

UNIVERSIDAD DE
Belgrano
BUENOS AIRES - ARGENTINA

EFLUENTES EN UNA PRODUCCIÓN INTENSIVA PORCINA:
IMPACTO AMBIENTAL, GENERACIÓN Y POSIBLES TRATAMIENTOS

Nombre: Julian Sancholuz

Tutor: Patricia Laner

Matricula: 154002

Fecha: 2/06/2023

Facultad de ciencias agrarias

Licenciatura en administración y gestión en Agronegocios

Firma:



Agradecimientos

A la Ing. Agr Patricia Laner, tutora de mi tesis, por su ayuda en todo momento, por su predisposición a lo largo de este año, y por su agilidad de respuesta en cada una de las consultas.

A mi familia, por apoyarme, acompañarme, y brindarme su ayuda en todos los aspectos de la vida.

A mis compañeros de carrera, que siempre estuvieron para ayudar, aconsejar o simplemente escuchar.

A los productores porcinos de la zona de 9 de julio, que me brindaron información y detalles acerca del tema en cuestión.

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a mi familia por haber sido de apoyo a lo largo de toda la carrera universitaria, como así también a lo largo de toda mi vida. A mis amigos de la infancia, que me motivaron y ayudaron en todo este proceso. También una mención especial a mis amigos de Universidad, donde encontré amigos para toda la vida, que me ayudaron a crecer tanto como profesional como ser humano.

Resumen

Este trabajo de investigación tendrá como finalidad demostrar que un mal manejo de los efluentes porcinos en la producción no solo genera un deterioro al medio ambiente sino un desaprovechamiento de los recursos. Por lo tanto en esta tesis se mostrarán los beneficios de diferentes variables para la empresa como productivas y económicas demostrando beneficios ambientales para la sociedad.

La investigación estará dividida por temas en donde la primera parte se hará una investigación de la producción porcina en los últimos años. A su vez se repasará la evolución de los efluentes tanto en argentina como en el resto del mundo haciendo hincapié a estudios de caso de granjas que tratan dicho problema. También se analizarán los diferentes métodos y tratamientos de estos efluentes, haciendo una mayor referencia a los biodigestores.

Se hará un estudio económico y financiero de dos establecimientos en la localidad de 9 de julio, se compararán entre si ya que uno de los establecimientos cuenta con un biodigestor para tratar los efluentes siendo importante para el cuidado del medio ambiente y para poder aprovechar los desechos.

Abstract

This research study work has the purpose to show that a mismanagement on the production of pig effluents not only deteriorates the environment, but also wastes resources. Therefore, this thesis will manifest the benefits of the different variables for the company such as productive and economic, evidencing environmental benefits for the society.

This research will be divided in topics. On the first part, research on pig production in the recent years will be done. At the same time, there will be a review on the evolution of pig effluents in Argentina as well as in the rest of the world, emphasizing farm studies which deal with the previously mentioned problems. Different methods and treatments of these effluents will be analyzed, making a major reference to biodigesters. An economic and financial study of two establishments in the location of 9 de Julio will be done. They will be compared, given that one of them has a biodigester to treat effluents, which is important to take care of the environment and take advantage of the waste.

Índice

Agradecimientos	2
Dedicatoria	2
Resumen	3
Abstract	3
Introducción	5
Justificación	6
Objetivos	6
Hipótesis	6
Historia de la producción porcina en Argentina	7
Estructura del sector porcino en Argentina	10
Economía Circular	15
Historia del tratamiento de efluentes en Argentina	17
Primeros establecimientos con sistema de efluentes	17
Tratamientos de efluentes en el mundo	20
Producción intensiva: Biodigestores	31
Que es un biodigestor?	32
Que es el biogás?	33
Matriz F.O.D.A sobre los biodigestores	34
Estudio económico de dos establecimientos	35
Establecimiento 1	35
Establecimiento 2:	41
Análisis Financiero de los establecimientos	47
Conclusión	52
Bibliografía	53

Introducción

Hasta la década del 90 los efluentes generados en producciones porcinas no tenían un factor preocupante en la sociedad, ya que, en ese entonces, era la mayoría a campo. Además, la reducida concentración de animales en los lotes permitía absorber y utilizar estos efluentes como abonos orgánicos sin que constituyeran un problema.

A partir del 2002, la salida de la convertibilidad monetaria le abrió nuevas perspectivas al sector porcino de Argentina. Las condiciones macroeconómicas para la producción mejoraron considerablemente, ya que hubo una mejoría en los precios, lo que llevó a tener una mejora sustancial en la rentabilidad de la actividad porcina. Esto permitió que en los últimos años haya una recuperación de la actividad, manteniendo un crecimiento sostenible.

La producción porcina nacional, frente a este contexto positivo, ha comenzado a tener un giro, donde se observa un aumento de números de productores, y una forma diferente de producir esta carne.

Muchos de los productores porcinos que conocemos hoy, fueron en sus comienzos pequeños y medianos productores con granjas al aire libre, hoy en día, se ven granjas muy diferentes, no solo por la infraestructura y resultados físicos, sino también en idiosincrasia.

Por todo lo expresado anteriormente, se puede afirmar que el sector vivió en los últimos años un proceso de transformación. Pone en manos de los productores un cambio tecnológico muy importante que incluye aprender a manejar y a reutilizar los efluentes que generan este tipo de tecnologías abocadas a la producción, los cuales, sin un tratamiento adecuado, pueden resultar en una potencial fuente de polución, con el consecuente deterioro de la salud del medio ambiente.

En el contexto actual de toma de conciencia acerca de la degradación de los recursos ambientales y de la crisis energética, está la necesidad de repasar la relación entre las actividades productivas, en este caso, porcina con el medio ambiente. Es así como el tratamiento de los desechos del cerdo cubre una mayor importancia debido a la dimensión del problema que representa, no solo por el aumento de los volúmenes producidos, generados por una mayor intensificación de las producciones, sino también por la degradación de los recursos del agua, del suelo y del aire, además de la proliferación de plagas (moscas, roedores, etc.) y la generación de olores indeseables producidos cuando no poseen una correcta disposición. Es por este motivo que el manejo de las excretas es un aspecto fundamental en la sustentabilidad ambiental de los sistemas de producción animal intensivos.

Justificación

Cuando hablamos de la producción porcina en Argentina, cabe destacar que ya hace varios años continúa creciendo constantemente, ya sea en cuanto consumo y producción. Por este motivo, hoy en día, se debe tratar con mayor preocupación el daño que genera en el medio ambiente un manejo ineficiente e inadecuado de los efluentes porcinos.

Este trabajo servirá para concientizar que tener un mal manejo de efluentes porcinos en una granja conlleva un gran impacto ambiental. Por lo tanto, se estudiará cuáles son los posibles tratamientos para dichas granjas confinadas. Estos posibles tratamientos además de lograr que el impacto ambiental se reduzca, generan beneficios económicos a la empresa.

Objetivos

Principales

- Concientizar que un mal manejo de efluentes porcinos conlleva un gran impacto ambiental.
- Demostrar que los efluentes porcinos son recursos que se desaprovechan.
- Comparar económicamente dos establecimientos porcinos, diferenciando el uso de un biodigestor.

Secundarios

- Observar cómo varias granjas intensivas adquirieron un gran sistema de tratamiento de efluentes.
- Ofrecerles a los productores los posibles tratamientos para reducir el impacto ambiental y generar beneficios económicos con estos.

Hipótesis

La contaminación que producen los efluentes porcinos no solo genera un deterioro del medio ambiente, sino también un desaprovechamiento de los recursos.

Historia de la producción porcina en Argentina

Cuando hablamos de la evolución porcina nacional, tenemos que recurrir a los años 40 cuando esta producción comenzó y se desarrolló siendo un complemento de la actividad agrícola, varios productores pequeños, principalmente, dentro de la zona núcleo, necesitaban incrementar sus ingresos, por lo cual, su objetivo era transformar el grano en carne.

En ese entonces el crecimiento de este sector comenzó mediante un tipo de explotación extensiva, a campo, con 8.000.000 de cabezas y logró máximos históricos de exportación de media reses, su destino era Reino Unido.

En los años siguientes, nuestro mercado de carne porcina mostraba inelasticidad, principalmente por la carne vacuna, con bajos precios, sufría calidad y abundancia. La demanda de cerdos en gran parte del país se centró en sus chacinados y fiambres, mientras que la carne fresca sólo se apreció en las grandes ciudades, en cantidades reducidas para consumidores con alto poder adquisitivo.

Luego de la segunda guerra mundial, Argentina dejó de ser gran exportador de carne porcina a Europa, ya que varios de estos países recuperaron su propia producción, por lo cual, toda la productividad fue destinada al consumo interno. En consecuencia, la producción se redujo al nivel de la demanda interna.

Ya en la década del 90, a partir de la convertibilidad y apertura de la economía, los cambios macroeconómicos afectaron a muchas actividades productivas, entre estas, la producción porcina. Esta postura por un lado redujo el ingreso de productores, afectándolos con disminución del stock y un fuerte aumento de las importaciones.

Después de la devaluación de la moneda ocurrida en el 2002, las condiciones económicas para la producción de cerdos mejoraron drásticamente, principalmente por el mejoramiento de los precios internos y por la suba del número de animales. Esto permitió que volvieran aparecer los productores que en la década del 90 habían desaparecido y lograran tener un crecimiento sostenido hasta el día de hoy. Desde el 2002 hasta la actualidad hubo un aumento constante en todos los años, pasando de ser importador a exportador.

Hablando de números, la producción en el año 2002 era de 150.000 madres llegando a las 136.000 toneladas y para el cierre del 2020 casi se triplica las madres, siendo de casi 350.000 madres con un

total de 775.000 toneladas.

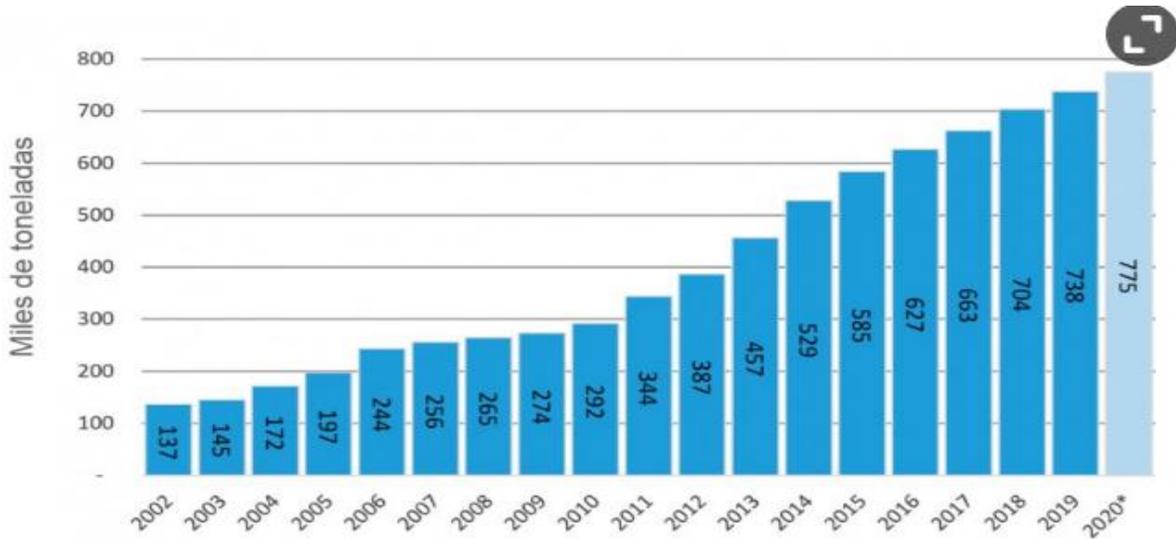


GRÁFICO EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN 2002/2020

Fuente: 3tres3.com Artículos de porcino. 21 de diciembre de 2020. Juan Luis Uccelli

No solo se creció en producción, sino también hubo un resultado económico positivo. Expresados en dólares por kilo vivo entre los 19 años analizados, da un promedio de 17.6%. Solamente 4 años de estos 19, tuvieron una rentabilidad por debajo del promedio, en el 2007 por la suba del maíz, el año 2009 por la gripe A, el año 2016 por una fuerte devaluación y quita retenciones del maíz y finalmente en el año 2018 por la fuerte sequía.

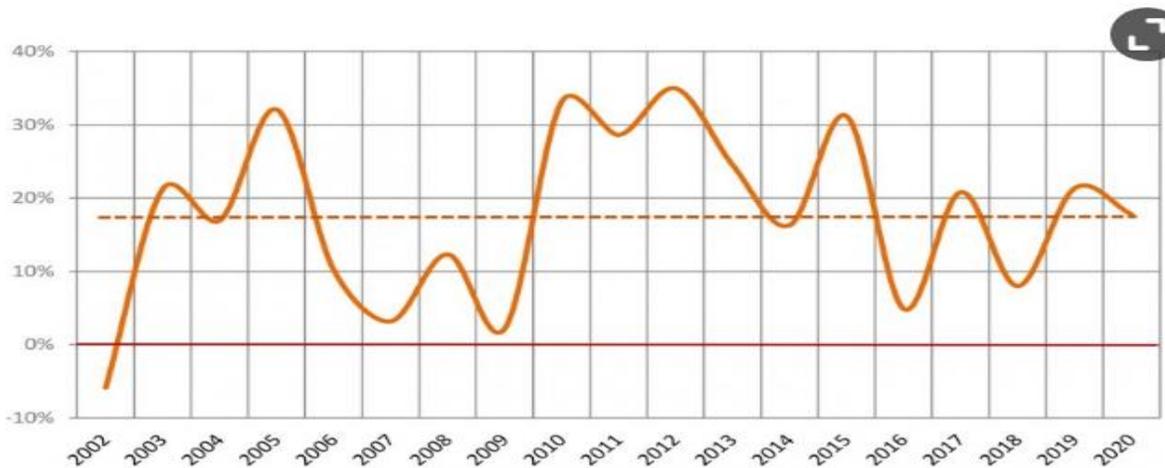


GRÁFICO MARGEN BRUTO 2002/2020

Fuente: 3tres3.com Artículos de porcino. 21 de diciembre de 2020. Juan Luis Uccelli

En cuanto a importaciones, en el año 2003 fue el mayor porcentaje del periodo, ya que años posteriores, la producción porcina principalmente exportaba su total de toneladas. Actualmente, la importación llega al 2% en relación con todo lo que se produce.

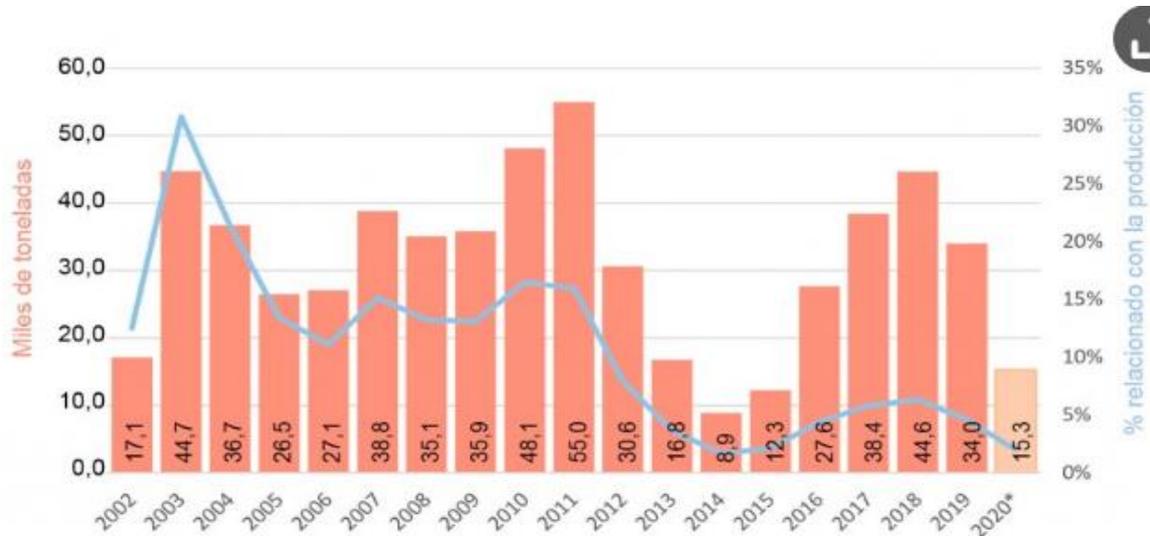


GRÁFICO IMPORTACIONES Y RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD LOCAL

Fuente: 3tres3.com Artículos de porcino. 21 de diciembre de 2020. Juan Luis Ucelli

Cuando hablamos de exportaciones, en el año 2002 se empezó exportando en muy poca cantidad, ya que la producción total era importada. Actualmente se exporta a 13 países, siendo China el principal con casi el 70% de la producción.

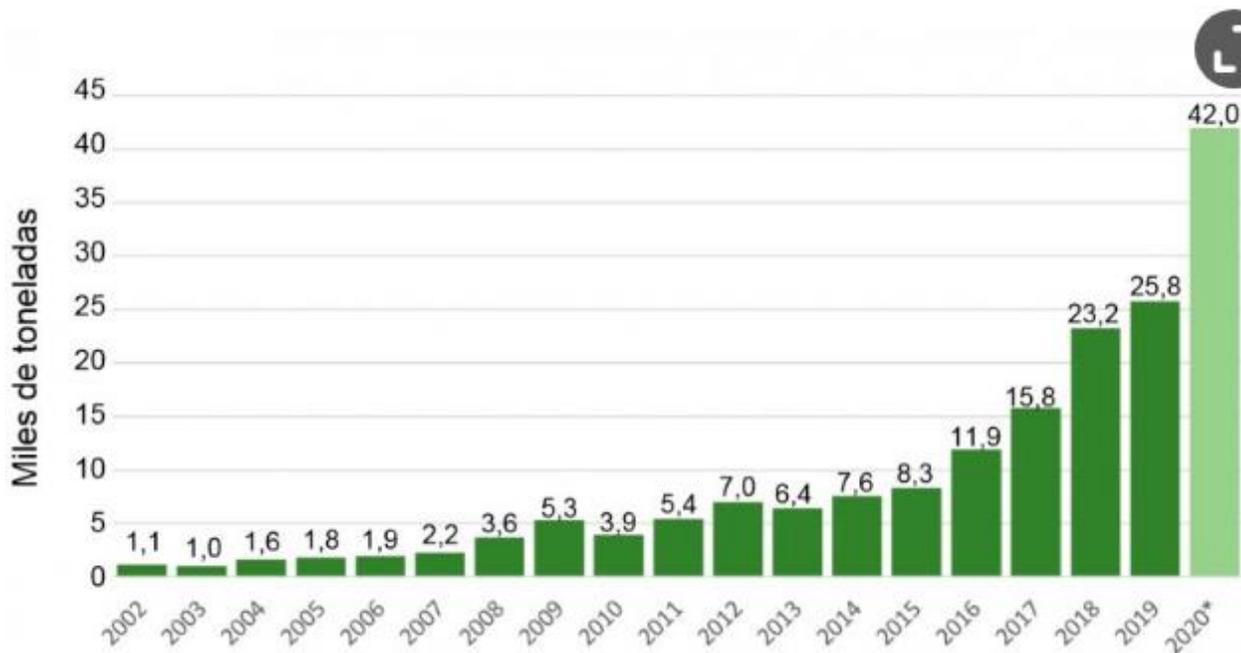
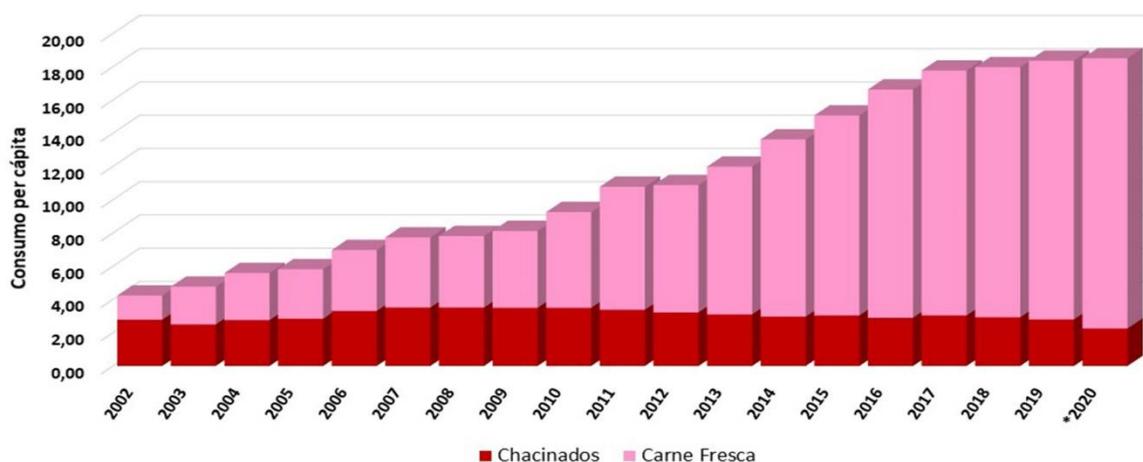


GRÁFICO TONELADAS DE EXPORTACIÓN.

FUENTE: 3TRES3.COM ARTÍCULOS DE PORCINO. 21 DE DICIEMBRE DE 2020. JUAN LUIS UCCELLI

El sector porcino ha demostrado un resultado alto en los últimos años, siendo unos de los mejores sectores de mayor crecimiento en la agroindustria del país. Gran parte de este crecimiento se dio a que la carne de cerdo y la carne aviar, a través de sus precios, empezaron a reemplazar a la carne vacuna.

Consumo Per Cápita de Carne de Cerdo



Fuente: DNCCA y datos propios *2020 estimado – Juan Luis Uccelli

Fuente: 3tres3.com Artículos de porcino. 21 de diciembre de 2020. Juan Luis Uccelli

Como ya se sabe, el consumo de carne de cerdo en Argentina fue creciendo notablemente, gran parte de este aumento fue el reemplazo de esta carne por la carne vacuna, debido a precios elevados por parte de la carne más consumida en Argentina.

Estructura del sector porcino en Argentina

Teniendo en cuenta que en el año 2020 fueron 341.254 madres en la actividad, podemos decir que un 26% corresponden a productores pequeños, otro 20% a productores medianos, un 30% a productores medio grandes, y finalmente un 22% restantes a productores grandes.

Con respecto a los distintos estratos que se pueden diferenciar entre los productores, se destacan:

- 69% productores pequeños: tienen entre 1-50 madres. Son productores de pequeña escala, distribuidos en todo el país. Generalmente dicha producción es a campo, con escasa o nula tecnificación y muy bajos índices productivos.

- 19% productores medianos: tienen entre 50-100 madres. Sistemas mixtos, pero generalmente a campo.
- 10% productores medio grandes: entre 100-500 madres. Sistema intensivo, donde tienen buena tecnificación, altos índices productivos.
- 1.5% productores grandes: más de 500 madres. Son granjas de alta inversión y tecnificación. Sistema intensivo.

MADRES	UNIDADES PRODUCTIVAS	% TOTAL DE UP	STOCK DE MADRES	%STOCK DE MADRES
Hasta 50	3492	69%	47.425	26%
51 a 100	975	19%	46.658	20%
101 a 250	345	6%	41.589	14%
251 a 500	197	4%	50.874	17%
501 a 1000	53	1%	47.120	11%
Mas de 1001	18	1%	107.588	12%
TOTAL	5080	100%	341.254	100%

Fuente: Elaboración propia con los datos de Área porcina. Dirección de porcinos- SENASA

Esta actividad es desarrollada en todo el territorio nacional concentrándose en las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos, el 81% de las unidades productivas y el 83% del stock de madres. **Sistemas de explotación**

En Argentina, como en el resto del mundo, existen diferentes formas de producir dichas actividades. En el caso de la actividad porcina, existen 4 maneras distintas, y varía mucho la proporción de capital y de mano de obra.

	EXTENSIVA	SEMI INTENSIVA	INTENSIVA	INTENSIVA PASTORIL
Producción	A campo (95%)	Reprod-gestacion a campo	Todo a galpón confinado	A campo con engordes en pista
N° de partos	1.2 p/año	2p/año	2.5p/año	2p/año
N° de lechones	8-10L/año	20L/año	30L/año	25L/año

Destete	60 días	35 días	21-24 días	28-30 días
Terminación	12-13 meses	7 meses	5 meses	6 meses
Razas	Americanas rusticas	Cruzas	Blancas (europeas)	Líneas genéticas
Características	-Sin control de servicios -Sin control de partos -mortalidad 50%	-partos asistidos -cuidados al lechón -servicios controlados -Buena sanidad -control de enfermedades -lotes de engorde (20-23 animales)	-sincronización de partos -cuidados al lechón -servicios asistidos y controlados -mayor sanidad Lotes de 20-23 animales	-control de servicios -control de partos -mayor sanidad -pastura de alta calidad -engorde a pista o a corral. -buen manejo

Fuente: Ing. Agr Patricia Laner

Sistema Extensivo

Es un sistema totalmente ineficiente, cuando la producción porcina era secundaria. Hoy en día quedan muy pocos productores que la siguen utilizando.



ESQUEMA DE UNA PRODUCCIÓN PORCINA EXTENSIVA

Sistema semi intensivo

En estos sistemas se utiliza una cama profunda para los animales, con esto logran un mejor bienestar, mejor calidad de vida y hasta un mayor comportamiento social.



ESQUEMA DE UNA PRODUCCIÓN PORCINA SEMI INTENSIVA

Sistema intensivo o confinado

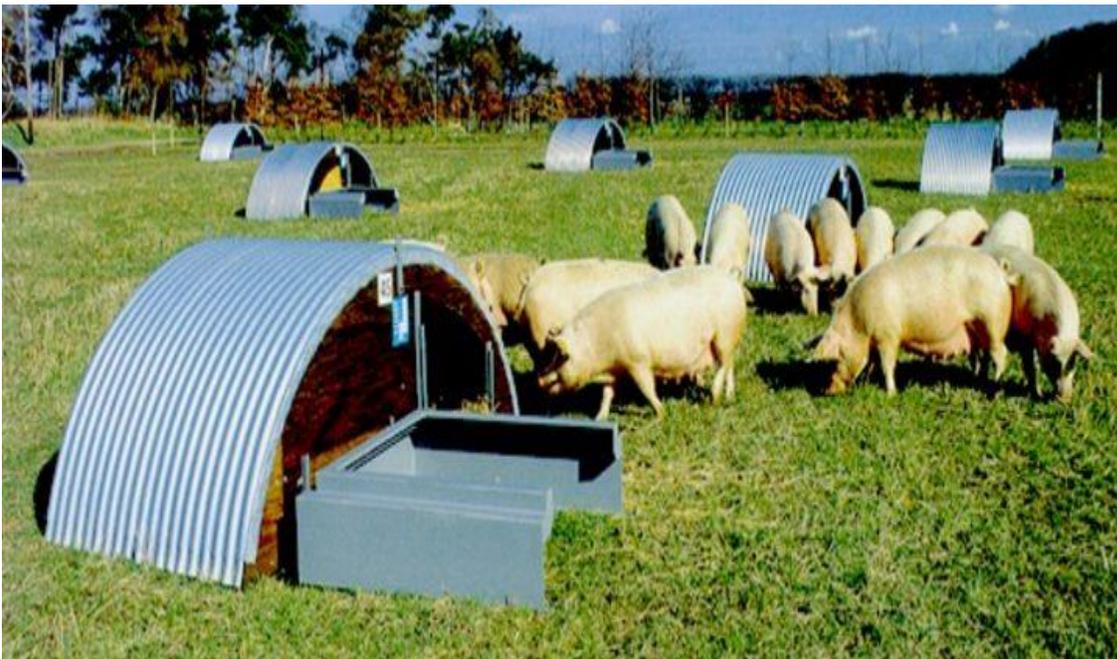


ESQUEMA DE UNA MATERNIDAD EN UNA PRODUCCIÓN PORCINA INTENSIVA



ESQUEMA DE UNA CRIANZA DE CERDOS EN UNA PRODUCCIÓN PORCINA INTENSIVA

Sistema intensivo pastoril



ESQUEMA DE UNA PRODUCCIÓN PORCINA INTENSIVA PASTORIL



ESQUEMA DE UNA PRODUCCIÓN PORCINA INTENSIVA PASTORIL DEL INTA DE MARCOS JUÁREZ

Economía Circular

A partir del desarrollo de las energías renovables, un nuevo concepto se incorporó al mundo, el denominado Economía Circular. Este paradigma es un modelo de negocio donde actualiza el pensamiento hacia una generación competitiva construida sobre la combinación de la innovación y la sostenibilidad.

Tomando como ejemplo el modelo de la naturaleza, la economía circular se presenta como un sistema de aprovechamiento de los recursos renovables y con una importante reducción de los materiales contaminantes para el planeta. Este sistema impulsa la utilización de materiales biodegradables en la fabricación de bienes de consumo, (en nuestro caso, nutrientes biológicos) para que estos puedan volver a la naturaleza sin causar daño en el medioambiente cuando su vida se agota. También existen otros diferentes casos, como por ejemplo los componentes eléctricos, metálicos, baterías, entre otras, que se está pensando en un desacople sencillo y reincorporarlos de alguna manera al ciclo de producción como una nueva pieza del producto, si tampoco es factible, se comienza un programa de reciclado.

A diferencia de otros modelos económicos donde prima el aspecto económico, por encima del medioambiental o social, la economía circular supone una sustancial mejora que puede observarse en todos los ámbitos y actores que participan. Las empresas que han puesto en práctica este sistema están comprobando que reutilizar los recursos resulta mucho más rentable que crearlos desde cero. Tal es así, que los costos de producción se reducen.

En nuestro caso, cuando hablamos de economía circular, hacemos referencia a los biodigestores, ya que el biogás, además de que su uso es neutro en emisiones de gases de efecto invernadero, permite proveer gas como combustible en sector del transporte, para motores de cogeneración o para la producción calórica. Es decir, resulta favorable en la generación de energía eléctrica, térmica y biocombustible del que se elabora un subproducto para ser utilizado en el campo como biofertilizantes.

En la gestión eficiente de los residuos, el biogás es considerado como una alternativa exitosa en el mundo. España es uno de los países que ofrece mayor impulso desde sus políticas públicas.

En Argentina hay una ley, conocida como ley 26.190, que apunta a cumplir con el 8% del consumo de fuentes renovables en 10 años. Esta ley lo que busca es crear incentivos para la generación eléctrica a partir de fuentes renovables de energía. Para reproducir estas condiciones se emplean plantas de biogás o biodigestores como unidades bien cerradas, como por ejemplo una laguna cubierta o un silo de hormigón.

Los subproductos de la generación de electricidad serán calor y los efluentes del proceso anaeróbico, serán bio-fertilizante, ejemplo:

- Silo de maíz con 32% de materia seca, 94% de material orgánica, produciría 342m³ de biogás por tonelada de ms orgánica
- Estiércol de cerdos estabulados en la RA con 1% de materia seca, 45% de material orgánica, produciría 354m³ de biogás por tonelada de ms orgánica
- Estiércol de vacas lecheras en la RA con 2% de material seca, 60% de material orgánica, producirá 354m³ de biogás por tonelada de ms orgánica.
- Estiércol de vacunos en feed lot con 8% de material seca, 80% de material orgánica, producirá 400m³ de biogás por tonelada de ms orgánica.
- Estiércol de gallinas ponedoras 45% de material seca, 75% de material orgánica, producirá 500m³ de biogás por tonelada de ms orgánica.
- Granos/cereales con 87% de material seca, 98% de material orgánica, producirá 700m³ de biogás por tonelada de ms orgánica.

Historia del tratamiento de efluentes en Argentina

En Argentina, de las actividades agrícolas, ganaderas y forestales derivan un enorme potencial en biomasa, principalmente provenientes de la producción de cultivos energéticos, cría intensiva de animales, producción de carne, procesamiento de diversas materias primas procedentes de la industria agroforestal, las cuales generan: subproductos y desperdicios de frigoríficos, residuos de aserraderos, desechos del procesado de frutas y cereales, deyecciones pecuarias de criaderos de animales.

En este caso, los sistemas de producción intensivos, en especial en granjas porcinas, se enfrentan a la problemática referida a la elevada generación de excretas en áreas reducidas. Como consecuencia, el estiércol generado comienza a ser considerado contaminante que debe ser tratado para mitigar los efectos adversos sobre el ambiente.

Con el objetivo de dar un destino a los efluentes que sea respetuoso con el medio, nace la alternativa de varios posibles tratamientos, donde serán explicados posteriormente.

Primeros establecimientos con sistema de efluentes

Uno de los primeros establecimientos en Argentina que tratan los efluentes porcinos se dio en la ciudad de San Justo, Santa Fe.

Esta granja se trata del primer desarrollo santafesino para la transformación y eliminación de efluentes porcinos, asegurando así que es la única iniciativa en el país que permite obtener compost a partir de líquidos.

Rubén Alcaraz, dueño del establecimiento, indicó que tienen 240 madres en producción y generan 15 mil litros diarios de efluentes. Gracias a este proceso, se reducen en un 10% y se logran transformar en 1500 kg de abono orgánico.

“Se trata de una salida importante para solucionar el problema medioambiental, de un desperdicio sacamos algo productivo y rentable que se puede comercializar. Además, las bacterias representan una amenaza y un factor importante para reproducirlas porque el clima se está tropicalizando, por lo que tenemos que estar atentos” agregó Rubén Alcaraz.

El proyecto comenzó 3 años antes con desafíos familiares y económicos, donde el dueño se enfocó en un objetivo: “Mi meta principal es dejar a mis hijos el medioambiente mejor que cuando lo encontré”

<https://elproductorporcino.com/leerEntrada/num/283>

publicado: 20/02/2018

fuelle: infocampo

Otro establecimiento está en la zona de Monte Maíz, Córdoba, Cecilia y Gabriela Debenedetti montaron un criadero de cerdos y una planta para producir energía a partir de los purines de los animales.

En el sudeste cordobés, dos productoras tradicionales de granos se animaron a agregar valor a la empresa. A través de una planta producen energía y abastecen de electricidad a dos pueblos cercanos.

Históricamente, el establecimiento de 1000 hectáreas se destina exclusivamente a la producción de granos, con una rotación de un tercio de la superficie con maíz temprano, un tercio con soja de primera y un tercio con trigo/soja. La producción y los resultados económicos del campo eran satisfactorios, pero en 2015 las propietarias decidieron agregar actividades a la empresa, para ello montaron un criadero de cerdos de 150 madres ciclo completo, 100% confinado, con gestación colectiva. “La alimentación de las madres en gestación está totalmente automatizada” explica Cecilia.

Cada animal tiene un chip en la oreja, que es “leído” por una computadora, que le suministra la dieta adecuada a su etapa reproductiva, con la dosis necesaria en el comedero. El pc “ordena” la mezcla de ingredientes para cada semana de gestación, este sistema mejora la productividad y el estado con que las cerdas llegan al parto.

Los purines de los animales sufrían varios procesos y se volcaban a lagunas impermeabilizadas para su depuración, pero observaron que este sistema generaba contaminación del medio ambiente y requeriría un número creciente de lagunas.

En 2017 asistieron a una charla sobre producción de gas a partir de efluentes porcinos, por lo que decidieron desarrollar un emprendimiento de producción de metano a partir de las excretas del criadero, combinado con silo de maíz y otros forrajes para generar electricidad como producto final, que se vendería al sistema Interconectado Nacional.

Finalmente, la planta se inauguró en agosto de 2020 y el 20 de noviembre, luego de engorrosos trámites, se aprobó el ingreso al mercado eléctrico mayorista y se concedió la habilitación comercial.

La planta de producción de energía consta de tres biodigestores en funcionamiento (de 27 m de diámetro por 8 de alto) y uno en desarrollo. Los biodigestores son tanques de hormigón armado, recubiertos por aislación térmica y chapas, cubiertos por gasómetros. Cada tanque está fundado sobre 48 pilotes de hormigón armado de 13 metros de profundidad y 80 cm de diámetro.

La electricidad producida por los biodigestores es “verde”, proviene de la fermentación de silo de maíz y de cultivos de invierno picados combinados con la bosta del criadero, que genera metano. Este ingresa como combustible a dos motores que producen electricidad. Esta energía producida va a un transformador y luego se orienta hacia la cooperativa cercada que la ingresa al Sistema Interconectado Nacional.

La generación de metano se produce en los biodigestores a partir de la descomposición del sustrato con bacterias anaerobias mesófilas (que trabajan de 35 a 45 grados).

El residuo del biodigestor se denomina digestato, es un fertilizante orgánico que se separa en su faz líquida y sólida. El digestato sólido, se vuelca al campo mediante un desparramador de 38 metros cúbicos de capacidad. En cuanto al digestato líquido, se distribuye con una cisterna de 22.000 litros de capacidad.

La inversión para desarrollar una planta de producción de energía “verde” es importante, por ejemplo, para generar 1 MW/HORA se requieren 5 millones de dólares, equivalentes a 330 hectáreas de la zona núcleo.

En el establecimiento, la incorporación del criadero de cerdos y la producción de electricidad aumentó más del 100% la facturación respecto del esquema agrícola convencional.

Cecilia Debenedetti dice que “el fomento a la producción de electricidad no contaminante debería ser una política de estado, como se ve en Alemania, donde hay más de 9000 plantas de biogás, y de esta manera se podría generar mucha electricidad con sistemas no derivados de los combustibles fósiles”.

<https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/agricultura/tienen-un-campo-de-1000-hectareas-y-abastecen-de-energia-a-dos-pueblos-gracias-a-una-innovacion-nid17052022/>

16 de junio de 2022

Carlos Marín moreno

Una granja porcina de Córdoba ahorra 70% de energía con la producción de biogás, solo dos meses de estar probado el sistema, el ahorro entre gas y electricidad es notorio.

Esta planta de biogás se encuentra en Jesús María, Córdoba, en un establecimiento llamado “El cebil”.

En el año 2018, con una inversión de 5.8 millones de pesos, la granja porcina, genera biogás para autoabastecimiento de energía.

El establecimiento cuenta con 1000 hectáreas (850 de uso agrícola, con una rotación de 50% soja y 50% maíz). La granja cuenta con 1000 madres con un índice de parición de 90% y 28 destetes, la producción es de 3.1 millones de kilos al año.

Luis Picat, dueño de la granja explico que con el ahorro logrado el recupero de la inversión será en unos cinco años. El biodigestor recibe unos 90.000 litros de efluentes diarios (de las 1000 madres y de las 12.000 cabezas que hay en el lugar) y tiene capacidad para acumular 20 días, periodo en el que produce el gas y lo acumula en una campana.

La energía se aprovecha para calefaccionar la sala de recría, calentar el mismo biodigestor y producir energía para autoconsumo. Picat señaló que esperó hasta instrumentar el sistema porque la mayoría de

los biodigestores en granjas de cerdos funcionaban con un mix de efluentes y silo de maíz. “No me convenia usar alimentos para producir energía. Ahora logramos, además de mejorar el tratamiento de efluentes, fertilizar las hectáreas de uso agrícola. Cerramos un círculo virtuoso de maíz, carne y mejores suelos”

Un efecto colateral será la mejora del bienestar animal, ya que se requieren galpones más limpios y en consecuencia, mejora la calidad de aire. “la idea es desarrollar un modelo que se pueda replicar en otras granjas”

Estudiaron la granja antes y después del biodigestor, lo cual una consultora española de la huella de carbono, mostro que por cada kilo de cerdo producido se generaban entre 2,2 y 3,7 kilos de dióxido de carbono, mientras que hoy en día, con el biodigestor ese impacto se redujo el 18%.

<https://news.agrofy.com.ar/noticia/174743/granja-porcina-cordoba-ahorra-70-energia-produccion-biogas>

fuelle: Gabriela Origlia / Diario La Nación

26 de abril de 2018

Tratamientos de efluentes en el mundo

En Argentina y al igual que en otros países, el tratamiento de efluentes, hace varios años, está vigente en la sociedad, ejecutando diferentes métodos para disminuir la contaminación ambiental.

Diferentes casos:

China

En la república popular de china el estiércol se está convirtiendo en dinero, el gobierno junto con el banco asiático de desarrollo está trabajando para ayudar a pequeñas granjas a mejorar sus instalaciones de tratamiento de residuos y convertir aproximadamente 7 millones de toneladas en biogás, para producir kilovatios de electricidad.

En la provincia de Jiangxi, en la parte sureste del país, el estiércol producido por los 20.000 cerdos criados en la granja es recolectado y colocado en un digestor donde lentamente se convierte en biogás. Esto luego se usa en una planta de energía para generar electricidad, que se vende a la red, generando una nueva fuente de ingresos para dicha granja.

A su vez, produce alrededor de 200.000 toneladas al año de fertilizante orgánico para luego venderla a agricultores cercanos.

“Agregar la producción de electricidad y fertilizantes a la cría de cerdos ha mejorado significativamente las finanzas de la compañía” dijo Wannian Xinxing CEO de la empresa

La introducción de un sistema de generación eléctrica de biogás junto con la producción de fertilizante orgánico ha reducido el impacto ambiental de la granja, los desechos que quedan después del proceso se limpian en un sistema de estanque antes de ser descargados de forma segura en el medio ambiente, esto incluye la introducción de algas para ayudar a purificar el agua a un nivel adecuado para la agricultura y el consumo animal.

<https://razasporcinas.com/en-la-republica-popular-de-china-el-estiercol-se-esta-convirtiendo-en-dinero/>

fuelle: razas porcinas

España

España cuenta con un censo de ganado porcino que supera los 50 millones de cabezas, que producen cada año más de 100 millones de metros cúbicos de purines. La producción porcina intensiva puede conllevar una serie de efectos perjudiciales para el medio ambiente. En zonas con alta concentración de animales, la contaminación de suelos y su impacto ambiental es una seria preocupación que en los últimos años ha sido recogida por la atención pública.

Por este motivo, en el año 2018-2019 una universidad española diseñó “la granja del futuro” que se basa en el uso agronómico de los efluentes porcinos, pilar para la economía circular, la reducción de huellas de carbono e hídrica y lograr la sostenibilidad ambiental.

Durante los años 2018-2019 se trabajó conjuntamente en una granja piloto desarrollando e implementando un sistema integral de gestión de purines, que consiste en el tratamiento físico-biológico y en su posterior valorización agronómica como fertilizante.

El objetivo de este tratamiento es reutilizar el agua y valorizar los nutrientes para lograr un aprovechamiento de los recursos de la producción porcina.

El tratamiento físico, su depuración y la valorización agronómica de purines como fertilizante son de las soluciones más usadas, ya que requiere inversiones de bajo costo.

Los efluentes porcinos son una excelente fuente de nutrientes para los sistemas de producción de cultivos en agricultura, terrenos forestales, horticultura, ya que contienen, además de gran cantidad de agua, diferentes tipos de nutrientes y materiales carbonados de origen vegetal o animal que ayudan a mantener o aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, mejorar sus propiedades físicas e implementar su actividad química o biológica.

Dinamarca

Dinamarca ocupa una gran península al norte de Alemania, un territorio de 43.000 kilómetros cuadrados se encuentra el 8% del stock de cerdos de la UE, siendo uno de los principales países exportadores.

Sin embargo, entre 1980 y 2019 el número de granjas porcinas se redujo drásticamente de 69.000 a “solo” 2.890, al mismo tiempo que la producción escalo de 13.2 millones a 31.8 millones de animales.

Dinamarca experimento un fenomenal proceso de intensificación que llevo el promedio de producción por granja desde 192 cerdos por año a más de 11.000 en la actualidad.

Año	2005	2018	2030
Número de cerdos faenados por cerda (anualmente)	23,4	31,4	35,6
Equivalentes de CO2 por kg de carcasa	3,00	2,74	2,55
CO2 2005=100	100	91	85

GRÁFICO EVOLUCIÓN PORCINA EN DINAMARCA.

La producción porcina danesa está cambiando y se concentra en menos granjas, pero más especializadas.

Durante muchos años, han trabajado proactivamente para producir cerdos de una manera más respetuosa hacia el medio ambiente. Según los estándares internacionales, los productores de cerdos daneses son eficientes en el uso de alimentos en la cría de los cerdos y esto está relacionado con la emisión de gases de efecto invernadero en la cadena de producción porcina.

Puntos principales en el impacto ambiental de Dinamarca

- Dinamarca tiene una legislación muy estricta en materia de control de las emisiones de nitrógeno y fosforo. Esta legislación es única, ya que tiene en cuenta el entorno local y las condiciones agrícolas que se aplican a los productores de cerdos. El objetivo de Dinamarca es reducir el uso de fosforo en un 50% entre 2005 y 2015.
- Durante el mismo periodo, los niveles de evaporación de amoniaco que resultan de la producción porcina se redujeron en un 25%
- La absorción de nutrientes en suspensión que se utiliza en la producción de cultivos herbáceos aumento de 15% a 75% durante el mismo periodo, lo que resulta en una reducción significativa de la lixiviación de los nutrientes en el medio ambiente acuático local.

- Dinamarca está a la vanguardia en el desarrollo de la tecnología medioambiental innovadora para el manejo de purines y la limpieza del aire, reduciendo así el nivel de evaporación de amoníaco de la producción porcina.
- Los productores de cerdo daneses son eficientes en el uso de alimentos en la crianza de los cerdos, limitando así el impacto ambiental de su producción.

<https://razasporcinas.com/el-impacto-medioambiental-de-la-produccion-porcina-danesa/>

<https://motivar.com.ar/2021/04/produccion-porcina-a-gran-escala-como-lo-hacen-en-dinamarca/>

Métodos y procesos del tratamiento de efluentes

El sistema de tratamiento de los efluentes consiste en una combinación de procesos físicos, químicos y/o biológicos, cuyo objetivo es la modificación de las características del residuo, eliminando o disminuyendo la carga orgánica o carga de contaminantes presentes en el, para garantizar una disposición final sin riesgo de ocasionar daños al medio ambiente ni a la salud humana.

Al momento de elegir el sistema de tratamiento que se llevara a cabo, se debe considerar cual es el objetivo particular del mismo. Esto puede ser:

- Transportarlo fuera de la zona de almacenamiento.
- Higienizar reduciendo patógenos para volcarlo a un curso de agua o reutilizarlo para limpieza de fosas.
- Valorar agronómica y económicamente el residuo.

Un factor fundamental que determina el sistema de tratamiento específico es el contenido de sólidos de las excretas que se desean tratar, ya que el estado físico puede variar entre líquido- semilíquido- semisólido- sólido presentara particularidades en cuanto a la conducción y tratamiento de estos.

Separación de sólidos

El objetivo primario de esta técnica de tratamiento de excretas es poder separar físicamente los componentes sólidos de los líquidos. Las razones para justificarlo son:

- Control de olores
- Reducción de demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno
- Disminución del volumen de excretas a transportar fuera del establecimiento
- Intención de realizar compostado posterior

Entonces, podemos decir que la porción sólida estará representada por las heces y los restos de alimentos, mientras que la fracción líquida estará representada por la orina, las pérdidas del agua de abrevado, el agua de lavado y la fracción de humedad que pueda extraerse de las excretas sólidas.

Como sabemos, existen diferentes instalaciones existentes en una granja porcina, por ende, la separación de sólidos puede llevarse a cabo por sistemas muy disímiles, por ejemplo, en un sistema de pistas de engorde con piso sólido en pendiente la separación primaria se realiza por simple efecto de la gravedad.

En el caso de los galpones con sistema de canaletas sobre piso de cemento, donde los cerdos depositan sus excretas sólidas y líquidas en un área alejada de la zona de bebederos y comederos, también las excretas líquidas se separan por gravedad. En algunos casos donde el costo de la mano de obra es muy bajo puede darse la remoción de sólidos en forma manual donde los trabajadores remueven las excretas sólidas con palas y carretillas almacenándolas fuera del galpón (por ejemplo, en Ecuador y China)

En la mayoría de estos casos los materiales sólidos que no drenan por gravedad son en realidad semisólidos por su contenido de humedad. Luego de un secado parcial estos materiales son normalmente esparcidos en lotes agrícolas o compostados para ser utilizados como abono.

En galpones con sistema de fosas sobre piso de cemento, las excretas sólidas y líquidas se mezclan junto al agua de lavado y de pérdidas. Una vez que las excretas se conducen fuera del galpón puede realizarse la separación física por sistemas de gravedad o mecánicos que actúan por presión.

Es importante tener en cuenta que para poder cumplir con los objetivos propuestos para un sistema de separación de sólidos es determinante el manejo de los productos del sistema.

Por ejemplo, si el objetivo de la separación de sólidos es la reducción de olores y moscas, pero los sólidos separados se acumulan a la intemperie en una pila por un tiempo prolongado, recibiendo lluvias y secados intermitentes, entonces tendremos olores y moscas tornando el sistema ineficiente.

Si contamos con lagunas de sedimentación que no se mantienen limpias, llenando con sólidos que llegan hasta la superficie de estas, entonces la sedimentación planificada no se produce con la eficiencia esperada, logrando también olores y moscas.

Un aspecto importante de las lagunas de sedimentación es que, al igual que los tanques, requieren un vaciado y limpieza frecuente, normalmente dicha limpieza se realiza de forma mecánica (retroexcavadora) lo que representa un costo operativo muy importante y un riesgo de daño del fondo y paredes de estas lagunas.

Por ende, es importante mencionar que, en tratamientos de efluentes, toda laguna o estructura enterrada debe ser impermeable, para evitar la contaminación potencial de aguas subterráneas.

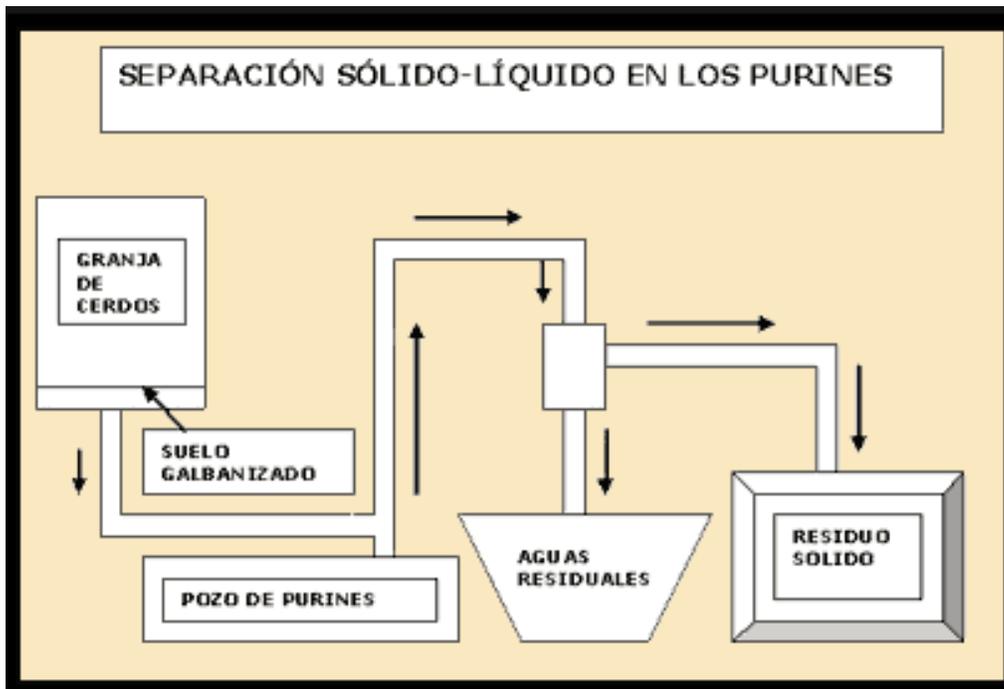


GRÁFICO SEPARACIÓN SOLIDO-LIQUIDO EN PURINES

Compostaje de excretas

El compostaje es un proceso biológico y como tal su efectividad depende de la creación y mantenimiento de condiciones óptimas para la actividad de un tipo de microorganismos determinado. Los factores más importantes que determinan la efectividad del proceso son: humedad, aireación, relación C: N y el tamaño de las partículas.

Para el caso de producción porcina en confinamiento, el compostado de excretas puede realizarse partiendo de los sólidos separados de la fracción líquida.

Normalmente el compostaje de excretas y cadáveres entrega como producto final un material con un contenido de humedad menor al del original, esto es un aspecto muy importante del compostaje ya que nos permite manipular el producto y transportarlo sin provocar lixiviados de fracciones líquidas.

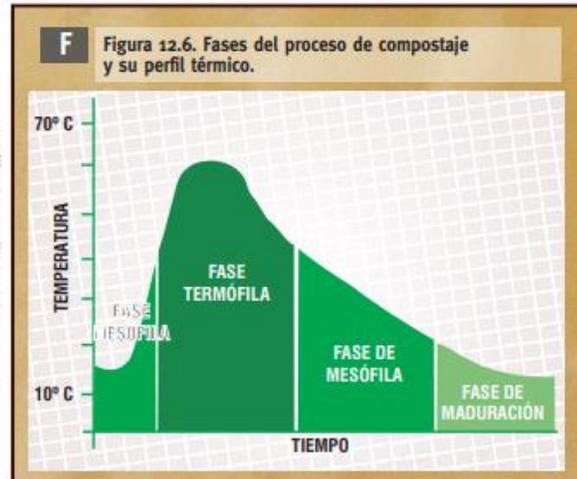
Las principales ventajas del compostaje son la reducción en volumen del orden del 25-30% disminución del contenido de humedad, la estabilización química del material, la disminución progresiva de olores y moscas, la posibilidad de eliminar semillas de malezas.

Entre las desventajas contamos con la liberación de amoníaco, ya que generan olores y disminuyen el valor fertilizante de la excreta y posteriormente se producen emanaciones de óxido nítrico. Además, el compostaje libera dióxido de carbono a la atmósfera que reduce el contenido de materia orgánica del compost.

La técnica del compostaje es muy antigua, de aplicación sencilla, de bajo costo de inversión y de efectividad probada.



f Foto 12.15. Pilas de compostaje (INTA Castelar- IMyZA).



f Foto 12.16. Inicio del proceso de compostaje.



f Foto 12.17. Compost maduro (finalizado).

GRÁFICO ETAPAS DEL COMPOSTAJE

En este gráfico se encuentran las diferentes etapas de este proceso, comenzando por la etapa de descomposición de los efluentes, y finalizando en la etapa de maduración.

Lagunas de tratamiento

Las lagunas de tratamiento biológico son un componente de un sistema de tratamiento diseñado para excretas en forma líquida o semilíquida. En algunos países, como Estados Unidos, Brasil y Chile son ampliamente aceptadas.

Las fosas de almacenamiento de efluentes, importante fuente de generación de olores desagradables y persistentes, son aquellas que en su diseño solo contemplan un volumen necesario para albergar o almacenar efluentes hasta el momento de ser utilizados. No se incluyen volúmenes adicionales para el tratamiento microbiológico, sino únicamente el volumen de almacenaje necesario para transcurrir cierto tiempo hasta que el vaciado del contenido sea posible.

En Argentina, usualmente se cavan “fosas” en el terreno para obtener tierra que se utiliza para elevar la zona donde se construirán los galpones de cerdos. Luego se “aprovechan” esas cavas como fosas de almacenamiento, las que presentan una serie de problemas de carácter ambiental y operativo.

Las lagunas son obras de infraestructura para el tratamiento de residuos (excretas animales en nuestro caso) en donde existe una mezcla con suficientes cantidades de agua que aseguran una dilución apropiada para alcanzar una reducción satisfactoria del potencial contaminante a través de la actividad microbiana. Estas lagunas no deben nunca vaciarse totalmente, con excepción de la realización de tareas de mantenimiento.

Estas lagunas de tratamiento pueden ser de distintos tipos según su contenido de oxígeno disuelto en el efluente:

- Lagunas anaeróbicas: ausencia de oxígeno disuelto, se necesitan lagunas profundas para mantener la anaerobiosis y los procesos bioquímicos deseados.
- Lagunas aeróbicas naturales o inducidas: presentan oxígeno disuelto en efluente. Son de menor profundidad que las anaeróbicas.
- Lagunas facultativas: pueden presentar oxígeno disuelto en algunos momentos, pero no es forma permanente y sostenida.



ESQUEMA DE UNA GRANJA EN PRODUCCIÓN CON UN SISTEMA DE LAGUNA



ESQUEMA DE LAS DIFERENTES LAGUNAS DEPENDIENDO DE SU PROFUNDIDAD.

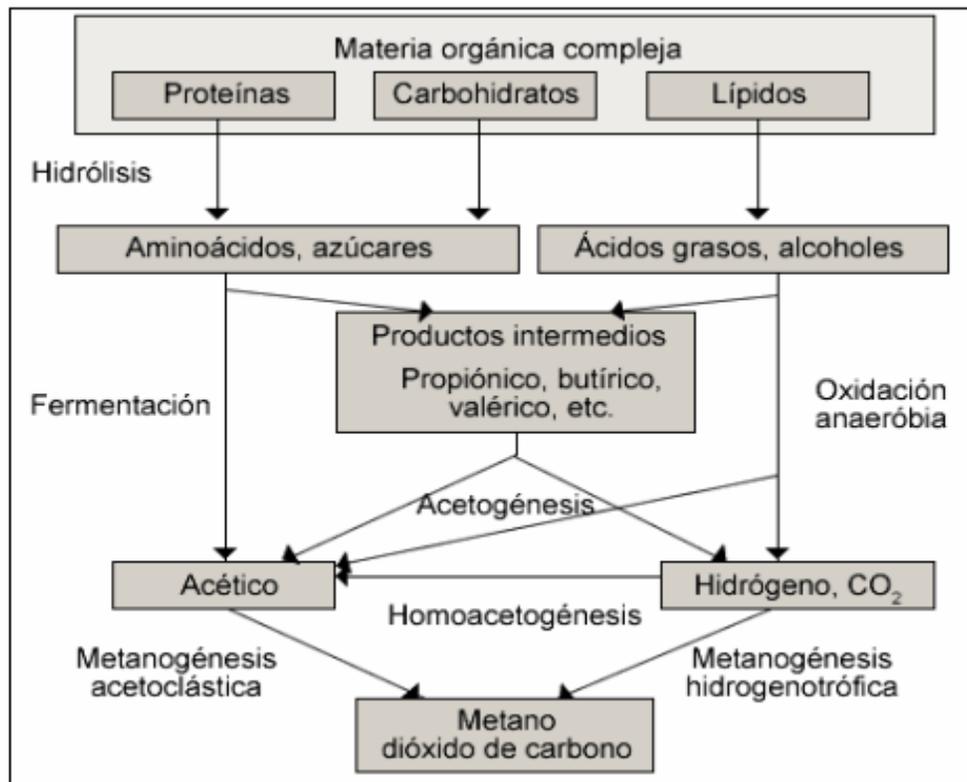
Digestión Anaeróbica

Los sistemas de digestión anaeróbica son ampliamente utilizados para la estabilización de efluentes con altas concentraciones orgánicas. Estos sistemas proveen una ventaja sobre los sistemas aerobios, debido a que la digestión anaeróbica, produce energía en forma de gas metano (CH_4) en lugar de consumir energía como los sistemas aerobios. Debido a la disminución de las reservas fósiles, ha

crecido el interés en el desarrollo de sistemas anaeróbicos para convertir residuos orgánicos en gas metano.

La digestión anaeróbica es un proceso microbiológico degradativo, en el cual parte de los materiales orgánicos de un sustrato es convertidos en biogás (mezcla de dióxido de carbono y metano con trazas de otros gases) por un consorcio de bacterias que son sensibles o completamente inhibidas por el oxígeno. Durante el proceso se generan dos efluentes, uno gaseoso y otro líquido. El CH₄ contenido en el efluente gaseoso, puede ser utilizado para la obtención de energía, reduciendo de esta manera su efecto nocivo al ambiente.

La degradación anaeróbica es un proceso complejo en el que intervienen diferentes grupos microbianos, de manera coordinada y secuencial para transformar la materia orgánica presente en los lodos y en el medio líquido hasta los productos finales del proceso.



ESQUEMA REACCIONES DE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA DE MATERIALES POLIMÉRICOS.

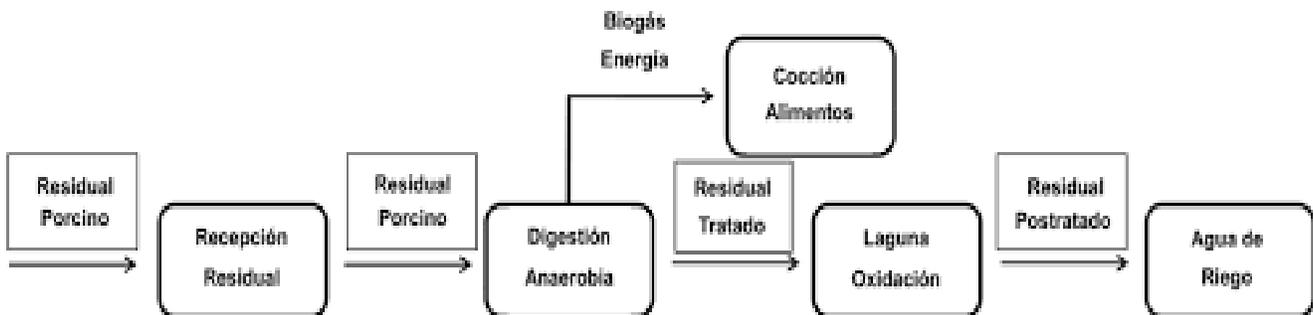
El proceso de la digestión anaeróbica puede separarse en 4 etapas, las cuales se describen a continuación

a) **Hidrólisis:** este término indica la conversión de compuestos orgánicos complejos e insolubles (lípidos, proteínas y carbohidratos) en otros compuestos más sencillos y solubles en agua. Esta etapa es determinante en la velocidad global del proceso de producción de biogás y puede verse afectada por factores como temperatura, pH, tamaño de partículas y la composición bioquímica del sustrato,

b) **Acidogénesis:** los compuestos orgánicos sencillos generados en la etapa anterior son utilizados por las bacterias generadoras de ácidos. Como resultado se produce su conversión en ácidos orgánicos volátiles (acetato, propionato, butirato, etc.), alcoholes y otros subproductos importantes para etapas posteriores (amoníaco, hidrógeno y dióxido de carbono). Esta etapa la pueden llevar a cabo bacterias anaeróbicas o facultativas.

c) **Acetogénesis:** Proceso a través del cual bacterias anaerobias producen acetato a partir de diversas fuentes de energía (por ejemplo, hidrogeno) y de carbono (por ejemplo, dióxido de carbono)

d) **Metanogénesis:** una vez que se han formado ácidos orgánicos, dos nuevas categorías de bacterias entran en acción, aquellas que convierten el acetato en metano y dióxido de carbono (acetoclásticos) y aquellas que combinan el dióxido de carbono y el hidrógeno para producir metano y agua (hidrotróficos).



ESQUEMA DE TRATAMIENTO DE RESIDUALES PORCINOS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS



GRÁFICO BIODIGESTORES USUALES EN EL SECTOR PORCINO. IZQUIERDA: REACTOR ANAERÓBICO. DERECHA: LAGUNA ANAERÓBICA

Producción intensiva: Biodigestores

Son máquinas simples que convierten las materias primas en subproductos aprovechables, en el caso de la producción porcina, en gas metano y abono. El principio básico de funcionamiento es el mismo que tienen todos los animales, descomponer los alimentos en compuestos más simples para su absorción mediante bacterias alojadas en el intestino con condiciones controladas de humedad, temperatura y niveles de acidez.

Las condiciones para la obtención de metano en un biodigestor:

1. Temperatura entre los 20° y 60° C
2. PH alrededor de siete
3. Ausencia de oxígeno
4. Gran nivel de humedad
5. Materia orgánica
6. La materia prima en trozos pequeños
7. Equilibrio de carbono/nitrógeno

Que es un biodigestor?

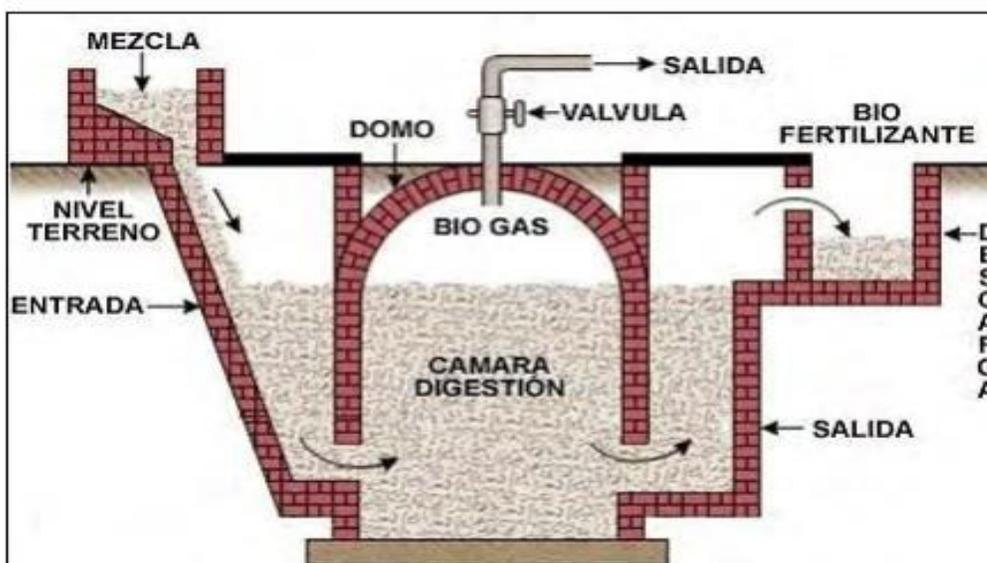
Un biodigestor es un sistema sencillo de conseguir resolver la problemática energética-ambiental, así como también de realizar un manejo acertado de los residuos.

Es un contenedor (llamado reactor) el cual está herméticamente cerrado y dentro del cual se deposita material orgánico como excremento y desechos. Los materiales orgánicos se ponen a fermentar con cierta cantidad de agua, produciendo gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en fósforo, potasio y nitrógeno. Este sistema también puede incluir una cámara de carga y nivelación del agua residual antes del reactor, un dispositivo para captar y almacenar el biogás y camas de hidro presión y posttratamiento a la salida del contenedor.

El proceso de biodigestión se da porque existe un grupo de microorganismos bacterianos anaeróbicos en los excrementos que al actuar en el material orgánico produce una mezcla de gases al cual se le llama biogás.

Grandes ventajas de utilizar un biodigestor

- Los residuos orgánicos al ser introducidos en el biodigestor son descompuestos de tal modo que el ciclo natural se completa y las basuras orgánicas se convierten en fertilizantes y biogás el cual evita que el gas metano esté expuesto ya que es considerado uno de los principales componentes del efecto invernadero.
- La utilización de biogás puede sustituir a la electricidad, al gas propano y al Diesel como fuente energética en la producción de electricidad, calor o refrigeración. En el sector rural el biogás puede ser utilizado como combustible en motores de generación eléctrica para autoconsumo de la empresa.



ESQUEMA DEL PROCESO DE UN BIODIGESTOR



ESQUEMA DE UNA BOLSA DE BIOGÁS EN UN ESTABLECIMIENTO

Que es el biogás?

El biogás es un gas combustible que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismo y otros factores, en ausencia de oxígeno. La producción de biogás por descomposición anaeróbica es un modo considerado útil para tratar residuos biodegradables, ya que produce un combustible de valor además de generar un efluente que puede aplicarse como acondicionador de suelo o abono genérico.

El resultado es una mezcla constituida por metano, en una proporción que ronda entre un 50% y 70% y dióxido de carbono, contenido pequeñas proporciones de otros gases como hidrogeno, nitrógeno, oxígeno y sulfuro de hidrogeno.

Este gas se puede utilizar para producir energía eléctrica mediante turbinas o plantas generadoras a gas, en hornos, estufas, calderas u otros sistemas de combustión a gas.

Para reproducir estas condiciones se emplean plantas de biogás o biodigestores como unidades bien cerradas, como una laguna cubierta o un silo de hormigón con techo de lona o de membrana.

En la Argentina hay entre 60 y 80 plantas en funcionamiento, pero solo 20 corresponden a grandes instalaciones.

Existen dos diferentes tipos de biodigestores, el tipo horizontal que yace del suelo y es semicerrado, y el segundo es el tipo vertical, normalmente hecho de acero con forma y tamaño de un tinaco de agua.



Esquema de una gran planta de biogás

Ventajas

- Otra energía alternativa.
- Energía renovable.
- Subproducto de varias actividades agrícolas.
- Bio fertilizantes.

Desventajas

- Altas inversiones
- Bajo desarrollo de la actividad en Argentina.
- Poca ayuda del gobierno.

Matriz F.O.D.A sobre los biodigestores

Fortaleza

- Reducción del impacto ambiental.
- Sustentabilidad.
- Disminuye la dependencia externa del abastecimiento de fertilizantes/gas/etc.
- Mejora en la fertilidad del suelo.
- Mejor bienestar para el personal que trabaja en la granja.

Debilidades

- Costo elevado para el inicio del proyecto.
- Dificultad de mano de obra especializada para la construcción de los biodigestores.
- Falta de información sobre sustentabilidad ambiental.

Oportunidades

- Impacto social y ambiental positivo.
- Fomenta la conciencia de sustentabilidad en el sector productivo.
- Facilidad de adaptarse a futuras normas y controles sanitarios.
- Posibilidad de crecimiento en el mercado local.
- Beneficios económicos.
- Reducción del impacto ambiental.

Amenazas

- Inestabilidad financiera del país.
- Variación de los precios.
- Inflación.

Estudio económico de dos establecimientos

A continuación se detallarán los ingresos y egresos de 2 tipos de producciones intensivas porcinas con el objetivo de compararlos y diferenciarlos, principalmente con una particularidad: El uso de un biodigestor en el establecimiento número 2.

Establecimiento 1

El establecimiento "El pangare" se encuentra ubicado a 12km de la ciudad de 9 de julio, provincia de Buenos Aires, sobre la ruta provincial N°65, cuenta aproximadamente con 200 hectáreas, es un campo que se dedica especialmente al ciclo completo de la producción porcina. De estas 200 hectáreas, 150 son agrícolas y están destinadas a la siembra de maíz y soja para el autoconsumo de la producción.

El establecimiento cuenta con 120 madres raza Landrace de las cuales se las insemina artificialmente, el semen se compra en otro establecimiento vecino. El objetivo de la empresa es destetar

aproximadamente 20 lechones por madre por año, produciendo un capón de 105 kg a base de maíz propio, expeller de soja y alimento balanceado que se compra a proveedores cercanos.

La mano de obra es de 3 operarios, a cargo de la producción, donde se dividen las tareas, logrando así una eficiencia en la producción, las tareas son el lavado de las pistas, alimentación, mantenimiento de los galpones, control de enfermedades, e inseminación.

Presenta galpones que se dividen según la categoría del animal, estos son, sala de parto, de destete, recría y engorde.

Egresos 2022

- **Plan sanitario**

Categoría	Producto	Dosis x animal	Cantidad	USD	USD TOTAL
Lechón	Hierro carlidez	1	2400	0.60	1.440
	Circloflex	1	2400	2.30	5.520
	Respisure	1	2400	1.30	3.120
	Dectomax	0.5	2400	0.70	1.680
Recría	Dectomax	1	2400	0.76	1.824
Cachorra	Parvolepto	5	20	2.30	46
	Día de servicio	5	20	2.30	46
Madre	Parvolepto	5	120	2.30	276
	Dectomax	7	120	2.30	276
TOTAL					14.228

El total de gastos del plan sanitario anual es de 14.228 USD.

- **Plan de alimentación**

ALIMENTO	KG/CER DO	PRECIO/KG/ USD	PRECIO/KG	COSTO	RANGO	IND. CONV.
Startfeed fase 0	0.25	2.04	387,60	96,90	3,6 a 6,0	1
Startfeed fase 1	2	1.94	368,60	737,20	6,0 a 7,9	1,05
Startfeed fase 2	5	1.67	317,30	1.586,50	7,9 a 12	1,22

Startfeed fase 3	10		136,85	1.368,50	12 a 19,25	1,38
Startfeed fase 4	18		104,99	1.889,82	19,25 a 30,75	1,57
Desarrollo	78		67,63	5.275,14	30,75 a 65,00	2,17
Terminador	152		65,61	9.972,72	65 a 120	2,67
Total capón	265,25			20.926,76		
Gestación	30		60,93	1.827,90		
Lactancia	20		73,63	1.472,60		
Total madre	50			3.300,50		
TOTAL	315,25		76,85	24.227,28		2,63

El costo total de cada capón es de \$20.926,76, mientras que el costo total de cada madre es de \$ 3.300,50.

Por lo tanto, con 120 madres, que producen 20 capones por año, la producción cuenta con un total de 2400 capones por año, es decir que el plan de alimentación será con un total de 266.422,80 USD.

COSTO DE CERDO	
1	20.926,76
2400	50.224.272,00
COSTO DE MADRE	
1	3.300,50
120	396.060,00
COSTO TOTAL	
	50.620.332,00
COSTO TOTAL USD A 190	266.422,80

- **Gasto de energía**

MES	GASTO	USD
	\$	\$
ENERO	40.000,00	210,53
	\$	\$
FEBRERO	42.000,00	221,05
	\$	\$
MARZO	45.000,00	236,84
	\$	\$
ABRIL	50.000,00	263,16
	\$	\$
MAYO	56.000,00	294,74
	\$	\$
JUNIO	62.000,00	326,32
	\$	\$
JULIO	70.000,00	368,42
	\$	\$
AGOSTO	75.000,00	394,74
	\$	\$
SEPTIEMBRE	82.000,00	431,58
	\$	\$
OCTUBRE	85.000,00	447,37
	\$	\$
NOVIEMBRE	88.000,00	463,16
	\$	\$
DICIEMBRE	90.000,00	473,68
	\$	\$
TOTAL	745.000,00	\$4.131,58

El total de energía anual es de 4.131,58 USD.

- **Compra de semen**

El semen se adquiere de otro establecimiento porcino, también ubicado en 9 de julio, su costo es de 1.500 USD anual.

- **Mano de obra**

El campo cuenta con 3 operarios.

MES	SUELDO	SUELDO USD
	\$	\$
ENERO	450.000,00	2.368,42
	\$	\$
FEBRERO	465.000,00	2.447,37
	\$	\$
MARZO	480.000,00	2.526,32
	\$	\$
ABRIL	495.000,00	2.605,26
	\$	\$
MAYO	510.000,00	2.684,21
	\$	\$
JUNIO	525.000,00	2.763,16
	\$	\$
JULIO	540.000,00	2.842,11
	\$	\$
AGOSTO	550.000,00	2.894,74
	\$	\$
SEPTIEMBRE	570.000,00	3.000,00
	\$	\$
OCTUBRE	585.000,00	3.078,95
	\$	\$
NOVIEMBRE	600.000,00	3.157,89
	\$	\$
DICIEMBRE	615.000,00	3.236,84
	\$	\$
AGUINALDO	575.000,00	3.026,32
TOTAL	\$6.960.000,00	\$ 36.631,58

- Fertilizante para las 50 hectáreas que se destinan a la producción del maíz para el autoabastecimiento.

HECTAREA	KG/ARRANCADOR	UREA
1	160	200
50	8000	10000

Precio de arrancador en usd \$ 0,73

Precio de arrancador total \$ 5.840,00

PRECIO DE UREA USD \$0,61

PRECIO DE UREA TOTAL \$6.100,00

El total de gasto de fertilizante que tiene el campo es de 11.940,00 USD

- Ingresos**

CATEGORIA						Usd 190
Capones 105	MES	Cantidad	Peso	Valor/kg	Valor/animal	Ganancia/mes/usd
	Enero	180	105	320	33.360	31.881,58
	Febrero	190	105	320	33.360	33.600,00
	Marzo	195	105	320	33.360	34.484,21
	Abril	190	105	325	34.125	34.125,00
	Mayo	200	105	325	34.125	35.921,05
	Junio	190	105	330	34.650	34.650,00
	Julio	200	105	330	34.650	36.473,68
	Agosto	210	105	335	35.175	38.877,63
	Septiembre	210	105	335	35.175	38.877,63
	Octubre	210	105	340	35.700	39.457,89
	Noviembre	215	105	345	36.225	40.991,45
	Diciembre	210	105	345	36.225	40.038,16
Total capones vendidos		2400				439.328,29
Venta madre		15	130	200	26.600,00	2.052,63

Ingreso bruto						441.380,92
Gasto de comer (9%)						39.724,28
INGRESO NETO						401.656,64

Egresos

Actividad	Valor/año/usd
Plan sanitario	\$14.228,00
Alimentación	\$ 266.422,80
Gasto de energía	\$ 4.131,58
Compra de semen	\$ 1.500,00
Mano de obra	\$ 36.631,58
Gasto de fertilizante	\$ 11.940,00

TOTAL DE INGRESOS	\$401.656,64
TOTAL DE EGRESOS	\$334.853,96

MARGEN BRUTO TOTAL USD \$66.802,68

El margen bruto total de la producción porcina en el establecimiento "El Pangare" es de 66.802,68 USD.

Establecimiento 2:

El establecimiento "Los Sauces" ubicado a 20km de la ciudad de 9 de julio, sobre la ruta nacional N°5, cuenta con aproximadamente 250 hectáreas donde su principal función es la agricultura y la producción intensiva de cerdos.

El campo se divide en 200 hectáreas agrícolas donde se siembra maíz y soja, el maíz es utilizado para el autoabastecimiento de la granja, mientras que la soja es comercializada. En las 50 hectáreas restantes podemos encontrar los galpones para la producción porcina, como así también, casco, monte, lagunas.

La producción cuenta con 150 madres raza Landrace, se insemina y el semen es comprado en un establecimiento porcino vecino.

El objetivo de la empresa es conseguir la mayor cantidad de capones posibles, bajar el índice de mortandad y subir el porcentaje de preñez, hoy en día, la granja cuenta con 20 capones por madre por año aproximadamente.

En el establecimiento hay 3 operarios al mando de la producción porcina con sus diferentes tareas correspondientes, mientras que hay un cuarto operario que se encarga de la parte administrativa y financiera de la granja.

En el año 2021, el establecimiento invierte en un biodigestor modelo BR250 para lograr así un eficiente tratado de los efluentes, donde la principal función de este biodigestor es intercambiar el efluente porcino en energía y fertilizante. Esta inversión fue de 15.000 USD.

Proyecto biodigestor:

- **Nombre del producto:** BR250
- **Largo:** 35m
- **Ancho:** 3.10m
- **Tipo:** Biodigestor flujo continuo.
- **Dimensionamiento:** 250 m3 digestión y 70 m3 gasómetro.
- **Objetivo 1:** Eliminación de olores y contaminación de Napas
- **Objetivo 2:** Utilización del biogás/ utilización del Biol como fertilizante.
- Fabricado con una maya interna especial hilos de 222 para soportar presión y recubierto con PVC tratado contra rayos UV. La unidad cuenta con sus respectivas mangas de carga y descargas, válvula de salida de biogás.
- **Sistema de Recirculación:** Circuito de cañerías con válvula de cierre a la entrada y salida de cada reactor, una bomba de circulación de acero inoxidable e impulsor abierto de para un caudal de 20.000 litros hora a una contrapresión de 12 m.c.a, mantiene cerrada durante los periodos de operación cuando la presión es menor que lo máximo permitido al circuito, pero se abre para darle una ruta de escape al biogás.



Gráfico Modelo de un biodigestor modelo BR250.

Egresos 2022

- **Plan sanitario**

Categoría	Producto	Dosis x animal	Cantidad	USD	USD TOTAL
Lechón	Hierro carlidez	1	3000	0.60	1.800,00
	circloflex	1	3000	2.30	6.900,00
	Respisure	1	3000	1.30	3.900,00
	Dectomax	0.5	3000	0.70	2.100,00
Recría	dectomax	1	3000	0.76	2.280,00
Cachorra	Parvolepto	5	20	2.30	46,00
	Día de servicio	5	20	2.30	46,00
Madre	Parvolepto	5	150	2.30	345,00
	dectomax	7	150	2.30	345,00
TOTAL					17.762,00

El gasto total del plan sanitario en la granja es de 17.762,00 USD

- **Plan de alimentación**

ALIMENTO	KG/CERDO	PRECIO/KG/USD	PRECIO/KG	COSTO	RANGO	IND. CONV.
Startfeed fase 0	0.25	2.04	387,60	96,90	3,6 a 6,0	1
Startfeed fase 1	2	1.94	368,60	737,20	6,0 a 7,9	1,05
Startfeed fase 2	5	1.67	317,30	1.586,50	7,9 a 12	1,22
Startfeed fase 3	10		136,85	1.368,50	12 a 19,25	1,38
Startfeed fase 4	18		104,99	1.889,82	19,25 a 30,75	1,57
Desarrollo	78		67,63	5.275,14	30,75 a 65,00	2,17
Terminador	152		65,61	9.972,72	65 a 120	2,67
Total capón	265,25			20.926,76		
Gestación	30		60,93	1.827,90		
Lactancia	20		73,63	1.472,60		
Total madre	50			3.300,50		
TOTAL	315,25		76,85	24.227,28		2,63

El costo total de cada capón es de \$20.926,76, mientras que el costo total de cada madre es de \$ 3.300,50.

Por lo tanto, si contamos con 150 madres, y cada una produce 20 capones por año, la producción cuenta con un total de 30000 capones por año, es decir que el plan de alimentación será con un total de 333.028,50USD.

COSTO DE CERDO	
1	20.926,76
3000	62.780.340,00

COSTO DE MADRE	
1	3.300,50
150	495.075,00
COSTO TOTAL	63.275.415,00
COSTO TOTAL USD A 190	333.028,50

- **Mano de obra**

MES	SUELDO	SUELDO USD
	\$	\$
ENERO	600.000,00	3.157,89
	\$	\$
FEBRERO	620.000,00	3.263,16
	\$	\$
MARZO	640.000,00	3.368,42
	\$	\$
ABRIL	680.000,00	3.578,95
	\$	\$
MAYO	710.000,00	3.736,84
	\$	\$
JUNIO	730.000,00	3.842,11
	\$	\$
JULIO	750.000,00	3.947,37
	\$	\$
AGOSTO	750.000,00	3.947,37
	\$	\$
SEPTIEMBRE	800.000,00	4.210,53
	\$	\$
OCTUBRE	820.000,00	4.315,79
	\$	\$
NOVIEMBRE	820.000,00	4.315,79
	\$	\$
DICIEMBRE	850.000,00	4.473,68
	\$	\$
AGUINALDO	780.000,00	4.105,26

TOTAL	\$ 9.550.000,00	\$ 50.263,16
-------	-----------------	--------------

El total de los gastos de operarios es de 50.263,16 USD.

- **Compra de semen:**

El total de la compra de semen al establecimiento vecino es de 2.000 USD por año.

- **Gasto de fertilizante:**

El biodigestor produce lo necesario para autoabastecer el fertilizante en las 60 hectáreas que se destinan a la producción de maíz, ya que el modelo BR250 produce entre 8 y 10 M3 por día.

- **Gasto de energía:**

El biodigestor produce lo necesario para autoabastecer la energía que la granja requiere, ya que el modelo BR250 produce entre 30 y 55 M3 por día de biogás.

- **Ingresos:**

CATEGORIA						Usd 190
Capones 105	MES	Cantidad	Peso	Valor/kg	Valor/animal	Ganancia/mes/usd
	Enero	230	105	320	33.360	40.673,68
	Febrero	230	105	320	33.360	40.673,68
	Marzo	240	105	320	33.360	42.442,11
	Abril	240	105	325	34.125	43.105,26
	Mayo	250	105	325	34.125	44.901,32
	Junio	250	105	330	34.650	45.592,11
	Julio	260	105	330	34.650	47.415,79
	Agosto	260	105	335	35.175	48.134,21
	Septiembre	260	105	335	35.175	48.134,21
	Octubre	260	105	340	35.700	48.852,63
	Noviembre	260	105	345	36.225	49.571,05
	Diciembre	260	105	345	36.225	49.571,05
Total capones vendidos		3000				549.067,11
Venta madre		30	130	200	26.600,00	4.105,26

Ingreso bruto						553.172,37
Gasto de comer (9%)						49.785,51
INGRESO NETO						503.386,86

Egresos

Actividad	Valor/año/usd
Plan sanitario	\$ 17.762,00
Alimentación	\$ 333.028,50
Mano de obra	\$ 50.263,16
Compra de semen	\$ 2.000,00

GASTO DE FERTILIZANTE	\$ Biodigestor
Gasto de energía	\$ Biodigestor

TOTAL DE EGRESOS \$ 403.053,66

MARGEN BRUTO TOTAL USD \$ 100.333,20

El margen bruto total del establecimiento "Los Sauces" es de 100.333,20

Análisis Financiero de los establecimientos

Para este análisis se hará un proyecto a 4 años (2023, 2024,2025,2026), se tendrá en cuenta las ganancias obtenidas del último año como la inversión inicial.

En primer lugar es necesario usar el porcentaje de inflación para proyectar los cuatros ciclos.

Flujo del margen bruto en los 4 ciclos productivos:

		INFLACION
	2022	33,20%
inversion inicial		56,40%
AÑO 2023		112,80%
AÑO 2024		169,20%
AÑO 2025		225,60%
AÑO 2026		282,00%

Establecimiento 1

Ciclos productivos	inversion inicial	2023	2024	2025	2026
indicadores	categoria	categoria	categoria	categoria	categoria
COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	\$ 374.578,24	\$ 422.524,26	\$ 633.786,38	\$ 845.048,51	\$ 1.056.310,64
Plan sanitario	\$ 14.228,00				
Plan alimenticio	\$ 266.422,80				
Mano de obra	\$ 36.631,58				
Gastos comercializacion	\$ 39.724,28				
Gastos fertilizantes	\$ 11.940,00				
Gas y electricidad	\$ 4.131,58				
Compra de semen	\$ 1.500,00				
INGRESO NETO	\$ 441.380,92	\$ 497.877,68	\$ 746.816,52	\$ 995.755,36	\$ 1.244.694,20
MARGEN BRUTO	\$ 66.802,68	\$ 75.353,42	\$ 113.030,14	\$ 150.706,85	\$ 188.383,56

Formulación de datos:

- Tasa de interés pasiva (febrero 2022) 33.20%
- Flujo de fondos:
- FO: INVERSION INICIAL: 66.802,68
- F1: 75.353,42
- F2: 113.030,14
- F3: 150.706,14
- F4: 188.383,56

A continuación se muestran los resultados Valor Neto Actual (VNA), como así también el Valor Actual Neto, la tasa interna de retorno y el periodo de recuero del proyecto.

				33,20%		
CICLOS PRODUCTIVOS	MARGEN BRUTO	SALDO ACTUALIZADO	SALDO ACUMULADO	VNA	TIR	PR
0	-\$ 66.802,68	-\$ 66.802,68	-\$ 66.802,68			
1	\$ 75.353,42	\$ 56.571,64	-\$ 10.231,04			
2	\$ 113.030,14	\$ 63.706,80	\$ 53.475,76	\$ 177.091,09	142%	2,19
3	\$ 150.706,85	\$ 63.770,57	\$ 117.246,33			
4	\$ 188.383,56	\$ 59.844,76	\$ 177.091,09			

Con los datos obtenidos, El Valor Neto Actual de \$177.091,09 indica que el valor actual de los flujos es mayor a la inversión inicial, a su vez, la Tasa Interna de Retorno de 142% positivo hay rendimientos futuros y posibilidades de expansión, finalmente calculamos el Periodo de Recuero, indicándonos que se recupera lo invertido antes de iniciar el tercer año de producción.

Establecimiento 2

Ciclos productivos	inversion inicial	2023	2024	2025	2026
indicadores	categoria	categoria	categoria	categoria	categoria
COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	\$ 452.839,17	\$ 510.802,58	\$ 766.203,88	\$ 1.021.605,17	\$ 1.277.006,46
Plan sanitario	\$ 17.762,00				
Plan alimenticio	\$ 333.028,50				
Mano de obra	\$ 50.263,16				
Gastos comercializacion	\$ 49.785,51				
Gastos fertilizantes	\$ -				
Gas y electricidad	\$ -				
Compra de semen	\$ 2.000,00				
INGRESO NETO	\$ 553.172,37	\$ 623.978,43	\$ 935.967,65	\$ 1.247.956,86	\$ 1.559.946,08
MARGEN BRUTO	\$ 100.333,20	\$ 113.175,85	\$ 169.763,77	\$ 226.351,69	\$ 282.939,62

Formulación de datos

- Tasa de interés pasiva (febrero 2022) 33.20%
- Flujo de fondos:
- FO: INVERSION INICIAL: 100.333,20
- F1: 113.175,85
- F2: 169763.77
- F3: 226.351,69
- F4: 282.939,62

		33,20%				
CICLOS PRODUCTIVOS	MARGEN BRUTO	SALDO ACTUALIZADO	SALDO ACUMULADO	VNA	TIR	PR
0	-\$ 100.333,20	-\$ 100.333,20	-\$ 100.333,20			
1	\$ 113.175,85	\$ 84.966,85	-\$ 15.366,35			
2	\$ 169.763,77	\$ 95.683,39	\$ 80.317,04	\$ 265.979,07	142%	2,30
3	\$ 226.351,69	\$ 95.779,17	\$ 176.096,21			
4	\$ 282.939,62	\$ 89.882,86	\$ 265.979,07			

- Con los datos obtenidos, El Valor Neto Actual de \$265.979,07 indica que el valor actual de los flujos es mayor a la inversión inicial, a su vez, la Tasa Interna de Retorno de 142% positivo hay rendimientos futuros y posibilidades de expansión, finalmente calculamos el Periodo de Recupero, indicándonos que se recupera lo invertido antes de iniciar el tercer año de producción.

Conclusión

Tras el análisis de la producción porcina podemos deducir que puede vislumbrarse un crecimiento sostenido del sector en los últimos años. Los índices muestran un futuro alentador en lo que respecta a la producción porcina en nuestro país, notables crecimientos en las exportaciones y una amplia elevación del consumo per cápita. Esto no ha sido acompañado de un adecuado estudio de los posibles impactos ambientales que tiene una incorrecta manera de tratar los efluentes.

Al observar los distintos estudios de caso de diferentes granjas, ya sea en Argentina o en el resto del mundo, queda demostrado que utilizar cualquier tipo de método de los mencionados anteriormente es beneficioso ya sea para las finanzas de la empresa, sino también para el medioambiente.

Con respecto a los posibles tratamientos a llevar adelante se destaca la importancia de realizar un estudio de caracterización del efluente, para seleccionar el sistema a emplear que se adapte correctamente para cada establecimiento en particular. Analizando económica y financieramente ambas producciones en los distintos establecimientos, se pudo concluir que poseer un biodigestor en una producción porcina es altamente beneficioso, ya que además de cuidar el medioambiente, también se logra un aumento en la rentabilidad de la empresa. En el caso del establecimiento 1 el margen bruto anual es de 66.802,68 mientras que la empresa que contiene el biodigestor logra un beneficio de 100.333,20.

Finalmente, una vez que hemos analizado el proyecto con profundidad podemos deducir que la hipótesis es verdadera, ya que en una granja porcina que no cuenta con un sistema de tratamiento para los efluentes, genera, en primer lugar un deterioro en el medioambiente, y también, un desaprovechamiento de los recursos.

Bibliografía

- <https://infopork.com/2017/04/pautas-basicas-manejo-efluente-porcino/#:~:text=En%20la%20producci%C3%B3n%20porcina%20los,bacterias%20con%20el%20fin%20de>
- <https://elproductorporcino.com/leerEntrada/num/820>
- https://www.3tres3.com/articulos/evolucion-del-sector-porcino-en-argentina_45855/
- <https://infopork.com/2018/11/estructura-del-sector-primario-porcino-en-argentina/>
- https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/porcinos/estadistica/_archivos/000005-Anuario/200000_Anuario%202020.pdf
- <https://elproductorporcino.com/leerEntrada/num/283>
- <https://elproductorporcino.com/leerEntrada/num/708#:~:text=La%20granja%20porcina%2C%20como%20toda,%20vida%20de%20las%20personas.>
- <https://www.porcicultura.com/destacado/Impacto-ambiental-de-la-produccion-porcina-y-estrategias-para-su-mitigacion>
- <https://bmeditores.mx/porcicultura/gestion-de-residuos-de-granjas-porcinas/>
- <https://www.redalyc.org/journal/864/86465821010/html/>
- https://www.researchgate.net/publication/41208405_Tratamiento_de_purines_de_ganado_porcino_en_Espana_para_minimizar_la_contaminacion_de_suelos_y_su_impacto_ambiental
- <https://elproductorporcino.com/leerEntrada/num/725>
- https://www.3tres3.com/articulos/el-proceso-de-digestion-anaerobia-de-las-deyecciones-porcinas_45343/
- https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/2080/INTA_CICVyA_IMyZA_Beily_ME_Caracterizacion_efluentes_cerdos_enfasis_biodegradabilidad.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- <https://razasporcinas.com/el-impacto-medioambiental-de-la-produccion-porcina-danesa/>
- <https://motivar.com.ar/2021/04/produccion-porcina-a-gran-escala-como-lo-hacen-en-dinamarca/>
- <https://ppryc.files.wordpress.com/2012/06/sistemas-de-produccion-porcina1.pdf>
- http://www.universoporcino.com/articulos/produccion_porcina_23-10-13_el_impacto_ambiental_en_los_distintos_sistemas_de_produccion.html
- <http://www.sistemacamaprofunda.com/>
- <https://www.wbcsd.org/Archive/Factor-10/Resources/CEO-Guide-to-the-Circular-Economy>
- https://docs.wbcsd.org/2017/06/CEO_Guide_CE_ESP.pdf
- https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/en-que-consiste-la-economia-circular/?_adin=11551547647
- <https://news.agrofy.com.ar/noticia/174743/granja-porcina-cordoba-ahorra-70-energia-produccion-biogas>
- <https://agroverdad.com.ar/2018/04/granja-porcina-cordobesa-inaugura-biodigestor-se-autoabastecera-la-energia-electrica-necesita>
- <https://www.produccion-animal.com.ar/Biodigestores/08-cerdos.pdf>

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_de_produccion_porcina_3er_ano.pdf

https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_porcinos_capxii.pdf