

## Diseño de un prototipo de sistema de información para la gestión de la producción en una planta de alimentos

CANO-C, Adolfo\*†, FORNÉS-R, René, RÍOS-V, Nidia y TAPIA-M, Iván.

*Dirección de ingeniería, Cuerpo académico de sistemas de gestión de la calidad, Instituto Tecnológico de Sonora, México.*

Recibido Abril 18, 2016; Aceptado Junio 1, 2016

### Resumen

La investigación se realizó en una planta de alimentos balanceados para aves y cerdos, estudiando el manejo del sistema de producción. El objetivo, fue desarrollar un prototipo de sistema de información para la administración de la producción y control de inventarios. Los resultados consisten de un prototipo, que permite gestionar la operación de la planta de alimentos balanceados desde la planeación de pedidos hasta el envío del producto. Se estableció un modelo entidad-relación y las interfaces para su operación. El prototipo permitirá medir la viabilidad del desarrollo del proyecto al valorar la opinión de los futuros usuarios.

**Prototipo, gestión de la producción, sistema de información**

### Abstract

The research was done in a feed mill for poultry and pigs, studying the production management system. The goal was to develop a information system prototype for production management and inventory control. The results consist of a prototype for manage the operation of the feed mill from order planning to shipping the product. One entity-relationship model and interfaces for operation was established. The prototype will measure the viability of the project development considering customer rating.

**Prototype, production management, information system**

**Citación:** CANO-C, Adolfo, FORNÉS-R, René, RÍOS-V, Nidia y TAPIA-M, Iván. Diseño de un prototipo de sistema de información para la gestión de la producción en una planta de alimentos. Revista de Prototipos Tecnológicos 2016, 2-4: 39-54

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: [adolfo.cano@itson.edu.mx](mailto:adolfo.cano@itson.edu.mx))

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Una granja, es un área productiva compleja, que involucra la integración de diferentes actividades para el logro de sus objetivos. En particular la empresa analizada se dedica a la venta de huevo y cerdo; operación que implica el cuidado, manejo, alimentación, distribución, y una serie de actividades. El eje de la operación es la producción de alimento (para aves y cerdos) es un área dinámica que se caracteriza como un centro de costos, de aquí su importancia para mejorar la productividad.

La producción de Alimento Balanceado es un proceso donde intervienen múltiples variables: materia prima, transporte, formulaciones nutricionales, funcionamiento del mercado de carnes y hasta podríamos incluir el clima que sin lugar a dudas regula también la actividad agroindustrial definiendo la oferta y precios de cereales. (Juncos, 2010).

En la planta de alimentos se producen hasta 18 tipos de alimentos para cerdos y aves, la manera en la que se identifican los alimentos en el caso de los cerdos es por medio de un intervalo que expresa la cantidad de kilogramos en la que se encuentra el cerdo y en el caso de las aves el intervalo expresa la fase de desarrollo del ave, la cual se mide en semanas.

Los más comunes para cerdos son: el 12-25, 25-60, 60-80, 80-100, 100-Mdo (proporcionado una vez que el cerdo ha alcanzado su crecimiento pleno), Gestación (proporcionado a las hembras preñadas), y Lactancia (proporcionado a los lechones en sus primeras semanas). En el caso de aves el 0-3, 4-9, 9-14 atienden las primeras semanas de crecimiento, y los alimentos Desarrollo, Booster, Fase-1, Fase-2 son proporcionados en etapas especiales del crecimiento del ave.

La producción utiliza ingredientes que son conseguidos con proveedores locales y en ocasiones foráneos, por ello requiere un adecuado conocimiento del medio para estar pendiente de los ingredientes disponibles, su costo, su cantidad y calidad. El procesamiento del alimento balanceado requiere de micro y macro ingredientes, que son solicitados al proveedor en una u otra presentación. En el caso de los macro ingredientes llegan al proceso directamente sin un trabajo previo y los micro ingredientes son mezclados al alimento en dos etapas, primero se lleva a cabo una premezcla con la finalidad de integrarlos mejor al producto final (dicha premezcla es adquirida con proveedores locales), y después es integrada al alimento.

En el ámbito de los alimentos se define un alimento completo como aquel que aporta la nutrición adecuada. Por su fórmula específica, está preparado para ser consumido como única ración y es capaz de mantener con vida y/o promover la producción sin que sea necesario proporcionar ninguna sustancia adicional, excepto agua (FAO, 2003). El Alimento compuesto consiste de una mezcla de productos de origen vegetal o animal en su estado natural (frescos o conservados), productos derivados de un procesamiento industrial o sustancias orgánicas o inorgánicas, contengan o no aditivos, que constituyen un alimento completo para suministro oral. Otras connotaciones son la de Alimento primario que es Fabricado "desde cero", lo que significa que son formulados a partir de los ingredientes simples. Por otra parte un alimento secundario es fabricado mezclando suplementos con otros ingredientes, como granos.

El Aditivo, suplemento o concentrado es un ingrediente o combinación de ingredientes añadidos a la mezcla base del alimento o a parte de ésta para satisfacer una necesidad específica, normalmente se utiliza en microcantidades y requiere mezclado y manipulación cuidadosa. Otro término utilizado es el de Premezcla, la cual es una Mezcla uniforme de uno o más microingredientes con un diluyente y/o un vehículo. Las Premezclas son utilizadas para facilitar la dispersión uniforme de los microingredientes en una mezcla mayor (AAFCO, 2000).

La encuesta de alimentos en el 2016 mostró que la alimentación de las aves tiene la mayor cuota de mercado y está creciendo más rápido que cualquier otra especie, con el 47 por ciento de la alimentación mundial total fabricada específicamente para pollos de engorde, gallinas ponedoras, pavos, patos y otras aves. La encuesta de este año también se confirmó que el maíz y la harina de soya son los ingredientes estándares de alimentos para aves de corral a nivel mundial. Los 10 productores de alimentos más importantes del mundo sigue siendo China, Estados Unidos, Brasil, India, México, España, Rusia, Alemania, Japón y Francia (Alltech, 2016).

Todo lo anterior provoca cambios en las estructuras de operación de las plantas de alimentos balanceados, generando un gran número de problemas que los fabricantes de enfrentan día a día, los esquemas son comunes a todos los países involucrados en el giro. Entre los desafíos más comunes están: a) Las difíciles condiciones económicas locales, b) Los tabúes religiosos y culturales, c) Las poco cooperadoras políticas gubernamentales, d) Los desafíos logísticos del transporte, e) Manejo y almacenamiento de ingredientes y productos voluminosos y perecederos.

Estos desafíos motivan el conocimiento a más detalle de las operaciones y las áreas necesarias para la operación de una planta de alimentos. El alimento es el producto final de la planta de alimentos, y detrás de su proceso se involucran conceptos como órdenes de pedidos, costo, tiempo de entrega, control de materiales etc., son términos familiares a quien se propone optimizar la operación de los sistemas.

Uno de los objetivos de la Planta de Alimentos abordada es la reducción de costos y la optimización de la operación de sus procesos, recientemente se adoptó la idea de producir Premezclas en lugar de adquirirlas con proveedores, esto traería beneficios como los mostrados en el grupo de tablas a continuación.

| ALIMENTOS   |       |       |       |       |       |       |        |       |           |       |           |        |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-----------|-------|-----------|--------|
| INGREDIENTE | 12-25 |       | 25-60 |       | 60-80 |       | 80-100 |       | GESTACION |       | LACTANCIA |        |
|             | Cant- | costo | Cant- | costo | Cant- | costo | Cant-  | costo | Cant-     | costo | Cant-     | costo  |
| ORGO        | 45    | 1.73  | 35    | 1.08  | 25    | 1.624 | 20     | 1.798 | 10        | 4.46  | 4.0       | 4.46   |
| ALCIO       | 13    | 95    | 12    | 1.8   | 12    | 1.80  | 12     | 1.80  | 17        | 2.55  | 16        | 2.40   |
| ORTOFOSFATO | 14    | 8.1   | 12    | 24.1  | 10    | 0.09  | 7      | 4.06  | 17        | 34.15 | 19        | 88.171 |
| ISINA       | 05    | 4.1   | 1.7   | 4.88  | 2.1   | 5.44  | 3.0    | 0.72  |           |       | 5.0       | 39.60  |
| REONINA     | 65    | 9.1   | 45    | 0.16  | 65    | 9.12  | 50     | 2.40  |           |       | 5.0       | 22.40  |
| METIONINA   | 35    | 38    |       | 5.94  |       |       |        |       |           |       |           |        |
| IMICER      | 2.0   | 5.3   |       | 8.76  |       |       |        |       | 2.0       | 55.30 | 2.0       | 55.30  |
| IMICEN      |       |       | 2.0   |       | 2.0   | 5.94  | 2.0    | 5.94  |           |       |           |        |
| IMIMIN      | 1.0   | 76    | 1.0   |       | 1.0   | 8.76  | 1.0    | 8.76  | 1.0       | 3.76  | 1.0       | 3.76   |
| ULF. MAG.   |       |       |       |       |       |       |        |       |           |       |           |        |
| ABORIZANTE  |       |       |       |       |       |       |        |       |           |       | 1.0       | 4.70   |
| ULF. COBRE  | 50    | 15    | 0.5   | 155   |       |       |        |       |           |       |           |        |
| AL          | 4.0   | 52    | 4.0   | 1.52  | 4.0   | 1.52  | 5.0    | 1.90  | 1.0       | 1.52  | 5.0       | 1.90   |
|             |       |       |       |       |       |       |        |       |           |       |           |        |

**Tabla 1** Premezclas utilizadas en la producción de alimentos balanceados

| (comparación de producir 40kg en OJAJ o adquirir con proveedor) |      |       |      |       |       |       |        |      |           |       |           |       |
|---|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|------|-----------|-------|-----------|-------|
| Cant-Costo  |      |       |      |       |       |       |        |      |           |       |           |       |
| PRODUCIR  | 2-25 |       | 5-60 |       | 10-80 |       | 10-100 |      | GESTACION |       | LACTANCIA |       |
|   | 40Kg | 191.2 | 40Kg | 144.4 | 85Kg  | 151.3 | 85Kg   | 46.4 | 85Kg      | 101.7 | 80Kg      | 172.7 |
| COMPRAR   | 40Kg | 190   | 40Kg | 200.8 | 80Kg  | 49.7  | 80Kg   | 49.7 | 80Kg      | 214.5 | 80Kg      | 248.0 |
| EFENECIO  |      | -12   |      | 56.4  |       | -16   |        | 3.3  |           | 112.8 |           | 75.3  |

| TIPO  | INGREDIENTE             | total retrasos | Número de pedidos | Porcentaje de retraso |
|-------|-------------------------|----------------|-------------------|-----------------------|
| Micro | ECADOX                  | 1              | 2                 | 50.00%                |
| Micro | MINERALES AVES          | 3              | 8                 | 37.50%                |
| Micro | ACEITE R-3              | 3              | 8                 | 37.50%                |
| Micro | LORURO DE COLINA        | 2              | 6                 | 33.33%                |
| Micro | IMICEN                  | 3              | 10                | 30.00%                |
| Micro | ULF. DE COBRE           | 2              | 8                 | 25.00%                |
| Micro | METIONINA               | 3              | 12                | 25.00%                |
| Micro | IMIMIN                  | 2              | 9                 | 22.22%                |
| Micro | IMICER                  | 2              | 9                 | 22.22%                |
| Micro | IT. POSTURA             | 2              | 11                | 18.18%                |
| Micro | IT. INIC. Y CRECIMIENTO | 1              | 7                 | 14.29%                |
| Macro | ACIDO GRASO             | 7              | 13                | 53.85%                |
| Macro | CALCIO GRANO            | 3              | 6                 | 50.00%                |
| Macro | ALVADO                  | 4              | 10                | 40.00%                |
| Macro | CALCIO FINO             | 6              | 17                | 35.29%                |
| Macro | CALCIO TALCO            | 4              | 12                | 33.33%                |
| Macro | ORTOFOSFATO             | 3              | 9                 | 33.33%                |
| Macro | PASTA DE SOYA           | 4              | 18                | 22.22%                |

**Tabla 3** Retrasos en pedidos durante un bimestre.

La tabla 1, muestra a detalle la cantidad y el costo necesario para la elaboración de Premezclas, y la tabla 2 compara las cantidades totales de comprar contra producir. Resulta un ahorro en costos significativo, en la producción de Premezclas correspondientes a alimentos como en el 25-60 de un 39%, en el 80-100 de un 2%, en el gestación de un 110%, y lactancia de un 43%. Otro reto en la operación lo representan los retrasos en pedidos de ciertos ingredientes, tal como se muestra en la tabla 3. El seguimiento a órdenes de compra es vital para reducir impactos negativos por no tener alimento, reflejados en el incremento de peso del cerdo y la producción de huevo en aves.

Con estos antecedentes y la información cualitativa derivada de conversaciones y entrevistas con los responsables de la planta de alimentos encontramos que hay problemas por falta de información fidedigna para toma de decisiones, existe tardanza en el flujo de información lo cual se refleja en retrasos y problemas de comunicación.

Debido a la falta de información adecuada para la toma de decisiones y a los problemas de flujo en información, la empresa maneja niveles de inventario que en ocasiones son considerados altos (el caso típico de comprar ahora porque está barato, aunque no haya sido solicitado), por otra parte el departamento de producción desconoce las políticas de proveedores, y la operación misma del departamento de compras, por ello planea las requisiciones de material con 15 días de anticipación como estrategia de protección contra faltantes en inventario. Lo anterior viene a desembocar en "un manejo ineficiente del sistema de control de inventarios". Ante esto se estableció el objetivo de desarrollar un prototipo de sistema de información que permita el desarrollo posterior del sistema de información y apoye la administración de la producción y el control de inventarios en la planta de alimentos.

### Marco teórico

Dentro de las organizaciones el análisis y diseño de sistemas se refiere al proceso de examinar la situación de una empresa con el propósito de mejorarla con métodos y procedimientos más adecuados. Consta del análisis de sistemas y el diseño de sistemas, el primero es el proceso que consiste en clasificar e interpretar hechos, diagnóstico de problemas y uso de la información para recomendar mejoras al sistema, mientras que el segundo es el proceso de planificar, reemplazar o complementar un sistema existente a través de la comprensión total del sistema, el manejo eficiente de los recursos y procesos (Seen, 2009).

Tanto Senn (2000) como Cohen (2009) coinciden en las etapas para el desarrollo de sistemas en una serie de pasos formales.

Se usa típicamente para construir un sistema desde la raíz o para hacer cambios notables en un sistema, este último agrega una fase de operación que coincide con los aspectos previstos en la implantación, relativos a la evaluación y mejora. Las organizaciones pueden requerir el desarrollar un nuevo sistema de información por varias razones: Crecimiento rápido, Consideraciones de datos, Cambios tecnológicos y Reducción de esfuerzo humano.

En todos los casos mencionados anteriormente usando el ciclo de vida en el desarrollo de sistemas puede alcanzar resultados satisfactorios, los pasos a considerar son: (1) El estudio de factibilidad, que define el problema y determina si puede ser solucionado dentro de las restricciones del presupuesto. El equipo de análisis del sistema usualmente limita su recolección de datos a las entrevistas. Este estudio de factibilidad tiene como objetivo determinar si se es posible ofrecer una solución automatizada a dichos problemas. (2) la Etapa de análisis, en ella se reúne datos (usando observaciones o cuestionarios) acerca de todos los aspectos de la organización donde existan sistemas de información y los documentos en la forma de diagramas de flujos de datos. El equipo o grupo de análisis de sistemas identifica como debe trabajar el sistema como un todo, describe las funciones de los subsistemas y documenta cualquier problema. Las tablas de decisiones son otra herramienta descriptiva. El equipo fórmula soluciones posibles y describe que necesita hacerse para alcanzarlo. (3) El diseño general el cual decide qué partes del sistema deben ser y cómo deben funcionar. Desarrolla un plan de prueba para evaluar la exactitud del sistema y su solidez. Los miembros del equipo seleccionan y obtienen el hardware o equipo informático que mejor satisfaga las necesidades de diseño del sistema. (4)

El Diseño detallado, en el que se determina qué software requiere el nuevo sistema, obtiene o diseña la programática y se prueba. (5) La Prueba del sistema que implica el ensayo por secciones a fin de asegurarse de que el programa trabaje bien; en el ensayo en cadenas para cerciorarse de que los archivos se pasen de un programa a otro, y la prueba de sistema, para verificar que todas las partes del sistema funcionen debidamente con el fin de aligerar la implantación del sistema. (6) la Conversión e implantación en la que se instala el nuevo sistema esto se considera como una conversión del sistema y aquí el equipo de análisis evalúa el nuevo sistema en el aspecto de cuan bien resuelve los problemas identificados en la fase de análisis del sistema. Los cambios o mejoras requeridos son llevados a cabo, y el sistema se evalúa. El conjunto de fases descritas constituyen lo que denominamos Ciclo de Desarrollo. Este ciclo es un proceso secuencial, interactivo; pues se inicia con la definición del proyecto y finaliza con la implantación del sistema, pero puede reiniciarse o devolverse a una fase ya ejecutada.

En la fase de análisis a partir de los modelos de la organización obtenidos se genera el modelamiento del sistema. La tarea principal es construir una representación del sistema mediante datos y relaciones lógicas, de tal manera que cualquier tipo de explotación (consulta o modificación) sea posible (Amaya, 2011).

Muchos especialistas reconocen la dificultad de comprender de modo completo la operación de un sistema, como recurso se apoyan en el método estructurado (que consta de la uso de modelos, diagramas de flujo de datos y diccionario de datos), y la construcción de prototipos desarrollado con la intención de probar ideas y suposiciones con el nuevo sistema, al igual que cualquier sistema basado en computadora está compuesto de software que acepta entradas, realiza cálculos, y produce información impresa o en pantalla (Seen, 2000).

Con frecuencia la demanda en la operación de un negocio es irregular o con altibajos, esto se puede originar por factores como estacionalidad u otros. El comportamiento de la demanda debe ser acorde al modelo de control para el inventario, si la demanda es irregular no se satisface la Hipótesis de demanda constante, necesaria para todos los modelos de cantidad económica de pedido (EOQ), entonces se debe estudiar ésta, bajo un modelo de demanda estocástica. Es recomendable llevar acabo los cálculos siguientes para la determinación adecuada del comportamiento de la demanda.

1. Calcular la estimación de la demanda promedio por periodo mediante:

$$\bar{d} = 1/n \sum_{i=1}^{i=n} di \quad (1)$$

2. Calcular la estimación de la varianza por periodo mediante:

$$D = 1/n \sum_{i=1}^{i=n} di^2 - \bar{d}^2 \quad (2)$$

3. Calcular un estimado de la variabilidad relativa de la demanda (llamado coeficiente de variabilidad VC).

$$VC = \frac{D}{\bar{d}^2} \quad (3)$$

Si todas las  $di$  son iguales, la estimación de la varianza será igual a cero, esto hará que también el coeficiente de variación sea cero. Por lo tanto, si este coeficiente es pequeño, indica que es razonable la hipótesis de demanda constante. Las investigaciones demuestran que el modelo EOQ se debe usar si  $VC < 0.20$ . Si  $VC > 0.20$ , es razonable la aplicación de métodos de demanda variable o estocástica véase (Winston, 1996).

El manejo correcto de los inventarios tiene un gran impacto en las utilidades de una compañía. Un sistema de control de inventarios bien planificado y administrado de manera efectiva es de extrema importancia en cualquier operación comercial moderna y proporciona una coordinación para ventas y producción. El término “Control de Inventarios” se refiere a la gerencia de una planta o compañía que tiene un conocimiento exacto y tiene bajo control los niveles y valores del inventario de toda la materia prima, materiales en proceso, productos terminados y abastos (McEllhiney, 1994). “

Actualmente el manejo eficiente de materiales e inventario es considerado en el término “Administración de la cadena de abastecimiento”, que implica el trabajo de administrar flujos de insumos y componentes de los proveedores a los procesos de producción de la compañía para reducir al mínimo el inventario y maximizar su rotación (Hill y Jones, 2013).

Un sistema efectivo de control de inventarios para la materia prima y abastos considera varios factores para su manejo eficiente, aunque cada planta tendrá los propios, debido a su ubicación y mezcla de productos, hay varios puntos que son comunes a todos los sistemas efectivos de control de inventarios, éstos son: 1) Índices de uso histórico y proyectado, 2) Fuentes de materia prima y abastos, medios de transporte y tiempos de entrega requeridos, 3) Capacidades disponibles de almacenamiento y tamaño de unidades recibidas, 4) Cantidades económicas de pedido y puntos de nuevos pedidos (niveles mínimo y máximo del inventario), 5) Tasas de rotación, 6) Costos de procesamiento de pedidos, 7) Actividades varias, como el flujo de papeleo, la calibración de las tolvas de almacenamiento, el llevar inventario físico y verificar vaciado de tolvas (McElhiney, 1994).

Es extremadamente complejo gestionar una típica operación de fabricación, hay que coordinar el trabajo de varios centenares de personas y docenas de máquinas para producir cientos de tipos de productos, y no resulta sorprendente que los directivos algunas veces no hayan conseguido controlar con eficacia una operación tan compleja. Los enfoques tradicionales para la gestión de la fabricación, como la planeación de requerimiento de material (MRP), se basan en una metodología definida y bastante estricta, que proporciona cifras detalladas a los directivos sobre lo que deberían producir véase Fox (1982), Garwood (1984) y Swoyer (1983) citados por (McElhiney, 1994).

Con los años, los directivos han adoptado una variedad de enfoques con la esperanza de resolver, o al menos simplificar, sus problemas.

Los primeros intentos se basaban en un simple control de las existencias de productos acabados: cuando el nivel de existencia de un producto determinado era demasiado bajo, se pasaba el pedido de un nuevo lote para ser producido. Estos enfoques eran (y siguen siendo) muy simples; pero sólo pueden ofrecer una solución parcial.

Los principales inconvenientes de los sistemas de control de existencias son su elevado costo y la pobre respuesta que ofrecen ante los cambios de un mercado dinámico. Las empresas manufactureras de los países occidentales iniciaron en los años setenta un cambio fundamental a medida que se enfrentaban a la feroz competencia de países de ultramar como Japón, Taiwán y Corea del Sur, y a un aumento vertiginoso del costo de capital, evidenciado por la subida de los tipos de interés. Durante los años setenta, los tipos de interés a menudo bajaban hasta el 6%, pero a finales de los años setenta aumentaron hasta el 15%-20%. En estas circunstancias muchas empresas buscaban sistemas que les permitieran aumentar su adaptabilidad y disminuir los niveles de existencias. Como consecuencia, la American Production and Inventory Control Society (APICS) se interesó en la Materials Requirements Planning (Planificación de las Necesidades de Material), se escribió el software y muchas empresas empezaron a utilizar sistemas MRP. La razón de ser de los sistemas MRP es que permiten a los directivos mirar el futuro y aumentar las existencias solamente en la medida que sea necesario para satisfacer las necesidades que se puedan prever con claridad.

En la década de los 80's el foco de atención era la planificación de requerimiento de material y luego la planificación de recursos de manufactura (MRP) que después evolucionó a ERP, actualmente el paradigma ha cambiado pasando de un modelo de acumulación de existencias a uno de acumulación de pedidos, si bien el eslabón más débil de acumular existencias es la administración de inventarios, esta depende del pronóstico de ventas que es todavía un elemento más débil, en contraparte un modelo de acumulación de pedidos inicia con el pedido, ahora es usado el término planeación de flujos para describir los nuevos sistemas de planeación híbrida, que combina la integración de la información, la capacidad del MRP y la respuesta de un sistema justo a tiempo (Jacobs y Chase, 2013).

## Método

### Sujetos

EL objeto de estudio de esta investigación, es el sistema de control de inventarios de la Planta de alimentos, por ser un sistema tan amplio se involucran en su operación diferentes subsistemas de la empresa, tales como el departamento de compras, las granjas, el área de embarques, recepción de ingrediente, producción de alimentos y finalmente control de inventarios.

### Materiales e Instrumentos

Los materiales utilizados fueron los documentos para la operación de la planta de alimentos, registros de información y datos proporcionados por personas involucradas en cada una de las funciones. Los instrumentos usados para la investigación fueron entrevistas y observación.

### Procedimiento

Para la solución, se realizaron las siguientes fases:

Fase de ANÁLISIS / DISEÑO, se realizó un modelo del área para una mejor comprensión del propósito y en ella se representaron, los procesos que se realizan, los flujos de información, las reglas y políticas que conforman las prácticas del negocio. Se elaboró un análisis del contexto en el cual se va a ubicar el sistema. Para ello se recabó toda la documentación relacionada, se analizó el ambiente, la estructura y los procesos del sistema. Los puntos siguientes detallan lo anterior.

Análisis del contexto.

Proceso actual

Análisis de datos

Clasificación de los datos.

Construcción del modelo del sistema actual.

Diagrama de flujo de sistema actual.

Diccionario de datos del diagrama de flujo del sistema actual.

Informes del sistema actual.

Fase de CONSTRUCCION. Aquí se produjo el prototipo o diseño preliminar del sistema que satisface la especificación funcional. Este prototipo se describe en el informe de diseño preliminar; la configuración técnica describe las características del equipo y programas de apoyo requeridos, los pasos se describen a continuación.

- 1) Objetivos del sistema propuesto.
- 2) Construcción del modelo del sistema propuesto.
  - a) Diagrama de flujo de datos del sistema propuesto.

- b) Diccionario de datos del diagrama de flujo del sistema propuesto.
- c) Construcción del modelo entidad relación del sistema propuesto.
- d) Base de datos del sistema propuesto.
- e) Modelo relacional del sistema de información propuesto.
- f) Diseño de interfaces del sistema de información propuesto.
- g) Descripción del proceso y reportes del sistema de información.
- h) Descripción del prototipo de sistema de información.

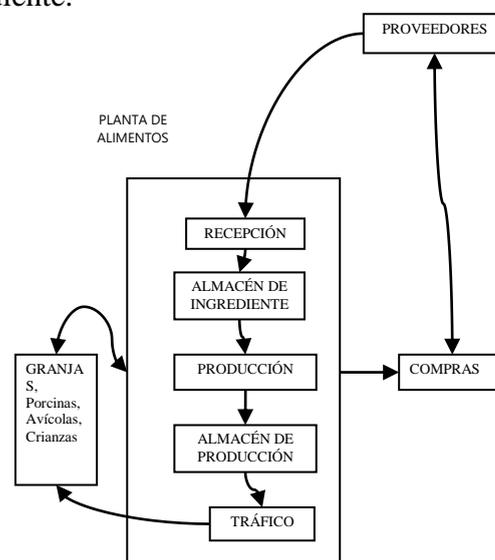
Por último se elaboraron las conclusiones de esta investigación.

## Resultados

### Modelo del área de estudio.

Entendiendo la construcción de un prototipo como un auxiliar en el ciclo de vida del desarrollo de sistemas se hace necesario identificar al sistema en estudio y el proceso de información que se manejan, junto con las reglas, políticas y prácticas actuales en la planta de alimentos. Específicamente el sistema en estudio se encuentra englobando la operación del inventario de ingredientes, el cual guarda una estrecha relación con el inventario de alimento terminado. Dentro de la planta se encuentran involucradas las distintas áreas que permiten la operación como centro abastecedor de las granjas (clientes), éstas últimas al igual que el área de compras pertenecen al sistema, sin embargo se encuentran fuera de la planta de alimentos, por cuestiones administrativas y de localización.

Por otra parte los proveedores son un elemento que se encuentra fuera del sistema pero interacciona con la planta de alimentos a través del área de compras. Para un mejor entendimiento ver la figura siguiente.



**Figura 1** Modelo del área estudiada.

En la figura anterior se esquematizan las diferentes áreas el sistema en estudio, las actividades desarrolladas se listan a continuación: Actividades relacionadas con el pedido de ingredientes: 1) El pedido de ingredientes se elabora los días viernes de cada semana. 2) Para llevar a cabo el paso anterior se realiza un inventario físico de ingredientes. 3) En base al alimento elaborado del mes pasado y las fórmulas actuales se calcula el consumo diario de cada ingrediente. 4) Se determina el alcance de la existencia del alimento tomando en cuenta el consumo diario. 5) Se determina la cantidad a pedir de acuerdo al alcance, cantidad mínima a pedir a proveedor, tiempo de entrega del proveedor (de 7 a 15 días) y capacidad del camión. 6) Se elabora el pedido al proveedor. 7) Se entrega pedido al departamento de compras con copia de recibido. 8) Se da seguimiento al pedido realizado durante una semana.

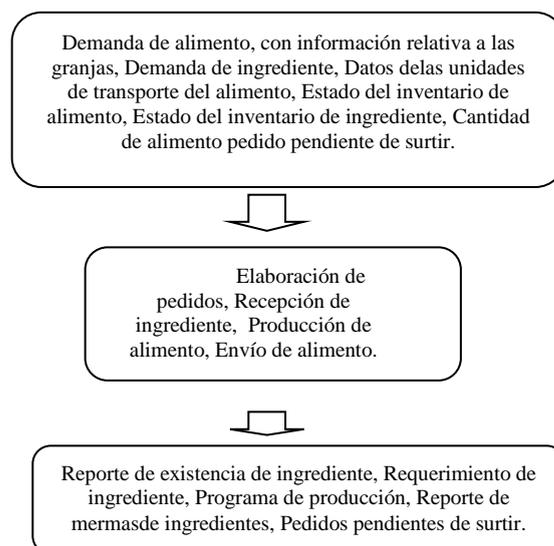
Actividades relacionadas con la recepción de grano: 1) Registro y fumigado del camión al entrar a la planta. 2) Muestreo del grano sobre báscula de recepción. 3)

Registro de peso bruto del camión y envío al área de espera. 4) Análisis del grano sobre humedad, impureza, grano dañado y análisis físico sobre olor y apariencia. 5) Comparativo de los resultados contra estándares de calidad. 6) Aceptado el embarque se procede a descargar al destino asignado (bodega, silos o proceso de secado). 7) Se registra peso tara del camión y se imprime nota de entrada. 8) Supervisión del camión. 9) Se entrega nota de entrada al chofer del proveedor.

Actividades relacionadas con servicio al cliente.

1) Se reciben pedidos de alimento de la siguiente manera. 2) Granjas avícolas: Comunican sus existencias por radio todos los días, el programa de producción para avícolas es determinado por el supervisor de producción, considerando de manera empírica la tasa de consumo por granja y la capacidad correspondiente. Las capacidades de almacenamiento en granjas avícolas oscilan en los valores de 80,000kg (dos naves), 72,000kg (dos naves), 80,000kg (tres naves), 60,000kg (cuatro naves), 54,000kg (cinco naves), 100,000kg (seis naves). 3) Granjas porcinas: Comunican el pedido por semana los días lunes. 4) Granjas de crianza: No programan su alimento, lo pasan un día antes. 5) En base a los pedidos de alimentos el Supervisor de tráfico elabora el programa de producción diario. 6) El supervisor de producción elabora el alimento y se registra en un pizarrón para indicar en que tolva se encuentra. 7) El Supervisor de tráfico coordina los envíos de acuerdo a prioridad en granjas, capacidad y disponibilidad del camión. 8) Se envía alimento pesado y con nota de salida. 9) Se realiza (eventualmente) el reporte de lo elaborado contra lo enviado.

10) Dar seguimiento durante la semana para el cumplimiento al 100% de los pedidos. Por lo anterior se requiere estudiar a detalle la naturaleza de la información relativa al control de inventarios en la planta de alimentos. Los procesos que se llevan a cabo se presentan en la Figura 2.



**Figura 2** Flujos de información a estudiar en el sistema de interés.

### Proceso actual

La planta de alimentos produce un promedio de 4,300 toneladas de alimento mensualmente (en sus distintas presentaciones de alimento para aves y cerdos). Dicha producción de alimento es con la intención de satisfacer las necesidades de alimento para Granjas Porcinas, Granjas Avícolas, y Granjas de Crianza, las cuales forman parte de la infraestructura; en la Gráfica 3 se muestra el diagrama de proceso de la planta de alimentos.

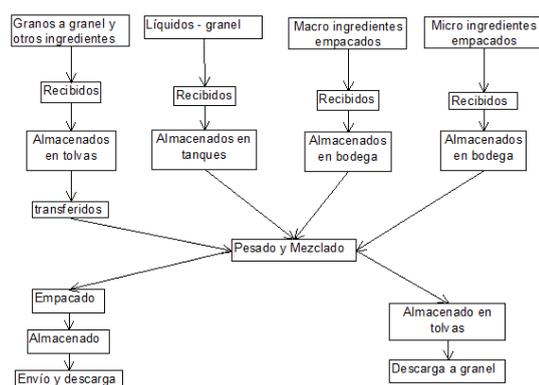


Figura 3 Flujo de proceso en la planta de alimentos.

En cuanto al manejo de materia prima se cuenta con infraestructura de almacenamiento, para macro ingredientes y micro ingredientes y por inspección visual de la misma se concluye que hay suficiente capacidad para almacenar materiales. Por otra parte en cuanto al producto terminado se cuenta con 12 tolvas de almacenamiento de 22 toneladas de capacidad, así mismo en cada una de las granjas se cuenta con tolvas de recepción de alimento exclusivas para cada tipo. Una visión global del área de estudio puede ser apreciada en el esquema presentado en la Gráfica 4.

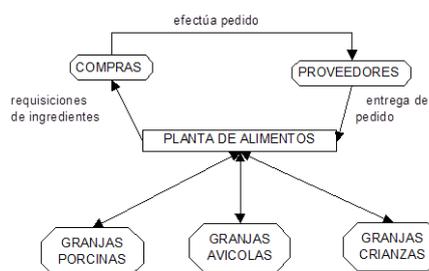


Figura 4 Modelo de operación del sistema de producción de alimento.

El alimento producido, es demandado por seis granjas porcinas, seis granjas avícolas y cuatro crianzas, ocasionalmente es necesario enviar alimento hacia granjas ubicadas en ciudades aledañas. Respecto a la demanda de alimento, encontramos los siguientes resultados en cuanto al coeficiente de variación ver tabla 4.

| ALIMENTO  | Coefficiente de Variación (VC) | CLASIFICACION DE LA DEMANDA |
|-----------|--------------------------------|-----------------------------|
| F-1       | 0.285                          | DEMANDA DINAMICA            |
| F-2       | 0.732                          | DEMANDA DINAMICA            |
| 12-25     | 0.871                          | DEMANDA DINAMICA            |
| 25-60     | 1.300                          | DEMANDA DINAMICA            |
| 60-80     | 1.357                          | DEMANDA DINAMICA            |
| 80-100    | 1.643                          | DEMANDA DINAMICA            |
| BOOSTER   | 0.764                          | DEMANDA DINAMICA            |
| LACTANCIA | 0.890                          | DEMANDA DINAMICA            |
| GESTACION | 1.004                          | DEMANDA DINAMICA            |

Tabla 4 Coeficientes de variación y clasificación del tipo de demanda de alimento balanceado

La relación directa que existe entre la producción de alimento y el movimiento de ingredientes en el inventario, lo muestra la Gráfica 5.

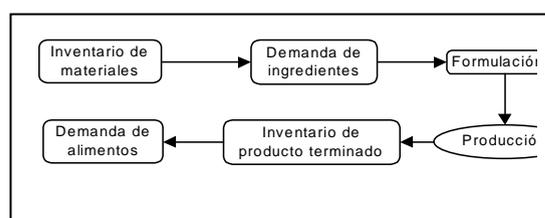


Figura 5 Relación entre los elementos involucrados en el proceso de producción del alimento balanceado.

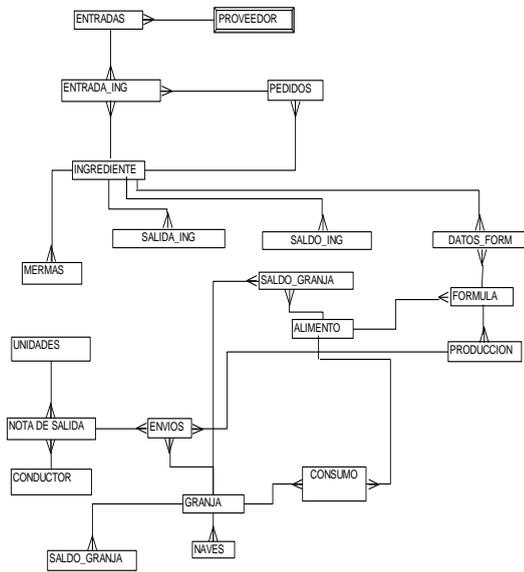
De la relación ingrediente-alimento se determinó la demanda de ingrediente, el análisis reveló un alto índice de variabilidad, implicando que esta no es independiente (aleatoria), está sujeta a pedidos de alimento, no permite previsión estadística en base a datos históricos y es dispersa al grado que el supuesto de continuidad no es realista. Los ingredientes no representan artículos finales que son de los que se ocupa la gestión clásica. Por ello es conveniente adoptar una estrategia que regule la operación del sistema y que asegure la disponibilidad de ingredientes en la cantidad deseada, en el momento y lugar adecuados, en contraposición con la gestión clásica que se ocupa de vigilar los niveles de stocks y ve de manera parcial el sistema.



**Construcción del modelo**

La figura siguiente ilustra las relaciones entre cada una de las entidades, esto define la interacción que habrá en el modelo físico del sistema. Una línea con terminación en una a tres puntas significa que la relación entre las entidades es de “uno a muchos” o de “muchos a uno”.

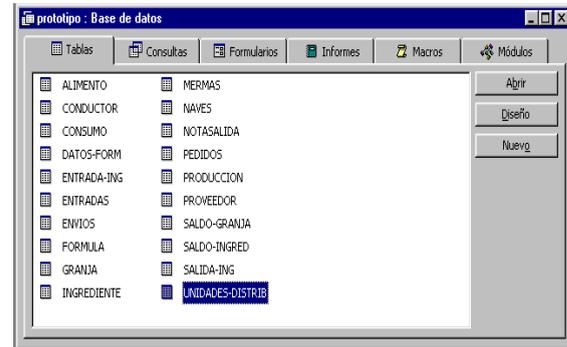
El resultado de este análisis se muestra en el diagrama mostrado en la gráfica 8:



**Figura 8** Modelo entidad-relación del sistema propuesto

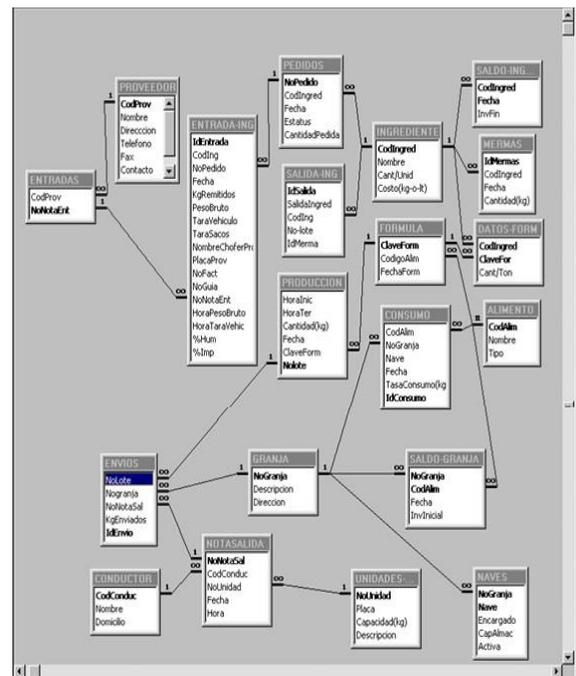
La base de datos que permitirá conseguir los propósitos antes expuestos está constituida por las siguientes tablas:

Una vez que se tienen las tablas con las que se integra la base de datos, el diseño físico se puede establecer. El modelo se realizó en el manejador de bases de datos ACCESS, la gráfica 9 lo representa.



**Figura 9** Base de datos del sistema propuesto.

La base de datos del prototipo cuenta con 20 tablas las cuales están relacionadas de manera que se puede asociar la información registrada para así generar reportes que se emitirán por pantalla o impresora ver gráfica 10.



**Figura 10** Modelo relacional del sistema propuesto.

## Descripción del prototipo del sistema de información

El prototipo del sistema de información propuesto se le identificó con el nombre SGP cuyas significado es Sistema de Gestión de la Producción, por la amplitud de la información manejada en el mismo y por las opciones del manejo de la información para el desarrollo del proceso de producción en la planta de alimentos. El lenguaje utilizado fue el VISUAL BASIC versión 6.0, permite acceder desde el Menú principal a cuatro pantallas que contienen todas las opciones del sistema: Sistema, Catálogos, Reportes, Ayuda. Para operar el sistema hay que ejecutar el archivo SGP y dar el password que habilita las funciones para el usuario correspondiente. La estructura de las pantallas se expresa a continuación:

|         |                                    |  |
|---------|------------------------------------|--|
| 1.0     | Menú principal                     |  |
| 1.1     | Sistema                            |  |
| 1.1.1   | Entrada a usuario                  |  |
| 1.1.2   | Salida a usuario                   |  |
| 1.1.3   | Configurar impresora               |  |
| 1.1.4   | Datos de inicio                    |  |
| 1.1.5   | Restaurar información              |  |
| 1.1.6   | Respalidar información             |  |
| 1.1.7   | Salida del sistema                 |  |
| 1.2     | Catálogos                          |  |
| 1.2.1   | Operaciones                        |  |
| 1.2.1.1 | Producción                         |  |
| 1.2.1.2 | Envíos de alimento                 |  |
| 1.2.1.3 | Entrada de ingredientes            |  |
| 1.2.1.4 | Proyección de demanda              |  |
| 1.2.1.5 | Requisición de ingredientes        |  |
| 1.2.1.6 | Mermas                             |  |
| 1.2.2   | Proveedores                        |  |
| 1.2.3   | Ingredientes                       |  |
| 1.2.4   | Alimentos                          |  |
| 1.2.5   | Formulación                        |  |
| 1.2.6   | Unidades de transporte             |  |
| 1.2.7   | Granjas                            |  |
| 1.2.8   | Naves                              |  |
| 1.2.9   | Conductores                        |  |
| 1.3     | Reportes                           |  |
| 1.3.1   | Necesidades de ingredientes        |  |
| 1.3.1.1 | Generales de ingrediente           |  |
| 1.3.1.2 | Generales de alimento              |  |
| 1.3.1.3 | Desglose por ingrediente           |  |
| 1.3.1.4 | Alimento por granja                |  |
| 1.3.2   | Inventario inicial de ingredientes |  |
| 1.3.3   | Inventario inicial de alimentos    |  |
| 1.4     | Ayuda                              |  |
| 1.4.1   | Temas de ayuda del sistema         |  |
| 1.4.2   | Buscar                             |  |
| 1.4.3   | Acerca de                          |  |

Para una operación adecuada del sistema de información propuesto se deben implementar dos formatos que deberán alimentar con datos al sistema, el primero de ellos registrará la existencia de alimento en las granjas, y el segundo registrará la proyección de demanda de alimento en cada granja. A continuación se muestran cada uno de ellos en las gráficas 11 y 12.

| NO NAVE | CLAVE ALIMENTO | DESCRIPCION | CANTIDAD en Kg |
|---------|----------------|-------------|----------------|
|         |                |             |                |
|         |                |             |                |
|         |                |             |                |
|         |                |             |                |
|         |                |             |                |
|         |                |             |                |
|         |                |             |                |
|         |                |             |                |
|         |                |             |                |

Figura 11 Formato para reportar existencia de alimento.

| NAVE | ETAPA              | CANTIDAD         | Consumo de alimento     | Consumo para               | ALIMENTO | PERIODO                    |
|------|--------------------|------------------|-------------------------|----------------------------|----------|----------------------------|
|      | generales de etapa | número de ventas | para un periodo (logal) | todos los periodos (logal) | nombre   | fecha inicio/fecha termino |
|      |                    |                  |                         |                            |          |                            |
|      |                    |                  |                         |                            |          |                            |
|      |                    |                  |                         |                            |          |                            |
|      |                    |                  |                         |                            |          |                            |
|      |                    |                  |                         |                            |          |                            |
|      |                    |                  |                         |                            |          |                            |
|      |                    |                  |                         |                            |          |                            |
|      |                    |                  |                         |                            |          |                            |
|      |                    |                  |                         |                            |          |                            |

Figura 12 Formato para proyección de demanda de alimento.

Con el crecimiento de las empresas aumenta el manejo de información, por lo cual se hace necesario

## Conclusiones

El sistematizar los procedimientos de tal forma que sea posible agilizar el proceso de toma de decisiones. Específicamente en la planta de alimentos estudiada se encontró que la demanda de alimento terminado es dispersa al grado que el supuesto de continuidad no es realista y obedece a un comportamiento dinámico haciendo esto último que quede exenta de toda suposición de demanda constante, así como de la utilización de modelos derivados de este supuesto, como lo son las técnicas clásicas de gestión de inventarios.

En general se tiene que la demanda del alimento se comporta con alto índice de variabilidad. Por otro parte la demanda de ingrediente no es independiente, está sujeta a los pedidos de alimento realizados por granjas del grupo. Este hecho se aprovecha para la construcción de la lógica del prototipo en relación a la determinación de las necesidades de ingrediente a partir de las necesidades de alimento en las naves de cerdos y aves.

El principal logro de este trabajo es el hacer tangible una propuesta de automatización de información con la potencialidad de realizar modificaciones en etapas previas al desarrollo del sistema.

Cabe mencionar que una ventaja adicional de este prototipo es el tener la oportunidad de detener el desarrollo de un sistema que no es funcional, así como también la posibilidad de desarrollar un sistema que satisfaga en mejor forma las necesidades y expectativas de los usuarios.

El factor humano es vital en la operación del sistema, por ello se requiere que el personal confíe en los beneficios de trabajar con el nuevo sistema de información para ello se le deberá involucrar en los siguientes puntos: Recolección de sugerencias del prototipo, Innovaciones en cuanto al diseño; Capacitación sobre la operación del sistema, Participación en la reconversión del sistema una vez que éste se haya desarrollado.

Algo en lo que se debe poner énfasis es en los datos que se suministran a través de las transacciones realizadas dentro de la empresa, tales como la llegada de un ingrediente, o el registro de una orden de producción, pero algo muy importante para que el sistema genere información significativa, consiste en poner atención a la matriz de necesidades de granjas, que contiene información relativa al consumo de alimento (que es proporcionada en la opción de proyección de demanda) del prototipo y en el registro de la tabla de existencias de alimento por naves ( que es proporcionada en la opción datos de inicio), por lo anterior es recomendable concientizar a los encargados de granja de la importancia de este aspecto.

Respecto a la salida de información, ésta puede efectuarse por medio de la impresora, pantalla y cd's. Se recomienda una vez desarrollado el sistema se lleve a cabo una conversión en paralelo, es decir que se integre el nuevo sistema sin dejar de operar el sistema actual hasta que se logre la operación completa de todas las funciones del sistema propuesto. Para ello se puede involucrar parcialmente a la organización eligiendo algunas de las granjas para monitoreo.

Finalmente podemos argumentar que el objetivo de esta investigación se ha conseguido, dado que se cuenta con un prototipo que permitirá el juzgar la conveniencia del dar seguimiento al proyecto de desarrollo de un sistema completo que gestione la producción de la planta de alimentos balanceados.

## Referencias

AAFCO (Association of American Feed Control Officials), *Official Publication, Association of American Feed Control Inc.* 2000, USA, recuperado de <http://www.aafco.org>, mayo 2016.

Alltech, *Feed Survey: Trend reveals 14% increase in global feed tonnage over last five years*. LEXINGTON, Ky, (2016), recuperado de <http://www.alltech.com/news/news-articles/2016/01/22/alltech-feed-survey-trend-reveals-14-increase-global-feed-tonnage-over>, mayo 2016.

Amaya A, J, *Sistemas de información gerenciales : hardware, software, redes, internet, diseño* (2a. Ed.). : Elibro, 2011. ProQuest ebrary.Web. 28 April 2016. Copyright © 2011.Elibro.2.

Cohen K, DI, *Tecnologías de información en los negocios* (5a. ed.). México: McGraw-Hill Interamericana, 2009. ProQuestebrary. Web. 28 April 2016

McEllhine y R, R, Editor Técnico. *“Tecnología de Plantas de Alimentos”*. American FoodIndustryAsociation., U.S.A. 1994.

FAO, *Desarrollo de la acuicultura. Procedimientos idóneos para la fabricación de alimentos para la acuicultura*. Roma (2003), recuperado de <http://www.fao.org/docrep/005/y1453s/y1453s05.htm#TopOfPage>, mayo 2016.

Hill, Charles W, L, and Jones, Gareth R, *Administración estratégica* (8a. ed.). México: McGraw-Hill Interamericana, 2013. ProQuest ebrary.Web. 4 May 2016.

Jacobs, F, R, y Chase R, B, *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros* (13a. ed.). México: McGraw-Hill Interamericana, 2013. ProQuestebrary. Web. 4 May 2016.

Juncos R, *Fallas en manejo de plantas de alimentos balanceados, memorias del x congreso nacional de producción porcina*, Mendoza, Argentina, Argentina 2010, recuperado de [.http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00-X\\_congreso/10-fallas.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-X_congreso/10-fallas.pdf), mayo 2016.

Senn, J, A, *Análisis y diseño de sistemas de información*: McGraw-Hill Interamericana, 2000. ProQuestebrary. Web. 28 April 2016.

Winston W, L, *“Investigación de operaciones”*. Gpo. Editorial Iberoamérica, S.A. de C.V., México 1996.