



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO A GRANEL
PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS ASIGNADOS AL PROCESO DE
ABASTECIMIENTO DE ALIMENTOS CONCENTRADOS EN UNA GRANJA DE
PRODUCCIÓN PORCINA**

Carlos José Recinos Vásquez

Asesorado por el MSc. Jorge Estuardo Menchú Castillo

Guatemala, agosto de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO A GRANEL
PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS ASIGNADOS AL PROCESO DE
ABASTECIMIENTO DE ALIMENTOS CONCENTRADOS EN UNA GRANJA DE
PRODUCCIÓN PORCINA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS JOSÉ RECINOS VÁSQUEZ

ASESORADO POR EL MSC. JORGE ESTUARDO MENCHÚ CASTILLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Miriam Patricia Rubio Contreras de Akú
EXAMINADOR	Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta
EXAMINADOR	Ing. Luis Pedro Ortiz de León
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO A GRANEL
PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS ASIGNADOS AL PROCESO DE
ABASTECIMIENTO DE ALIMENTOS CONCENTRADOS EN UNA GRANJA DE
PRODUCCIÓN PORCINA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 14 de junio de 2018.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carlos José Recinos Vásquez', written in a cursive style.

Carlos José Recinos Vásquez

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.093.018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO A GRANEL PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS ASIGNADOS AL PROCESO DE ABASTECIMIENTO DE ALIMENTOS CONCENTRADOS EN UNA GRANJA DE PRODUCCIÓN PORCINA**, presentado por el estudiante universitario **Carlos José Recinos Vásquez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2018.



/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala

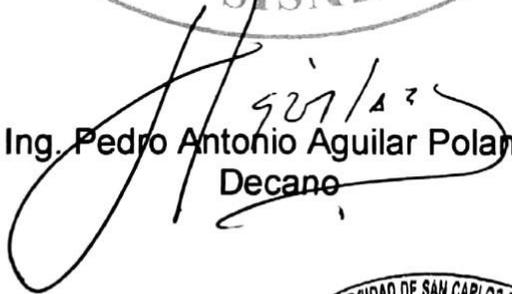


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.274.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO A GRANEL PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS ASIGNADOS AL PROCESO DE ABASTECIMIENTO DE ALIMENTOS CONCENTRADOS EN UNA GRANJA DE PRODUCCIÓN PORCINA**, presentado por el estudiante universitario: **Carlos José Recinos Vásquez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, agosto de 2018



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por su infinito amor y por las bendiciones que me brinda. A Él sea la gloria.
- Mi padre** Carlos Recinos, hombre luchador, que me ha enseñado a nunca rendirme. Por brindarme siempre su total apoyo y enseñarme a ver la vida con fe y optimismo.
- Mi madre** Sorayda Vásquez, mujer valiente que me ha enseñado que todas las dificultades pueden superarse. Por su amor incondicional y sabios consejos.
- Mis hermanos** Gabriela, Katherine, Luis y Julio, por darle alegría a mi vida y estar conmigo en todo momento.
- Mis familiares** Abuelos, tíos, primos, cuñados, sobrinos, por su cariño y apoyo.
- Mis amigos** Por su amistad sincera y regalarme momentos que se atesoran en el corazón.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Mi <i>alma mater</i> , por ser fuente de conocimiento para el desarrollo de Guatemala.
Facultad de Ingeniería	Por darme las herramientas para formarme profesionalmente.
Familia Vásquez Ávila	Por sus muestras de cariño y el apoyo brindado durante mi formación universitaria.
Familia Portillo Vásquez	Por sus muestras de cariño y abrirme las puertas de su hogar al inicio de mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
INTRODUCCIÓN	XIII
1. TÍTULO.....	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	7
3.1. Descripción del problema	7
3.2. Formulación del problema	9
3.3. Preguntas auxiliares de investigación	10
3.4. Delimitación del problema	10
4. JUSTIFICACIÓN	11
5. OBJETIVOS	13
5.1. General.....	13
5.2. Específicos	13
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	15
7. MARCO TEÓRICO.....	17
7.1. Producción porcina.....	17

7.1.1.	Producción porcina en Guatemala	18
7.1.2.	Sistemas de explotación porcina.....	19
7.1.2.1.	Sistema extensivo	20
7.1.2.2.	Sistema intensivo	21
7.1.2.3.	Sistema semiextensivo.....	22
7.1.3.	Ciclo de producción porcina	23
7.1.4.	Sistema de producción multi-sitios	27
7.1.5.	Alimentación.....	29
7.2.	Proceso de abastecimiento	31
7.2.1.	Cadena de abastecimiento.....	31
7.2.2.	Abastecimiento interno.....	33
7.2.3.	Abastecimiento de alimento en granjas porcinas	34
7.2.3.1.	Demanda de alimento	34
7.2.3.2.	Transporte del alimento.....	35
7.2.3.3.	Almacenamiento del alimento	35
7.2.3.4.	Suministro de los alimentos.....	36
7.2.4.	Métodos de abastecimiento de alimento en granjas porcinas	36
7.3.	Sistema de almacenamiento a granel	39
7.3.1.	Almacenamiento.....	39
7.3.2.	Clasificación de cargas.....	40
7.3.3.	Cargas a granel.....	42
7.3.4.	Almacenamiento a granel.....	43
7.3.5.	Dispositivos para almacenamiento a granel	44
7.3.6.	Silos	46
7.3.6.1.	Tipos de silos	48
7.3.7.	Métodos de carga y descarga a granel	51
7.3.7.1.	Descarga de vehículos.....	51
7.3.7.2.	Toboganes y ductos	53

	7.3.7.3.	Tolvas de descarga	53
	7.3.7.4.	Transportadores helicoidales y de tornillo	54
	7.3.7.5.	Elevadores de cangilones.....	55
8.		ÍNDICE DE CONTENIDOS	57
9.		METODOLOGÍA.....	59
10.		TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	67
11.		CRONOGRAMA.....	69
12.		FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	71
13.		BIBLIOGRAFÍA	73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organización del sector porcino y principales agentes implicados	18
2.	Esquema del ciclo de producción porcina	26
3.	Esquema de granja porcina con tres sitios de producción	28
4.	Esquema de granja porcina con dos sitios de producción	29
5.	Configuración de la cadena de abastecimiento.....	32
6.	Esquema de un centro de almacenamiento a granel	44
7.	Silos de torre	49
8.	Silos de búnker	50
9.	Silos de bolsa.....	51
10.	Cronograma	69

TABLAS

I.	Esquema de solución	16
II.	Principales características productivas del ganado porcino y registros medios más habituales para cada parámetro.....	27
III.	Comparación de métodos de almacenamiento desde punto de vista del manejo.....	37
IV.	Comparación de métodos de almacenamiento desde punto de vista de la calidad	38
V.	Comparación de silos de pequeña capacidad y de gran capacidad	47
VI.	Volúmenes para tolvas.....	53
VII.	Variables de la investigación.....	61
VIII.	Recursos	71

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
σ	Desviación estándar
e	Error de muestra
n	Tamaño de la muestra
N^3	Tamaño de la población
qq	Quintal
Q	Quetzales
m	Metro
m^3	Metro cúbico
t/h	Toneladas por hora
%	Porcentaje
°	Grados
Z	Tipificación del nivel de confianza en distribución normal

GLOSARIO

Abastecimiento	Actividad encaminada a cubrir las necesidades de consumo de una unidad económica en tiempo, forma y calidad.
Alimento concentrado	Alimento que resulta de la combinación de dos o más ingredientes, mezclados y procesados según determinadas especificaciones.
Almacenamiento	Parte de la logística que incluye las actividades relacionadas con el almacén; en concreto, guardar y custodiar existencias que no están en proceso de fabricación, ni de transporte.
Costo	Gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio.
Costos fijos	Costos que no varían con el nivel de producción de una empresa.
Costos variables	Costos que cambian en proporción al nivel de producción de una empresa.
Demanda	Cantidad total de un bien o servicio que una unidad económica desea adquirir.

Granel	Bienes o materiales que se transportan sin empaquetar, ni embalar, en grandes cantidades.
Granja	Conjunto de instalaciones destinadas a la explotación agropecuaria.
Optimización	Búsqueda de la mejor manera de realizar una actividad.
Proceso	Procesamiento o conjunto de operaciones a que se somete una cosa para elaborarla o transformarla.
Producción porcina	Actividad que incluye la crianza, alimentación y comercialización de los cerdos.
Recursos	Conjunto de elementos disponibles para resolver una necesidad o para llevar a cabo una empresa.
Relación B/C	Relación costo-beneficio.
Silos	Construcción diseñada para almacenar grano y otros materiales a granel.
Sistema	Conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo.
TIR	Tasa interna de retorno.

VAN Valor actual neto.

VAUE Valor actual uniforme equivalente.

INTRODUCCIÓN

La optimización de procesos y operaciones es una tarea a la que se enfrentan continuamente las empresas en todas las ramas de la industria, con el objetivo de mejorar su productividad y rentabilidad. Optimizar los procesos en una empresa conlleva cambios en métodos, implementación de nuevos equipos y maquinaria, uso de tecnologías nuevas, adoptar nuevas herramientas y filosofías de calidad, entre otras prácticas que aporten valor a la organización.

La presente investigación consiste en una sistematización del proceso de abastecimiento de alimentos en granjas de producción de una empresa dedicada a la porcicultura, la cual pretende minimizar los recursos utilizados en el abastecimiento de los alimentos que se fabrican en la misma empresa y son suministrados hacia sus sitios de producción de cerdos.

Esta tarea se llevará a cabo mediante el diseño de un sistema de almacenamiento a granel para los alimentos que permita suministrarlos directamente a cada área de producción para evitar el envasado de los alimentos y los costos implícitos en dicho proceso. Esos costos podrían ser el costo de mano de obra que realiza el manejo de producto terminado y el costo del material de empaque. La importancia que tiene la sistematización del abastecimiento interno de alimentos es el aumento de la productividad que se puede percibir al utilizar menos recursos para llevar a cabo el proceso.

Con la propuesta realizada en esta investigación se busca solventar el desperdicio de recursos en que se incurre por el envasado de alimentos que son destinados al consumo interno de la empresa. Como resultados se obtiene una

reducción en el costo de cada quintal de alimento consumido en las granjas de la empresa, la reducción de mano de obra necesaria para la carga y descarga de camiones y un aumento en la disponibilidad del tiempo de trabajadores de las áreas de producción de cerdos debido a la disminución de manipulación de alimentos. De esta manera se espera una reducción en el costo del proceso de abastecimiento interno de alimentos como beneficio para la empresa.

El esquema de solución que se ensayará, se hará a partir de cinco fases, la primera es la revisión documental para fundamentar teóricamente la investigación; la segunda consiste en el diagnóstico del abastecimiento de alimentos para determinar el costo del proceso. En la tercera fase se analizarán los requerimientos de inventario de alimentos en los sitios de producción de la granja para determinar las características que debe cumplir el sistema de almacenamiento. En la cuarta fase se realizará la propuesta de un sistema de almacenamiento a granel que satisfaga las necesidades de la granja; por último en la quinta fase se realizará un análisis financiero del proceso cuando el abastecimiento se realiza por medio de los alimentos envasados en sacos y cuando se realiza por medio del sistema a granel propuesto.

La realización de esta investigación es factible ya que se cuenta con los recursos necesarios para llevarla a cabo y la empresa que es objeto de estudio brinda la autorización para ejecutar los estudios necesarios correspondientes a esta tesis.

En el primer capítulo del informe final se presentará el marco teórico de la investigación, en el que se ofrece una perspectiva teórica de la producción porcina; así mismo, se abordará información referente a un sistema de almacenamiento a granel, sus generalidades, dispositivos de almacenamiento a granel y los métodos que se usan para el manejo de cargas a granel en silos.

También se pondrá en contexto el proceso de abastecimiento de alimentos que se da en una granja porcícola.

El segundo capítulo corresponde a la presentación de resultados, que comprende el diagnóstico inicial del proceso de abastecimiento interno de alimentos en la empresa y la propuesta del sistema de almacenamiento a granel, los cuales serán desarrollados, siguiendo las fases descritas en la metodología, las cuales atañen al cumplimiento de los objetivos específicos de este trabajo de graduación y al ensayo de la solución planteada.

En el tercer capítulo se discutirán los resultados alcanzados en la investigación.

1. TÍTULO

Diseño de investigación para el sistema de almacenamiento a granel para la optimización de los recursos asignados al proceso de abastecimiento de alimentos concentrados en granja de producción porcina.

2. ANTECEDENTES

La porcicultura en Guatemala es una industria que ha experimentado los cambios que conlleva la globalización y el desarrollo tecnológico, esto ha modificado las prácticas que se realizan en la producción porcina, tales como, genética, nutrición, tecnificación de operaciones, alimentación e implementación de nuevos equipos.

Los productores porcinos, en busca de reducir costos, han emprendido nuevas operaciones como la producción de alimentos, Argenti y Espinoza (1999: p.1) afirman: “El factor más afectado a nivel de productores de cerdos es la alimentación debido a que ésta representa aproximadamente 75 % de los costos de producción y es elaborada principalmente con materias primas foráneas”. Por lo tanto, la industria porcina ha desarrollado e implementado mejoras en métodos y equipos que permitan aumentar la eficiencia en el abastecimiento de alimentos concentrados que son necesarios en la producción de cerdos.

En Colombia la empresa AGROCOLANTA, que se dedica a la producción de alimentos balanceados para animales y otros productos agropecuarios, ha desarrollado un programa de instalación de silos de almacenamiento a granel de alimentos concentrados en las fincas lecheras y porcícolas de sus clientes, justificando el programa con la reducción de costos que este representa, haciendo mayor énfasis en la disminución de costos de manipulación y empaque. De esta manera aporta a las fincas una solución para la optimización de sus operaciones de abastecimiento; en su página web lo expresan de la siguiente manera:

Ya no será necesario empacar y transportar en bultos el alimento concentrado como se ha hecho en las últimas décadas. Con la instalación de los silos en las fincas, el alimento se despacha a granel en un carro granelero, desde la planta de alimentos concentrados AGROCOLANTA® directamente hacia la finca, sin pasar por el AGROCOLANTA®. Esto permite disminuir el costo del alimento porque se ahorra dinero en empaque, fletes y manipulación de los bultos. Otra ventaja es poder automatizar el suministro del alimento a los animales hasta el comedero, en las salas de ordeño o en las granjas de cría o ceba de cerdos, con un ahorro importante en mano de obra y mayor eficiencia y comodidad en las labores diarias de las granjas. (AGROCOLANTA, 2015)

Pinelli, Acedo, Hernández, Belmar y Beltrán (2004), determinan en su Manual de buenas prácticas de producción en granjas porcícolas que los factores importantes por considerar en el almacenamiento a granel de alimentos concentrados para animales, son la humedad y el tiempo de almacenamiento; por lo tanto, es crucial una buena ventilación en los silos y la rotación de los inventarios de alimentos. Cuando el almacenamiento se hace a granel en tolvas o silos, se presenta como problema principal la contaminación de los alimentos por hongos y micotoxinas debido a la mala limpieza de los residuos en los silos. Estas afirmaciones aportan importantes criterios que se deben tener en cuenta al momento de diseñar un sistema de almacenamiento a granel, el cual debe garantizar las condiciones óptimas para el alimento y las características para mantener un nivel óptimo de inventario.

Cuando es necesario almacenar grandes cantidades de granos o alimento para abastecer un proceso productivo, resulta más ventajoso realizar el almacenaje a granel en el dispositivo que mejor se adapte al proceso; aunque es necesario realizar una inversión para este tipo de almacenamiento, esta se amortiza debido a la reducción de costos variables que representa; respecto de

estas ventajas Grain Systems (GSI, 2011) en su catálogo de Contenedores de almacenamiento de granja, afirma que el almacenamiento *in situ* puede maximizar la rentabilidad de una operación y expresa lo siguiente:

Los tanques de alimentación de gran volumen son una forma habitual de almacenar alimento debido a su facilidad de instalación, a los menores costes de ampliación y a la cómoda descarga de tolva. Se pueden instalar varios de estos tanques para almacenar una variedad de granos y el diseño del techo y cuerpo sellados ayuda a proteger el grano/alimento frente a daños causados por la humedad. (p.10)

Castro y Murillo (2015) diseñaron e implementaron un sistema automatizado para la alimentación en una granja porcina en Guayaquil, Ecuador. Manifiestan que la automatización del proceso de abastecimiento de alimentos, mediante uso de control lógico programable (PLC) en silos de almacenamiento a granel instalados en sitios de producción porcina, optimizan los recursos utilizados ya que reducen el desperdicio de alimentos concentrados y suministran las cantidades exactas en ciclos de tiempo programados. Este sistema garantiza el cumplimiento de las dietas específicas de los cerdos.

Además de la optimización de recursos para los productores de porcinos, el almacenamiento de alimentos a granel representa un impacto positivo al ambiente, debido a la disminución o eliminación del material de empaque en el proceso; teniendo en cuenta que el material de empaque utilizado para el envasado de alimentos concentrados es elaborado mayormente en papel y polipropileno. En su artículo sobre la producción de piensos, analizada desde una perspectiva ambiental, Hospido, Moreira y Feijoo (2003) afirman: “La tendencia del consumo de pienso a granel demandada por los ganaderos gallegos reduce el consumo de sacos de papel, lo que supone una disminución, aunque sea pequeña, del consumo de recursos y la generación de residuos” (p.131).

3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Al observar el proceso que sigue el abastecimiento de alimentos desde la fábrica hasta los distintos sitios de producción de la empresa, se puede evaluar que el abastecimiento realizado en sacos desde la planta de fabricación genera actividades que podrían eliminarse o reducirse al abastecer los alimentos a granel. De este modo se podrían optimizar los recursos que se asignan al proceso y reducir el costo.

3.1. Descripción del problema

Una empresa dedicada a la porcicultura como su principal actividad de negocio, realiza como actividad secundaria la fabricación de alimentos concentrados para cerdos, con el objetivo de satisfacer la demanda interna de la empresa y comercializar sus productos.

El proceso productivo de los alimentos va desde la recepción de la materia prima hasta el envasado de los alimentos terminados en sacos de un quintal. El 72 % de los alimentos fabricados es destinado al consumo de los sitios de producción de cerdos de la empresa, y el 28 % restante de la producción es comercializado; por lo tanto, la mayor parte de los recursos son asignados a la producción de alimentos para el consumo interno. Lo anterior es equivalente a 30 000 quintales mensuales.

El envasado de los alimentos que se produce para satisfacer la demanda en las granjas de la empresa, ocasiona ineficiencia en el proceso de abastecimiento de los alimentos que salen desde la fábrica hacia los sitios de

producción de cerdos de la empresa, ya que se realizan operaciones innecesarias que no generan valor y que aumentan el costo del alimento que se consume.

Abastecer los alimentos envasados en sacos genera: a) costos de mano de obra para la carga y descarga de camiones, involucrando 8 personas para esta operación; b) manipulación de sacos en las áreas de producción de cerdos, lo cual merma la disponibilidad del tiempo para la realización de otras actividades en dichas áreas; y c) costos de material de empaque, con un costo unitario de Q2,20 cada saco.

Los costos generados por estas actividades son considerados como un desperdicio de recursos, ya que los alimentos terminados que son destinados para el consumo interno, pueden ser transportados y almacenados a granel en los sitios de producción de la granja porcina, para evitar las operaciones que no aportan valor al proceso y los costos superfluos inherentes.

La empresa en que se realizará la investigación se encuentra en una etapa de crecimiento en la que puede tener mayor participación en el mercado y entiende que optimizar sus procesos es necesario, por lo tanto, la gerencia está en la disposición de permitir la realización de una investigación que contribuya a la solución de problemas o propuesta de mejoras en sus operaciones.

Se tendrá acceso a toda la información de la empresa que es necesaria para llevar a cabo la investigación, tal como los requerimientos para la producción, volúmenes de producción, costos, pronósticos y recursos utilizados.

La realización de esta investigación pretende optimizar el proceso de abastecimiento de alimentos concentrados en los sitios de producción de cerdos de la empresa, teniendo como consecuencias positivas las siguientes:

- Disminución del costo del proceso de abastecimiento interno de alimentos en la granja de producción porcina.
- Reducción del uso de material de empaque para alimentos concentrados.
- Incremento de la disponibilidad de horas-hombre en sitios de producción de la granja porcina, debido a disminución de manipulación de cargas.
- Aumento en la productividad de la empresa, a causa de la reducción de costos.

Por otra parte, no llevar a cabo este estudio, tendría como consecuencias negativas las siguientes:

- Mal uso de los recursos disponibles, debido a los gastos superfluos del proceso de abastecimiento interno de alimentos y la asignación de recursos en actividades que no generan valor.
- Generación de residuos por el material de empaque utilizado para envasar alimentos que son destinados al consumo interno de la empresa.
- Uso cuantioso de horas-hombre para la manipulación de alimentos en el abastecimiento a los sitios de producción porcina.

3.2. Formulación del problema

¿Qué sistema de almacenamiento podrá optimizar los recursos asignados al proceso de abastecimiento interno de alimentos en los sitios de producción porcina de la empresa?

3.3. Preguntas auxiliares de investigación

- ¿Cuánto es el costo mensual del proceso de abastecimiento interno de alimentos, cuando este se realiza con los alimentos envasados en sacos?
- ¿Cuáles son los requerimientos de alimentos en sitios de producción porcina que garanticen los niveles óptimos de inventario?
- ¿Qué especificaciones técnicas debería tener un sistema de almacenamiento a granel que pueda optimizar y satisfacer el abastecimiento interno de alimentos en la granja porcícola?
- ¿Qué impacto financiero representaría para la empresa, la inversión en un sistema de almacenamiento a granel para optimizar el abastecimiento interno de alimentos en la granja de producción porcina?

3.4. Delimitación del problema

El trabajo de investigación se limitará al proceso de abastecimiento de alimentos concentrados, desde la planta de producción hasta los sitios de producción de cerdos de una empresa dedicada a la porcicultura, ubicada en el municipio de Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa, Guatemala; durante un periodo comprendido entre mayo de 2017 y diciembre de 2018.

4. JUSTIFICACIÓN

En la industria, las organizaciones se valen de operaciones y procesos para alcanzar sus metas y objetivos, y cumplir con la finalidad de todas las empresas, que es tener rentabilidad. Todos estos procesos utilizan los recursos de la empresa para realizarse; por ello, las organizaciones se mantienen en el constante desafío de optimizar sus operaciones y procesos, con el propósito de mejorar su productividad, ser más competitivos y obtener una mayor rentabilidad (Alva, 2016).

Esta investigación se adapta a la línea de investigación de logística de la Maestría en Gestión Industrial, que guarda relación directa con los cursos de logística y valoración económica de procesos industriales, los cuales pertenecen al pensum de la maestría. El presente estudio plantea la optimización del proceso de abastecimiento de alimentos en los sitios de producción de la empresa mediante la implementación de un sistema de almacenamiento a granel de alimentos concentrados para cerdos.

La importancia que la realización de esta investigación representa, es la propuesta de cambios y mejoras en el proceso, que reduzcan o eliminen actividades innecesarias que no generan valor en la cadena de abastecimiento interno de alimentos y aumentan su costo, tales como el envasado de alimentos para el consumo interno y la manipulación de sacos, aumentando así la productividad de la empresa.

En la presente investigación se estudia el abastecimiento de alimentos en una granja de producción porcina, debido a la necesidad existente de minimizar

los recursos que son asignados a dicho proceso. Al apreciar monetariamente los empleado para abastecer el proceso productivo de la granja porcina, resulta más fácil comprender que es necesario proponer cambios o mejoras que reduzcan los costos de operación y el capital invertido pueda ser aprovechado para cubrir otras necesidades de la empresa, emprender en nuevos proyectos o percibir una mayor rentabilidad.

La motivación y el interés generado por este trabajo de investigación es la oportunidad que el investigador tiene de aplicar conocimientos de gestión industrial para desarrollar una solución viable y factible con mejoras que optimicen el proceso de abastecimiento de los alimentos que se producen y consumen en la empresa y, a la vez, pueda solventar un problema real que ocasiona pérdidas y desperdicio de recursos.

La implementación de la propuesta que se estudia en esta investigación ofrece como beneficio la optimización de los recursos que se utilizan en el proceso, tales como el recurso humano, recurso financiero, tiempo utilizado. La optimización de estos costos también representa una disminución del costo de cada quintal de alimento consumido en los sitios de producción de la empresa y, por ende, una mayor rentabilidad.

Los beneficiarios de llevar a cabo esta investigación son los propietarios de la empresa por percibir un ahorro debido a la disminución de costos y el aumento de la productividad. También los proveedores internos por la reducción de operaciones debido a la eliminación del envasado de alimentos destinados al consumo interno; los clientes internos debido a la reducción de manipulación de sacos que realizan los trabajadores encargados del abastecimiento de alimentos. El investigador será beneficiado por la experiencia ganada en mejora de procesos y su desarrollo profesional.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Diseñar un sistema de almacenamiento a granel para optimizar los recursos asignados al proceso de abastecimiento de alimentos concentrados en una granja de producción porcina.

5.2. Específicos

1. Determinar el costo mensual del proceso de abastecimiento interno de alimentos en la granja de producción porcina, cuando el alimento es entregado envasado en sacos.
2. Analizar los requerimientos de alimentos en los sitios de producción de la granja para determinar el nivel óptimo de inventario en cada uno de ellos.
3. Proponer un sistema de almacenamiento que satisfaga las necesidades y requerimientos del ciclo productivo de la granja porcina y optimice los recursos asignados al abastecimiento interno de alimentos.
4. Evaluar financieramente la inversión estimada para implementar un sistema de almacenamiento de alimentos a granel en los sitios de producción porcina de la empresa.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Esta investigación pretende proponer una mejora que optimice los recursos utilizados en el proceso de abastecimiento de alimentos en sitios de producción porcina, mediante un sistema de almacenamiento a granel que permita tener alimentos disponibles y con la calidad requerida cuando sean necesarios, sin tener que realizar operaciones que no añadan valor al proceso y aumenten su costo.

Con esta investigación se busca cubrir la necesidad de optimizar los recursos utilizados en el abastecimiento de los alimentos concentrados que son producidos para el consumo de los sitios de producción de cerdos de la empresa. La propuesta es que se realice mediante el almacenamiento de los alimentos a granel, ya que el transporte y almacenamiento de los alimentos envasados en sacos implica la realización de operaciones que no aportan ningún valor al proceso de abastecimiento, generando costos superfluos que disminuyen la rentabilidad de la operación y desperdician recursos humanos y financieros que podrían ser asignados a otras actividades.

Una de las necesidades laborales por cubrir en este trabajo de investigación es la disponibilidad de tiempo de los trabajadores que participan en el manejo de alimentos concentrados envasados en sacos, ya que estos desatienden sus labores principales debido a la necesidad de manipular gran cantidad de sacos para el abastecimiento de alimentos.

La solución propuesta goza de validez técnica, ya que en la industria existen empresas que se dedican a la venta e instalación de equipo para automatización

y optimización de procesos de producción porcina, tales como el sistema de almacenamiento que se propone en este estudio.

Para determinar si la solución propuesta logrará optimizar el proceso de abastecimiento, en la siguiente tabla se plantea el esquema de solución:

Tabla I. **Esquema de solución**

Etapa	Fase	Metodología	Herramientas
1	Diagnóstico inicial	Estudiar las actividades que se realizan en el abastecimiento de alimentos de la granja porcina. Determinar el costo del proceso.	Mapeo del proceso Costeo ABC
2	Análisis del consumo de alimentos	Analizar las necesidades y requerimientos de alimentos en el sistema productivo de la granja porcina.	Gestión de inventarios
3	Propuesta de sistema de almacenamiento a granel	Determinar especificaciones técnicas de sistema de almacenamiento a granel que satisfaga las necesidades de abastecimiento de alimentos en la granja.	Sistema de almacenamiento a granel
4	Evaluación financiera del sistema de almacenamiento propuesto.	Estimar el costo del proceso de abastecimiento interno de alimentos con el sistema de almacenamiento propuesto. Evaluar financieramente la inversión en el sistema de almacenamiento propuesto, en base a indicadores financieros.	Costeo ABC Análisis financiero

Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presenta la revisión documental que fundamenta teóricamente este trabajo, la cual consiste en información relacionada con la producción porcina, el proceso de abastecimiento que se da en sitios de producción porcina y sistemas de almacenamiento a granel.

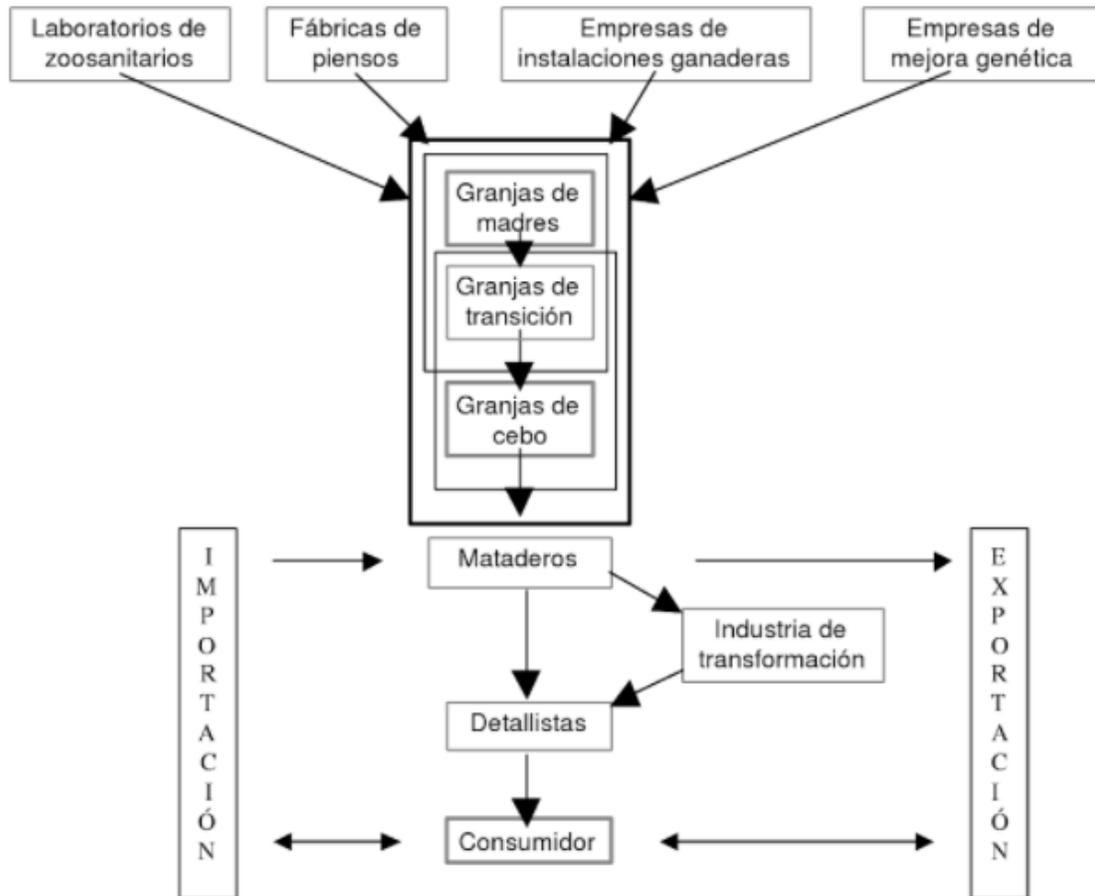
7.1. Producción porcina

La producción porcina, conocida también como porcicultura, es la actividad dedicada a la producción de carne de cerdo, la cual comprende las etapas de crianza, alimentación y comercialización de cerdos (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], 2015).

La producción de cerdos es una actividad considerada de gran impacto económico, por lo tanto, la industria porcina ha evolucionado y estudiado científicamente sus procesos para obtener el máximo aprovechamiento del cerdo, que conlleva a una mayor rentabilidad. Pinelli et al (2004) indican: “El principal objetivo de la producción porcina es obtener la mayor ganancia de peso de los animales, con el menor consumo de alimento y tiempo de engorde” (p.11).

La industria porcina posee una amplia y compleja cadena de suministro en la que interactúan varios participantes con funciones específicas y objetivos diferentes. Cada eslabón que forma parte de esta cadena es una actividad indispensable para que la carne de cerdo y sus derivados lleguen al consumidor final y satisfaga la demanda en el mercado (Babot, 2001). A continuación, se presenta un esquema del sector porcino y sus principales agentes.

Figura 1. **Organización del sector porcino y principales agentes implicados**



Fuente: BABOT, Daniel. *Gestión en empresas de producción porcina*. p.43.

7.1.1. Producción porcina en Guatemala

La industria porcícola ha tenido un crecimiento notable en los últimos años en Guatemala, a pesar del bajo nivel de tecnificación de las granjas porcinas y el brote de peste porcina clásica (PPC) en 2011, esta actividad pecuaria ha mantenido una tendencia creciente de producción, Rosales y Chávez (2012) brindan su perspectiva de la producción porcina en Guatemala manifestando lo siguiente:

Actualmente la porcicultura en Guatemala es una de las actividades pecuarias que en los últimos años ha tomado bastante auge, contribuyendo con 1,7 % del producto interno bruto (PIB) y con el 15,8 % del producto interno bruto agrícola (PIBA). Genera 10,000 empleos directos y 60 000 indirectos, además genera más de US\$100 millones. Sin embargo la porcicultura se ve comprometida por diversos factores como: el aumento repentino de las materias primas; aumento constante de productos porcinos importados; reducción de la demanda de productos por el bajo poder adquisitivo de la población; la gran debilidad del faenado y procesamiento; la Política gubernamental que favorece el ingreso de productos porcinos a través de la firma de nuevos TLC; y la pérdida del estatus de país libre de peste porcina clásica (PPC) por los brotes acontecidos. (p.1)

Según la Asociación de Porcicultores de Guatemala, APOGUA (como se citó en Rosales y Chávez, 2012), el sistema de producción porcina que más se practica en el territorio guatemalteco es el traspatio o familiar sin tecnificar, con cerdos de raza criolla en su mayoría. “El 93,8 % de las explotaciones son de Traspatio, 5,8 % Familiares, 0,08 % Comerciales y solo un 0,32 % de explotaciones Tecnificadas Industriales” (Rosales y Chávez, 2012, p.8).

7.1.2. Sistemas de explotación porcina

“Se entiende por sistemas de explotación las formas en que se hace uso de los factores de producción porcina” (Monge, 2005, p.23). La producción porcina puede clasificarse de acuerdo con su sistema de explotación, a continuación, se describen los tipos de explotación extensivo, intensivo y semiextensivo.

7.1.2.1. Sistema extensivo

El sistema extensivo se caracteriza por el uso y aprovechamiento de una extensión de terreno para la crianza de ganado alimentado por pastoreo, este sistema de explotación es poco tecnificado, lo que conlleva una baja productividad en la producción. En referencia a la explotación extensiva, Monge (2005) manifiesta lo siguiente:

Las explotaciones extensivas se caracterizan por no utilizar niveles tecnológicos adecuados que, por lo general, están relacionadas con la utilización de grandes extensiones de terreno (para que el cerdo se alimente fundamentalmente por medio del pastoreo), deficientes programas de sanidad, alimentación y selección. Los animales se manejan en grandes grupos en instalaciones poco apropiadas, por lo que no se pueden implantar sistemas de registros; es frecuente que, por estas razones, se presentan problemas de consanguinidad, y altas tasas de mortalidad, así como edades avanzadas para lograr el peso en el mercado. (p.23)

Sotillo y Vijil (como se citó en Espejo, 1996) resaltan las ventajas e inconvenientes del sistema extensivo, las cuales se detallan a continuación:

- Ventajas
 - Aprovechamiento de los recursos naturales, de otra forma improductivos.
 - Posibilidad de explotar razas autóctonas.
 - Mínima inversión de capital.
 - Alta rentabilidad en relación con el capital invertido.

- Inconvenientes
 - Estacionalidad de las producciones
 - Falta de tipificación de los productos
 - Problemas higiénico-sanitarios
 - Excesiva duración de los ciclos productivos
 - Heterogeneidad en la estructura de los rebaños

En resumen, la explotación extensiva es la que se realiza con ganado rústico, sin seleccionar, y de escasa productividad, en un entorno poco favorable para el cultivo agrícola del cual depende su alimentación. Este tipo de explotación no requiere de una mano de obra especializada y puede llevarse a cabo con poco capital (Espejo, 1996).

7.1.2.2. Sistema intensivo

Los sistemas intensivos se caracterizan por tener una producción más eficiente, aprovechando al máximo los recursos utilizados; este tipo de explotación porcina se lleva a cabo en instalaciones tecnificadas para la optimización del ciclo productivo del ganado y con una alimentación específica para cada etapa. Respecto de las características del sistema de explotación Monge (2005) expresa:

Se caracterizan por hacer un uso eficiente del recurso tierra; instalaciones adecuadas; un buen manejo de los diferentes grupos de animales; excelentes programas de sanidad, alimentación y selección. Es indispensable llevar sistemas de registros; se requiere de amplios conocimientos de la actividad, y permite una programación de la producción de acuerdo con la demanda. (p.23)

El capital es el factor productivo más influyente en la explotación intensiva; el capital fijo (edificios, instalaciones, maquinaria, equipo, animales) influye en la productividad por el aumento en la productividad de los animales, la reducción de la mano de obra y mejores condiciones sanitarias del ganado (Espejo, 1996).

El aprovechamiento de los beneficios genéticos de las diferentes razas de cerdos es un factor clave en este tipo de explotación; ya que se obtiene lo mejor de cada raza mediante cruces e ingeniería genética con el objetivo de percibir mayores ganancias. Haciendo referencia al mejoramiento genético de las razas porcinas, Paramio et al. (2012) expresan: “los sistemas intensivos de producción se caracterizan por utilizar razas muy mejoradas genéticamente, criados en el interior de naves y con un manejo nutricional basado en la utilización de alimentos concentrados o piensos compuestos” (p.3).

7.1.2.3. Sistema semiextensivo

El sistema de producción semiextensivo, también conocido como mixto; consiste en la combinación de algunas prácticas del sistema extensivo y el sistema intensivo. Este sistema de explotación genera una mayor rentabilidad que el sistema extensivo, pero menor que el intensivo. El grado en que el sistema semiextensivo se aproxime más a uno extensivo o intensivo depende directamente del capital disponible y el conocimiento del productor (Monge, 2005).

El sistema semiextensivo es un intermedio entre los otros, por tener la alimentación por pastoreo como característica del sistema extensivo y la alimentación estabulada del ganado como característica del sistema intensivo, sin llegar a practicarse un único método de alimentación (Espejo, 2016).

7.1.3. Ciclo de producción porcina

El ciclo de producción porcina se inicia en granjas madres productoras de lechones, los cuales son enviados posteriormente a granjas de engorde en torno a las cuales gira todo el ciclo productivo; en estas se consume la mayor parte de piensos en todo el ciclo. Por último, cuando el ganado llega al peso adecuado son llevados al matadero, en donde se obtiene la carne y puede ser posteriormente procesada y distribuida (Babot, 2001).

El proceso productivo de la carne de cerdo sigue una serie de procesos biológicos que funcionan paralelamente, estos consisten en la producción de lechones destetados (ciclo de las madres) y la producción de cerdos engordados (Paramio et al., 2012).

Babot (2001: p.46) expresa: “La mayoría de procesos biológicos están regulados por factores genéticos y fisiológicos, que son modulados por el medio ambiente (alimentación, sanidad, alojamientos, condiciones climáticas) al que es sometido el animal”

A continuación, se describen las etapas más importantes del ciclo de producción porcina:

- Cubrición

Es la etapa en la que la cerda está en celo (1-3 días), la cubrición puede ser por monta natural o mediante inseminación artificial (Paramio et al., 2012).

- Gestación

La gestación dura normalmente 144 días. 25-28 días después del periodo de cubrición se realiza un diagnóstico. Aproximadamente a los 110 días de gestación las cerdas son trasladadas a las salas de parto (Paramio et al., 2012).

- Lactación

El periodo de lactancia dura entre 21 y 28 días. Al finalizar el periodo de lactancia, se procede al destete de los lechones y la madre regresa a la nave de gestación para iniciar un nuevo ciclo productivo (Paramio et al., 2012).

- Destete

Es la transición que hace el lechón entre el periodo de lactancia y el cebo, el cual puede durar entre 5 y 7 semanas. Consiste en separar al lechón de la madre cuando este alcanza un peso entre 21-22 kg para que empiece una alimentación sólida (Paramio et al., 2012).

- Cebo

Es el periodo que comprende el engorde de los lechones destetados (5-6 meses) hasta llegar a un peso ideal para ir al matadero (100-105 kg) (Paramio et al., 2012).

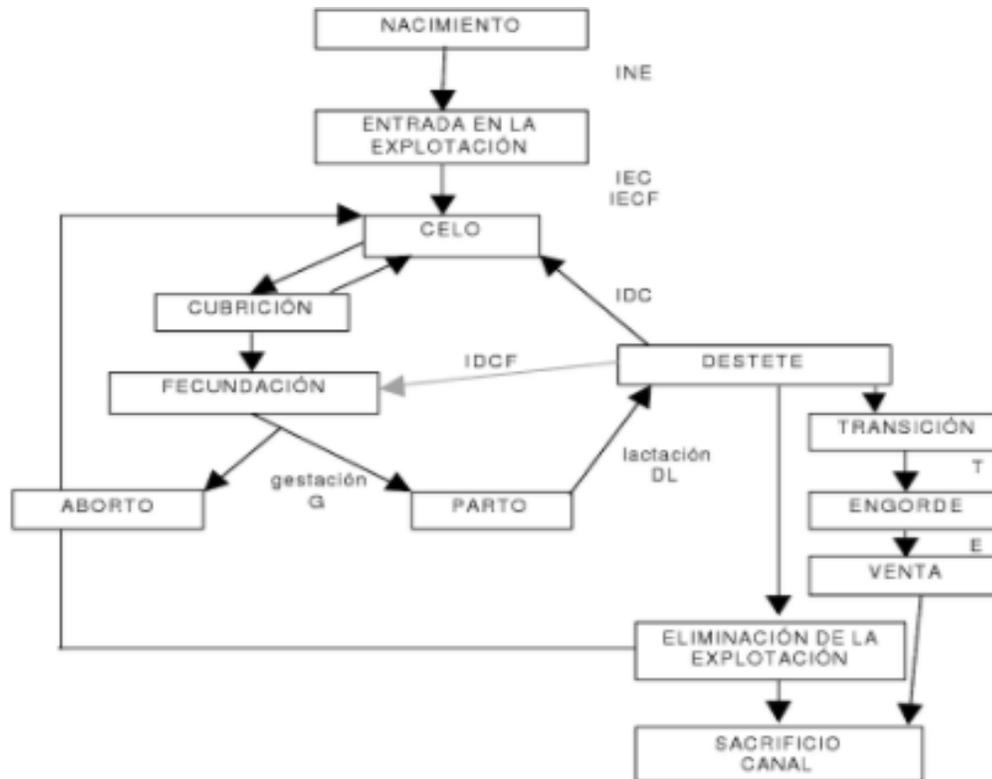
La rentabilidad del proceso productivo de cerdos depende en gran medida del tiempo del ciclo. Paramio (2012) determina los tiempos del ciclo de la madre y el ciclo del lechón de engorde, de la siguiente manera:

El ciclo productivo de las madres (producción de lechones) tiene una duración aproximada de entre 20 y 22 semanas, dependiendo fundamentalmente de la duración de la lactación. Durante este periodo se

producen tres eventos fundamentales que definen el propio ciclo: la cubrición, el parto y el destete. Entre la cubrición y el parto se produce la gestación (16-17 semanas), entre el parto y el destete, la lactación (3-4 semanas) y entre el destete y la siguiente cubrición transcurre alrededor de una semana. (...) En condiciones comerciales los cerdos llegan al matadero con 23-25 semanas de vida y con un peso al sacrificio de aproximadamente 100 kg. El ciclo del lechón se realiza en tres periodos consecutivos: 1) periodo de lactancia mientras el lechón permanece con la madre (3-4 semanas), 2) periodo de destete/transición con una duración aproximada de entre 5 y 7 semanas y 3) periodo de crecimiento y cebo de alrededor de 14-15 semanas. (p. 9-10)

A continuación, se muestra un esquema del proceso de producción porcina:

Figura 2. Esquema del ciclo de producción porcina



INE: Intervalo nacimiento entrada.
 IEC: Intervalo entrada celo.
 IECF: intervalo entrada cubrición fértil.
 IDC: Intervalo destete celo.
 IDCF: Intervalo destete cubrición fértil.
 DL: Duración lactación.
 G: Gestación.
 T: Transición.
 E: engorde.

Fuente: BABOT, Daniel. *Gestión en empresas de producción porcina*. p.46.

En la siguiente tabla se muestran los valores más comunes de los parámetros y principales características que determinan el ciclo de producción porcina:

Tabla II. **Principales características productivas del ganado porcino y registros medios más habituales para cada parámetro**

CARACTERÍSTICA PRODUCTIVA	REGISTRO HABITUAL
Primera cubrición fértil (meses)	7-8
Duración del ciclo sexual (días)	21±3
Duración de la gestación (días)	114±2
Prolificidad (nº de lechones/parto)	10-13 (<9 - >15)
Peso lechón al nacimiento (kg)	1.2-1.4 (<1 - >2)
Duración de la lactación (días)	21-42
Mortalidad lechones en lactación (%)	10-15 (<5 - >20)
Peso del lechón al destete (kg)	5-8
Intervalo destete-celo (días)	3-5 (2-9)
Partos/cerda/año	2-2.5
Vida útil de las madres (años)	2-3
Reposición anual (%)	40-50 (<30 - >55)
Peso vivo salida destete-transición (kg)	18-22 (<15 - >30)
Mortalidad en destete-transición (%)	3-10
Peso vivo al matadero (kg)	100-105 (<80 - >140)
Mortalidad en crecimiento y cebo (%)	1-8
Cerdos vendidos cerda/año	20-26 (<18 - >28)

Fuente: PARAMIO, Teresa; et al. *Manejo y producción de porcino*. p.11.

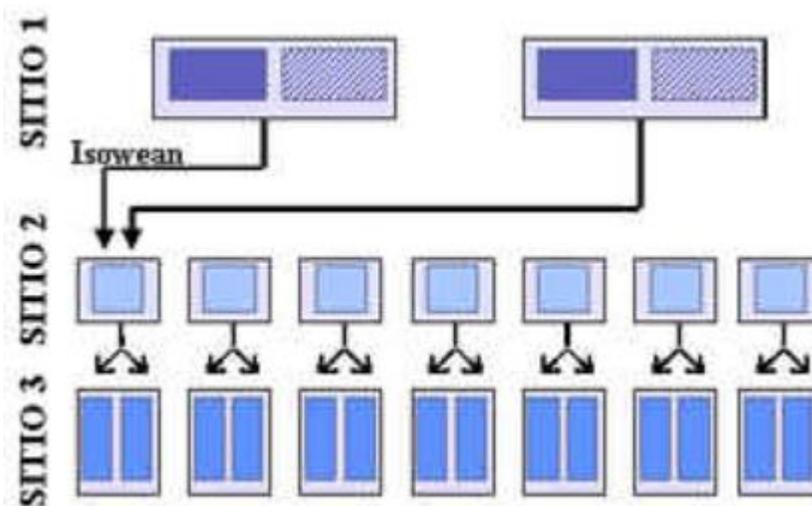
7.1.4. Sistema de producción multi-sitios

Este sistema de producción también es conocido como de tres sitios o multi-fases. La producción multi-sitios se da en granjas que realizan el ciclo productivo completo (desde la cubrición hasta el cebo) y para ello utilizan dos o más sitios en los que realizan las diferentes fases por separado. Paramio (2012) expresa:

Quando en una granja (mismo espacio físico con diferentes edificios o naves) coinciden el ciclo de las madres y el ciclo completo de los lechones destinados al matadero se dice que es una granja en un sistema de producción en “ciclo cerrado”. La alternativa más común al “ciclo cerrado”

es el sistema de producción “en fases”, genéricamente se definen tres “fases” o “sitios”: fase o sitio uno (S1) que incluye el ciclo de las madres, fase o sitio dos (S2) que incluye únicamente el periodo de destete-transición y fase o sitio tres (S3) que alberga los animales en crecimiento y cebo.

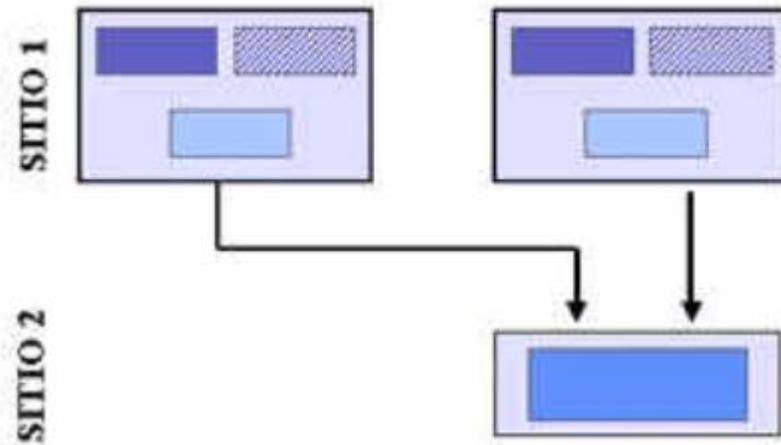
Figura 3. **Esquema de granja porcina con tres sitios de producción**



Fuente: HARRIS, Hank y HARRIS, Isabel. *Sistema de producción en un sitio y en múltiples sitios*. https://www.3tres3.com/articulos/sistema-de-produccion-en-un-sitio-y-en-multiples-sitios_335/. Consulta: 19 de febrero de 2018.

La producción en multi-sitios se practica habitualmente en tres sitios, como se explica anteriormente; sin embargo, puede hacerse también en dos, con esta configuración de la granja las fases de reproducción y destete se realizan en el sitio 1 y la fase de cebo en el sitio 2. La configuración de una granja en tres sitios de producción permite la existencia de varias ubicaciones dentro un mismo sitio (Harris y Harris, 1999).

Figura 4. **Esquema de granja porcina con dos sitios de producción**



Fuente: HARRIS, Hank y HARRIS, Isabel. *Sistema de producción en un sitio y en múltiples sitios*. https://www.3tres3.com/articulos/sistema-de-produccion-en-un-sitio-y-en-multiples-sitios_335/. Consulta: 19 de febrero de 2018.

Los sitios que conforman una granja de producción porcina, por medidas de bioseguridad, deben estar separados entre sí. La distancia de separación entre sitios que se recomienda es de 1-5 kilómetros, teniendo como limitante el espacio disponible (Castellanos, 2012).

7.1.5. Alimentación

En la industria porcina, los cerdos son alimentados principalmente por agua y alimentos concentrados, llamados también, alimentos balanceados. La formulación de estos alimentos debe ser realizada por personal técnicamente capacitado que conozca los requerimientos nutritivos del ganado en cual sea su etapa productiva y los beneficios nutritivos que ofrecen las materias primas disponibles. Los nutrientes requeridos por los porcinos se determinan a partir del sexo, edad y etapa productiva. Para la adecuada nutrición del ganado porcino se

requiere de un alimento que contenga proteína, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales (Pinelli et al., 2004).

La alimentación es un aspecto fundamental en la producción porcina, el alimento que consume el ganado determina la salud del animal, aumento de peso, capacidad reproductora, aprovechamiento del alimento y la rentabilidad que genera el proceso. (Pérez, s.f.).

Para el ganadero, o el técnico, la alimentación adquiere una importancia capital en la esfera económica, al representar la fracción más importante de los costes de producción; entre el 50 y más del 60 % en producción de lechones o más del 75 % en el cebo, excluido el coste del lechón. En las condiciones españolas los costes de alimentación de una granja en ciclo cerrado suelen variar entre un 60 % y un 65 % de los costes totales. (Paramio et al., 2012, p.31)

Pérez (s.f.) define los porcentajes de proteína que necesita un cerdo de acuerdo con su etapa productiva:

Las hembras de cría necesitan raciones con 11-13 % de proteína y que sean ricas en minerales y vitaminas. Las raciones de preiniciación para lechones deben contener hasta 24 % de proteína, 0,7 % de calcio, 0,6 % de fósforo, 4 000 unidades internacionales (U.I.) de vitamina A y 400 U.I. de vitamina D por kilogramo de alimento, además de vitamina B y antibióticos. Los alimentos de iniciación para lechones deben contener 18-20 % de proteína y las mismas cantidades de vitaminas. El contenido de proteína en raciones para cerdos de más de 18 kg se reduce al 14 %; en cerdos de 55 hasta 120 kg, el contenido de proteína en la ración será de 12 %. (p.5)

El agua es un factor indispensable en la alimentación de ganado porcino, la escasez de agua limita el crecimiento del animal y facilita la producción de grasa en la carne. La proporción necesaria de agua es de 2,5-3 litros de agua por cada kilogramo de alimento concentrado (Fuentes, 1969).

7.2. Proceso de abastecimiento

El proceso de abastecimiento es un conglomerado de actividades que se realiza en una organización con el objetivo de suministrar los bienes requeridos para cumplir los objetivos de la misma. El abastecimiento forma parte de una cadena más compleja que involucra el flujo constante de información y la participación de muchas personas, que van desde los proveedores hasta los clientes. Debido a la importancia que tiene el proceso de abastecimiento, a continuación, se citan conceptos y opiniones que ayuden a entender de forma clara el papel que este juega en la industria porcícola.

7.2.1. Cadena de abastecimiento

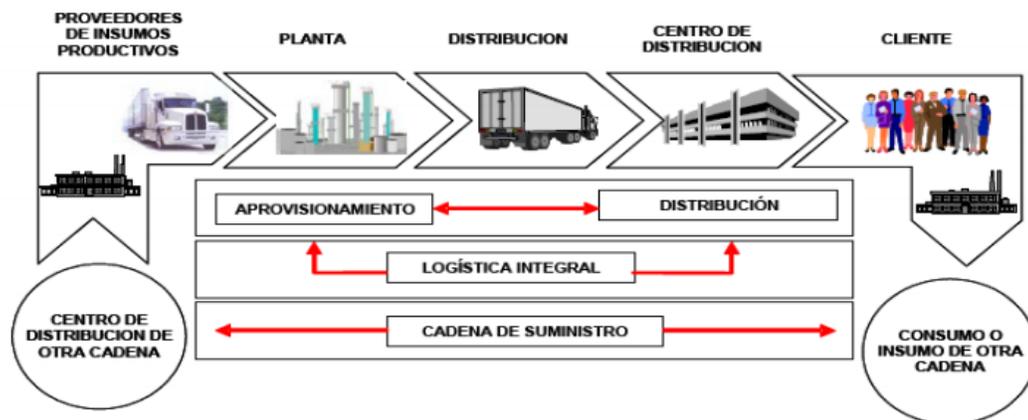
Lima (2009) define la cadena de abastecimiento de la siguiente manera: “La cadena de abastecimiento es la coordinación e integración de todas las actividades asociadas al movimiento de bienes, desde la materia prima hasta el usuario final buscando crear una ventaja competitiva sustentable” (p.11)

Mientras tanto Monterroso (2000) explica que la cadena de abastecimiento es la relación que existe entre proveedores, fabricantes y consumidores que se involucran en el proceso de abastecimiento-producción-distribución, cuyo objetivo es la transformación eficiente de insumos en productos.

Por su parte, en Chávez y Torres (2012), se define la cadena de abastecimiento o cadena de suministro como: “un conjunto de actividades de abastecimiento, transformación y transporte, enlazadas con actividades similares de proveedores y clientes”. La administración e integración de todas las actividades que componen esta cadena es conocida como: gestión de la cadena de suministro.

La estructura de la cadena de abastecimiento está constituida por la empresa central y sus eslabones son proveedores y clientes, Lima (2009) indica que: “Aunque estrictamente no es una cadena, sino una red, la estructura de la cadena de abastecimiento son todas las empresas que participan en una cadena de producción y servicios desde las materias primas hasta el consumidor final” (p.15)

Figura 5. **Configuración de la cadena de abastecimiento**



Fuente: LIMA. *Cadena de abastecimiento*.

<http://ri.ufg.edu.sv/jspui/bitstream/11592/7342/2/658.8-L732d-Capitulo%20I.pdf>. Consulta: octubre de 2017.

7.2.2. Abastecimiento interno

De acuerdo con Monterroso (2002) la función logística de abastecimiento es la encargada de suministrar insumos y materiales para asegurar el funcionamiento del sistema operativo de una organización, lo cual condiciona los costos de producción y la capacidad de respuesta al consumidor. Entre los objetivos de la gestión de abastecimiento, Mora (2016) destaca las siguientes:

- Satisfacer las necesidades de clientes internos y externos.
- Mantener continuidad en el abastecimiento de bienes y servicios.
- Conservar óptimos niveles de inventarios.
- Garantizar el suministro de bienes con la calidad requerida al mejor precio de compra en el mercado.

Monterroso (2002) expresa que para el aprovisionamiento de una empresa los bienes pueden ser adquiridos externamente o internamente, para lo cual identifica dos estrategias de abastecimiento que una organización puede adoptar:

- Integración vertical

Esta estrategia se basa en el control de los procesos productivos hacia atrás o hacia adelante en la cadena de abastecimiento, Monterroso (2002) afirma:

La integración vertical hacia las fuentes de aprovisionamiento se refiere a la habilidad de una empresa de producir internamente las materias primas, materiales e insumos que podría adquirir a terceros, mientras que la integración vertical hacia el mercado o integración de avance se relaciona

con la adquisición de procesos aguas abajo en la cadena de abastecimiento. (p.3)

- Adquisición a proveedores

Esta estrategia de abastecimiento involucra proveedores, para lo cual es importante realizar un proceso de gestión de compras, Cespón (2014) expresa: “Es el proceso mediante el cual se realiza la planeación, organización, regulación y control de la actividad de compras, bajo condiciones de eficacia y eficiencia” (p.152), debe tenerse en cuenta los costos de inventario, la disponibilidad de suministro, eficacia en las entregas y calidad de los proveedores.

7.2.3. Abastecimiento de alimento en granjas porcinas

El abastecimiento de alimentos y la forma en que este se suministra es un factor clave en el éxito en un proceso de producción porcina; Pinelli, Acedo, Hernández, Belmar y Beltrán (2004) expresan: “Este manejo incluye suministrar a los animales el alimento en la forma correcta, según su etapa de productiva (iniciación, desarrollo, engorda, gestación y lactación), el suministro continuo del alimento y la rotación de este.” (p.27)

“En la adquisición de un alimento para una unidad de producción deben considerarse los siguientes factores: demanda del alimento, transporte, almacenamiento y suministro a los animales.” (Pinelli et al, 2004, p.28)

7.2.3.1. Demanda de alimento

La demanda del alimento varía en cantidad y ritmo de consumo dependiendo de la etapa productiva en la que se encuentre el porcino. El

abastecimiento de los alimentos debe respetar la demanda que existe en los sitios de producción y la rotación del producto basada en el tiempo de almacenamiento para mantener siempre un producto fresco con la calidad necesaria (Pinelli et al, 2004). En referencia a la calidad de los alimentos Pinelli et al (2004) expresa:

Las condiciones frescas de baja humedad relativa permiten mantener un alimento hasta por períodos de un mes, pero bajo las condiciones de humedad relativa y temperatura ambiental alta de ciertas regiones del país con niveles de humedad mayores al 13 %, es mejor no guardarlos por más de una semana para evitar el desarrollo de hongos. (p.28)

7.2.3.2. Transporte del alimento

“El transporte de la planta o fábrica a la granja normalmente no afecta la calidad del alimento, excepto cuando el alimento o ingredientes se mojan durante el trayecto y aun así se utilizan.” (Pinelli et al, 2004, p.28)

7.2.3.3. Almacenamiento del alimento

Respecto del almacenamiento de alimentos para un programa de producción porcina, García Contreras, De Loera, Yagüe, Guevara y García Artiga (2012) expresan:

Las instalaciones más comunes para los cereales, suelen ser bodegas de concreto, así como silos, una vez que los cereales son molidos se almacenan en tolvas, silos o sacos. No importando cuál de ellos se utilice, es fundamental que estos sean sellados, o cerrado de forma hermética para evitar la presencia de insectos y roedores. (p.32)

Relativo al almacenamiento de alimentos a granel, Pinelli et al (2004) expresa: “En el caso de los alimentos a granel, el principal problema es la mala limpieza de los silos de alimentación con el desarrollo de residuos contaminados con hongos y micotoxinas.” (p.28).

7.2.3.4. Suministro de los alimentos

“La persona encargada de darle de comer a los animales, necesita tener presente: el consumo de alimento, el equipo para alimentación, la limpieza del equipo y la distribución del alimento.” (Pinelli et al, 2004, p.28)

7.2.4. Métodos de abastecimiento de alimento en granjas porcinas

El abastecimiento y manejo de alimentos en granjas puede darse de dos maneras, manipulando el alimento a granel o realizando este proceso en sacos. Para el abastecimiento en sacos, es indispensable el buen manejo del almacén en que se guardan los alimentos. Para que los alimentos se mantengan bien conservados en sacos, estos deben permanecer secos y limpios para, posteriormente, ser apilados sobre plataformas en un lugar que cumpla con las condiciones mínimas para mantener la mercancía en estado óptimo.

Respecto del abastecimiento en sacos, De Lucía y Assennato (1993) refieren que la localización de los almacenes y depósitos de sacos debe estar próximo a su lugar de destino; en un lugar fresco y de baja humedad; cercano a redes de servicios, agua y vías de acceso; contar con dimensiones que faciliten su manipulación en las actividades de recepción, almacenamiento y despacho.

Williams y Gracey (1996) manifiestan las ventajas y desventajas del manejo y almacenamiento a granel respecto del realizado en sacos desde dos perspectivas diferentes:

- Desde el punto de vista del manejo

Tabla III. **Comparación de métodos de almacenamiento desde punto de vista del manejo**

Aspecto	Granel	Sacos
Costo	Mayor costo de capital para construir almacenes especiales e instalar máquinas de maniobras. Costos de maniobras más bajos por tonelada en grandes cantidades. No se necesitan costales	Menor capital para un cobertizo. Mayores costos de funcionamiento exceptuando pequeñas cantidades. Los mayores costos son de mano de obra y en costales.
Uso de espacio o volumen	Muy eficiente	Utiliza solo cerca de $\frac{3}{4}$ del volumen del cobertizo, y aún menos en cobertizos pequeños
Diferentes productos, grados de calidad o lotes	Menos versátil. Necesita unidades separadas. Difícil ajustar el tamaño de las unidades de almacenamiento a los variables de los lotes.	Más versátil. Fácil para mantener lotes separados.
Uso de mano de obra	No hay uso intenso de mano de obra. Necesita responsables de maquinaria. Es posible una alta eficiencia.	Uso intenso de mano de obra. Puede ser ineficiente a menos de que la mano de obra sea bien dirigida.
Supervisión y dirección	Necesita buena experiencia técnica y entrenamiento. Aspectos elementales necesitan menos atención.	Aspectos elementales necesitan constante atención, especialmente la higiene y limpieza.
Integración con funciones asociadas	Muy conveniente para transferencias rápidas y fáciles. La mayoría del comercio internacional es a granel.	Los costales deben vaciarse para realizarse otras operaciones.

Fuente: Williams y Gracey. *Mantenimiento y funcionamiento de silos*. p. 1

- Desde el punto de vista de la calidad

Tabla IV. **Comparación de métodos de almacenamiento desde punto de vista de la calidad**

Aspecto	Granel	Sacos
Control de calidad	Los cambios en contenidos de humedad y temperatura son fácilmente monitoreados con instrumentos adecuados.	Es difícil detectar el deterioro.
Contenido de humedad	Por lo general 1 % más bajo que en almacenamiento en costales. Poco cambio durante el almacenamiento, si la humedad inicial es la correcta. El secado mecánico es más fácil y barato	Los cambios durante el almacenamiento son frecuentemente extensivos. El secado en almacén es difícil. La remoción para el secado mecánico requiere mucha mano de obra y es más caro.
Infestación de insectos	La infestación es más fácil de prevenir. Las condiciones son desfavorables para la mayoría de las plagas.	La infestación es difícil de prevenir y ocurre con mayor rapidez. Es posible que todas las plagas de insectos sean problemáticas.
Control de insectos mediante fumigación	Por lo general fácil y siempre más conveniente.	Sin dificultades. Requiere mayor frecuencia. Más costosa.
Infestación de roedores	Los problemas son improbables.	Pueden ser serias.
Control de roedores	El control y la prevención son fáciles.	Más difícil, puede ser costoso.
Pérdidas por derrames	Bajas con buen manejo.	Más altas, especialmente con infestaciones de roedores.
Mermas	Pérdidas del 1 % por limpieza. Pérdidas de peso del 1 % por secados extras. Pérdidas sin importancia por plagas.	Los niveles de mermas varían mucho. Por lo menos del 2 % en almacenamientos mejor atendidos.

Fuente: Williams y Gracey. *Mantenimiento y funcionamiento de silos*. p. 2

7.3. Sistema de almacenamiento a granel

Los sistemas de almacenamiento a granel son implementados para la conservación de mercancías sin embalaje de gran volumen. Estos sistemas se valen de dispositivos y mecanismos para cumplir con la preservación y manejo de las mercancías almacenadas. Seguidamente se presenta teoría sustancial para comprender de mejor manera estos sistemas de almacenamiento.

7.3.1. Almacenamiento

Según García (2005), el almacenamiento es una función logística de la cadena de suministro y lo define de la siguiente manera: “Disposición de las cargas en su ubicación con el objeto de retenerlas hasta su puesta a disposición.” (p.1).

Otra definición para la función del almacenamiento es la siguiente: “Gestión del espacio requerido para mantener las existencias. Implica: selección de la ubicación, determinación del espacio, distribución de las existencias, diseño de los muelles de carga y descarga.” (Astals, 2009, p.11)

De Lucia y Assennato (1993) dan una definición de almacenamiento haciendo referencia a la agroindustria, en la que expresan: “Se entiende por "almacenamiento" la fase del sistema de operaciones poscosecha durante la cual los productos se conservan de manera apropiada para garantizar la seguridad alimentaria de las poblaciones fuera de los períodos de producción agrícola”.

En el plano agroindustrial, los dos métodos de almacenamiento más comunes son: en sacos, el cual se realiza en bodegas, cobertizos o a la intemperie; y el almacenaje a granel, para el cual se ocupan graneros y silos. La

elección de cualquiera de estos métodos responde a los avances técnicos, tecnológicos y económicos de la industria (De Lucia y Assennato, 1993).

Los tres autores citados anteriormente convergen en que el almacenamiento es una actividad realizada con el objetivo principal de mantener y conservar mercancías para que se encuentren disponibles en el momento, calidad y calidad que sean requeridas; además De Lucia y Assennato (1993) resaltan la importancia del almacenamiento en la agroindustria, expresándolo así: “garantizar, en el plano agroindustrial, el aprovisionamiento regular y continuo en materias primas de las industrias de transformación”.

7.3.2. Clasificación de cargas

El almacenamiento de mercancías se practica de forma diferente dependiendo del tipo de carga que represente. Escudero (2014) indica que las técnicas de almacenamiento varían según la clasificación de mercancías según diversos criterios como sus características físico-químicas, propiedades de durabilidad o caducidad, función dentro del flujo logístico, peso y volumen.

De acuerdo con la clasificación de cargas que hace Muñoz (2014), estas pueden clasificarse así:

- Carga general
 - Carga con embalaje
 - Carga suelta sin embalaje
 - Carga unitarizada
- Carga a granel
 - Sólida
 - Líquida

- Gaseosa
- Carga especial
 - Carga extradimensionada
 - Carga refrigerada
 - Carga peligrosa
 - Carga valiosa
 - Animales vivos
 - Carga delicada

Los distintos tipos de carga difieren conforme a sus características. Muñoz (2014) refiere que la característica principal de la carga general es que se transporta en pequeñas unidades por lo cual deben ser manipuladas unitariamente; la carga a granel se transporta sin embalaje y es almacenada en grandes cantidades utilizando dispositivos y bodegas especiales; las cargas especiales se distinguen por el cuidado que se tiene en su manipulación y almacenaje.

Otra clasificación de las cargas la hace Gutiérrez y Peña (2004), indicando que se puede dividir en tres ramas, de la siguiente manera:

- Cargas de masa o sueltas
 - Cargas líquidas
 - Cargas a montón
 - Cargas a granel
- Cargas generales
 - En sacos
 - En fardos
 - En cajas
 - En paquetes

- En bultos
- Rodantes
- Voluminosas
- Pesadas
- Cargas de régimen especial
 - Peligrosas
 - Perecederas
 - Animales

7.3.3. Cargas a granel

Una acertada definición de lo que son las cargas a granel es la siguiente: “Son aquellas que presentan un gran volumen o cantidad de cargas homogéneas por cada lote que se manipula, se caracterizan por ocupar grandes espacios en donde se transportan o almacenan.” (Gutiérrez y Peña, 2004, p.37).

Otra definición para las cargas a granel, la da Astals (2009), quien hace énfasis en que este tipo de mercancías se presentan en forma de polvos, harinas y masas de grandes volúmenes: “Se considera el conjunto de materiales granulares, pulverulentos, en terrón, etc., que se almacenan y transportan en masa, tales como minerales, astillas de madera, piedra machacada, arena, cereales o cemento.” (p.97).

Los procesos en que se hace uso de cargas a granel representan una compleja logística para realizarse, ya que su manejo requiere de equipo indispensable. Gutiérrez y Peña (2004) declaran que, para operar cargas a granel, al igual que para cargas líquidas es necesario instalaciones y equipo especializado para el trasbordo, almacenamiento, transporte y manipulación.

7.3.4. Almacenamiento a granel

De Lucia y Assennato (1993) brindan la siguiente definición del almacenamiento a granel: “este método consiste en conservar los granos, sin embalaje alguno, en el interior de estructuras construidas con ese fin (graneros, silos).”

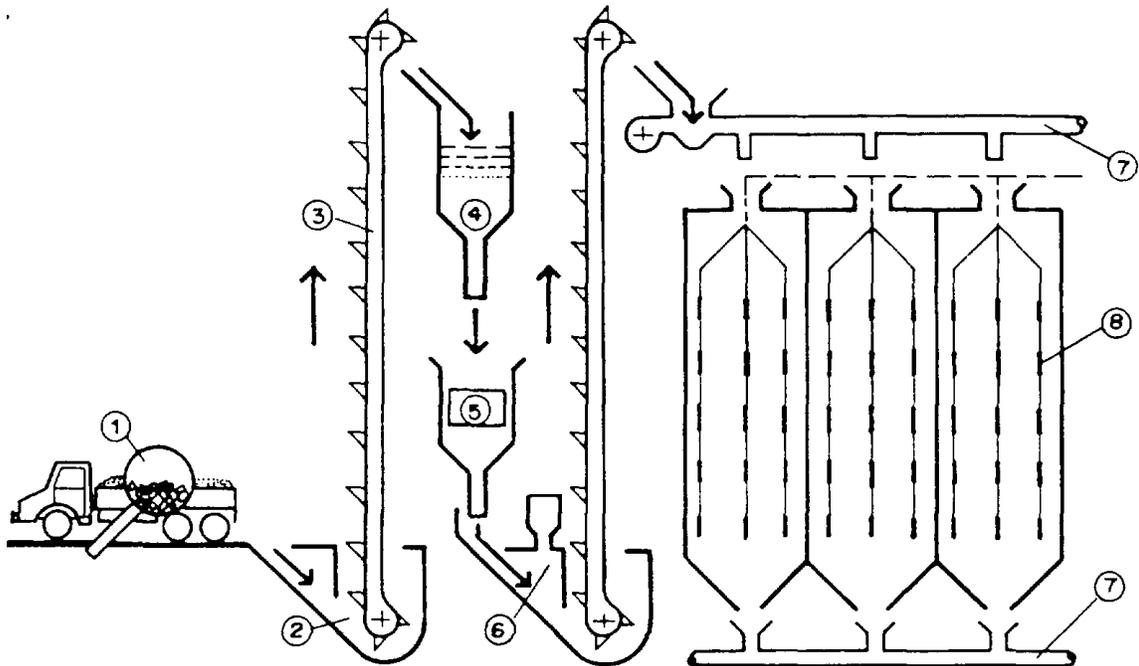
Al hablar del almacenamiento a granel, López (2006) expresa: “se trata del almacenamiento de productos sueltos, es decir, de aquellos que no están estructurados en forma de unidades de carga, además de otros productos tales como líquidos, graneles, etc.” (p.52)

Una definición de almacenamiento a granel la ofrece otro autor: “se utiliza para mercancías que no están organizadas en bultos, cajas o unidades de carga” (Escudero, 2014, p.84).

El adecuado equipamiento de los centros de almacenamiento a granel es esencial en el correcto desempeño del sistema, esto es debido a que en el sistema de almacenamiento también se involucran dispositivos que realizan otras actividades fundamentales como que el almacenaje cumpla con las condiciones requeridas. Haciendo referencia a la importancia que representa el equipamiento en un centro de almacenamiento a granel, De Lucia y Assennato (1993) manifiestan lo siguiente:

Habida cuenta de las importantes cantidades de producto con que han de operar, los centros de almacenamiento a granel deben estar equipados no solo con silos de capacidad adecuada sino también con instalaciones que faciliten una ejecución rápida y sin tropiezos de las operaciones de recepción, tratamiento, almacenaje, control y salida de los granos.

Figura 6. **Esquema de un centro de almacenamiento a granel**



Fuente: De Lucia y Assennato. *Instalaciones y material de los centros de almacenamiento a granel*. [http://www.fao.org/docrep/x5041s/x5041S06.htm#Gesti%C3%B3n del almacenaje a granel](http://www.fao.org/docrep/x5041s/x5041S06.htm#Gesti%C3%B3n%20del%20almacenaje%20a%20granel). Consulta: diciembre de 2017.

7.3.5. **Dispositivos para almacenamiento a granel**

De acuerdo con Williams y Gracey (1996) la función que cumplen las estructuras de almacenamiento es mantener sus productos secos, limpios, seguros, libres de plagas, y en una forma conveniente para su manipulación.

El almacenaje a granel puede darse en distintos dispositivos, dependiendo de las propiedades de la mercancía que se almacena. Escudero (2014) afirma lo siguiente: “la característica de los graneles radica en la propia ubicación, esta puede ser: tanques, cubas, depósitos, silos, etc., instalados al aire libre o en el propio edificio; según las características del producto y su resistencia ante los efectos climatológicos.” (p.84).

De Lucia y Assenato (1993) proporcionan su opinión referente a la trascendencia que representa el diseño o selección de los dispositivos utilizados en centros de almacenamiento de cargas a granel:

Para el buen funcionamiento de los centros de almacenamiento, sobre todo en períodos de aprovisionamiento, es necesario prestar una atención muy particular al cálculo de las dimensiones de las instalaciones y a la selección del material y equipo utilizados para la recepción y la manipulación de los granos.

Haciendo referencia a la variedad de dispositivos para almacenaje a granel que existen, Williams y Gracey (1996) afirman que: “las estructuras de almacenamiento a granel se construyen en muchas formas, tamaños y materiales. Pueden clasificarse de acuerdo con la orientación de su eje mayor en horizontales: almacenes planos; verticales: silos y recipientes de almacenamiento” (p.19).

La estructura de silos y tolvas varía según la capacidad de almacenamiento que se requiere en las fincas. Sarroca y Torres (2006) clasifica los silos en dos categorías: a) silos de pequeña capacidad, utilizados para volúmenes limitados y destinadas al consumo propio; y b) silos de gran capacidad, diseñados para el almacenamiento comercial o industrial en grandes cantidades de producto.

Atendiendo a la variedad de dispositivos disponibles para almacenar mercancías a granel, De Lucia y Assenato (1993) enuncian una lista de factores importantes por considerar en la selección de equipo para un sistema de almacenamiento de graneles:

- Capacidad de almacenamiento en volumen.

- Número y el tamaño de las cámaras.
- Volumen de las operaciones (recepción, limpieza, ensilado, salida de granos).
- Rendimiento de los equipos de secado y de los dispositivos de ventilación.
- Organización del trabajo.
- Rentabilidad.

Es importante mencionar que los factores que se consideran en la lista anterior son variables en el tiempo, por lo que al momento de diseñar o seleccionar el equipo, es necesario valorar los pronósticos de producción y del crecimiento que pueda tener la demanda del producto almacenado.

7.3.6. Silos

SISTEMA – SURATEP S.A. (2004), proporciona una definición de los silos de almacenaje, de la siguiente manera:

Los silos son contenedores de distintas formas que pueden tener una capacidad de unos pocos metros cúbicos o de unos centenares, y que pueden ser abiertos o herméticamente cerrados; se utilizan para el almacenamiento o conservación de una extensa gama de productos, bien sea granos, harinas, forraje o líquidos. (p.1)

De Lucía y Assennato (1993), hacen una clasificación de los silos según su capacidad de almacenamiento, exponiéndolo de la manera siguiente: “en general, las estructuras de almacenamiento a granel pueden agruparse en dos categorías: los silos o graneros de pequeña capacidad para el almacenamiento en la granja y los silos de gran capacidad.”; haciendo caso de esta declaración,

a continuación se muestra una tabla en la que se comparan las características principales de las dos categorías de silos que citan los autores.

Tabla V. **Comparación de silos de pequeña capacidad y de gran capacidad**

SILOS DE PEQUEÑA CAPACIDAD PARA ALMACENAMIENTO EN LA GRANJA	SILOS DE GRAN CAPACIDAD
Método de almacenaje en medios rurales de países en desarrollo.	Estructuras complejas para almacenamiento a nivel comercial o industrial.
Capacidad de almacenaje limitado, la mayor parte es destinada al consumo propio.	Capacidad de almacenaje de varios cientos o miles de toneladas.
Existe variedad de tipos de estructuras que se adaptan a diferentes climas.	Los silos de gran capacidad pueden ser verticales y horizontales.
Son construidos en diferentes materiales como: ladrillo, concreto armado, hormigón y metal.	Las cámaras de almacenaje pueden ser construidas redondas o poligonales, en materiales metálicos y de concreto armado.
Utilizados únicamente para mercancías secas y libres de impurezas.	Son equipados con sistemas de ventilación y control de temperatura.
Requieren control de humedad y plagas.	Poseen sistemas de atmósfera controlada, para la conservación de las mercancías.

Fuente: DE LUCIA y ASSENNATO. *Almacenamiento a granel*.

[http://www.fao.org/docrep/x5041s/x5041S05.htm#Almacenamiento a granel](http://www.fao.org/docrep/x5041s/x5041S05.htm#Almacenamiento%20a%20granel). Consulta: octubre de 2017.

En la selección de un silo para la granja entran en juego varios factores, según McCalmont (1965) estos factores son el nivel de servicio necesario, el capital disponible para la inversión, el tipo de silo, el sistema de carga y descarga

que empleen, y el material del cual esté fabricado, ya que estos pueden estar diseñados en ladrillo, concreto, madera o metal.

7.3.6.1. Tipos de silos

Los tipos de silos que se encuentran en la industria y el mercado son:

- Silos de torre

Son el tipo de silo más común en granjas. “Los silos de torre permanentes contruidos de ladrillo, concreto, metal, o bloques huecos son atractivos, duraderos y resistentes al fuego y al viento. El empleo de descarga y de transporte reduce al mínimo la labor manual necesaria para la alimentación del ganado.” (McCalmont, 1965, p.1).

La localización de los silos en la granja es un factor importante en la productividad, McCalmont (1965) indica que se debe dar una considerable importancia a la localización de los silos y a los dispositivos de alimentación automática o semiautomática en la granja, ya que esto restringe la productividad de la persona que atiende al ganado; también se debe considerar la ubicación de los silos de forma que los vehículos de carga y descarga tengan que dar el mínimo de vueltas y marcha en reversa.

Figura 7. **Silos de torre**



Fuente: http://images.digopaul.com/wp-content/uploads/related_images/2015/09/10/silos_2.jpg.

Consulta: enero de 2018.

- **Silos de bunker**

“Se trata de un sistema de almacenamiento que se arma con parantes estructurales metálicos de acero galvanizado y elementos de contención laterales que forman una especie de “batea” de formato rectangular cuya base puede ser el propio piso de tierra o piso de hormigón plano o con cavidad subterránea.” (LEUCA, 2013).

Las ventajas que los silos tipo bunker ofrecen, según LEUCA (2013) son el bajo costo de este tipo de silo, lo cual reduce el costo de almacenamiento por tonelada, además al ser desmontables pueden ser instalados en diferentes lugares de acuerdo con las necesidades que existan.

Figura 8. **Silos de búnker**



Fuente: <https://i.ytimg.com/vi/Th1yjf01FrE/maxresdefault.jpg>. Consulta: enero de 2018.

- **Silos de bolsa**

“El silobolsa de granos secos es un sistema de almacenamiento hermético que permite aumentar la capacidad de acopio a bajo costo, con ciertas facilidades para la segregación por calidad” (Behr y Zapata, 2017, p.13). “Se les conoce también como micro silos, presentan pérdidas reducidas y facilitan las labores de alimentación, almacenamiento y transporte. Utilizada mayormente por los pequeños productores” (Arias y León, 2016, p.31).

Figura 9. **Silos de bolsa**



Fuente: <http://www.infocampo.com.ar/wp-content/uploads/2016/11/silo-bolsa-maiz-631-280-631-14353.jpg>. Consulta: enero de 2018.

7.3.7. Métodos de carga y descarga a granel

El llenado y vaciado de los silos requiere uso de equipo especializado para llevarse a cabo, para el fácil manejo de los productos que se almacenan se utilizan tolvas en la parte baja del silo; Williams y Gracey (1996) manifiesta: “A los silos se les coloca frecuentemente una tolva cónica en el fondo que entrega por gravedad y en un punto único los contenidos del silo.” (p.27) “El ángulo de esta tolva depende del material almacenado y es por lo general de 40° a 50° sobre la horizontal para cereales secos.” (Williams y Gracey, 1996, p.27)

7.3.7.1. Descarga de vehículos

Para la descarga de vehículos cargados a granel es necesario tener instalaciones adecuadas para la recepción de la carga y posterior transporte hacia los silos donde se almacenará el contenido. Williams y Gracey (1996) indican que los vehículos deben descargar el granel mediante orificios de salida situados en el fondo del contenedor, en el piso de un cobertizo o en la poza de

recepción de un silo. Cuando los vehículos no están equipados para descargarse por sí mismos debe utilizarse artefactos como volteadores de camiones, palas montadas, transportadores helicoidales o sistemas neumáticos.

- Orificios de salida en el fondo

“El piso del vehículo está acondicionado con agujeros que se cierran con placas que se deslizan. Cuando los obturadores se abren, la mayor parte del grano fluye hacia afuera. Los restos son barridos hacia los agujeros.” (Williams y Gracey, 1996, p.31)

- Volteadores de camiones

“Los volteadores de camiones son plataformas que voltean completamente un camión o un remolque entero. El vehículo se estaciona sobre la plataforma, y la plataforma junto con el vehículo son ladeados por cables o con cilindros hidráulicos” (Williams y Gracey, 1996, p.31).

- Palas montadas en malacates

La descarga de vehículos con cargas a granel por medio de palas montadas en malacates lleva a cabo el siguiente proceso:

La bahía de descarga está equipada con un malacate cuyo cable está unido a una pala o cucharón. Primero se abre la tapa trasera del camión permitiendo que el grano se derrame. Entonces un trabajador lleva la pala al camión y la empuja en el grano, usando un mango de control. El cable del malacate se recoge, tira la pala y algo de grano del camión. La operación se repite hasta que el camión está vacío. (Williams y Gracey, 1996, p.31)

7.3.7.2. Toboganes y ductos

“Los toboganes y los ductos usan el flujo por gravedad en la transferencia de granos entre máquinas o contenedores. Deben permitir que el grano fluya libremente. Los ductos varían en pendiente, tamaño, material estructural y en su configuración.” (Williams y Gracey. 1996, p.32)

7.3.7.3. Tolvas de descarga

Las tolvas son dispositivos que se instalan en la parte inferior de los silos, con el propósito de controlar el flujo de salida y hacer más fácil el manejo de los materiales a granel al momento de la descarga. (Williams y Gracey. 1996)

De Lucía y Assennato (1993) recomiendan los siguientes volúmenes para las tolvas, en función de la capacidad de almacenamiento del silo:

Tabla VI. Volúmenes para tolvas

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO	VOLUMEN DE TOLVA
1000 qq	8 m ³
1500 qq	10 m ³
2000 qq	13 m ³
3000 qq	16 m ³

Fuente: De Lucia y Assennato. *Instalaciones y material de los centros de almacenamiento a granel*. [http://www.fao.org/docrep/x5041s/x5041S06.htm#Instalaciones y material de los centros de almacenamiento a granel](http://www.fao.org/docrep/x5041s/x5041S06.htm#Instalaciones%20y%20material%20de%20los%20centros%20de%20almacenamiento%20a%20granel). Consulta: diciembre de 2017.

Las tolvas de descarga pueden tener diferentes geometrías, las cuales son comúnmente cónicas o en forma de pirámide invertida. Para la manipulación de graneles a la salida de tolvas se utilizan transportadores horizontales (helicoidales y de tornillo) y transportadores de cinta o cadena. (De Lucia y Assennato, 1993)

7.3.7.4. Transportadores helicoidales y de tornillo

Los tornillos transportadores son mecanismos que se encargan de trasladar cargas a granel hacia otro punto del sistema; De Lucia y Assennato (1993) manifiestan lo siguiente respecto de los transportadores de tornillo: “Se trata de tornillos helicoidales (tornillos de Arquímedes) a los que un motor imprime un movimiento rotatorio. Según sus dimensiones y su modo de empleo (en posición horizontal, vertical u oblicua), van montados en un cárter acanalado o cilíndrico.”

Los tornillos transportadores son capaces de trasladar material horizontalmente, así como de forma vertical o con algún grado de inclinación; para el transporte horizontal comúnmente se emplean tornillos en canal y cuando se trata de un traslado vertical o inclinado se utilizan tornillos entubados. Los rendimientos medios varían en función del tipo de tornillo de la siguiente manera: tornillo en canal: 5 a 30 t/h, con longitudes de 5 a 30 metros; tornillo entubado: 5 a 20 t/h, con longitudes de 10 a 20 metros. Un inconveniente con los transportadores de tornillo es la dificultad que presenta su limpieza. (De Lucia y Assennato, 1993)

William y Gracey (1996) explican el funcionamiento de un transportador helicoidal, que funcionan bajo el principio de tornillo de Arquímedes; estos mecanismos consisten en una espiral que se enrolla sobre un eje de acero que va dentro de un tubo delgado de acero, mientras un extremo del tubo es alimentado por la carga a granel. Esta es empujada al otro extremo del tubo por medio del tornillo. El tornillo es accionado por un motor para producir la rotación, la energía requerida para esta operación depende del largo y diámetro del tornillo.

- Transportadores helicoidales de barrido

“Se utilizan para vaciar hasta el último grano de los silos de fondo plano. Consiste en una ala helicoidal desnuda que pivotea en el extremo de salida de grano, activada por un motor montado sobre el soporte de pivoteo.” (Williams y Gracey. 1996, p.35)

- Transportadores de tornillo

“Son una versión de trabajo intenso de los helicoidales. Se fijan en una posición horizontal o ligeramente inclinada. Son de usos especiales, tales como transportar polvos o harinas” (Williams y Gracey. 1996, p.36). Estos transportadores pueden recibir y descargar el contenido a granel en cualquier parte de su longitud.

Los dos autores citados anteriormente discrepan en el nombre que se les da a los transportadores de tornillo que desplazan la carga a granel verticalmente o con un grado de inclinación; De Lucia y Assennato, llaman a este tipo de transportador “tornillo entubado”, mientras sus homólogos, Williams y Gracey, los nombran “transportador de tornillo helicoidal”. Sin importar cómo sean llamados cumplen con la misma función.

7.3.7.5. Elevadores de cangilones

Estos elevadores cumplen con la función de transportar graneles a una altura mayor de la que se encuentran, Williams y Gracey (1996), expresan: “el elevador de cangilones es la máquina más común utilizada para levantar el grano verticalmente. Los elevadores de cangilones son muy durables y su consumo de energía es relativamente bajo.” (p.53). Otra afirmación sobre los elevadores de cangilones es:

Los elevadores de cangilones se utilizan para el desplazamiento vertical (10 grados de inclinación como máximo) y se componen de una correa sin fin provista de cangilones y tensada verticalmente entre dos poleas. Los elevadores de cangilones ofrecen la ventaja de un montaje fácil, permiten alcanzar una gran altura (70 m), consumen poco, ocupan poco espacio, y su precio es moderado. (De Lucia y Assennato, 1993)

8. ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	I
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	II
LISTA DE SÍMBOLOS.....	III
GLOSARIO.....	IV
RESUMEN.....	V
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	VI
OBJETIVOS.....	VII
RESUMEN.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	X

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Producción porcina

1.1.1. Producción porcina en Guatemala

1.1.2. Sistemas de explotación porcina

1.1.3. Ciclo de producción porcina

1.1.4. Sistema de producción multi-sitios

1.1.5. Alimentación

1.2. Sistemas de almacenamiento a granel

1.2.1. Almacenamiento

1.2.2. Clasificación de cargas

1.2.3. Cargas a granel

1.2.4. Almacenamiento a granel

1.2.5. Dispositivos para almacenamiento a granel

1.2.6. Silos

1.2.7. Métodos de carga y descarga a granel

1.3. Proceso de abastecimiento

1.3.1. Cadena de abastecimiento

1.3.2. Abastecimiento interno

1.3.3. Abastecimiento de alimentos en granjas porcinas

1.3.4. Métodos de abastecimiento de alimentos en granjas porcinas

2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

Esta investigación se realiza según un enfoque mixto cuantitativo-cualitativo, ya que para su desarrollo se estudiará el proceso de abastecimiento de alimentos en sitios de producción porcina para diseñar un sistema que optimice los recursos financieros que se asignan a dicho proceso. Por lo anterior, es necesario analizar cualitativamente el proceso para plantear cambios en el sistema que se ajusten a las características del proceso; también es preciso el análisis cuantitativo del proceso para el estudio de los recursos asignados.

Para llevar a cabo esta investigación no será necesario realizar algún tipo de experimento para la manipulación de variables, por lo tanto, se trata de una investigación con diseño no experimental con temporalidad transversal, ya que se realiza durante un periodo de tiempo definido.

Para emprender esta investigación se ha elegido un tipo de estudio descriptivo, con el cual se procura describir el proceso que sigue el abastecimiento de alimentos en la granja porcina y cómo este puede cambiar al utilizar un sistema de almacenamiento a granel para los alimentos.

Esta investigación tiene un alcance descriptivo, en este estudio se pretende describir un sistema de almacenamiento que optimice el abastecimiento de alimentos concentrados en una granja porcícola y visualizar la optimización de los costos que este sistema puede ofrecer.

Las variables que se utilizarán en la realización de esta investigación para su estudio son de tipo cuantitativo.

Las variables independientes que se analizan en esta investigación son:

- Costos fijos: son los costos implícitos al proceso que se mantienen constantes en el tiempo.
- Costos variables: son los costos asociados al proceso que varían directamente respecto del nivel de consumo de cada sitio de producción de la granja.
- Inversión inicial: inversión necesaria para implementar el sistema de almacenamiento a granel.
- Demanda de alimentos: es la cantidad de alimentos que es requerida en los sitios de producción para el consumo de los porcinos.

Las variables dependientes asociadas a esta investigación son:

- Costo mensual del proceso: es el costo total mensual que representa el proceso de abastecer de alimentos los sitios de producción.

En la siguiente tabla se muestran las variables que se utilizarán para realizar esta investigación:

Tabla VII. Variables de la investigación

OBJETIVO	VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	TÉCNICA	PLAN DE TABULACIÓN
Diseñar un sistema de almacenamiento a granel para optimizar los recursos asignados al proceso de abastecimiento de alimentos concentrados en una granja de producción porcina.	Recursos asignados al proceso	Dependiente Cuantitativa Continua	Costo del proceso		
Determinar el costo mensual del proceso de abastecimiento interno de alimentos en la granja de producción porcina, cuando el alimento es entregado envasado en sacos.	Costo mensual del proceso	Independiente Cuantitativa Continua	Costos fijos y variables	Observación directa	Los datos recopilados del diagnóstico del proceso serán tabulados en una hoja electrónica de cálculo para su análisis mediante costeo ABC.
Analizar los requerimientos de alimentos en los sitios de producción de la granja para determinar el nivel óptimo de inventario en cada uno de ellos.	Demanda de alimentos en sitios de producción	Independiente cuantitativa continua	Pronósticos de consumo de alimento en sitios de producción	Documentación	Los pronósticos de consumo de alimento serán proporcionados por la empresa para el análisis de gestión de inventario de los sitios de producción.
Proponer un sistema de almacenamiento que satisfaga las necesidades y requerimientos del ciclo productivo de la granja porcina y optimice los recursos asignados al abastecimiento interno de alimentos.	Inversión flujo de efectivo	Independiente cuantitativa continua	VPN VAUE TIR Relación B/C	Documentación	Los datos recopilados del proceso serán tabulados en una hoja electrónica de cálculo para su posterior análisis financiero

Fuente: elaboración propia.

Para abordar esta tarea se desarrollarán diferentes fases, las cuales se describen a continuación:

- Fase 1: revisión documental

La primera fase de la investigación corresponde a la revisión documental de investigaciones previas que puedan fundamentar el estudio para la elaboración de antecedentes.

La revisión documental brindará un fundamento para la elaboración del marco teórico, referente al abastecimiento de alimentos en la industria porcina.

- Fase 2: diagnóstico del proceso de abastecimiento de alimentos

Investigación de campo para observar el proceso que sigue el abastecimiento de los alimentos concentrados desde la fábrica hasta los sitios de producción porcina.

Identificar y clasificar los recursos que son asignados al abastecimiento interno de alimentos para determinar el costo del proceso cuando se realiza con el alimento envasado en sacos.

Determinar el costo del proceso valiéndose del método de costeo ABC.

- Fase 3: análisis del consumo de alimentos en sitios de producción de la granja

Analizar información de importancia, relativa al abastecimiento de alimentos de las granjas de la empresa, tales como la demanda de alimentos en los sitios de producción porcina y ritmo de consumo de alimentos.

Determinar niveles óptimos de inventario de alimentos para los sitios de producción de la granja porcina.

- Fase 4: propuesta de sistema de almacenamiento a granel

Determinar las especificaciones técnicas que debe tener un sistema de almacenamiento a granel para satisfacer la demanda de alimentos de los sitios de producción de la granja, tales como material de construcción, capacidad, métodos de carga y descarga de dispositivos de almacenamiento.

Proponer un sistema de almacenamiento a granel para los alimentos que abastecen cada sitio de producción en la granja, en base a las especificaciones determinadas.

- Fase 5: evaluación financiera del sistema de almacenamiento propuesto

Evaluar proveedores de sistemas de almacenamiento a granel para estimar la inversión inicial necesaria para la innovación.

Estimar el costo del proceso de abastecimiento interno de alimentos con el sistema de almacenamiento propuesto para cada sitio de producción, mediante un costeo ABC.

Comparar los costos del proceso de abastecimiento de alimentos cuando se realiza con el producto envasado en sacos y con el sistema de

almacenamiento a granel propuesto, para valorar la optimización de los recursos asignados al proceso.

Valorar la viabilidad financiera de la inversión necesaria para implementar el sistema de almacenamiento a granel propuesto, mediante un análisis financiero.

La empresa cuenta con un total de tres sitios de producción porcina para sus diferentes etapas productivas, si se aplica muestreo estadístico para calcular el tamaño de la muestra para un nivel de confianza del 95 % y un error estándar de 5 % y desviación estándar de 0,5, utilizando:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Donde:

n: tamaño de la muestra

N: tamaño de la población

σ : desviación estándar de la población

Z: tipificación del nivel de confianza en distribución normal, 1,96 para un nivel de confianza de 95 %

e: error en la muestra

Se obtiene que: $n = \frac{3(0.5^2)(1.96^2)}{(3-1)(0.05^2) + 0.5^2(1.96^2)} = 2,98$, dado que el tamaño de la muestra es muy próximo al tamaño de la población. Se tomará como tamaño de muestra el total de los tres sitios de producción para el estudio del proceso de abastecimiento de alimentos.

Los resultados que se esperan obtener con el planteamiento de la propuesta del sistema de almacenamiento a granel son reducción en:

- Costo del proceso de abastecimiento interno de alimentos
- Uso de material de empaque para alimentos
- Hora-hombre invertidas en el abastecimiento interno de alimentos

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Para determinar el costo mensual del proceso de abastecimiento interno de alimentos, se describirá el proceso que siguen los alimentos desde la fábrica de la empresa hasta sus sitios de producción porcina, basándose en la observación directa de las actividades que constituyen el proceso. El análisis de estas actividades se realizará mediante un diagrama de flujo para el mapeo del proceso e identificar los costos asociados a estas. El análisis e interpretación de los costos se realizará mediante un sistema de costeo basado en actividades “ABC”.

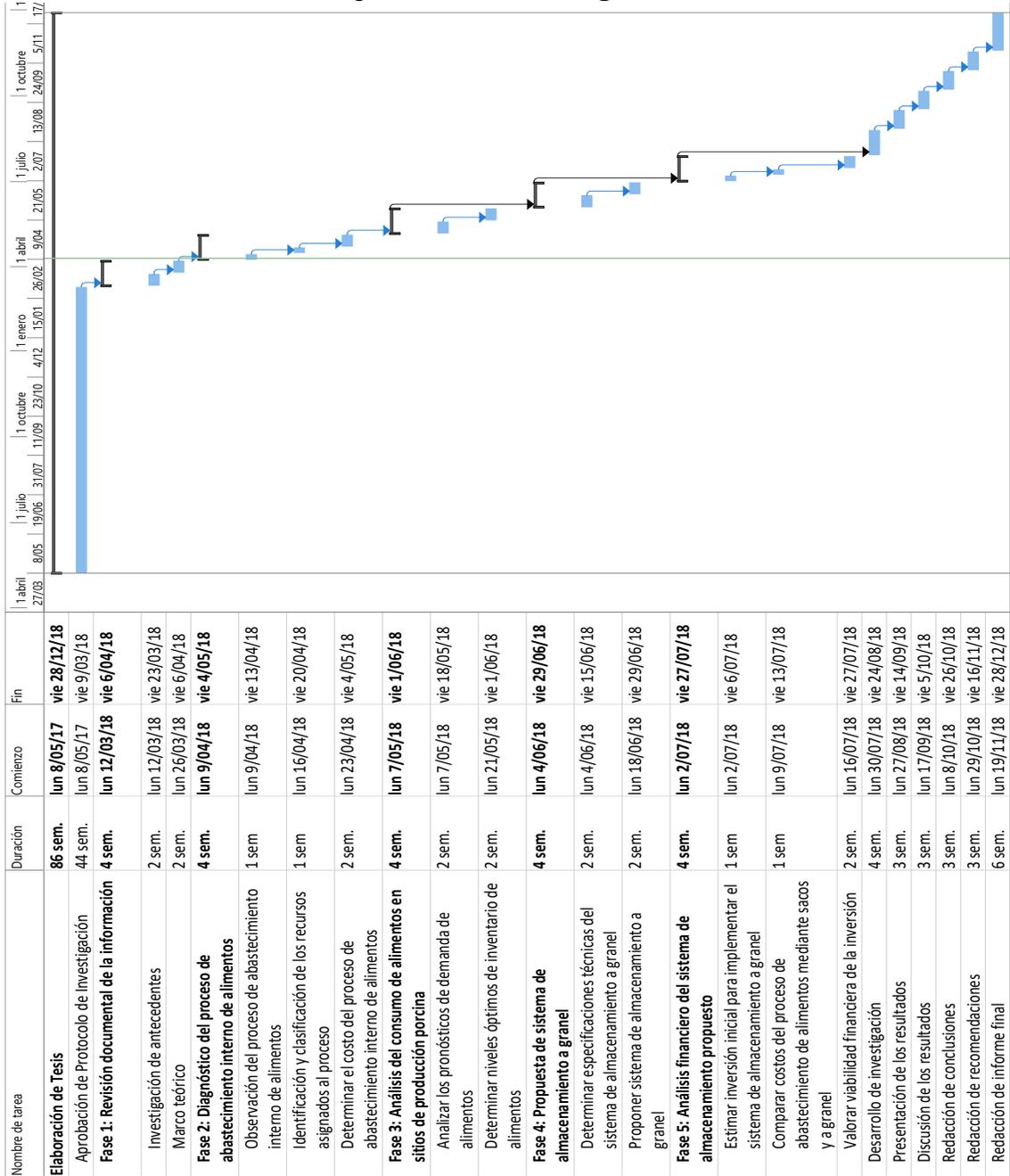
Para realizar el diseño del sistema de almacenamiento a granel que se propondrá, se analizarán los pronósticos de demanda de alimentos de cada sitio de producción de la granja, los cuales serán obtenidos mediante documentación de la información proporcionada por la empresa.

La información obtenida de los pronósticos se analizará e interpretará mediante la gráfica de un modelo de inventario determinístico para establecer cantidades óptimas de pedido, niveles de reorden, inventario de seguridad y nivel máximo de inventario, con el propósito de determinar las especificaciones técnicas con que debe cumplir el sistema de almacenamiento a granel.

Para evaluar financieramente la inversión del sistema de almacenamiento propuesto, se analizarán los datos financieros obtenidos en la investigación mediante indicadores económicos, tales como: VAN, VAUE, TIR, relación B/C, los cuales serán evaluados con la ayuda de una hoja de cálculo electrónica.

11. CRONOGRAMA

Figura 10. Cronograma



Fuente: elaboración propia

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

La realización del presente estudio es factible, debido a que se cuenta con los recursos de información, humanos, financieros y materiales esenciales para llevar a cabo la investigación:

- Información: la empresa otorga la autorización para acceder a la información necesaria para la elaboración del estudio y los permisos pertinentes para el ingreso a las instalaciones.
- Recursos humanos: investigador, asesor de tesis, personal de la empresa.
- Recursos materiales: papelería y útiles, combustible, equipo de computación e impresión, internet y software utilizado para el desarrollo de la investigación.
- Infraestructura: libre acceso a las instalaciones de la empresa.
- Recursos financieros: los recursos necesarios para realizar esta investigación serán financiados por el investigador y se describen en la tabla que se presenta a continuación.

Tabla VIII. Recursos

DESCRIPCIÓN DE RECURSO	TIPO DE RECURSO		MONTO
Papelería y útiles	Material	Q	300,00
Equipo de impresión	Material	Q	800,00
Computadora	Material	Q	4 000,00
Internet	Tecnológico	Q	2 400,00
Investigador	Humano	Q	12 000,00
Asesoría de tesis	Humano	Q	500,00
TOTAL		Q	20 000,00

Fuente: elaboración propia

13. BIBLIOGRAFÍA

1. AGROCOLANTA. (2015). Almacenamiento en la finca de Alimento Concentrado "a Granel". Recuperado de AgroColanta: <http://www.agrocolanta.com/novedades/almacenamiento-en-la-finca-de-alimento-concentrado-a-granel/>
2. Alva Menéndez, G. (21 de mayo de 2016). Ventajas de optimizar los procesos en las empresas. Recuperado de Gestión: <https://gestion.pe/t.endencias/son-ventajas-optimizar-procesos-empresas-121297>
3. Argenti, P., & Espinoza, F. (1999). Alimentación alternativa para cerdos. Maracay: Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
4. Arias Jiménez, C. D., & León Chancusig, S. M. (2016). Análisis y propuesta de implementación de un silo de almacenamiento de balanceado, para mejorar la capacidad de producción de la fábrica de balanceados "Ecuapollo". Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi. Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3623>
5. Astals Coma, F. (2009). Almacenaje, manutención y transporte interno en la industria (Primera ed.). Barcelona: Edicions UPC.
6. Babot, D. (2001). Gestión en empresas de producción porcina. Lleida: Ediciones de la Universitat de Lleida.
7. Behr, E., & Zapata, L. (2017). Almacenamiento de granos secos en silobolsa. Revista INTA, 13-15. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_ser_exten_81_2017_behr_e_zapatal_13-15.pdf

8. Castellanos, E. G. (2012). Diseño óptimo de una granja porcina. Recuperado de Instalaciones Porcinas: <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Archivos/Diseno%20optimo%20de%20una%20granja%20porcina.pdf>
9. Castro Mendoza, C. M., & Murillo Sevillano, M. I. (2015). Diseño e implementación de un prototipo de sistema automatizado para la alimentación y climatización de una granja porcina. Guayaquil, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
10. Cespón, R. (2014). Administración de la cadena de suministros. Cuba: Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.
11. Chávez, J. H., & Torres Rabello, R. (2012). Supply Chain Management (Gestión de la Cadena de Suministro) (Segunda ed.). Santiago, Chile: RIL editores.
12. CISTEMA - SURATEP S.A. (13 de Mayo de 2004). Almacenamiento en silos. Recuperado de ARL Sura: https://www.arlsura.com/images/stories/documentos/seguridad_en_silos.pdf
13. De Lucía, M., & Assennato, D. (1993). La ingeniería en el desarrollo - manejo y tratamiento de granos poscosecha. Roma: FAO. Recuperado de Depósito de documentos de la FAO: <http://www.fao.org/docrep/x5041s/x5041S00.htm#Contents>
14. Escudero Serrano, M. J. (2014). Logística de almacenamiento. Madrid, España: Ediciones Paraninfo.
15. Espejo Marín, C. (1996). Sistemas de explotación ganadera. Murcia, España: Universidad de Murcia. Recuperado de <http://www.ingeba.org/lurralde/lurranet/lur19/19espej/19espejo.htm>
16. Fuentes Yagüe, J. L. (1969). La alimentación de los cerdos. Madrid, España: Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura.

17. García Contreras, A. C., De Loera Ortega, Y. G., Yagüe, A. P., Guevara González, J. A., & García Artiga, C. (2012). Alimentación práctica del cerdo. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 21-50. Recuperado de <http://revistas.ucm.es/index.php/RCCV/article/view/38718>
18. García Sabater, J. P. (2005). Conceptos Generales Sobre Almacenes. Recuperado de Sitio Web de José Pedro García Sabater: <http://personales.upv.es/jpgarcia/linkedddocuments/7%20almacenes.pdf>
19. GSI. (2011). Tanques de tolva de granja. Contenedores de almacenamiento de granja.
20. Gutiérrez Pradere, A. M., & Peña Yantá, M. (enero de 2014). Protección de las cargas en el sistema logístico. *Industrial*, XXV, 36-40.
21. Harris, H., & Harris, I. (10 de marzo de 1999). Sistema de producción en un sitio y en múltiples sitios. Recuperado de 3tres3: https://www.3tres3.com/articulos/sistema-de-produccion-en-un-sitio-y-en-multiples-sitios_335/
22. Hospido, A., Moreira, M., & Feijoo, G. (2003). La producción de piensos para ganado vacuno analizada desde una perspectiva ambiental. *CYTA - Journal of Food*, 122 - 131.
23. LEUCA. (2013). Silo Búnker. Recuperado de LEUCA BUNKER SILOS: <http://leucabunkersilo.com/silo-bunker/>
24. Lima Rivera, J. (2009). Cadena de Abastecimiento. Recuperado de Repositorio Institucional UFG: <http://ri.ufg.edu.sv/jspui/bitstream/11592/7342/2/658.8-L732d-Capitulo%20I.pdf>
25. López Fernández, R. (2006). Operaciones de almacenaje. Madrid, España: Paraninfo.
26. McCalmont, J. R. (1965). Los silos en la granja. México DF: A.I.D.

27. Monge Calvo, J. D. (2005). Produccion porcina. San José, Costa Rica: EUNED.
28. Monterroso, E. (2000). El proceso logístico y la gestión de la cadena de abastecimiento. Argentina: UBANET.
29. Monterroso, E. (2002). La gestión de abastecimiento (*Inbound Logistic*). Argentina: UBANET.
30. Mora García, L. A. (2016). Gestión logística integral (Segunda ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
31. Muñoz, R. D. (2014). Clasificación de la carga. Recuperado de Wordpress:
https://syscomer.files.wordpress.com/2014/08/clasificacion_de_las_cargas.pdf
32. Paramio, T., Manteca, X., Milan, J., Piedrafita, J., Izquierdo, D., Gasa, J., . . . Pares, R. (2012). Manejo y producción de porcino. Barcelona, España: UAB.
33. Pérez Zermeño, O. (s.f.). Sistema de producción porcina. Texcoco, México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
34. Pinelli Saavedra, A., Acedo Félix, E., Hernández López, J., Belmar, R., & Beltrán, A. (2004). Manual de buenas prácticas de producción en granjas porcícolas. Sonora, México: SENACICA.
35. Rosales, D., & Chávez, G. (2012). Proyecto regional de prevención de peste porcina clásica en la república de Guatemala, C.A. Guatemala: MAGA. Recuperado de <http://visar.maga.gob.gt/visar/sa/ppc/proyecto-reg.pdf>
36. SAGARPA. (10 de junio de 2015). ¿Qué es la porcicultura? Recuperado de Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/que-es-la-porcicultura>

37. Sarroca González, R., & Torres Gemeli, M. (2006). Manipulación y almacenamiento de alimentos. La Habana, Cuba: Editora LogiCuba.
38. Williams, D. B., & Gracey, A. D. (1996). Mantenimiento y funcionamiento de silos. Roma, Italia: FAO.

