

**Pampuro, Juan Manuel**

*Diseño del feedlot bovino y aprovechamiento de sus efluentes*

**Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria  
Facultad de Ciencias Agrarias**

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Pampuro, J. M. 2015. Diseño del feedlot bovino y aprovechamiento de sus efluentes [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/disenio-feedlot-bovino-efluentes.pdf> [Fecha de consulta:.....]

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Ingeniería en Producción Agropecuaria**

*DISEÑO DEL FEEDLOT BOVINO Y APROVECHAMIENTO DE  
SUS EFLUENTES.*

Trabajo final de graduación para optar por el título de:  
Ingeniero en Producción Agropecuaria

Autor: Juan Manuel Pampuro.  
Profesor Tutor: Vet. Fernando Gil.  
Fecha: 16/02/2015

### **Resumen**

El objetivo de la presente monografía es poder diseñar un establecimiento de terminación para ganado bovino respetando las normas y principios de buenas prácticas ganaderas, sumado al valor agregado en la utilización de los efluentes.

Para desarrollar dicho trabajo, se recopiló información bibliográfica, visitas técnicas a Feedlot ubicados en diferentes zonas productivas, determinación de la escala del establecimiento y diseño.

Este trabajo comenzó su investigación durante el año 2010, año en el que se iniciaron las averiguaciones pertinentes respecto a factibilidad económica y demás detalles, luego se siguió adelante con el proyecto de desarrollo.

Los resultados del proyecto y análisis económico nos muestran que para invertir en un desarrollo con estas características es necesario pensar en una inversión a largo plazo más allá de las características intrínsecas del negocio que lo hacen de corto plazo y alta rotación del capital.

**Índice**

Resumen .....	2
Objetivos .....	6
Metodología del trabajo .....	6
Elección de región y sitio .....	6
Evaluación de la vulnerabilidad ambiental del sitio.....	13
Diseño del Establecimiento .....	15
Uso de Efluentes.....	18
Manejo de efluentes líquidos y sólidos .....	18
Sistemas de sedimentación.....	18
Sistemas de almacenamiento y evaporación .....	19
Manejo del estiércol .....	20
Diseño del proyecto Feedlot modelo.....	25
Instalaciones .....	25
Comparativo corral piso material vs. piso de tierra .....	29
Croquis y Planos.....	29
Análisis Económico.....	31
Conclusiones .....	33
Bibliografía.....	34

**Índice de Tablas y Gráficos**

Gráfico 1: Porcentaje de bovinos en faena desde engorde a corral.....	4
Tabla 1: Consumo de agua .....	9
Tabla 2 Concentraciones óptimas .....	10
Tabla 3: Contenido de nutrientes en excreta de feedlot (base seca).....	22
Tabla 4: Comparativo corral piso material vs. piso de tierra .....	29
Gráfico 2: Croquis del engorde a corral .....	29
Gráfico 3: Plano de un corral de engorde.....	30
Tabla 5: Análisis económico .....	31
Tabla 6: Datos de producción.....	31
Tabla 7: Precios Mercado.....	31
Tabla 8: Estimación rentabilidad.....	32

## Introducción

La producción intensiva de carne vacuna es un proceso productivo en el cual intervienen varios factores, como son la genética, sanidad, manejo y nutrición. Consiste en la utilización eficiente de los recursos disponibles conservando el medio ambiente.

La ganadería bovina en la Argentina tiene una larga historia en la producción de carne en sistemas pastoriles, la cual ha ido evolucionando hacia la intensificación. Sin embargo, presenta una corta experiencia en sistemas de engorde intensivo en base a concentrados.

El engorde a corral (Feedlot) como un nuevo paso en la intensificación, no compete con la ganadería extensiva a pasto, sino que se complementa.

Argentina muestra una tendencia positiva en el porcentaje de bovinos con destino afaena provenientes de sistemas de engorde intensivos.

**Gráfico 1: Porcentaje de bovinos en faena desde engorde a corral**



Fuentes: PwC Research & Knowledge Center en base a datos de SENASA y Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. "Por qué se afianza la alternativa del feedlot", Ing. Agr. Oscar Ferrari.

Dentro de nuestro país se dio un aumento creciente de los engordes a corral que llevo a tener que realizar ajustes tecnológicos en la dimensión ambiental. En los últimos años la gestión ambiental ha dejado de ser un camino paralelo a la gestión económica, y frecuentemente de dirección opuesta, para constituirse en parte del sistema de producción. Permitiendo así que la carne proveniente de estos sistemas logre un mejor posicionamiento en los mercados.

El Feedlot es una actividad que permite producir carne con animales en total confinamiento. Es en los corrales de engorde, donde a diario, se les suministra una alimentación completamente balanceada.

Los objetivos del Feedlot son:

- Obtener una alta producción de carne de calidad por animal, en el menor tiempo posible y al menor costo.
- Maximizar la ganancia de peso diaria y obtener una alta eficiencia de conversión de granos en carne vacuna.

El desarrollo de esta industria (ya que el Feedlot es considerado un proceso industrial) surge como una alternativa de producción de carne que permite integrarla al sistema agropecuario, superando limitantes de la producción netamente pastoril, como por ejemplo las adversidades climáticas, que impedirían la terminación de los animales en tiempo y forma.

Otros motivos que impulsan a esta actividad son:

- Convertir granos en carne, dándole un valor agregado a los primeros, ya que no se incurre en gastos de comercialización ni fletes.
- Aprovechar determinados tipos de subproductos agroindustriales para producir carne (afrechillo, expeler, burlanda, gluten etc.).
- Incrementar la carga del establecimiento.
- Asegurar la terminación de animales criados a pasto y que son problemáticos para su correcto engrasamiento.
- Mantener la calidad constante del producto terminado
- Alta rotación financiera, ya que en tres meses se logra el producto final.
- Independencia del factor climático
- Promover actividades asociativas.
- Contribuir a reducir la emisión de gases invernadero frente a los sistemas de engorde de base pastoril.

Esta actividad comprende cuatro puntos críticos, para poder darle sustentabilidad en el tiempo:

1. Los animales
2. Los granos
3. Las instalaciones
4. Las bocas de expendio.

Los requisitos para la instalación de Feedlot previstos en países con historia de ganadería intensiva han establecido en función de los requerimientos propios del sistema (factores intrínsecos) y del ambiente (factores extrínsecos).

Los primeros apuntan a producir eficientemente un producto sanitariamente seguro y de calidad para el mercado. Los segundos, a atender las demandas del entorno para evitar la degradación ambiental por contaminación de suelos, agua y aire. Además de perturbar la riqueza paisajística. La rigurosidad de este segundo grupo de requisitos depende de la política ambiental de cada país. En países desarrollados y sobre todo con alta población demográfica estos requisitos tienden a ser muy estrictos.

En la Republica Argentina la legislación se fue dando a medida que se desarrolló la actividad. Provincias como Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos, Formosa y San Luis poseen un marco normativo que regulan la actividad.

Las reglamentaciones tienen como objetivo la regulación de la actividad productiva y los aspectos generales del ambiente.

El Feedlot produce grandes cantidades diarias de residuos orgánicos, con importantes aportes de nitrógeno y fósforo. La materia fecal y la orina forman un

solo residuo llamado estiércol. Este es el mayor residuo producido en el agro ecosistema.

A modo de ejemplo se puede decir que en promedio un animal de 400 kilos produce unos 20 kg de estiércol por día, esto nos da la pauta que este es un tema muy importante a la hora de planear una explotación de este estilo.

Así, teniendo en cuenta todo lo mencionado en los párrafos anteriores, procederemos a explicar los puntos a tener en cuenta para el diseño de un establecimiento de engorde a corral.

### **Objetivos**

Diseñar un establecimiento de terminación para ganado bovino respetando las normas y principios de buenas prácticas ganaderas, sumado al valor agregado en la utilización de los efluentes.

### **Metodología del trabajo**

Los puntos a tener en cuenta para la instalación de un Feedlot ambientalmente sustentable:

- Elección de región y sitio
- Evaluación de la vulnerabilidad del sitio
- Diseño del establecimiento
- Uso de efluentes

#### *Elección de región y sitio*

La ubicación de un Feedlot exige un análisis de Pre factibilidad, factibilidad y eventualmente diseño ejecutivo tanto a nivel regional como a nivel local. Aunque, en varios aspectos, ambos niveles se superponen, no todos los elementos a tener en cuenta están contenidos en ambos niveles.

La elección de la zona tiene que contemplar aspectos vinculados con la aptitud ambiental de la región geográfica analizada, con el contexto económico y social para el desarrollo de la actividad, con la biodiversidad y patrimonio cultural.

A nivel local el análisis permite contemplar las características del predio en particular que, tal vez, aunque la región sea potencialmente apta, no sean las adecuadas para llevar a cabo la explotación. Podría ocurrir a la inversa, que el predio tenga características adecuadas, pero encontrarse en una región con características no apropiadas.

Una vez que se considera la región apta, se procede a analizar el sitio en particular para comenzar así con la etapa de diseño y desarrollo. A la inversa, no sería adecuado suponer aptitud regional a partir de condiciones aceptables de un sitio.

Cuando se decide instalar un Feedlot se tienen que **tener presentes varios factores para seleccionar el lugar**. Es necesario tener en cuenta la

**disponibilidad de materias primas** para la alimentación de los animales (granos, subproductos de industria molinera, forrajes fibrosos, etc.) La disponibilidad de animales para la reposición, el acceso a los centros de comercialización y por supuesto la distancia.

El insumo más importante dentro de la empresa feedlotera es la **provisión continua de alimentos** a lo largo de todo el año, hay que tener en cuenta que la mayor limitante en cuanto a los costos se basa en la alimentación (un establecimiento que posea 2.000 novillos en engorde consume unos 15.000 kilos de maíz por día, equivalente a un camión de este grano cada dos días). Hoy día este factor va presentando menos dificultades debido a la expansión de la frontera agrícola y también de la instalación de plantas que procesan cereales y oleaginosas y vuelcan subproductos al mercado (pellet, expeler, afrechillo, gluten etc.). Por lo dicho anteriormente, es conveniente pensar en la instalación de un establecimiento de engorde intensivo en zonas donde se disponga de más de un insumo usado dentro de las dietas de alimentación, ya que los traslados de las mismas suelen influir en los costos de la ración en forma significativa dado el alto impacto de los fletes.

Si tomamos en cuenta el ejemplo dado anteriormente del consumo de maíz por ejemplo en un establecimiento de 2000 animales llegaremos muy rápido a la conclusión que siempre es preferible movilizar animales de una región a otra antes que los alimentos. Sin mencionar la sinergia positiva dentro de una propia empresa de transformar los granos en carne y así evitar las largas distancias a los puertos, pero ese será otro tema de discusión.

La cuestión de los elevados **costos** en el traslado de los alimentos ha hecho que en los últimos años muchos establecimientos se hayan instalado en regiones netamente agrícolas, aunque estas por sus características climáticas no sean tan adecuadas como podrían ser las zonas secas, con lluvias estacionales y menores a los 700 mm por año.

En cuanto a la **disponibilidad de animales**, como ya se ha mencionado anteriormente, es un factor importante pero no limitante ya que pueden ser llevados de una zona a otra sin que el costo del traslado vuelva inviable la compra. Si es muy importante conocer la calidad y manejo previo que han tenido los animales que uno compra para el engorde, ya que estos factores nos aseguran procesos productivos eficientes, en el caso de comprar animales de calidad deficiente, el precio (oportunidad) debe ser muy conveniente.

**El transporte** es vital para el traslado de los animales hacia y desde el Feedlot, como así también las materias primas para alimentación. Por eso es fundamental la cercanía a rutas y los accesos para los camiones (estar sobre una ruta asfaltada, o un camino mejorado es un aspecto fundamental).

La proximidad de los **frigoríficos** también es un factor importante y a tener en cuenta ya que se eliminan costos dados por el transporte de animales terminados (gordos). Esto facilita mucho las operaciones de los compradores, sobre todo cuando los negocios se realizan a retirar los animales del campo por cuenta del comprador (modalidad muy utilizada).

No se debe olvidar también la **provisión de energía**, tanto el combustible para la maquinaria utilizada para alimentación y limpieza de corrales, como así también la electricidad necesaria para las bombas sumergibles que funcionan de soporte a los molinos de viento en la provisión de agua.

Hasta el momento solamente se han mencionado **factores netamente económicos**, con incidencia en los costos, ahora se verán algunos puntos relacionados con aspectos ambientales.

En un feedlot con piso de tierra, la interacción entre el ambiente y el sistema es alta.

En general, las zonas con mayor aptitud para establecer los engordes son las **zonas templadas semiáridas o sub húmedas, con suelos francos**, de buena compactación y pendiente moderada. Esto no quiere decir que en zonas que no posean estas características no puedan llevarse a cabo explotaciones, es probable que en zonas más húmedas se tenga que invertir más en mantenimiento y limpieza de corrales.

En cuanto a **las temperaturas** se puede decir que las razas británicas que predominan en la región, se ven más afectadas por las altas temperaturas que por las bajas. En la medida que la temperatura ambiente aumenta por encima de los 21°C decrece la eficiencia productiva.

En climas muy calurosos es necesario incorporar **razas** cebuinas y en climas fríos las británicas se adaptan y son más productivas (Ames, 1981)

Como estos establecimientos de engorde y producción de carne son muy intensivos, habría que evitar periodos ociosos, siendo así inviable el vaciamiento de los corrales en los meses estivales. Por lo tanto si se quiere aumentar la eficiencia en la conversión de alimento en carne, en las regiones más cálidas habrá que **instalar media sombras para que los animales encuentren confort**. La temperatura adecuada para el buen desarrollo de los animales es de 20°C, cuanto más cercano a este valor se encuentren los animales, producirán mayor cantidad de kilos en el menor tiempo posible. Siendo este punto clave para la explotación feedlotera.

El barro dentro de los corrales, el viento y la humedad persistente también atentan contra la eficiencia de engorde. Se ha medido hasta un 33% de incremento en los requerimientos energéticos debido a las actividades físicas adicionales en las que se ven involucrados los animales bajo situaciones ambientales marginales, en desmedro del aumento de peso.(Church,1989)

Alta humedad combinada con temperaturas extremas y con precipitaciones frecuentes con acumulación de barro son factores que disminuyen en consumo de alimento por parte de los animales y por consiguiente su ganancia de peso. Sin mencionar las enfermedades respiratorias.

En cuanto al régimen de precipitaciones **propias** de la región donde se instalara un feedlot, se debe tener en cuenta que la topografía puede ayudar. En lugares con precipitaciones abundantes está indicado construir corrales con pendiente, para favorecer el drenaje de los mismos y evitar así la excesiva cantidad de barro. Las **pendientes** no deben superar el 4 o 5% ya que con estas

pendientes la velocidad de escurrimiento se tornaría erosiva. El costo de adecuación de sitios quebrados, con mayores pendientes a las mencionadas puede tornar la explotación antieconómica. La región debe contar con **condiciones edáficas adecuadas** para la **captación de efluentes y la posterior utilización** de los mismos, asimismo la captación y almacenamiento de los efluentes, no es condición suficiente para reducir y minimizar el impacto ambiental. Es conveniente contar con tierras susceptibles de ser regadas con efluentes líquidos. Si las características topográficas no permiten contener los excedentes de nutrientes (contaminantes) debería replantearse la aptitud de la región. (Coleman et al., 1971; NSW Agriculture, 1998).

La instalación de los corrales debere realizarse en regiones que no pongan en riesgo acuíferos subterráneos o recursos hídricos superficiales, sobre todo los que son de utilización directa. Los corrales deben ser instalados en regiones con bajas probabilidades de inundación (1 de cada 100 años).

En las regiones secas, la producción de efluentes líquidos puede llegar a ser la mitad de la producida en regiones húmedas.

El **factor viento** también debe considerado, tanto por dirección como por la intensidad. La dirección de vientos predominantes debe ser tenida en cuenta para evitar la instalación de corrales en sectores donde las emisiones de olores y polvo afecten poblaciones cercanas.

La **calidad y cantidad de agua de bebida** debe ser tenida en cuenta, por ejemplo salinidad excesiva y baja disponibilidad de agua son limitantes irreversibles. Volviendo al ejemplo anterior, un establecimiento con 2.000 novillos necesitara uno 120.000 litros de agua por día aproximadamente. Teniendo en cuenta el espacio reducido en el que se encuentran los animales, este no debe ser un punto menor en el análisis de la factibilidad.

El consumo de agua estimado para animales en confinamiento expresado en litros por día en función de la temperatura es el siguiente:

**Tabla 1: Consumo de agua**

Peso vivo kg	Temperatura en grados centígrados					
	4,5	10	14	21	27	32
180	17	18	20	24	27	38
270	23	25	28	33	38	54
360	28	30	34	40	47	66
450	33	36	41	48	55	78

Fuente= adaptado de Vernet, E. , 1998

La temperatura ambiente cumple un rol destacado en la variación de la ingesta diaria de agua por kg de materia seca consumida por día. Para citar un ejemplo podríamos decir que con 4,5 grados un animal consume alrededor de 3 litros de agua por kg de materia seca, mientras que con temperaturas de 32 grados el consumo puede llegar a 10 litros.

No solamente la cantidad de agua es importante a la hora de analizar el lugar donde instalar un establecimiento, sino también la calidad de la misma. Las características que hacen al agua no apta para consumo, o poco satisfactoria son principalmente la salinidad total, seguida por los niveles de sulfatos y en algunos casos la concentración de arsénico, flúor y nitratos.

Los niveles de sales se expresan en gramos/litro (g/l) en forma general podríamos decir que aguas con niveles superiores a 10 gramos/litro son desaconsejables en su uso.

**Tabla 2 Concentraciones óptimas**

Parámetro	Optimo
Sólidos disueltos totales	Menos de 2.000 mg/l
Sulfatos	Menos de 500 mg/l
Cloruros	Hasta 1.000 mg/l
Dureza	300 mg/l
Na	200 mg/l
K	100 mg/l
Ca	200 mg/l
Mg	Hasta 25 mg/l
Nitratos	Menos de 100 mg/l

mg/l es equivalente a ppm.

Fuente: CREA Suplementación y engorde a corral de vacunos

En la medida que se incrementa la cantidad de animales, aumentan los riesgos de contaminación y degradación ambiental. El diseño de las estructuras permite reducir sustancialmente el riesgo de contaminaciones. Sin embargo el costo de estas contenciones puede tornar inviable el emprendimiento en zonas de alta sensibilidad. Por ello debemos empezar por elegir una región con características topográficas, hidrológicas y demográficas de bajo compromiso ambiental.

Por motivos preventivos lo ideal sería que un Feedlot no se encuentre a menos de 10 km del poblado más cercano para evitar problemas de contaminación de napas freáticas utilizadas para consumo humano y por la emisión de olores indeseables.

Una vez que se ha evaluado la región en general, el siguiente paso es la elección del sitio dentro del propio establecimiento en donde se instalaran los corrales para el engorde de los bovinos.

Si la ubicación de un Feedlot expone al ambiente a la degradación ya sea por erosión, contaminación a través de deyecciones de las napas, depresión de acuíferos que comprometan la provisión de agua de poblados, contaminación por olores y visual, será conveniente replantear primero el sitio y hasta incluso la región.

Los suelos arenosos por ejemplo son más difíciles de compactar sin el agregado de arcilla o cemento, característica que lo haría más impermeable a la

lixiviación de orina y estiércol producida por los animales. De ser posible conviene siempre elegir suelos finos y posibles de ser compactados de una manera eficaz y estable en el tiempo.

En cuanto a la **profundidad de las napas freáticas**, es conveniente elegir sitios donde estas se encuentren a profundidades mayores al metro, ya q con napas más superficiales, el riesgo de contaminación es elevado.

Por último la **densidad de población** en una región puede convertirse en una restricción insalvable para la instalación de un Feedlot.

En cuanto a las poblaciones cercanas, podrí decirse que el crecimiento demográfico y la densidad de una población pueden transformarse en una restricción insalvable para la instalación de un establecimiento. Para la opinión de la población los Feedlot son **contaminantes visuales del paisaje**, por lo que es recomendable planificar la instalación, remodelando el diseño del paisaje circundante, incluyendo la plantación de árboles de cortina. Este aspecto no solo es importante ya que ocultara las instalaciones, sino q también funcionara como una barrera para prevenir olores desagradables que puedan ser motivo de constantes quejas si es que existen poblaciones en la cercanía.

En un Feedlot mediante buenas prácticas y manejo es posible disminuir y/o mitigar los olores, difícilmente puedan eliminarse, por lo tanto la recomendación absoluta es que este se encuentre a no menos de 5 km del poblado más cercano. Sobre este punto existen normativas dentro de cada jurisdicción provincial y/o municipal.

Debe tenerse en cuenta la dirección predominante de los vientos en cada región, así se podrá evitar que los mismos se dirijan a zonas urbanas o peri urbanas. (Watts y Tucker, 1993)

Finalmente en la elección del sitio tendremos en cuenta la aptitud que tenga para poder distribuir todas la instalaciones, ya sean los corrales de engorde, corrales enfermería, instalaciones de trabajo, y de recolección y tratamiento de efluentes. Como así también las **áreas de llegada y salida de camiones** (tanto con materia prima para la alimentación, como con animales de reposición y aquellos que salen terminados a faena) este punto es de vital importancia ya que en un establecimiento en el cual no se haya tenido en cuenta este punto una vez instalado no habrán soluciones posibles y los problemas surgirán a diario ya que el movimiento será permanente.

Como se dijo anteriormente, si el sitio no posee las características adecuadas para poder trasladar, almacenar y disponer los efluentes, lo hará inviable. (Coleman et al., 1971)

Es necesario hacer un relevamiento de la legislación existente en cada provincia y municipio donde se quiera instalar un engorde a corral.

A partir de la sanción de la Ley N° 26331 de Protección de Bosques Nativos a fines del año 2007 fue un avance muy importante en materia ambiental, y un ejemplo de la importancia de la participación de la sociedad civil como herramienta esencial para frenar el avance de la frontera agrícola sobre los bosques nativos. Según datos de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo

Sustentable de la Nación, entre 1998 y 2006 la superficie deforestada fue de 2.295.567 hectáreas. Al año 2014 hay 15 provincias que cuentan con sus mapas de ordenamiento de bosques, ocho que lo han convertido en ley y tres que están a punto de hacerlo. Si bien no todos los ordenamientos conservan el 100% de su superficie de bosques, el uso de estas áreas debe hacerse con planes de manejo previamente autorizados por las autoridades provinciales.

En cuanto a legislación específica sobre engorde a corral, en enero de 2001 el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria mediante la Resolución N° 70 crea el Registro Nacional de Establecimientos Pecuarios de Engorde a Corral (RNEPEC).

Paralelamente, determinadas provincias donde la actividad cobró relevancia fueron, en forma gradual, normando su establecimiento. La legislación de las distintas provincias tiene como característica común la delimitación de las zonas donde puede practicarse la actividad, con un especial énfasis sobre cuestiones ambientales en términos de control de efluentes, uso del suelo y contaminación en general.

Del análisis realizado para los tres estudios de caso sobre las regulaciones jurídicas en los distintos niveles administrativos provinciales y locales se desprende que la producción de carne por el sistema de engorde a corral es regulada en cuanto a sus aspectos ambientales (localización, cantidad de animales y gestión de residuos), en gran medida, como consecuencia del impacto social y ambiental que estos emprendimientos ocasionan en las poblaciones locales.

Es necesario contemplar dentro de la producción feedlotera un conjunto de normas, medidas y protocolos de **Bioseguridad**, que deberán ser aplicados en los procesos productivos del establecimiento.

Cabe destacar el **impacto que producen los Feedlot sobre el medio antrópico**, se entiende por medio antrópico todo lo que afecte a la especie humana, sus modos de vivir y producir. Existen varias clasificaciones de los impactos sobre el medio antrópico, impactos sociales, económicos y culturales. Aunque muchas veces estas categorías estén superpuestas, siendo difícil e innecesario su diferenciación, en otros casos la clasificación permite un análisis más profundo y, principalmente, auxilia en la proposición de medidas que atenúen los impactos negativos y potencialicen los positivos.

- **Impactos sociales:** impacto visual; incomodidad ambiental; impactos sobre la salud; alteración de la dinámica demográfica; alteración de las formas de uso del suelo; translación de personas; calificación de mano de obra.

- **Impactos económicos:** aumento de la demanda por servicios sociales; aumento local de precios de bienes y servicios, sustitución de actividades económicas; disminución de la productividad de los ecosistemas; alteración de las opciones de uso del suelo; aumento de la oferta de empleos; incremento de la actividad económica, inducción del desarrollo regional; aumento de la recaudación tributaria

- **Impactos culturales:** las formas de expresión; los modos de crear hacer y vivir; las creaciones científicas, artísticas y tecnológicas; las obras, objetos,

documentos, edificaciones y demás espacios destinados a las manifestaciones artístico culturales; los conjuntos urbanos y sitios de valor histórico, paisajístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico y científico.

Otro punto importante a tener en cuenta es la **disposición final de animales muertos y sus despojos**. Los animales muertos deben ser depositados en fosas especiales donde se degraden completamente sin producir por percolación profunda alteración del agua sub superficial. Es fundamental la elección de un sitio perfectamente definido y señalado que este desconectado de la napa (esto debería medirse), en un sector preferentemente alto. En esta cava se pondrán los animales muertos en una secuencia de diferentes capas de estiércol (fuente de nitrógeno), rollos viejos, pasto picado, maderas, pallets (encargados de ser la fuente de carbono) y suelo. La secuencia y ancho de las capas es variada de acuerdo a los tamaños de zanja realizados. Esto asegura que los restos de los animales desaparezcan completamente en un período aproximado de 5 a 6 meses.

#### *Evaluación de la vulnerabilidad ambiental del sitio*

Debido a la naturaleza intensiva de estas explotaciones pecuarias, la factibilidad ambiental de un Feedlot debe concentrarse en el estudio de los posibles efectos contaminantes.

Los aspectos importantes a analizar son:

**Profundidad de la napa:** la contaminación de las aguas subterráneas y sub superficiales es el punto más crítico de estas explotaciones. La profundidad mínima tolerable desde la superficie al estrato freático es de 1 metro. (NSW Agricultura, 1998; Sweeten 2000). Este aspecto podría ser insuficiente en el caso de texturas granulométricas gruesas y con poca capacidad de retención hídrica.

**Ubicación topográfica:** es conveniente ubicar el establecimiento en lugares altos con buen drenaje, definido en una dirección. Es importante que las pendientes impidan el anegamiento de los corrales, pero que no sean tan pronunciadas como para causar escorrentía erosiva.

**Proximidad a cuencas hídricas o recursos superficiales:** el escurrimiento superficial o sub superficial puede contaminar cuencas hídricas. Distancias de 1km son consideradas como mínimas. A medida que se incrementa la cantidad de animales encerrados, estas distancias deberían aumentar.

**Pendientes:** son necesarias para conducir el escurrimiento superficial y evitar anegamientos e infiltración. Asimismo, cuando estas superan el 5% producen erosión y luego de lluvias fuertes se hace difícil manejar la escorrentía.

**Probabilidad de anegamiento:** 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. Se sugiere de baja vulnerabilidad aquellos sitios donde el anegamiento es improbable o su probabilidad sea inferior a un evento cada 50 años.

**Tipo de suelo:** debe permitir la compactación, los suelos arenosos no son aconsejables, son preferibles los arcillosos, otorgan más estabilidad al tránsito animal y menos porosidad, evitando así la lixiviación.

**Precipitación anual:** son preferibles las regiones con bajas precipitaciones anuales, regiones con 600 mm anuales resultan mejores a la hora del manejo de los efluentes que aquellas en las que se superan los 1200 mm, a su vez también deben tenerse en cuenta la intensidad promedio de las lluvias.

**Temperaturas:** los climas templados o templados fríos son los ideales por el bienestar y confort animal.

**Proximidad de áreas sensibles:** la distancia a áreas urbanas depende de la sensibilidad social y ambiental. Los olores, la proximidad a cauces hídricos condicionan las distancias. Se sugiere distancias no menores a los 5km para evitar conflictos

**Distancias a rutas:** la presencia de sistemas intensivos, con movimientos de animales y camiones, incrementan los riesgos de accidentes. Por otro lado podríamos mencionar el aspecto de contaminación visual en lugares de alto tránsito, por lo cual sería recomendable la plantación de árboles de cortina, tanto para evitar la apreciación visual de los animales en confinamiento como así también disminuir los olores. Lo ideal sería que los corrales de engorde se encuentren a distancias no menores a los 3 km de rutas.

**Dirección de los vientos:** es importante que la ubicación respecto a los vientos predominantes sea tal que la probabilidad que los olores desagradables alcancen centros urbanos sea baja. (USEPA, 1987)

A la hora del análisis de todos estos factores mencionados anteriormente es muy importante contar con información suficiente de todos los aspectos. Cuanta mayor información podamos recolectar mejor.

Así pues deberíamos contar con datos estadísticos climáticos, registros estacionales y anuales de precipitaciones, magnitud de la mayor lluvia en 50 años, dirección y frecuencia de los vientos, temperaturas mensuales medias, mínimas y máximas.

Información edáfica completa, profundidad de napas, textura del suelo, presencia de perfil petrocálcico, magnitud de las pendientes.

Información geográfica, imágenes satelitales, distancia a cursos hídricos, distancia a centros poblados, proximidad a rutas.

Un punto no mencionado anteriormente pero no por ello menos importante, es interiorizarse de toda la legislación existente a nivel provincial y municipal que pueda referirse a la explotación que se considera llevar adelante. Esto evitará posibles inconvenientes por desconocimiento.

### *Diseño del Establecimiento*

Luego de haber analizado en profundidad la región y el sitio, teniendo en cuenta la totalidad de los factores mencionados anteriormente, se procederá al diseño del establecimiento propiamente dicho.

El primer aspecto a tener en cuenta es la determinación de la escala del establecimiento, ya que de esta dependerá todo el proceso posterior, siempre teniendo en cuenta la posible expansión de las instalaciones, errores en este punto serán muy difíciles de solucionar, si no se ha contemplado la escala y futuras ampliaciones antes de comenzar el diseño y las obras correspondientes.

La disposición de los corrales de engorde dentro de la geografía del terreno constituye el primer paso en el diseño.

No existe un único modo de organizar en forma eficiente las unidades que componen un establecimiento de engorde (corrales, mangas, bretes, planta de elaboración de alimentos, sectores de carga y descarga de animales, oficinas, basculas etc.). Sin embargo, dentro de la flexibilidad con que pueden encararse las diversas actividades, se reducirán mucho los problemas operacionales si se tienen en cuenta ciertas normas básicas. Uno de los factores más importantes a considerar es el de la circulación interna. Si el desplazamiento de ganado, alimento, equipos y personas puede realizarse con comodidad, entonces el diseño es correcto. Cada elemento debe considerarse en forma aislada y dentro del conjunto. Por ejemplo, el diseño puede considerarse adecuado si cada operación que implica movimiento de hacienda (descarga de animales recién llegados, pesajes, curaciones y cargas de animales terminados) esta cuidadosamente planificada y puede realizarse en forma eficiente.

Aspectos a tener en cuenta en la construcción de corrales:

**Tamaño:** Los corrales de establecimientos a cielo abierto, y con suelo de tierra compactada deberían permitir un espacio mínimo de 15 a 20 metros cuadrados por animal, menos sería un inconveniente ya que el confinamiento incomodaría a los animales. Superficies mayores llevarían a pérdidas de energía por parte de los animales debido al mayor movimiento de los mismos.

**Disposición y distribución:** la distribución debe asegurar un movimiento fácil del ganado desde y hacia los corrales, óptimas condiciones de drenaje y una eficiente distribución del alimento mediante el uso de la maquinaria apropiada.

En las explotaciones profesionales y adecuadamente diseñadas es conveniente que haya callejones para la circulación del ganado situados detrás de los corrales, a fin de mantener el movimiento de los animales separados por completo del de la maquinaria de racionamiento. Estas calles deben tener el ancho suficiente para que dos tractores puedan pasar al mismo tiempo, así lograremos más eficiencia y velocidad en la entrega del alimento en los comederos.

Lo ideal son corrales de 60 metros de frente por 50 metros de fondo, con una capacidad para 200/250 animales. Los 60 metros de frente permiten ubicar los comederos contando con 30 cm de espacio de comedero por animal para un número de 200 novillos.

**Piso y Pendiente:** es conveniente que el piso sea lo mas compactado posible y con pendiente de entre el 2% y 4% en el sentido opuesto a la ubicación del comedero. El piso del corral se construye generalmente de tierra bien compactada para reducir la permeabilidad al mínimo, idealmente a infiltración cero. En casos con limitaciones severas por suelos muy sueltos de tipo arenoso, rocoso o con alto contenido de arcillas inestables, sería conveniente remover los primeros 15 cm y aportar suelo franco para luego ser compactado.

**Comederos:** el espacio de frente de comedero destinado por animal es el primer condicionante de consumo y por lo tanto de producción. Se considera que entre 30 y 50 cm de frente por animal son suficientes. (NSW Agriculture 1998)

No es necesario contar con espacio para el 100% de los animales en forma simultánea ya que no todos intentaran comer al mismo tiempo. Los comederos se deben ubicar fuera de los corrales para evitar que los animales ensucien con excretas dentro de los mismos.

Los comederos deberán coincidir con el sector más alto o por lo menos una zona donde no se corra el riesgo de acumulación de agua y formación de barro. El comedero debe permitir un fácil acceso del animal a la comida y la recolección del mismo sin esfuerzo, por eso que el fondo del comedero sea lo más liso posible, con bordes redondeados. Es conveniente construir un escalón de 15 cm y 30 cm de ancho en el interior del corral y contra el comedero, el cual desalentara a los animales a pararse en forma paralela a los comederos evitando que otros puedan acceder a la comida, como también defecar dentro de los mismos.

**Bebedores:** El libre acceso al agua limpia y fresca es fundamental para sostener adecuados niveles de consumo y por lo tanto de conversión de alimento en carne. El consumo de agua depende de la categoría de animal, del tipo de dieta suministrada y de la temperatura ambiente. No es conveniente la utilización de bebederos muy grandes y muy profundos ya que el agua que permanece más tiempo se encontrara sucia y menos fresca. Lo ideal son bebederos de poco volumen y alto caudal de recuperación, lo que nos asegurara que el agua de bebida se encuentre siempre limpia y fresca.

El diseño de la provisión de agua debe tener capacidad de ofrecer 70 litros por animal y por día en verano y la mitad de ese volumen en invierno. El bebedero debería localizarse en la mitad del corral más alejada del comedero, al menos 10 metros del mismo, este alejamiento del comedero favorece que los animales no lleguen a beber con mucho alimento en la boca, ensuciando así el bebedero.

**Molino y Tanque de agua:** el molino será utilizado como extractor del agua y el tanque como reservorio para el posterior consumo de los animales. El ideal sería un tanque de 350.000 Litros además de una bomba sumergible como apoyo del molino en el caso que no hubiera viento por un periodo prolongado.

**Sombra:** la sombra provee alivio térmico y enfriamiento cuando las temperaturas superan los 30 grados y la humedad es elevada. Las temperaturas elevadas resultan en menores consumos de alimento y por lo tanto menores conversiones. Los animales con mayor grado de terminación generalmente sufren más el stress térmico. El stress térmico determina un aumento en la frecuencia

respiratoria, produce jadeo en incluso puede llevar a un animal a la muerte. Lo más habitual es el uso de media sombra, estas deberían tener una altura no menor de cuatro metros para permitir un buen flujo de aire y proveer una superficie de 2 a 4 m<sup>2</sup> por animal. (Church, 1989; NSW agricultura, 1998)

Protecciones: forestaciones o cercos próximos a los corrales proveen barreras al viento, reduciendo su incidencia en climas fríos, como así también cumpliendo la función de barrera contra la emisión de olores y contaminación visual.

**Instalaciones para carga y descarga de animales:** estas deben ubicarse en un punto central, de modo que se pueda mantener un flujo regular de camiones hacia adentro y hacia afuera. Un buen diseño debe permitir que se estén cargando animales listos para faena y que al mismo tiempo puedan ser descargados animales que llegan al establecimiento. Es conveniente contar con pequeños bretes y corrales de despacho cerca del embarcadero de carga.

**Instalaciones para el manejo del ganado:** los corrales deben asegurar el fácil traslado de animales hacia la manga y bretes de trabajo. Hay que proyectar las instalaciones de trabajo para el mayor confort de los animales y de los operarios. Se deben evitar lugares de choque y ángulos cerrados. Es importante impedir la acumulación de barro en los corrales y en el centro de manejo. Se debe disponer de sombra y agua de bebida. Estas instalaciones pueden ser lineales o curvas y de madera o de caño galvanizado. Deben estar constituidas como mínimo por mangas completas (corrales para aparte, toril o huevo, manga propiamente dicha, casilla de operar con cepo etc.).

**Corrales enfermería:** son corrales que deben tener fácil y rápido acceso desde los corrales de engorde pero que a su vez deben estar aislados de los mismos, para evitar contagio de los animales sanos. No obstante estos corrales deberán estar próximos a las instalaciones generales a los efectos del control y ejecución de tratamientos y/o maniobras sanitarias indicadas por el profesional veterinario. En estos corrales se proporcionara el tratamiento necesario a los animales enfermos durante el periodo que el profesional lo crea necesario.

**Corrales auxiliares:** utilizados para el alojamiento de los caballos necesarios para las tareas diarias de recorrida y armado de tropas y demás tareas.

Estructuras de captura y manejo de efluentes: el manejo de efluentes líquidos y estiércol requiere del diseño de estructuras de captura, recolección y procesamiento de excretas. La información sobre la escala del establecimiento, y sobre las características topográficas y climáticas del sitio constituyen la base del diseño.

**Silos de almacenaje:** serán utilizados para el almacenaje de los diferentes ingredientes que conformen las dietas, tales como maíz, sorgo, expeller o afrechillo.

**Balanza:** será utilizada para el control de peso al ingreso y salida del establecimiento de los animales y de los insumos utilizados para la alimentación.

### *Uso de Efluentes*

Los efluentes líquidos son generados a partir de las deyecciones y el agua de lluvia, de manera similar, los volúmenes generados de estiércol deben ser calculados y luego planificado su manejo.

### **Manejo de efluentes líquidos y sólidos**

El área de escurrimiento de efluentes es toda la superficie del establecimiento que recién y captura líquidos, los que deben ser conducidos y tratados para evitar la contaminación.

El sistema de drenaje tiene que ser diseñado para evitar el ingreso de escurrimiento superficial al área que ocupa el Feedlot, crear un área de escurrimiento controlado, coleccionar el escurrimiento del Feedlot y trasladarlo a las lagunas de decantación y a los sistemas de evaporación.

Existen dos tipos de zanja de drenaje, las que se encuentran dentro de los corrales y las que se encuentran fuera de los mismos, formando una red colectora de todos los efluentes para su direccionamiento a una laguna de decantación.

### *Sistemas de sedimentación*

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. La función de los mismos es reducir la velocidad del agua y evitar el rebalse de las lagunas posteriores. Lo ideal es contar con varias lagunas de este tipo para poder limpiar algunas mientras se utilizan las demás. El tamaño de dichas lagunas debería ser planificado en base a una tormenta de gran intensidad en 24 cada 25 años.

Los distintos tipos de sistemas de sedimentación se clasifican en lagunas de decantación, depresiones y terrazas, dependiendo de la profundidad y del tiempo de retención de líquidos.

Las lagunas tienen profundidades de 2 metros aproximadamente y no siempre descargan después de una lluvia. Es conveniente que sean más de dos colocadas una al lado de la otra, así el rebalse de la primera contendrá mucho menos sólidos.

Las depresiones y las terrazas son menos profundas (1 metro aprox.) y por la menor capacidad rebalsan y descargan en el sistema de evaporación o en la laguna de almacenamiento.

El sistema de sedimentación debe desacelerar la velocidad del agua para lograr una sedimentación de al menos un 50% de los sólidos, el piso debe ser muy firme para poder trabajar con la maquinaria necesaria para la limpieza y para evitar la infiltración que contaminaría la napa.

Las lagunas deben ser limpiadas con cierta frecuencia para evitar la fermentación de los sólidos, y así evitar olores desagradables.

Hoy día existen alternativas a estas lagunas, que son canales con pendientes menores al 1% los cuales cumplen función de sedimentadores.

### *Sistemas de almacenamiento y evaporación*

Los efluentes líquidos fluyen desde la laguna de decantación, hacia los sistemas de evaporación y finalmente hacia las lagunas de almacenamiento.

En estas lagunas se cumplen diferentes funciones:

- Captura de escorrentía, minimizando contaminación de napas y cursos hídricos
- Almacenamiento de agua para su posterior uso (riego/limpieza)
- Tratamiento del agua recogida antes de su uso
- Recolección del agua efluente para continuar con su evaporación

Las lagunas de almacenamiento deben tener la capacidad de almacenar líquidos por periodos prolongados, un año mínimamente. Este índice surge de analizar el agua que ingresa por escorrentía menos las salidas por riego y evaporación en un año del percentil 90% más húmedo. Es importante que no existan rebalses.

Es de vital importancia la compactación del fondo para evitar infiltración, lo ideal sería que tuvieran fondo de cemento. Tienen que tener fácil acceso para la periódica limpieza del material sedimentado, estos sólidos son una mezcla de estiércol y de suelo. En un 70 % material biodegradable y un 30% material correspondiente al suelo.

La extracción del sedimento puede realizarse inmediatamente de retirado el sobrenadante o esperar un desecado mayor y mover menos agua. Si se cuenta con bombas de succión habrá que realizar el trabajo con mayor humedad, en cambio si se cuenta con palas barredoras, el trabajo será más eficiente con menos humedad.

El material semisólido colectado puede utilizarse para fertilización de potreros de la misma forma que se utiliza el estiércol recolectado en corrales. De ser utilizado para abono se tendrá que realizar en un periodo corto de tiempo para evitar la contaminación con patógenos.

Estas lagunas se clasifican:

- Lagunas de retención o aeróbicas: utilizadas para retener en forma temporaria el líquido efluente hasta su aplicación en riego.
- Lagunas anaeróbicas o facultativas: acumulan el efluente por tiempo prolongado y permiten el tratamiento del mismo antes de su uso

En estas lagunas continúan los procesos de degradación de la materia orgánica pero a un ritmo inferior a las lagunas de sedimentación. La incorporación de aireadores permite la degradación aeróbica y reduce la emisión de olores. La tendencia actual es construir mayor número de lagunas de menor profundidad para maximizar la decantación de soluto, la degradación aeróbica de la materia orgánica y la evaporación del agua.

El cálculo del tamaño de las estructuras (canales y lagunas) dependerá de la superficie de captura de las precipitaciones, de las lluvias anuales totales, de su intensidad, de la capacidad de evaporación natural y de la frecuencia en la

utilización de líquidos colectados. En climas secos, donde las precipitaciones anuales son menores a 500mm y los eventos no superan los 100 mm las lagunas rara vez superan el 20 % de la superficie del Feedlot. En ambientes más húmedos y con posibilidades de eventos de relevancia estas superan el 30% de la superficie.

### *Manejo del estiércol*

Durante su estadía en las instalaciones de un Feedlot, un animal consume alrededor de una tonelada de alimento, una parte se convierte en tejido corporal, y la otra en estiércol húmedo. Dependiendo de la digestibilidad de la dieta, un Feedlot de 5000 cabezas puede producir entre 6000 y 9000 toneladas de estiércol anualmente. (Ejemplo: un novillo de 400 kilos produce unos 25 kg de excrementos húmedos por día, con una variación del 25% dependiendo del clima, consumo de agua y el tipo)

La reducción en la producción de heces es el primer factor para disminuir la polución, dietas con más componente de concentrados, tienen mayor digestibilidad y generan menos emisiones.

El primer paso en cuanto al manejo y utilización del estiércol, sería hacer una buena estimación de la producción.

Estimación de la producción anual de estiércol:

$$PAE: PVx (PDHxMSH+ PDOxMSO) x MSExERExEUFxANxD$$

*PAE: producción anual de estiércol*

*PV: peso vivo de los animales*

*PDH: producción diaria de heces Kg/día*

*MSH: materia seca de las heces %*

*PDO: producción diaria de orina Kg/día*

*MSO: materia seca de la orina %*

*MSE: contenido de materia seca al momento de la recolección %*

*ERE: eficiencia en la recolección %*

*EUF: utilización anual de esa capacidad potencial %*

*AN: capacidad del Feedlot (animales)*

*D: días de engorde*

Ejemplo:

PDH: 3,4% pv a 3,8%

PDO: 1,2 % pv a 1,8%

MSH: 20 a 30%

MSO: 3 a 4 %

ERE: 70%

EUF: 80%

AN: 1000

D: 320

PV: 350

Con todas estas relaciones presentadas anteriormente podemos estimar que un Feedlot con capacidad para mil animales, con una ocupación promedio del 80% y un periodo de 320 días de engorde con animales de 350 kg promedio, producirá 852,5 TND de MS de estiércol por año.

En Feedlot comunes, a cielo abierto y sin intenciones de utilizar estos desperdicios como parte de la cadena productiva, las excretas se remueven una vez al año. Desde que se producen hasta que son recolectadas, se produce una evaporación significativa del material fecal, alcanzándose un 80% de MS, sobre todo en los Feedlot de climas secos. Se remueve aproximadamente una tonelada por animal por año, estimación muy grosera ya que sobre este valor influye tipo de animal, clima, dieta y frecuencia de limpieza. Con el desecado y el pisoteo, el material pierde volumen, se concentra y densifica incrementando su peso específico (Amosson et. al, 1999). Cuanto mayor es el periodo de permanencia de los excrementos en los corrales, mayores son las pérdidas de elementos móviles como el nitrógeno y el potasio perdiendo así gran parte del valor como fertilizante (Elliot et al., 1972). La permanencia no solo es perjudicial por la pérdida de valor como fertilizante sino que también aumentan los riesgos de contaminación ambiental ya que la mayor parte del nitrógeno y del potasio se encuentran en la fracción líquida del estiércol, evaporándose e infiltrando hacia las napas.

La remoción frecuente del estiércol exige el apilado fuera de los corrales, para ello se debe seleccionar un lugar de baja permeabilidad, elevado y con buen drenaje. El estiércol debe ser distribuido en capas para lograr una mayor evaporación. En las pilas de estiércol, es necesario mantener la aerobiosis y el menor nivel de humedad posible. El apilado excesivo con elevada humedad puede generar putrefacción. Para optimizar la acción microbiana es recomendable intercalar material fibroso (heno) entre las capas de estiércol, de esta manera se mejora la relación carbono/nitrógeno de la mezcla. Este material debe mantenerse al menos un año antes de ser incorporado como fertilizante.

### **Efectos sobre el suelo y agua**

En el suelo el mayor impacto es la salinización, que puede producirse en los primeros 30cm por exceso de materia orgánica acumulada. Si no se realiza una correcta limpieza las excretas depositadas pueden provocar aumentos significativos del contenido de nitrógeno y fósforo. En la Argentina se registran valores de 40 a 97 ppm de nitratos y nitritos (N-NO<sub>3</sub>) y de hasta 1600 ppm uso. Otros trabajos muestran que a 60 cm de profundidad los niveles son de 60 ppm y 900ppm respectivamente. Si los nitratos llegan por lixiviación a la napa freática o a cursos de agua la contaminación sería muy elevada.

### **Utilización de los residuos**

Se puede considerar que una tonelada de estiércol al 50% de humedad contiene aproximadamente 10 Kg. de fósforo, 11 Kg. de nitrógeno disponible para las plantas (50% del N total) y 27 Kg. de potasio.

El uso del estiércol y de los efluentes como fertilizantes orgánicos puede ser directo, sin tratamiento, o como material previamente tratado (líquido) o compostado (sólidos). El uso directo del estiércol simplifica el manejo y abarata los costos pero conlleva riesgos de diseminar patógenos. El compostaje no solo actúa como un pasteurizador del estiércol, sino que imita la descomposición de la materia orgánica en el suelo, convirtiéndola en humus.

Para ajustar las dosis a los cultivos es importante realizar análisis periódicos.

Como regla general se sugiere disponer de 1 ha a fertilizar cada 20 a 25 animales en Feedlot, en sistemas de secano y de 10 a 15 animales en sistemas más intensivos bajo riego (Satter et al., 1998) se recomienda la utilización de estos fertilizantes en cultivos de cosecha para que la tasa de extracción sea mayor y no se genere contaminación. Niveles superiores a 100 ton por ha han deprimido los rendimientos, provocando salinización, daño a la producción y contaminación por lixiviación (Stewart y Meek, 1997). Los nutrientes estarán disponibles para los cultivos cuando la materia orgánica aplicada al suelo sea degradada y los nutrientes sean liberados en forma soluble. Este proceso no es instantáneo, solamente la mitad del N aplicado estará disponible el primer año, el resto se va liberando en los sucesivos años por la acción microbiana. El abono orgánico también aporta cantidades importantes de P, es un elemento menos móvil que el N (nitrógeno) pero cuando las cantidades aportadas superan la capacidad de absorción del suelo puede incrementar su tasa de migración. Para que no existan riesgos de sobrecarga de P (fósforo) sería conveniente fertilizar de acuerdo a la demanda de P del cultivo y complementar el déficit de N aportando urea. El monitoreo de macro nutrientes como S (azufre), Mg (magnesio), K (potasio) es necesario para evitar excedentes perjudiciales.

**Tabla 3: Contenido de nutrientes en excreta de feedlot (base seca)**

Cuadro 4.2. Contenido de nutrientes en excreta de feedlot (base seca)<sup>1</sup>

Nutriente	Promedio	Rango
Materia seca, %	70,50	50 a 90
Nitrógeno, %	2,19	1 a 3
Fósforo, %	0,83	0,4 a 1,3
Potasio, %	2,51	1,5 a 4
Magnesio, %	0,98	0,5 a 1,3
Azufre, %	0,49	0,2 a 0,7
Carbono orgánico, %	12,00	5 a 16
Sodio, %	0,69	0,3 a 1,3
Cloro, %	1,50	0,7 a 2,3
Zinc, ppm	154	80 a 283
pH	6,63	5,5 a 8,6

<sup>1</sup> Información de 50 muestras analizadas de feedlots del sur de Queensland, Australia (Evan Powell, NSW Agriculture, 1998).

### **Riego con efluentes líquidos**

El diseño de la superficie a regar debe tenerse en cuenta la cantidad de agua a dispersar, calculo que debería hacerse teniendo en cuenta el volumen a coleccionar en un año correspondiente al 90% más húmedo conocido en los últimos 50 años del sitio. En algunos casos es necesario diluir el efluente con agua para bajar la carga de sales y nutrientes

Es conveniente disponer de un relevamiento topográfico del área a regar. Entre las condiciones deseables del suelo a regar se incluirán:

- Capacidad de carga hidráulica del suelo
- Permeabilidad en la superficie
- Baja salinidad en el perfil
- Bajo nivel de sodio
- Bajo nivel de nitratos
- Alta capacidad de adsorción de P
- Napa profunda
- Ausencia de horizontes petrocálcico antes del metro de profundidad.

Aquí nuevamente es necesario el monitoreo permanente para detectar acumulación de algunos nutrientes que puedan resultar contaminantes.

### **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. El Cuadro 4.1 muestra resultados medios de análisis de efluentes generados durante una lluvia sobre áreas de Feedlot.

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 (NSW Agriculture, 1998; Marek et al., 1994).

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 (Powers et al., 1973). Si se utilizara el primer criterio, se podría exceder la carga hídrica tolerable y se promovería la lixiviación y la escorrentía. 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 déficit hídricos con agua proveniente de efluentes de Feedlot (Marek et al., 1994, 1995; Sweeten, 1976).

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 1000 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.

### **Programa de uso y monitoreo**

El manejo del efluente líquido debería plantear un programa de uso. Se listan a continuación aspectos a tener en cuenta en el diseño del programa y a monitorear previo y posterior a las aplicaciones.

Sería conveniente la opinión técnica de un especialista en riego y fertilización para ajustar el programa.

Antes de aplicar:

- Determinar el contenido de N, P, K y sales totales del efluente.
- Determinar las características de textura del suelo y su capacidad de retención hídrica.
- Relevar el régimen hídrico del sitio a regar.
- Describir el balance hidrológico probable.
- Seleccionar cultivos a utilizar y justificar su inclusión en función de su potencial para capturar nutrientes en biomasa vegetal.
- Determinar el nivel de aplicación de efluente máxima anual posible de acuerdo con la capacidad de captura de nutrientes en suelo y vegetación y los límites impuestos por el contenido de sales.
- Asignación de superficies. Con la información precedente calcular la superficie a regar.
- Seleccionar la superficie de acuerdo con pautas recomendadas con respecto a:
  - a) Textura de suelos,
  - b) Pendientes,
  - c) Distancias a centros poblados,
  - d) Distancia a acuíferos superficiales y pozos de agua,
  - e) Profundidad mínima de la freática,

- f) Capacidad de evapotranspiración y captura de nutrientes por los cultivos,
- g) Precipitación en la estación de crecimiento
  - Confeccionar un plano con la ubicación topográfica de la superficie a regar. Incluir la información citada arriba.
  - Describir la tecnología de los cultivos a desarrollar y los momentos convenientes de aplicación de los efluentes líquidos.
  - Definir el sistema de cosecha y destino del forraje a producir.

Luego de aplicaciones recurrentes,

- Determinar periódicamente (anualmente) el contenido de N, P, K, sales totales, y el pH en el perfil de suelo a los 0 a 20, 20 a 60 y 60 a 1m de profundidad. El análisis de la evolución de los contenidos de nutrientes y sales permitirá hacer correcciones en la dosificación y momento de aplicación para prevenir lixiviación de contaminantes y salinización del suelo.
- Determinar contenido de nutrientes en pozos de agua y acuíferos superficiales.
- Determinar el perfil nutricional (macro y micro-minerales relevantes: N, P, S, K, Ca, Mg, Bo, Mo, Se, Zn, Mn, Al y Cd) de los forrajes producidos en el lote y contenidos en el suelo. Estos análisis permitirán identificar los desbalances nutricionales debidos a carencias o efectos competitivos entre elementos que resulten en carencias o acumulaciones toxicas para las plantas como para los animales que consuman los forrajes generados

### **Diseño del proyecto Feedlot modelo.**

Teniendo en cuenta todos los puntos analizados con anterioridad se procede a desarrollar el diseño de un establecimiento de engorde con capacidad para 5.000 novillos en encierre instantáneo.

#### *Instalaciones*

- La superficie total para alojamiento de los animales en engorde (los corrales) del feedlot será de 48.000 m<sup>2</sup> dando una superficie por animal encerrado de 9,6 m<sup>2</sup>. En corrales de piso de tierra la superficie es de 10-15 m<sup>2</sup> por animal.
- 32 corrales de 60 metros de frente con 57 m. de comedero, por 25 m. de profundidad, los bebederos son compartidos con 4 m. de frente hacia cada corral y una profundidad no mayor a los 0,30 m.
- Los comederos se realizaran con molde fijo y tendrán una profundidad de 0,50 m. lado corral un ancho interno de 0,50 m y una altura externa de 0,70 m. lado calle.
- Habrá un peldaño de 10 x 15 cm. En el borde del comedero con el corral para evitar que los animales defequen dentro del comedero.

- Por encima del comedero habrá una eslinga de acero con altura regulable y un caño fijo de 2” de 1,30 m de largo Aproximadamente.
- Los laterales como el fondo de los corrales se recomienda realizarlos en caño con tres tiras a 0,50 m. Del piso el primero, 0,85 m. el segundo y 1,30 m. el último. Esto se puede realizar con postes de madera dura y alambre de alta resistencia, construcción mas económica y sin duda de mayor precariedad para la concentración de animales que tendrá cada corral.
- **Todos los pisos de los corrales**, los canales de recolección de efluentes, como las calles de circulación y los corrales de trabajo tendrán piso de Hormigón armado, dimensionado en espesor y resistencia por los ingenieros que presupuesten la obra, la experiencia nos dice que el hormigón no debe ser menor a un H20, con 10 a 12 cm de espesor.
- La superficie aproximada a hormigonera es de 10.000 metros cúbicos para esta etapa de 5.000 cabezas, a los que se sumaran unos 65.000 metros para duplicar la capacidad de encierre simultaneo.
- Todas las calles tendrán 5 metros de ancho, así como todas las tranqueras, se recomienda utilizar caño para las mismas.
- Administración, Comedor personal, vestuarios, deposito de productos veterinarios, etc.
- Balanza de camiones 20 m. 80 TND , se pesa todo lo que entra y todo lo que sale.
- Silos de chapa 2 de 500 Tn. c/u, celdas cubiertas 4 de 15 x 20 m. x 4 m. de altura c/una, silo Bunker de 1.200metros cuadrados por cda modulo de 5.000 cabeza.
- Playa de maniobras y espera tanto para ingreso de hacienda y materias primas del alimento, como para el despacho del ganado gordo a los Frigoríficos consolidada.
- Predio perimetral de alambrado olímpico e interno de 7 hilos convencional formando un callejón de 10 a 15 metros de ancho el que tendrá la forestación que se defina.
- Cámaras de video de control remoto entre 6 a 8.
- Iluminación mínima nocturna e implementar serenos o vigilancia.
- Trampas para control de roedores.

- Implementación de régimen de control de moscas, sea por métodos químicos o biológicos.

**Otros puntos a tener en cuenta:**

- Cantidad, tipo de personal:
  - Personal Fijo:
    - **Encargado General:** supervisión general del establecimiento.
    - **Administrativa:** será una persona encargada de llevar adelante el sistema administrativo/contable de las entradas y salidas de animales e insumos para desarrollar la actividad.
    - **Peones General:** serán 2 las personas de a caballo que recorrerán la hacienda diariamente y realizarán los trabajos en la manga.
    - **Mixeros:** serán 2 las personas encargadas de preparar el alimento, distribuirlo y realizar la lectura de comederos. También serán los responsables del mantenimiento de las herramientas (tractores, mixer, silos, chimangos, etc.).
    - **Limpieza y Mantenimiento:** será un encargado de la limpieza de los corrales y el mantenimiento de las instalaciones.
  - Personal Externo:
    - **Veterinario:** será una persona encargada de realizar el plan sanitario de los animales. También realizará visitas periódicas para monitorear el estatus sanitario del establecimiento.
    - **Estudio Contable:** encargados de llevar la contabilidad impositiva y fiscal del establecimiento.
- Densidad y tipo de especies para las cortinas verdes perimetrales.
- El total de agua a presupuestar por animal encerrado es de 100 litros/día. consumo más limpieza.
- El volumen total de estiércol generado por animal y por día estará entre 7 y 9 kg. de materia seca, la humedad del efluente al no ser removido a diario es de muy difícil cálculo, hay evaporación, lluvias, aguas de limpieza, etc.
- La limpieza de las áreas de trabajo con hacienda y alimentos debe realizarse con agua a presión, todo el predio mantiene las pendientes y

copia los formatos para que a través de suaves badenes se lleve el material a los canales principales.

- Una alternativa a considerar es que la limpieza de esas áreas, como la de la maquinaria se realice en horarios extremos (primeras horas de la noche).
- Las pendientes de los corrales estarán en el orden del 1,50 %, de frente a fondo.
- La pendiente de los canales recolectores no será mayor al 1 %.( 0,60)
- El peso de la maquinaria en las calles de los corrales no excederá las 18 TND. Y la velocidad no tendría que ser mayor a 30 km/hora.
- La toma de potencia eléctrica diurna no tendría que exceder los 120 Kva.
- La excreta total de sólidos base seca para 5000 cabezas tendría que estar en los 30.000 kilos/día, esto tendría que contener in situ unos 70 a 90.000 litros de agua intrínseca.
- La pileta recolectora final y el pozo de bombeo de estiércol será de 60 x 5 metros, con una profundidad que va de 1 m. en las puntas y baja al centro a 2,50 m. de profundidad desde donde chupa la bomba que lleva el fluido a los biodigestores, esto nos da un reservorio de unos 525 metros cúbicos, el rebalse por lluvia conducirá a una laguna cuyo tamaño será el que se defina según el evento que se quiera cubrir, en intensidad como en frecuencia y está muy relacionado a las exigencias que plantee el futuro
- Estudio de impacto ambiental.

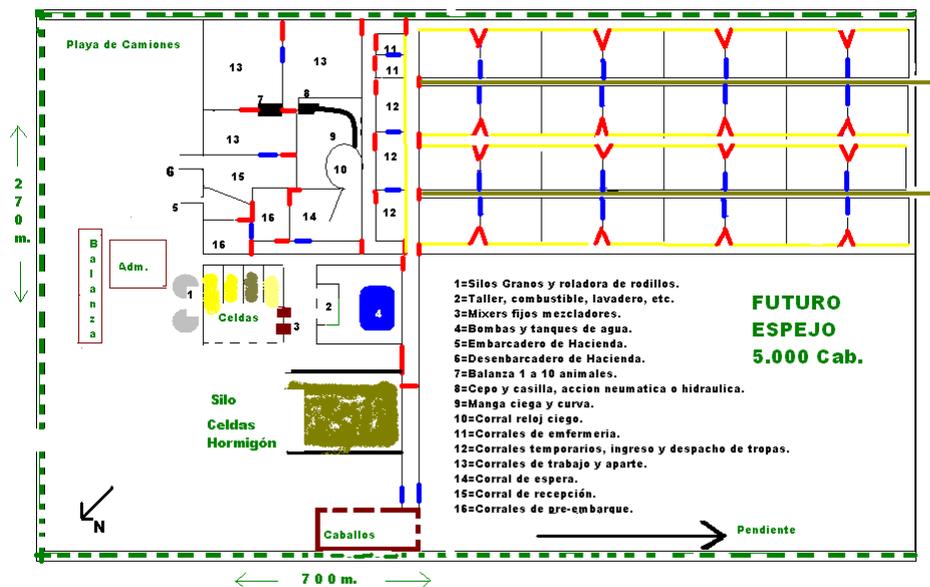
Comparativo corral piso material vs. piso de tierra

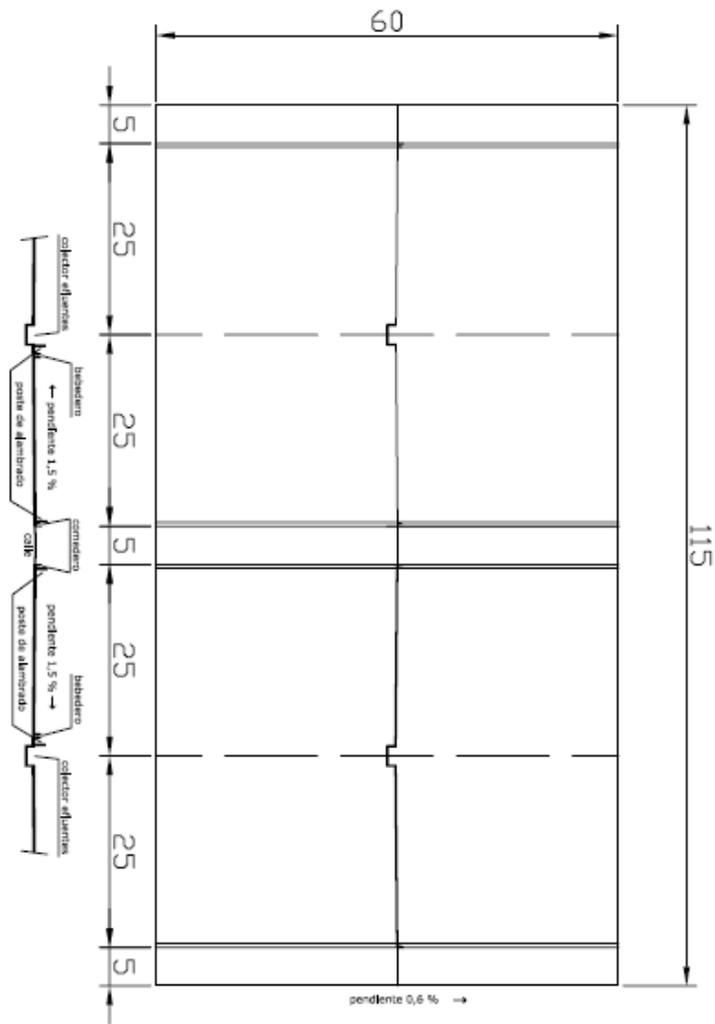
Tabla 4: Comparativo corral piso material vs. piso de tierra

VARIABLES	PISO	
	MATERIAL	TIERRA
COSTO INVERSION	ALTO	BAJO
SUPERFICIE POR ANIMAL	BAJA	ALTA
CONTAMINACION DE NAPA	NULA	MEDIA
CONFORT ANIMAL	MAYOR	MENOR
SANIDAD	MAYOR	MENOR
CONVERSION ALIMENTO-CARNE	MENOR	MAYOR
TIEMPO ENGORDE	MENOR	MAYOR

Croquis y Planos

Gráfico 2: Croquis del engorde a corral



**Gráfico 3: Plano de un corral de engorde**


*Análisis Económico***Tabla 5: Análisis económico**

<b>INVERSIONES: mejoras y maquinarias</b>		
<b>CANTIDAD DE ANIMALES</b>		<b>5.000</b>
<b>CORRALES</b>	Alambrados	\$ 12.000
	Comederos	\$ 24.250
	Bebederos	\$ 10.000
	Hormigon	\$ 110.000
	Costo por corral	\$ 156.250
	Corrales	32
	<b>TOTAL CORRALES</b>	<b>\$ 5.000.000</b>
<b>SILOS</b>		<b>\$ 800.000</b>
<b>BALANZA</b>		<b>\$ 200.000</b>
<b>MAQUINARIA</b>		<b>\$ 1.500.000</b>
<b>INSTALACIONES</b>		<b>\$ 250.000</b>
<b>TOTAL INVERSION</b>		<b>\$ 7.750.000</b>

**Tabla 6: Datos de producción**

<b>DATOS DE PRODUCCION</b>		
Peso Entrada	250	Kg/Cabeza
Peso de Salida	350	Kg/Cabeza
Mortandad	0,50%	%
Produccion	100	Kg/Cab./Ciclo
Aumento Diario	1	Kg/Cab./Dia
Dias de Engorde	100	Dias/Ciclo
Conversion MS	7	Kg MS/Kg carne
Consumo MS Racion	700	Kg MS/Cabeza

**Tabla 7: Precios Mercado**

<b>PRECIOS MERCADO</b>	
Precio Kg Entrada	\$ 17,00
Precio Kg Salida	\$ 16,50

Fuente: elaboración propia con datos de proveedores de la zona actualizados al mes de Noviembre del 2014

**Tabla 8: Estimación rentabilidad**

Estimacion Rentabilidad		AÑO 1			AÑO 2			AÑO 3			Total
Concepto	Importe	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	
CORRALES	5.000.000,00	\$ -833.333,33	\$ -833.333,33	\$ -833.333,33	\$ -833.333,33	\$ -833.333,33	\$ -833.333,33				\$ -5.000.000,00
SILOS	800.000,00	\$ -133.333,33	\$ -133.333,33	\$ -133.333,33	\$ -133.333,33	\$ -133.333,33	\$ -133.333,33				\$ -800.000,00
BALANZA	200.000,00	\$ -33.333,33	\$ -33.333,33	\$ -33.333,33	\$ -33.333,33	\$ -33.333,33	\$ -33.333,33				\$ -200.000,00
MAQUINARIA	1.500.000,00	\$ -250.000,00	\$ -250.000,00	\$ -250.000,00	\$ -250.000,00	\$ -250.000,00	\$ -250.000,00				\$ -1.500.000,00
INSTALACIONES	250.000,00	\$ -41.666,67	\$ -41.666,67	\$ -41.666,67	\$ -41.666,67	\$ -41.666,67	\$ -41.666,67				\$ -250.000,00
COSTO ALIMENTO	5.337.500,00	\$ -5.337.500,00	\$ -5.337.500,00	\$ -5.337.500,00	\$ -5.337.500,00	\$ -5.337.500,00	\$ -5.337.500,00	\$ -5.337.500,00	\$ -5.337.500,00	\$ -5.337.500,00	\$ -48.037.500,00
COSTO SANIDAD	228.750,00	\$ -228.750,00	\$ -228.750,00	\$ -228.750,00	\$ -228.750,00	\$ -228.750,00	\$ -228.750,00	\$ -228.750,00	\$ -228.750,00	\$ -228.750,00	\$ -2.058.750,00
COSTO PERSONAL	213.500,00	\$ -213.500,00	\$ -213.500,00	\$ -213.500,00	\$ -213.500,00	\$ -213.500,00	\$ -213.500,00	\$ -213.500,00	\$ -213.500,00	\$ -213.500,00	\$ -1.921.500,00
COSTO TRACTOR Y MIXER	533.750,00	\$ -533.750,00	\$ -533.750,00	\$ -533.750,00	\$ -533.750,00	\$ -533.750,00	\$ -533.750,00	\$ -533.750,00	\$ -533.750,00	\$ -533.750,00	\$ -4.803.750,00
Venta Estimada		\$ 7.625.000,00	\$ 7.625.000,00	\$ 7.625.000,00	\$ 7.625.000,00	\$ 7.625.000,00	\$ 7.625.000,00	\$ 7.625.000,00	\$ 7.625.000,00	\$ 7.625.000,00	\$ 68.625.000,00
<b>Flujo de Fondos</b>		<b>\$ 19.833,33</b>	<b>\$ 1.311.500,00</b>	<b>\$ 1.311.500,00</b>	<b>\$ 1.311.500,00</b>	<b>\$ 4.053.500,00</b>					
<b>Rentabilidad</b>		<b>0,26%</b>	<b>0,26%</b>	<b>0,26%</b>	<b>0,26%</b>	<b>0,26%</b>	<b>0,26%</b>	<b>17,20%</b>	<b>17,20%</b>	<b>17,20%</b>	<b>5,91%</b>

## Conclusiones

Este modelo de diseño de instalaciones puede considerarse muy ambicioso en cuanto a los costos de construcción, pero es totalmente revolucionario en cuanto a su inocuidad para el medio ambiente como así también para la eficiencia en la producción de carne. Dadas las características de dichas instalaciones (pisos 100% de hormigón) hay ciertos puntos mencionados anteriormente, que no son de vital importancia tanto en la elección de la región como del sitio.

Una de las posibilidades de utilización de los residuos (bosta) es la producción de biogás, que resumiendo a grandes rasgos es la obtención de metano (gas) + dióxido de carbono producto de la fermentación bacteriana de los residuos de la producción.



En un principio cuando se inicio este proyecto la idea era utilizar este gas para hacer funcionar las maquinas de leche en polvo, de esta forma se integraría el engorde con el tambo que tenía intenciones de instalar la empresa en el mismo predio rural.

Se podría decir que la importancia que reviste un diseño tan específico y novedoso en el rubro de feedlot radica en que se transforma un sistema lineal en un sistema circular productivo y amigable con el ambiente, ya que lo que en otro caso sería un problema y un desperdicio en este caso se integra como gas, fertilizante y agua de limpieza aportando insumos al sistema de producción.

En cuanto al análisis económico se puede comprobar que cuando analizamos los números y rentabilidades nos encontramos que los primeros seis ciclos (2 años) de producción son necesarios para amortizar la inversión inicial. A partir del 7mo ciclo se empieza a obtener una rentabilidad esperada calculada a los valores de hoy de 17,20% de utilidad neta sobre la inversión.

Cabe destacar como conclusión final que el presente trabajo muestra que quien quiera invertir en un negocio de estas características lo tiene que hacer a largo plazo para poder amortizar las inversiones.

### **Bibliografía**

- AMOSSON SH, SWEETEN JM y WEINHEIMER B. 1999. Manure handling characteristics of high plains feedlots. Special Report. Texas Agricultural Extension Service, Amarillo, TX.
- ANIBAL J. PORDOMINGO. INTA Anguil. La Pampa Argentina 2003.
- BARRA, F. 2006. “Diseño de instalaciones para un Feedlot”, en mem. Feedlot 2006, organizado por Difusion Ganadera.
- BIOLATTO A, GALLI I, MONJE A, VITTONI S. 2011. Ganadería y Compromiso, IPCVA, 37:10-11.
- CAMARA ARGENTINA DE FEEDLOT.  
[http://www.feedlot.com.ar/sitio/?page\\_id=86](http://www.feedlot.com.ar/sitio/?page_id=86)
- COLEMAN, EA, Grub W, Albin, RC, Meenaghan GF, Wells DM. 1971. Cattle Feedlot pollution study. interim report no. 2. WRC-71-2. Water Resources Center, Texas Tech University, Lubbock, TX.
- CREA. 2010. “Suplementacion y engorde a corral de vacunos”.
- ELIOTT, LF, MCCALLA TM, MIELKE LN, TRAVIS TA. 1972. Ammonium, nitrate and total nitrogen in the soil water of feedlot and field soil profiles. *Appl Microbiol* 23:810—813. NADIA FINK, et al; Engordes a corral en Argentina. Edicion especial para el Foro Social de las Americas. 2011.
- ESTRUCPLAN <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/Produccion.asp?IDproduccion=271>
- HOLFFMAN, M – SELF, H. 1970. Shelter and Feedlot Surface effects on performance of yearling steers.
- IRWIN A. DYER – O’MARY, C.C. 1975. “Engorde a Corral”. Editorial Emisferio Sur.
- ISEA. 2012. Feedlot. Bovinos de carnes.
- KVIATKIVSKI, L.J., 2010. Introducción y breve descripción del establecimiento.
- LUIS ENRIQUE SANCHEZ. El Medio Antropico. Departamento de Engenharia de Minas. Escola Politécnica da. Universidad de São Paulo.
- MAREK, TH – HARMAN, WL – SWEETEN, JM, 1995. Infiltration and water quality inferences of high load, single frequency (HLSF) applications of feedlot manure. In: Proceedings, novations and New Horizons in Livestock and Poultry Manure Management, Vol. 1, September 6—7, 1995, Austin, Texas. Texas Agricultural Extension Service and Texas Agricultural Experiment Station, College Station, TX, pp 162—169.
- MAREK, TH – HARMAN, WL – SWEETEN, JM. 1994. Irrigation and runoff water quality implications of high load, single frequency (HLSF) applications of feedlot manure. In: Balancing Animal Production and the Environment, Proceedings, Great Plains Animal Waste Conference on Confined Animal

- Production and Water Quality. GPAC Publication 151. Great Plains Agricultural Council, Denver, CO. pp 199—124.
- NSW AGRICULTURE, 1998. The New South Wales feedlot manual. The Inter-Department Committee on Intensive Animal Industries (Feedlot Section) (2nd ed.): Update 98/I.
  - POWERS, WL – HERPICH, R – LOWERS, WL – HERPICH, R – MURPHY, LS - WHITNEY, DA – MANGES, HL y WALLINGFORD, GW. 1973. Guidelines for land disposal of feedlot lagoon water. C-485. Cooperative Extension Service, Kansas State University, Manhattan, KS.
  - PWC ARGENTINA RESEARCH & KNOWLEDGE CENTER. 2012. Oficina Rosario. Santa Fe.
  - SWEETEN JM. 1976. Dilution of feedlot runoff. MP-1297. Texas Agricultural Extension Service, Texas A&M University, College Station, TX.
  - SMITH S, SHARPLEY AN, STEWART BA, SWEETEN JM y MCDONALD T. 1994. Water quality Balancing Animal Production and the Environment, Proceedings, Great Plains Animal Waste Conference on Confined Animal Production and Water Quality. GPAC Publication 151. Great Plains Agricultural Council, Denver, CO. pp 267—270.
  - VETIFARMA. 2006. “Manual de alimentación y manejo”.
  - WATTS PJ y TUCKER RW. 1993a. The creation and reduction of odour at feedlots. Workshop on Agricultural Odours, Australian Water and Wastewater Association and Clean Air Society of Australia and New Zealand, pp 3.1—3.14.
  - WATTS PJ y TUCKER RW. 1993b. The effect of ration on waste management and odor control in feedlots. In: Recent Advances in Animal Nutrition in Australia, 1993. University of New England, Armidale, NSW, pp 117—129.