del consumo de alimento y agua, pero el factor de mayor incidencia es el peso vivo (PV, kg). Pero, a los términos del diseño del sistema se sugiere basar los cálculos con los parámetros que detallan en el ejemplo a continuación:

### **Ejemplo:**

Si se asumen las relaciones presentadas abajo como valores medios aceptables, puede concluirse que un feedlot con capacidad para 1.000 animales por año, un uso del 80% de esa capacidad, un período de engorde medio de 320 días y un peso vivo medio de 350 kg, produce 852,5 toneladas de MS de estiércol/año.

Producción diaria de heces frescas = 3,4 a 3,8 % del peso vivo

Producción diaria de orina = 1,2 a 1,8 % del peso vivo

Contenido de materia seca en heces = 20 a 30%

Contenido de materia seca en orina = 3 a 4 %

Eficiencia de recolección = 70%

Contenido de materia seca en estiércol = 70%

En los feedlots comunes, a cielo abierto y piso de tierra compactada, se remueven las excretas sólidas una o dos veces al año. Desde producido hasta su recolección, existe una evaporación significativa del material fecal, alcanzándose valores de 70 a 80% de materia seca en la mayoría de los feedlots de climas subhúmedos y secos. Se remueve aproximadamente 1 tonelada por animal y por año (estimación grosera y muy afectada por el tipo de animal, la dieta, el clima y la frecuencia de limpieza). Con el desecado y el pisoteo de los animales, el material pierde volumen, se concentra y densifica incrementándose su peso específico.

Cuanto mayor es el período de permanencia de los excrementos en los corrales, mayores son las pérdidas de elementos móviles como el nitrógeno y el potasio y menor es el valor fertilizante de este material. Paralelamente, con la mayor permanencia promedio de las excretas en el corral se incrementan las emisiones de potenciales contaminantes del aire, del suelo y el agua. Aproximadamente la mitad del nitrógeno y 2/3 del potasio contenido en los excrementos se encuentra en la fracción líquida. El fósforo excretado se encuentra casi en su totalidad en la excreta sólida. En ese contexto, la pérdida de los líquidos reduce el valor del excremento y expone el sitio a la contaminación.

En la medida en que la carga animal de los corrales se incrementa, aumenta la producción de heces por corral, y la necesidad de limpiezas más frecuentes, por lo que aumenta la cantidad de material removido por animal, aunque es de menor peso específico.

#### Acumulación de Estiércol

La mayor acumulación de estiércol ocurre en los sectores adyacentes a los comederos. En esas áreas, también el contenido de humedad es mayor. El ritmo de producción es mayor al de secado. En años lluviosos, y especialmente en instalaciones con problemas de escurrimiento o drenajes, la limpieza periódica en el área anexa a los comederos reduce problemas de anegamiento, suciedad y expresión de afecciones de las patas y enfermedades.

El otro sector de alta concentración de heces es el contiguo a los bebederos. Se le suma aportes de agua por orina. Es un sector donde los animales frecuentemente orinan. También se aportan agua en los rebales por desperfectos o salpicado desde los mismos bebederos que los animales producen. Las limpiezas frecuentes reducen las acumulaciones de material fecal húmedo y problemas posteriores.

Debajo de los alambrados o cerco del corral ocurren también acumulaciones importantes de material fecal. Esa acumulación opera de embalse de aguas obstruyendo el movimiento de la escorrentía en el momento de lluvias y se produce el enlagnado de los corrales. Ese encharcado reduce el área de corrales, favorece el ablandamiento del piso, la infiltración y la erosión del suelo. Si persiste por mucho tiempo se ofrece un medio propicio para el desarrollo de bacterias, hongos e insectos (moscas, mosquitos, etc.), la producción de olores de fermentación y putrefacción y el desarrollo de enfermedades de las patas.

El área de contacto entre el borde del guardapolvo o vereda de cemento o suelo- cementado y el piso de tierra del corral suele ser otro espacio de erosión y acumulación de heces y agua. Es conveniente vigilar este sector permanentemente. En caso de un deterioro visible es necesario aportarle material de tierra y piedra o tosca y compactarlo bien, de lo contrario los animales lo remueven rápidamente.

Finalmente, en el sector de sombras, especialmente en las sombras dispuestas de este a oeste, se generan áreas de sombra permanente. En esos sectores se concentran los animales y la producción de heces es mayor que en otros. Puede ocurrir una acumulación importante de

estiércol que será necesario remover o dispersar con mayor frecuencia que en el resto del corral.

### Alomado en el Corral

Algunos feedlots, especialmente en lugares sin pendientes, utilizan como alternativa para incorporar pendientes y compactar el estiércol el amontonado del mismo en un sector del corral. El estiércol se compacta y aloma dándole formas redondeadas de fácil acceso para los animales. En esa loma continúa la descomposición del material y el secado por evaporación. La acción microbiana aeróbica y la evaporación del agua reducen al 50% la cantidad de material en el tiempo. En su parte exterior, la loma permanece seca y los animales se suben a ella para echarse o alcanzar un lugar drenado y más seco durante una lluvia. Esas lomas sirven para reducir el espesor del manto de excretas en el corral y la remoción de material acumulado en lugares críticos del mismo (cercos, comederos, bebederos y sombra), favorecer el drenaje y promover el secado rápido del piso. Por la preferencia por lugares altos que los animales demuestran, también sirve de dispersor de los animales en el corral.

El empleo de estas lomas reduce la necesidad de limpieza de los corrales. Al menos, es factible espaciar las limpiezas a períodos de dos o tres años, o cuando se hace necesario reducir el tamaño de la loma en el corral. Permite también reducir los costos de remoción, particularmente si se contrata el servicio. Para que la loma de material fecal cumpla su función deber ser confeccionada con prolijidad, en dimensiones adecuadas para no ocupar una superficie importante del corral o ubicarse en sectores donde se impida el drenaje rápido del corral.

Debe ser bien compactada y mantenerse seca. Si no se logra estabilizar, los animales la dispersarán rápidamente y los efectos pueden ser contraproducentes por la distribución de material suelto que se producirá en todo el corral, exponiendo al encharcamiento, a la retención de agua luego de una lluvia y al movimiento masal de la excreta y la formación de un barro fétido.

En el caso de remover lomas por su altura o tamaño, debería compactarse el área removida nuevamente y evitar que sea un sector donde los animales puedan trabajar con sus patas o cabezas aflojando el resto. Iniciada la remoción de una loma se debería remover su totalidad. Si se optara por utilizar la misma para renivelar el piso o darle pendiente, debería mezclarse con suelo adicional de buena capacidad de compactación y compactarse enérgicamente.

Aunque el uso de las lomas en corrales ha sido frecuente en los feedlots del hemisferio norte, no se recomienda diseñar corrales pensando en loma de estiércol como estrategia de manejo de las excretas y del drenaje. Son preferibles a corrales anegados o encharcados y con material fecal distribuido por todo el corral sin secar ni compactar. Pero deberían ser sólo una solución para diseños pobres, evitables en lo posible.

La retención del estiércol en los corrales por varios ciclos de engorde (años) reduce el valor fertilizante de ese material (u otros posibles usos), mantiene una alta carga de excretas en los

corrales con lo que se incrementan las emisiones contaminantes de aire, agua y suelo, en especial si coinciden lluvias extraordinarias y períodos fríos, de baja evaporación, y se incrementa el riesgo de deterioro de patas y enfermedades infecciosas. Entre las formas de contaminación, el olor indeseable es la manifestación de más corto plazo. La producción de ácidos grasos volátiles, aldehídos, alcoholes, sulfuros de hidrógeno y amonio, en procesos fermentativos ocurridos en el material fecal, se incrementa con la cantidad si la pérdida de humedad no es rápida. Retirado el estiércol de corral, su destino es la aplicación directa como fertilizante en un cultivo, el apilado y producción de compost para su uso posterior como abono o en generación de sub-productos.

### Limpieza de los Corrales

La remoción frecuente del estiércol y su aplicación directa en la tierra maximiza el valor fertilizante, reduce los riesgos de polución de aguas y aire y reduce el costo de los dobles manipuleos. Cargadores con pala frontal se utilizan comúnmente para limpiar los corrales. En feedlots grandes suelen utilizarse autocargadores con cepillos raspadores frontales. Normalmente se limpian los corrales cuando están vacíos entre salidas y entradas de lotes de animales. Se deberían limpiar dentro de los 5 días luego de salido el lote de animales para evitar el encostrado con la humedad diaria y lluvias eventuales. Si la cantidad de material acumulado excede los 15 o 20 cm de altura y ocurren lluvias, puede comenzar un flujo masal de la excreta (movimientos similares a los de la lava volcánica) que ensucia todo a su paso, congestiona drenajes y compromete el acceso a las calles y corrales. Este es otro motivo para mantener limpios los corrales. La naturaleza de la excreta acumulada condiciona el procedimiento de limpieza. La acción de los animales resquebraja permanentemente las costras superficiales y promueve el desecado del suelo.

Sin embargo, si la capa de material orgánico acumulado se encuentra altamente compactada y seca, será conveniente, antes de proceder con las palas de remoción, resquebrajar el manto superficial con equipos cortadores (rolos con cuchillas) y luego proceder al amontonado y carga del material. En algunos casos la carga directa con pala frontal es posible, pero el manto deberá superar los 10 cm de espesor. De lo contrario se corre el riesgo de romper la interfase endurecida de suelo estiércol. Esa capa de suelo-estiércol, de 2,5 a 5 cm de espesor y selladora de la superficie, opera de barrera a la infiltración y protege de la contaminación y de la erosión y debe ser preservada.

La falta de compactación e impermeabilización de los suelos o la ruptura de la mencionada capa, es el principal motivo de infiltración y contaminación de freáticas. Estudios conducidos en California determinaron niveles de nitratos de 60 a 180 ppm a 50 cm de profundidad, apenas superiores a los niveles de los suelos adyacentes al feedlot. En Nebraska, determinaron niveles de 7,5 ppm en los primeros 10 cm de suelo y menos de 1 ppm a los 20 cm. En el mismo estudio, los niveles de amoníaco fueron de 35 ppm en los primeros 5 cm de profundidad y de 2 ppm a los 10 cm. Dantzman et al. (1983) reportaron similares efectos sobre el contenido de



sales en suelos arenosos de Florida. En los primeros 25 a 30 cm el contenido de materia orgánica alcanzó 15% y el de sales totales a 4.000 ppm en 10 a 15 años de feedlot permanente. Sin embargo, a los 50 cm de profundidad el contenido de materia orgánica no había cambiado y el contenido de sales era de 500 ppm.

Ante el riesgo de romperla, es preferible dejar material y realizar una compactación mecánica para homogeneizar. En el caso de quebrarla o levantarla es necesario revisar los niveles topográficos y compactar el suelo nuevamente, incluso con el agregado de suelo de alta capacidad de compactación. En los casos en los que, por alto contenido de humedad, la limpieza no resultare muy efectiva o fuese irrealizable será necesario reducir la carga animal de los corrales para reducir la presión sobre el suelo húmedo. Si esta situación es recurrente, deberá tenérsela en cuenta en el diseño de las instalaciones para contar con corrales vacíos, fusibles en momentos de mucha precipitación y riesgo de encharcamiento.

#### Apilado Fuera de los Corrales

El apilado de estiércol fuera de los corrales, recolectado en pilas en forma de trinchera es la estrategia más común. Se selecciona un sitio de baja permeabilidad y buen drenaje, incluido en el área cubierta por el sistema de drenajes del feedlot para que los efluentes líquidos que se generen en el mismo escurran hacia el sistema de conducción de efluentes líquidos y hacia las lagunas de sedimentación, evaporación y almacenamiento. El estiércol se acumula en trinchera, apilándolo en capas para permitir mayor evaporación y acción microbiana aeróbica con el objetivo de lograr reducir su volumen y contenido de agua, especialmente si se está removiendo húmedo de los corrales.

El tamaño y la forma de las pilas de estiércol es variable y no existen demasiadas pautas para ello. Se realizan apilados en la forma de hileras de 5 a 6 m de ancho por 2 a 3 m de altura en su cresta y por el largo que el sitio permita. Entre las hileras deberá dejarse una distancia de al menos 4 a 6 m para poder circular con palas o tractores. Es necesario mantener la aerobiosis en las pilas de estiércol y el menor nivel de humedad posible. El apilado de cantidades grandes y con alta humedad (por encima del 50%) favorece la putrefacción y puede generar combustión espontánea. Ante dudas con respecto a la distribución en láminas y su compactado para eliminar aire es conveniente mantener trincheras más bajas (menos de 2 m de alto). Se debería realizar determinaciones de temperatura entre los 50 cm a 1 m de profundidad para prevenir riesgos de combustión.

El lugar de ubicación de las trincheras debe ser un sitio alto, no anegable y con pendiente definida hacia un canal recolector del drenaje conectado al sistema colector de efluentes. Es conveniente que la profundidad a la freática supere el 1,5 m. Con respecto al tipo de suelo y el proceso de compactación le caben las mismas observaciones que a los corrales de alimentación. Debe también preverse una ubicación estratégica con respecto al diseño actual del feedlot o de su expansión para no bloquear o complicar el movimiento de camiones o animales, o el fácil acceso para depositar y extraer el estiércol.

### Monitoreo de Calidad y Contaminación

Es conveniente monitorear la calidad del estiércol periódicamente (anualmente) para verificar cambios (pérdidas) de materia orgánica. El estiércol tiende a perder materia orgánica, elementos solubles o volátiles (N; P, K, S y Na, principalmente) y humedad en el tiempo. Aunque las pérdidas por volatilización pueden ser significativas en algunos casos, las de lixiviación y escurrimiento constituyen las más relevantes por el riesgo de contaminación localizada de aguas.

Se debería iniciar el proyecto con una caracterización del sitio donde se acopia el estiércol evaluando:

- ubicación topográfica,
- textura del suelo hasta 1 m de profundidad
- profundidad mínima de la napa freática.

Las determinaciones periódicas deberían incluir:

- análisis de contenido de N, P, K, sales totales y coliformes del estiércol;
- análisis anuales del contenido de N y P en el perfil de suelo (5, 50 cm y 1m de profundidad).

### Calidad de los Efluentes

Las características de la dieta, la frecuencia e intensidad de las lluvias, el tamaño y diseño de los corrales y la frecuencia de limpieza de las excretas condicionan la cantidad y composición del efluente.

Los niveles de nitrógeno varían en el rango de 20 a 400 mg/litro, mayoritariamente en la forma de amonio. La salinidad (medida en CE) varía en 2 a 15 dS/m y las concentraciones de sodio (en SAR) de 2,5 a 16. Los niveles de fósforo se ubican en el rango de 10 a 150 mg/ litro y los sólidos totales entre los 2000 y 15000 mg/litro.

La carga de nutrientes de los efluentes es comúnmente inferior a la demanda de los cultivos utilizables en un área de riego, al menos en términos anuales. Sin embargo, no puede ajustarse el riego a la demanda de nutrientes, sino a la de agua. Si se utilizara el primer criterio, se podría exceder la carga hídrica tolerable y se promovería la lixiviación y la esorrentía. Adicionalmente, se expondría a incrementos de la salinidad a niveles intolerables por las plantas. El grado de salinidad del efluente tipo de feedlot es demasiado alto para el riego directo. Determinaciones realizadas en EEUU indican que efluentes almacenados en lagunas de almacenamiento pueden alcanzar conductividades eléctricas de hasta 15 dS/m. El mayor contribuyente a ese nivel de salinidad es el cloruro de potasio, seguido del cloruro de sodio y el de amonio.

El agua comúnmente utilizada para riego tiene entre 0,6 y 1,4 dS/m y es muy segura desde el punto de vista del riesgo de salinización cuando su CE es inferior a los 0,8 dS/m, pero por sobre los 2,5 dS/m es tolerada por pocos cultivos y pasturas.

La salinidad reduce la producción de forraje, la eficiencia de captura de los nutrientes y degrada la calidad del suelo en el largo plazo. Muy probablemente en todos los casos se deberá diluir con agua de bajo contenido de sales totales si se plantea cubrir el déficit hídrico con agua proveniente de efluentes de feedlot.

Teniendo en cuenta los factores ambientales y los de calidad del efluente antes citados, el rango de aplicaciones es muy amplio. Varía entre 100 y 1.000 mm anuales. El riesgo de acumulación de sodio se acentúa en los valores mayores, con efectos degradantes del suelo. Con ese tipo de lámina anual es conveniente prever lavados del suelo y un sistema de drenajes del lote bajo riego como para contener y manejar los excedentes.

## **IMPACTO AMBIENTAL DE LA PRODUCCION DE FEEDLOT**

La producción de feedlot tiene efecto en el ambiente en forma puntual (deyecciones) y en forma general (gases con efecto invernadero, transferencia de nutrientes, deforestación). A continuación, se detallan los efectos generados en aire, suelo y agua (GIL, S. 2005).

### **Aire**

Calentamiento global: a partir de la emisión de gas metano, tanto por la fermentación ruminal como por la producida por las excretas en un manejo en el cual se produzca fermentación anaeróbica.

Emisión de dióxido de carbono por combustión de derivados del petróleo (combustibles) de maquinarias utilizadas en los cultivos, en el funcionamiento diario del feedlot.

Producción de óxido nitroso desde el estiércol a partir de reacciones con oxígeno y por combustión también de derivados del petróleo.

Emisión de amoníaco: el contenido de urea del estiércol es hidrolizado por las enzimas "ureasas" de microorganismos del suelo y del mismo estiércol, produciendo amoníaco que se volatiliza. Este gas, además, ocasiona olor desagradable. Este amoníaco puede volver a precipitar en el suelo o en la superficie de cuerpos de agua (acidificación), incrementando su contenido de nitrógeno.

Polvo: el estiércol seco en los corrales en zonas semiáridas o en épocas de escasas precipitaciones y viento, puede ocasionar contaminación de la baja atmósfera.

Una de las formas de control es a través de la superficie destinada a cada animal. Al disminuir los metros cuadrados destinados a cada uno aumenta la superficie húmeda.

Proliferación de moscas: hay un cambio en el medio local por el incremento de las mismas al tener sustrato en abundancia en el estiércol fresco.

### **Suelo y agua**

Nitratos y fosfatos: las excretas son ricas en estos componentes. Los nitratos pueden llegar por filtración o escorrentía a los cuerpos de agua.

El nitrógeno puede provenir también por precipitación del amoníaco emitido desde las deyecciones, y para ser usado por las plantas debe ser oxidado por bacterias nitrificadoras a ión nitrato.

Los problemas que pueden acarrear son contaminación del recurso agua por el aumento en sus concentraciones por encima de los límites guía permitidos (por ejemplo, nitratos 45 mg/L) y eutrofización de los ecosistemas acuáticos.

El exceso de minerales en la ración, al no ser absorbido por el tracto digestivo, es eliminado con las excretas, trasladándose al suelo, con posibilidades de pasar a los cursos de agua.

Materia orgánica: si el estiércol llega a los cuerpos de agua que tienen poca renovación (poca aireación con entrada de oxígeno) sin tratamiento previo, aporta una considerable cantidad de materia orgánica con el consiguiente aumento de la eutrofización de dicho ecosistema (generalmente lagunas).

Avermectinas: de la dosis administrada parte se elimina con la materia fecal, cumpliendo su función, por ejemplo, inhibir el desarrollo de larvas de moscas parásitas del bovino (*Haematobia irritans*). El estiércol de cientos de vacunos de un engorde a corral que hayan sido medicados con esta droga, que llegue a los cursos de agua, puede causar toxicidad en la fauna ictícola.

## **ESTRATEGIAS PARA MITIGAR EL IMPACTO DEL FEEDLOT EN EL AMBIENTE**

### **Tratamientos del estiércol**

*Compostado de los residuos sólidos:* Se pueden realizar montículos en el suelo (1 a 2 metros de alto) o en reactores o estabilizadores cerrados. Contar con aireación para que la materia orgánica se degrade a compuestos simples (humus). Las características ideales son humedad del 30 al 40% y temperatura 35 a 60°C. El proceso dura entre 2 a 3 meses.

Luego puede ser usado como fertilizante natural para huertas, viveros, extensiones mayores para agricultura. Al evitarse la anaerobiosis, se minimiza la producción de metano.

*Landfarming:* Acumulación y esparcido en tierras de cultivo. Es un sistema abierto, aeróbico y directamente los procesos de degradación ocurren en el suelo. La práctica puede llevarse a cabo en zonas con suelos impermeables, con napas freáticas profundas, suelo sin fracturas, no erosionado. No debe haber un recurso hídrico cercano. Si se cumplen estos requisitos se minimiza la posibilidad de lixiviación y subsecuente contaminación del agua subterránea. La aireación para evitar la metanogénesis y facilitar la humificación se puede hacer mecánicamente con arados. La temperatura ronda los 25 a 35°C y la humedad es menor al 50%.

*Eliminación del olor:* Se han probado compuestos inhibidores de la ureasa para bloquear las pérdidas de nitrógeno. Se ha pulverizado la superficie de los corrales, en forma semanal, con triamida n-(nbutil) thiofosfórica (NBTP). Se inhibe la emisión de amoníaco a la atmósfera con lo cual hay menos olor en los corrales y en la vecindad.

### **Tratamiento de efluentes**

*Lagunas de estabilización:* El agua contaminada de los desagües y drenajes de la explotación se colecta en estanques de poca profundidad, para que la materia orgánica, por la actividad bacteriana, se degrade a elementos más simples. De esta forma se logra que el nivel de oxígeno disuelto no se encuentre tan comprometido cuando estas descargas lleguen a otros cursos de agua. Además, se eliminan patógenos presentes en el efluente.

El tamaño mínimo de la laguna de contención debe permitir la recepción de la cantidad de lluvias máxima que pueda caer en un lapso de 48 horas.

Las lagunas que reciben el agua residual cruda son las primarias, y retienen principalmente los sólidos que sedimentan. Las que reciben el efluente de una primaria son las secundarias, y así pueden existir otras más. Requieren un mantenimiento para su correcto funcionamiento.

*Fertilización con líquidos y estiércol riego con efluentes líquidos:* el objeto de establecer áreas a regar con los efluentes con el fin de minimizar los riesgos de contaminación con los líquidos emanados del feedlot a través de la generación de un uso económico del agua, nutrientes y materia orgánica almacenados en la laguna de almacenamiento.

La capacidad del suelo de asimilar nutrientes es crucial. Los suelos arenosos tienen una muy baja capacidad de retención de nutrientes, los más francos o arcillosos tienen mayor capacidad. Abonado con estiércol el manejo del estiércol debería plantear un programa de uso semejante al planteado para el uso de efluentes líquidos (Pordomingo, A. 2015).

## **ESTRATEGIAS PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN DESDE EL ESTIÉRCOL**

En relación a la alimentación que se provee a los animales Gil, S. (2005) sugiere:

- Disminuir el consumo total de ración diaria al aumentar su concentración energética y digestibilidad (disminuye la producción de metano en la fermentación ruminal).
- Formular la dieta con la cantidad de nutrientes necesaria según los requerimientos de engorde de los animales (no formular en exceso).
  - Formular con la proporción de Proteína Bruta correcta (disminuye el aporte de nitrógeno).
  - Formular con aminoácidos específicos (disminuye el aporte de nitrógeno).
  - Formular el núcleo mineral con las concentraciones adecuadas.
  - Tener en cuenta la calidad del agua en su contenido de sales. El exceso puede adicionar minerales a la ración final consumida (disminuye el aporte de minerales al ambiente).

## **ESTRATEGIAS POTENCIALES PARA DISMINUIR LA EMISIÓN DE METANO DE FERMENTACIÓN**

En cuanto a las características de los animales Gil, S. (2005) recomienda:

- Selección de vacunos por alta eficiencia neta de alimentación (producen igual cantidad de carne, pero con un menor consumo de alimento).
- Selección de vacunos por fisiología / microbiología ruminal, que hace que tengan una tasa de pasaje del alimento más rápida. Características del rumen. Las bacterias productoras de metano captan el hidrógeno de fermentación para sacarlo del medio ruminal, con el fin de que el PH no se torne ácido.



## **LEGISLACIÓN DE CRÍA INTENSIVA DE GANADO A CORRAL**

En relación a esta actividad productiva hay dos tendencias que van en forma opuesta. Por un lado, una visión práctica empresarial que tiene muy en cuenta la rentabilidad y la eficiencia; en donde la actividad se plantea como un atractivo negocio financiero donde establecimientos de mayor escala que cuentan con una importante cadena de comercialización, frigoríficos y supermercados de primera línea, invitan a invertir el dinero en una actividad productiva rentable. Por otro lado, hay una visión ecologista, donde se procura la protección del ambiente, la alimentación más saludable y el bienestar animal.

En Argentina, la cría intensiva a corral surgió hacia fines de la década de los '80 y principios de los '90. Las normativas surgieron después. No existe legislación nacional y muchas provincias carecen de leyes que ordenen la actividad.

Normativa entrerriana: Ley 10233/13: en dicha ley, el capítulo I, establece como finalidad la regulación de la actividad productiva de engorde intensivo de animales a corral, a fin de garantizar un medio ambiente sustentable, el derecho a la producción y bienestar animal.

En capítulo IV se establece que es competencia del titular del establecimiento y del responsable técnico la sanidad y bienestar de los animales a su cargo y la prevención de los efectos negativos sobre el medio ambiente que podrían derivar de la explotación. No se hace mención que los responsables técnicos, veterinarios, ingenieros agrónomos o matriculados en sus respectivos colegios e inscriptos en el Registro Provincial de Establecimiento Pecuario de Engorde a Corral (EPEC), deban poseer formación universitaria en temas de impactos ambiental y tratamiento de afluentes.

En cuanto al funcionamiento y habilitación, en el capítulo V, se establece que los nuevos emprendimientos deberán contar para su habilitación con un estudio de impacto ambiental, aprobado por la Secretaria de Medio Ambiente de la Provincia, una constancia de factibilidad de la localización y cumplir con las distancias de protección detalladas:

- se consideran zonas de protección, las localizadas a una distancia inferior a los 5 kilómetros de centros poblados;
- los EPEC no podrán instalarse a menos de 1000 metros de granjas avícolas y/o porcinas de carácter comercial y de 3000 metros de granjas avícolas y/o porcinas con carácter de multiplicación genética;
- deberán mantener entre sí una distancia mínima de localización de 1000 metros.
- deberán estar localizados a una distancia no inferior a 1000 metros de escuelas u otras instituciones sociales.

En el capítulo VII se plantea una recategorización de los EPEC respecto a la normativa antes vigente:

- primera categoría: establecimientos con capacidad de engorde igual o menos a 300 unidades;
- segunda categoría: establecimientos con capacidad de engorde de 301 a 1000 unidades;

- tercera categoría: establecimientos con capacidad de engorde de 1001 a 2000 unidades;
- cuarta categoría: establecimientos con capacidad de engorde de 2001 a 3000 unidades.

La autoridad de aplicación establecerá las condiciones y/o los requerimientos especiales que deberán reunir los establecimientos que superen la capacidad de engorde de 3000 unidades para ser habilitados.

En este mismo capítulo, se establece que todo establecimiento de recría y/o engorde intensivo de animales deberá contar con un sistema de tratamiento y/o eliminación de las excretas. También se cuenta con un manual operativo en el que se deberán incluir de manera detallada el destino final de los residuos sólidos.

Para determinar la presión ambiental sobre los acuíferos en una determinada zona producida por el conjunto de feedlot radicados en ella debe elaborarse y mantener actualizado un mapeo que muestre la densidad de establecimientos por zona geográfica. Debe considerarse que la tendencia es ubicarlos en zonas preferenciales desde el punto de vista económico para el productor (disminución de fletes, etc.) sin otras consideraciones, a menos que las mismas estén reglamentadas (UNER, 2015).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La actividad de feedlot se encuentra en plena expansión constante desde hace más de 30 años como así también, el estudio del impacto ambiental que la misma genera si no es realizada de la manera adecuada.

Ha de tenerse en cuenta siempre el bienestar animal, tal como se desarrolló en este trabajo, con el fin de que el animal se críe en situaciones de mínimo estrés, dolor, temor, permitiendo que pueda satisfacer sus necesidades nutricionales, sanitarias, ambientales y sociales; y pueda lograr el estado de bienestar en cada momento o etapa de su vida.

El cuidado del ambiente es difícil de medir y de crecimiento lento, la responsabilidad de los productores, instituciones del gobierno, organismos de control y de regulaciones, es que se tome conciencia de la problemática que la actividad puede ocasionar y de esta forma tomar las medidas necesarias para llevar adelante una gestión ambiental adecuada en feedlot.

Con respecto a los impactos que la actividad de feedlot genera en el ambiente, en suelo, agua y aire, si se utilizan herramientas para mitigar los mismos, es posible reducirlos y manejarlos de manera tal que no sean perjudiciales para el ambiente.

Dentro de las estrategias que se podrían implementar para desarrollar un emprendimiento amigable con el ambiente, se han mencionado: compostado de los residuos sólidos, landfarming, eliminación del olor, lagunas de estabilización, fertilización con líquidos y estiércol riego con efluentes líquidos.

Como recomendación lo que se puede realizar si se cuenta con la superficie pertinente es la instalación de un feedlot ecológico, con el fin de minimizar los riesgos ambientales. Esta modalidad propuesta desde 2004 por el INTA C. del Uruguay se basa en minimizar el impacto negativo de los encierres de pequeña y mediana escala, que no tienen sistemas de tratamiento de efluentes, aumentando el espacio asignado a cada animal confinado y mudando los animales de lote/corral con mayor frecuencia. De esta manera se diluye la concentración de orina y estiércol en una superficie reducida, mitigando los efectos nocivos antes mencionados. Proponen entre 100 y 300 m<sup>2</sup> por animal confinado cuando la media usada en la Pampa Húmeda es de menos de 10 y la ley entrerriana exige un mínimo de 20 metros por animal. Esto se combina con el tipo de suelo y pendiente, a mayor pendiente y en suelos impermeables (arcillosos) menos espacio (100 metros) menos pendiente con suelos profundos (300 metros). El modelo funciona a escalas comerciales desde 2015 con dos objetivos centrales, mitigar el impacto ambiental y mejorar las condiciones de bienestar animal. El mayor espacio por animal se combina con rotaciones y con el uso de comederos de autoconsumo, con estos los animales disponen de comida para consumo voluntario a discreción, disminuyendo así la ansiedad y competencia de los animales por la comida. Con este modelo, han demostrado que es posible absorber en 28 días las deyecciones de 100 animales en una hectárea, o dicho de otro modo fertilizar orgánicamente con niveles de 20 ppm de P, 1% de materia orgánica y 1% de nitrógeno el suelo para su posterior uso agrícola. Es una manera diferente de tratar los efluentes, en lugar

de concentrar los animales y sus deyecciones, recolectar y tratar los residuos, proponen mover los animales por predios mayores para luego hacer cultivos en los sitios que los animales fertilizaron con sus eses y orina.

La problemática de la provincia de Entre Ríos no es ajena a la de la Pampa Húmeda. Por el contrario, se encuentra agravada por su situación geográfica y edáfica. Con más de 3000 causas de agua superficial y suelos arcillosos o arenosos. Con un potencial impacto ambiental - social de dimensiones mayúsculas. En este sentido las legislaciones vigentes no proponen retroactividad o bien readecuaciones de los predios en funcionamiento con fallas o ausencia de protocolos de tratamientos de efluentes. Un caso provincial muy particular y con conflictos de público conocimiento es el de La Paz. La ciudad se encuentra sobre la costa del Paraná, es una ciudad actividad turística también, varios años antes de la aparición de la legislación se instalaron algunos de los feedlots más conocidos de la provincia. Ellos enmarcan el acceso a la ciudad, están en altura respecto a esta, y su ubicación es al noreste de la misma. Estas condiciones de locación son precisamente la base del problema. Los pobladores de La Paz saben claramente cual es el olor del que se habla tratándose de feedlot. Las leyes deberían inducir adecuaciones a los modelos en funcionamiento. Sumado a esto, existe una escala de revisiones de indicadores de impacto ambiental propuestos por la ley. A medida que los predios son más grandes se suman los criterios de monitoreo y variables a tener en cuenta respecto a las contaminaciones que estos predios puede producir. Por ejemplo, para predios de menos de 300 cabezas solo se pide una verificación de la locación y un análisis de agua anual. No se requieren otros muestreos, de suelo, tratamiento de efluentes, etc. Esta condición representa un riesgo potencial para el ambiente a pesar de en apariencia ser un "feedlot chico". Un bovino produce en estiércol el 7% de su peso corporal a diario, conteniendo este un 85% de agua, nos da un valor aproximado de 4kg de materia seca para un animal de 400 kg. Un ciclo promedio dura 120 días arrojando un saldo de 480 kg de estiércol seco por animal y 144000 kg para un ciclo con 300 animales. Una hectárea de cualquier tipo de suelo es capaz de tolerar hasta 70 toneladas de abono orgánico, en esta situación se estaría ofreciendo el doble de esa cantidad para 0,6 ha. Por esta razón es necesario introducir una mejora en la legislación respecto al tratamiento de los efluentes.

## **ANEXOS**

### **Legislación Provincia de Entre Ríos – Ley 10233/13**

Honorable Cámara de Senadores Entre Ríos

La legislatura de la Provincia de Entre Ríos sanciona con fuerza de ley: Regulación de la actividad productiva de engorde intensivo de animales a corral.

#### Capítulo I

ARTICULO 1°.- Establécese la regulación de la actividad productiva de engorde intensivo de animales a corral, a fin de garantizar un medio ambiente sustentable, el derecho a la producción y el bienestar animal.

ARTICULO 2°.- Alcance: Quedan comprendidos en la presente Ley todos los establecimientos de engorde intensivo de bovinos a corral existentes, los que se instalen en un futuro y los que amplíen o modifiquen sus instalaciones dentro de la jurisdicción de la Provincia de Entre Ríos, los cuales deberán adecuar su funcionamiento a los requisitos, exigencias y limitaciones establecidas en la presente.

La Autoridad de Aplicación podrá ampliar los alcances del presente Artículo a otras especies animales cuando fundadamente lo considere necesario.

ARTICULO 3°.- Entiéndase por establecimiento destinado al engorde intensivo de bovinos a corral o Establecimiento Pecuario de Engorde a Corral (EPEC), a un área de confinamiento con comodidades adecuadas para una alimentación directa del animal con propósitos productivos. Las instalaciones para acopio, procesado y distribución de alimentos se consideran parte de la estructura del Establecimiento Pecuario de Engorde a Corral (EPEC).

ARTICULO 4°.- Quedan excluidos del alcance de la presente Ley:

- a. Los encierres temporarios para destetar terneros.
- b. Encierres por emergencias sanitarias.
- c. Encierres por emergencias climáticas.
- d. Otros encierres transitorios que no excedan de treinta (30) días.

#### Capítulo II

Autoridad de Aplicación

ARTÍCULO 5°.- El Ministerio de Producción o el organismo que en el futuro lo reemplace, será autoridad de aplicación de la presente ley.

#### Capítulo III

Registros

ARTICULO 6°.- Créanse los siguientes registros:

a.- "Registro Provincial de Establecimiento Pecuario de Engorde a Corral (EPEC)": en el que se inscribirán, a petición de parte o de oficio, todos los establecimientos comprendidos en la presente Ley; y

b.- "Registro de Responsables Técnicos": en el cual deberán inscribirse los profesionales matriculados por el Colegio de Veterinarios y de Ingenieros Agrónomos.

ARTICULO 7°.- Los EPEC en funcionamiento deberán inscribirse obligatoriamente en el Registro creado conforme lo dispuesto en Artículo 6 inciso a), dentro de los sesenta (60) días contados a partir de la vigencia de la presente Ley; en su defecto la Autoridad de Aplicación procederá a inscribirlos de oficio.

#### Capítulo IV

##### Responsable Técnico

ARTICULO 8°.- Los Establecimientos Pecuarios de Engorde a Corral deberán contar con un Responsable Técnico habilitado, inscripto en el Registro previsto en el artículo 6° inciso b) de la presente Ley.

ARTICULO 9°.- Es competencia del titular del establecimiento y del responsable técnico la sanidad y bienestar de los animales a su cargo y la prevención de los efectos negativos sobre el medio ambiente que podrían derivar de la explotación.

#### Capítulo V

##### Funcionamiento y Habilitación

ARTICULO 10°.- Los EPEC deberán inscribirse en el registro establecido en el Artículo 6° inciso a) como requisito previo para la habilitación de nuevos proyectos a desarrollarse.

Para la habilitación del EPEC, será indispensable la presentación y aprobación de los formularios que la Autoridad de Aplicación en la reglamentación establecerá.

ARTICULO 11°.- La instalación de los EPEC, requerirá la habilitación para su funcionamiento; para cuya concesión y mantenimiento serán condiciones indispensables e inexcusables el cumplimiento de todas y cada una de las obligaciones impuestas por la presente Ley.

ARTÍCULO 12°.- Requisitos para la habilitación: Los nuevos emprendimientos deberán contar para su habilitación con los siguientes requisitos:

a.- Estudio de impacto ambiental, aprobado por la Secretaría de Medio Ambiente de la Provincia.

b.- Constancia de factibilidad de localización, emanada de autoridad competente, Junta de Gobierno y/o Municipio.

c.- Cumplir con las distancias de protección que en el capítulo VI se detallan.

ARTICULO 13°.- Al momento de la habilitación la Autoridad de Aplicación establecerá la superficie mínima que deberá ocupar el EPEC teniendo en cuenta la cantidad de animales, el bienestar animal, el suelo y las distancias de protección.

## Capítulo VI

### Distancias de Protección

ARTICULO 14°.- Se consideran zonas de protección, las localizadas a una distancia inferior a los cinco (5) kilómetros de centros poblados.

ARTICULO 15°.- Los EPEC, no podrán instalarse a menos de mil (1000) metros de granjas avícolas y/o porcinas de carácter comercial y de tres mil (3000) metros de granjas avícolas y/o porcinas con carácter de multiplicación genética.

ARTICULO 16°.- Los EPEC deberán respetar la distancia mínima respecto de los siguientes puntos de impacto:

a.- Los EPEC, deberán mantener entre sí una distancia mínima de localización de mil metros (1000 mts.).

b.- Los EPEC, deberán estar localizados a una distancia no inferior a mil metros (1000 mts.) de escuelas u otras instituciones o instalaciones sociales.

## Capítulo VII

### Tipos de EPEC

ARTICULO 17°.- Establécese como Unidad EPEC (UE) al bovino de un peso vivo de trescientos kilogramos (300 Kg.).

ARTICULO 18°.- Los EPEC se clasifican en las siguientes categorías, según su escala de producción:

a.- Primera categoría: establecimientos con capacidad de engorde igual o menor de trescientas (300) unidades EPEC (UE).

b.- Segunda categoría: establecimientos con capacidad de engorde de 301 a 1.000 unidades EPEC (UE).

c.- Tercera categoría: establecimientos con capacidad de engorde de 1.001 a 2.000 unidades EPEC (UE).

d.- Cuarta categoría: establecimientos con capacidad de engorde de 2.001 a 3.000 unidades EPEC (UE).

La Autoridad de Aplicación establecerá las condiciones y/o los requerimientos especiales que deberán reunir los establecimientos que superen la capacidad de engorde de 3.000 unidades EPEC (UE) para ser habilitados.

ARTICULO 19°.- Sin perjuicio de la categorización que le hubiere correspondido al establecimiento, la autoridad de aplicación establecerá el límite máximo en el número de UE del mismo, acorde a lo declarado en el Registro y en virtud de lo establecido en el formulario que la Autoridad de Aplicación establecerá en la reglamentación.

ARTICULO 20°.- Todo aumento en el número de UE, que supere la capacidad para la que fue habilitado, independientemente de que mantenga o altere su categoría, deberá ser sujeto de una rehabilitación.

## Capítulo VIII

### Obligaciones

ARTICULO 21°.- Los EPEC deberán dar cumplimiento a las normas de bienestar animal; para ello se deberán tener en cuenta como condición mínima los lineamientos que la Autoridad de Aplicación establecerá en la reglamentación.

ARTICULO 22°.- Los EPEC que a la fecha de la presente Ley se encuentren en funcionamiento en el territorio de la Provincia, y que por sus características no se adapten a la presente normativa, contarán con un plazo máximo de seis (6) meses para dar cumplimiento a lo exigido por la misma. A tal fin la autoridad de aplicación establecerá la forma y el tiempo en que dichos establecimientos deberán regularizar su situación.

Excepcionalmente, se podrá otorgar habilitación para funcionar a los EPEC ya instalados, que, no reuniendo la totalidad de los requisitos exigidos en la presente, acrediten fehacientemente a criterio de la Autoridad de Aplicación, que no causan perjuicio a los bienes protegidos en esta Ley.

ARTICULO 23°.- Todo establecimiento de recría y/o engorde intensivo de animales deberá contar con un sistema de tratamiento y/o eliminación de las excretas.

ARTICULO 24°.- Los EPEC contarán con un manual operativo en el que deberán incluir de manera detallada el destino final de los residuos sólidos.

ARTICULO 25°.- Los EPEC deberán llevar un registro o libro de movimiento de ingreso y egreso de animales, con la debida certificación del responsable técnico habilitado. Este libro será foliado e intervenido por la Autoridad de Aplicación y en el mismo deberá registrarse la documentación que avala el ingreso y egreso de los animales y la que certifique las pérdidas por causas sanitarias y/o accidentales. Serán solidariamente responsables de llevar en debida forma el mismo, el titular del feedlot, y el técnico habilitado por el artículo 8° de la presente ley. El incumplimiento del presente, hará pasible de las sanciones dispuestas en el artículo 27° incisos c) y d).

## Capítulo IX

### Infracciones y Sanciones

ARTICULO 26°.- Los incumplimientos de la presente Ley, a las normas y convenios que por su especificidad se relacionen, serán consideradas infracciones sujetas a sanción por parte de la Autoridad de Aplicación.

ARTICULO 27°.- Sin perjuicio de las responsabilidades civiles o penales que pudieran corresponder, la Autoridad de Control podrá aplicar las siguientes sanciones:

- a.- Apercibimiento.
- b.- Multa.
- c.- Inhabilitación temporaria.
- d.- Clausura del Establecimiento.



La sanción prevista en el inciso b), se establece en una suma equivalente y variable, la que se fijará entre 150 Kg. y 7.000 kg. de novillo, de acuerdo al precio establecido en el Mercado de Liniers el día anterior al de aplicación de la sanción.

ARTICULO 28°.- Para la graduación de las sanciones la Autoridad de Aplicación tendrá en cuenta:

- a.- La gravedad y trascendencia del hecho.
- b.- El posible perjuicio al medio ambiente.
- c.- La situación de riesgo creado para personas y bienes;

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

ARTÍCULO 29°.- La verificación de las infracciones se realizará mediante acta de comprobación con indicación de:

- 1.- Nombre y domicilio del infractor.
- 2.- Nombre del Responsable Técnico.
- 3.- Descripción de los hechos.
- 4.- Nombre y domicilio de los testigos, si los hubiere.
- 5.- Constancia de todo otro dato o elemento de interés.
- 6.- Firma del funcionario actuante.

ARTICULO 30°.- El funcionario actuante notificará en el mismo acto al presunto infractor y/o al encargado, responsable técnico o empleado del establecimiento, haciendo entrega de una copia del acta, e informando que el plazo para su defensa o descargo es de diez (10) días hábiles y ante la Autoridad de Aplicación.

ARTICULO 31°.- Dictada la Resolución se notificará al supuesto infractor el contenido de la misma. Si la sanción fuere de multa, el responsable de su cumplimiento deberá depositar en el término de diez (10) días hábiles, la suma de dinero que se determine, en la cuenta bancaria habilitada a tal efecto por la Autoridad de Aplicación.

ARTICULO 32°.- Contra la Resolución que declara la comisión de una infracción se admitirá la interposición del recurso de reconsideración, dentro de los cinco (5) días hábiles posteriores a la notificación de la misma.

ARTICULO 33°.- La falta de pago de la multa hará exigible su cobro por el procedimiento de la ejecución fiscal, constituyendo título suficiente el testimonio de la resolución condenatoria expedida por la Autoridad de Aplicación.

ARTICULO 34°.- Subsidiariamente se aplicará la Ley de Procedimientos Administrativos (Ley Nº 7.060).

ARTICULO 35°.- De forma. -

## BIBLIOGRAFÍA

- Anlló, G., Campi, M., Langsam, M., Tobar, F. 2010. Estudio de priorización de necesidades de investigación en la industria frigorífica. Documento de Proyecto. Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) e IPCVA.
- Asociación de Cooperativas Argentinas 2003. Ruter, sistema de alimentación para la crianza de terneros de tambo.
- Bavera, G., Peñafort, C. 2005. Manejo sanitario del rodeo de cría. Cursos de producción bovina de carne. FAV UNCR.
- Cardozo, S. 2010. Apuntes de cátedra Producción Agraria I. Licenciatura en Administración Rural. Facultad Regional Concordia, de la Universidad Tecnológica Nacional.
- Correa Luna, M. 2004. Cría Bovina Intensiva. EEA INTA Venado Tuerto.
- De Batista, M; De Barcellos, M; Durán, R (s.f). Inserción de las cadenas productivas de la carne bovina de Brasil y Argentina en la cadena global de valor.
- Dirección General de Comercio Exterior de GCBA 2015. Mercado Argentino de la carne: informe técnico: situación actual. Abril 2017.
- Dirección General de Ganadería del Gobierno de Entre Ríos: Ministerio de Producción 2012. Agregado de valor en la cadena ganadera bovina de la provincia de Entre Ríos.
- Engler, P., Rodríguez, M., Cancio, R., Handloser, M., Vera, L. 2008. Zonas agroeconómicas homogéneas Entre Ríos: descripción ambiental, socioeconómica y productiva. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. ISSN 1851-6955.
- Garzón, J., Torre, N. 2013. Una Argentina competitiva, productiva y federal: Actualidades y desafíos en la cadena de la carne bovina. Documento de trabajo: Año 19. Edición 27. Edición y compaginación Lignola, K., Ochoa, S. Instituto de Estudios sobre la Realidad Latinoamericana, de la Fundación Mediterránea.
- GIL, S. 2005. Feedlot, elementos que intervienen y posibles impactos en el medio ambiente. Sitio Argentino de Producción Animal. <http://www.produccion-animal.com.ar/>. P 7-10.
- Guzmán, M. L.; Veneciano, J. H.; Sager, R. L. 2014. Emisión de gases en un sistema ganadero intensivo. Scielo.
- IERAL de Fundación Mediterránea 2011. Una Argentina Competitiva, Productiva y Federal: Cadena de la carne bovina. Documento de trabajo; Año 17.
- Krajnc, M. 2011. Alternativas para incrementar la rentabilidad de la cría vacuna. Trabajo Final. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Católica Argentina.
- Maresca, S.; Jankovic, V. 2013. Feedlot de bajo impacto ambiental. Encierre con rotaciones para la sustentabilidad ganadera. INTA EEA Cuenca del Salado.
- Merro, P. F. 2011. Apuntes de Catedra Comercialización I. Licenciatura en Administración Rural. Facultad Regional Concordia, de la Universidad Tecnológica Nacional.

- Monje, A. 2004. Intensificación de la cría en áreas agrícolas submarginales. INTA EEA C. del Uruguay.
- Otero, G.; Vittone, S.; Galli, I.; Monje, A.; Arias, N. 2007. Del feedlot convencional a la invernada intensiva ecológica. INTA C. del Uruguay.
- Pordomingo, A. 2003. Gestión Ambiental en el Feedlot: guía de buenas prácticas. INTA Anguil La Pampa Argentina.
- Pordomingo, A.; Pasinato, A. 2015. Manejo de efluentes en feedlot. Sitio Argentino de Producción Animal. INTA Concepción del Uruguay e INTA Guillermo Covas Anguil. Pp 5.
- PWC Argentina Research & Knowledge Center 2012. Ganadería bovina: análisis sectorial N° 4.
- Robert, S. & OTROS, 2009. Estructura del feedlot en Argentina - Nivel de asociación entre la producción bovina a corral y los titulares de faena. Agro consultar.
- ROSGAN, (s.f). El 2015 será la gran oportunidad de la ganadería argentina.
- Santarcángelo, J., Fal, J. 2009. Producción y rentabilidad en la ganadería Argentina. 1980-2006. Mundo agrario. Volumen XX. N 19.
- Tanaro J. D. & Otros 2015. Cría intensiva de ganado a corral: implicancias ambientales y sanitarias. UNER, Facultad de Bromatología.
- UNER, 2015. Cría intensiva de ganado a corral: implicancias ambientales y sanitarias. Informe Facultad de Bromatología.
- Vittone J. S., Munilla M. E., Lado M., Blúa M. 2017. Feedlot ecológico rotativo: integrado en rotación agrícola-ganadera. INTA C. del Uruguay y Ministerio de Agroindustria de la Nación.
- Vittone, S., Gange, J., Krumpeter, H. 2011. Cría intensiva: una alternativa con buenos resultados económicos. INTA EAA C. del Uruguay.