

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA



**ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS A TRAVÉS DE UN MODELO
DETERMINÍSTICO, EN LA INDUSTRIA DE HARINAS ANIMALES PARA ALIMENTO
CONCENTRADO, EN EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

AUTOR: ING. GLADIS ELIZABETH VELÁSQUEZ NAVARRO

GUATEMALA, FEBRERO 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA



**ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS A TRAVÉS DE UN MODELO
DETERMINÍSTICO, EN LA INDUSTRIA DE HARINAS ANIMALES PARA ALIMENTO
CONCENTRADO, EN EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

Informe final de tesis para la obtención del Grado de Maestro en Ciencias con base en el “Normativo de Tesis para Optar al Grado de Maestro en Ciencias”, actualizado y aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SEPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

ASESOR: MSc. JUAN CARLOS GONZÁLEZ MENÉSES

AUTOR: ING. GLADIS ELIZABETH VELÁSQUEZ NAVARRO

GUATEMALA, FEBRERO 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

Decano: Lic. Luis Antonio Suárez Roldán
Secretario: Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Vocal I: Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez
Vocal II: MSc. Byron Giovani Mejía Victorio
Vocal III: Vacante
Vocal IV: BR. CC.LL. Silvia María Oviedo Zacarías
Vocal V: P. C. Omar Oswaldo García Matzuy

JURADO EXAMINADOR QUE PRACTICÓ
EL EXAMEN GENERAL DE TESIS SEGÚN
EL ACTA CORRESPONDIENTE

Presidente: Dr. Sergio Raúl Mollinedo Ramírez
Secretario: MSc. Hugo Armando Mérida Pineda
Vocal Examinador: MSc. Armando Melgar Retolaza



ACTA/EP No. 04041

ACTA No. AF-JN-015-2021

De acuerdo al estado de emergencia nacional decretado por el Gobierno de la República de Guatemala y a las resoluciones del Consejo Superior Universitario, que obligaron a la suspensión de actividades académicas y administrativas presenciales en el campus central de la Universidad, ante tal situación la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas, debió incorporar tecnología virtual para atender la demanda de necesidades del sector estudiantil, en esta oportunidad nos reunimos de forma virtual los infrascritos miembros del Jurado Examinador, el **13 de Marzo de 2,021**, a las **16:00** horas para practicar el **EXAMEN GENERAL DE TESIS** de la Ingeniera **Gladis Elizabeth Velásquez Navarro**, carné No. **100024226**, estudiante de la Maestría en Administración Financiera de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de Maestro en Ciencias en Administración Financiera. El examen se realizó de acuerdo con el Instructivo de Tesis, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SÉPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado -SEP- de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

Cada examinador evaluó de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido científico profesional del informe final presentado por la sustentante, denominado **"ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS A TRAVÉS DE UN MODELO DETERMINÍSTICO EN LA INDUSTRIA DE HARINAS ANIMALES PARA ALIMENTO CONCENTRADO EN EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA"**, dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. El examen fue **APROBADO** con una nota promedio de **71** puntos, obtenida de las calificaciones asignadas por cada integrante del jurado examinador. El Tribunal hace las siguientes recomendaciones: Que la sustentante incorpore las enmiendas señaladas dentro de los 45 días calendario.

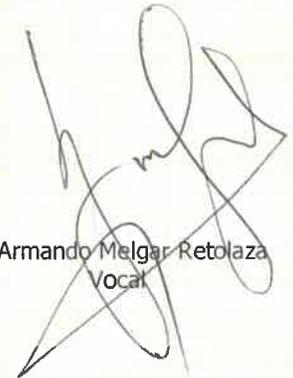
En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los 13 días del mes de Marzo del año dos mil veintiuno.



Dr. Sergio Raúl Mollinedo Ramírez
Presidente



MSc. Hugo Armando Mérida Pineda
Secretario



MSc. Armando Melgar Retolaza
Vocal



Ing. Gladis Elizabeth Velásquez Navarro
Postulante



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

ADENDUM

El infrascrito Presidente del Jurado Examinador CERTIFICA que la estudiante Gladis Elizabeth Velásquez Navarro, incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro examinador del Jurado.

Guatemala, 19 de abril de 2020.

(f)

Dr. Sergio Raúl Mollinedo Ramírez
Presidente



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE
CIENCIAS ECONÓMICAS
Edificio "s-8"
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

J.D-TG. No. 05-2022
Guatemala, 17 de enero del 2022

Estudiante
Gladis Elizabeth Velásquez Navarro
Facultad de Ciencias Económicas
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estudiante:

Para su conocimiento y efectos le transcribo el Punto Quinto, inciso 5.1, subinciso 5.1.1 del Acta 28-2021, de la sesión celebrada por Junta Directiva el 29 de noviembre de 2021, que en su parte conducente dice:

"QUINTO: ASUNTOS ESTUDIANTILES

5.1 Graduaciones

5.1.1 Elaboración y Examen de Tesis y/o Trabajo Profesional de Graduación

Se tienen a la vista las providencias y los oficios de las Escuelas de Contaduría Pública y Auditoría, Administración de Empresas y Estudios de Postgrado; en los que se informa que los estudiantes que se indican a continuación, aprobaron el Examen de Tesis y/o Trabajo Profesional de Graduación, por lo que se trasladan las Actas de los Jurados Examinadores y los expedientes académicos.

Junta Directiva acuerda: 1°. Aprobar las Actas de los Jurados Examinadores. 2°. Autorizar la impresión de tesis, Trabajo Profesional de Graduación y la graduación a los estudiantes siguientes:

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
Maestrías en Ciencias, plan normal

Maestría en Administración Financiera

	Nombre	Registro Académico	Título de Tesis
Ref. 73-2021	<u>Gladis Elizabeth Velásquez Navarro</u>	<u>100024226</u>	ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS A TRAVÉS DE UN MODELO DETERMINÍSTICO EN LA INDUSTRIA DE HARINAS ANIMALES PARA ALIMENTO CONCENTRADO EN EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA

3°. Manifiestar a los estudiantes que se les fija un plazo de seis meses para su graduación

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES
SECRETARIO



AGRADECIMIENTOS

- A Dios y a la Virgen María** Por la vida, la salud y la sabiduría para poder alcanzar un objetivo más en la vida. Gracias por rodearme de amor y bendición.
- A mi padre** Hernán Velásquez (q. e. p. d) por enseñarme principios y valores, por su apoyo y fortaleza; un beso hasta el cielo.
- A mi madre** Gumercinda Navarro por su invaluable apoyo, por creer en mí, por todas sus oraciones; este triunfo es tuyo, TE AMO.
- A mis hermanos** Capitán de Navío Alexander Edilzar, Licda. Sandra Janeth y MSc. Ing. Hernán Humberto por todo el apoyo e incentivar me a seguir.
- A mi hermana** Andrea Isabel (q. e. p. d), una flor sobre su tumba.
- A mis sobrinos** Con mucho cariño, en especial a Paolita por el apoyo brindado.
- A mis amigos** Por su amistad incondicional, por permitirme ser parte de sus vidas, especialmente a MSc. Licda. Luisa Lima por su apoyo y trabajo en equipo.
- A mi asesor** MSc. Lic. Juan Carlos González Meneses, por su apoyo y motivación.

**A la Facultad de
Ciencias Económicas**

Por brindarme la oportunidad de ampliar mis conocimientos y contribuir a mi crecimiento profesional.

**A la Universidad de
San Carlos de
Guatemala**

Casa máxima de estudios, a quien debo mi formación universitaria.

A todas las personas que de una u otra forma apoyaron a la realización de este proyecto.

CONTENIDO

RESUMEN.....	i
INTRODUCCIÓN.....	iii
1. ANTECEDENTES.....	1
1.1 De la industria de harinas animales para alimento concentrado.....	1
1.2 Importancia de la industria.....	3
1.2.1 Consideraciones sociales.....	3
1.2.2 Consideraciones ambientales.....	3
1.2.3 Consideraciones económicas.....	4
1.3 De los inventarios.....	4
1.4 De los inventarios en la industria de harinas.....	5
1.5 Del modelo determinístico para la administración de inventarios.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Inventarios.....	9
2.2 Tipos de harinas animales.....	9
2.3 Inventarios en la industria de harinas animales.....	11
2.3.1 Inventario de materias primas.....	11
2.3.1.1 Harina de granos.....	11
2.3.1.2 Enzimas.....	11
2.3.1.3 Antioxidante.....	11
2.3.1.4 Antimicrobiano.....	12
2.3.1.5 Subproductos cárnicos.....	12
2.3.2 Inventario de material de empaque.....	12
2.3.3 Inventario de alimentos.....	12

2.3.4	Inventario de materiales de limpieza	12
2.3.5	Inventario de papelería y otros	12
2.3.6	Inventario de repuestos y accesorios	12
2.4	Administración de inventarios	13
2.4.1	Sistema de inventarios	13
2.4.2	Política de inventarios	14
2.4.3	Objetivos de la administración de inventarios	14
2.5	Factores que afectan el nivel de inventarios.....	15
2.6	Costos de los inventarios.....	15
2.6.1	Costo o precio de compra	15
2.6.2	Costo de ordenar.....	15
2.6.3	Costo de conservación o mantenimiento.....	16
2.6.4	Costo de faltantes o de escasez	16
2.6.5	Costo de oportunidad	16
2.6.6	Costo total	16
2.7	Modelos de inventarios.....	17
2.7.1	Características de los modelos de inventarios	18
2.7.2	Modelo de inventarios generalizado	18
2.7.3	Modelo cantidad óptima de pedido o modelo de Harris Wilson.....	19
2.7.3.1	Ampliación del modelo EOQ	19
2.7.4	Modelo determinístico	21
2.7.4.1	Demanda determinística.....	21
2.7.4.2	Tiempo de reaprovisionamiento (<i>lead time</i>)	22
2.7.4.3	Costo de ordenar y costo de mantener	22
2.8	Análisis de tendencias	25

3. METODOLOGÍA	27
3.1 Definición del problema	27
3.2 Temas y subtemas en forma interrogativa.....	27
3.3 Objetivos.....	28
3.3.1 Objetivo general	28
3.3.2 Objetivos específicos.....	28
3.4 Hipótesis.....	29
3.4.1 Variable independiente.....	29
3.4.2 Variables dependientes	29
3.5 Métodos y técnicas utilizados	29
3.5.1 Método científico	30
3.5.2 Fase indagadora	30
3.5.3 Fase demostrativa	30
3.5.4 Fase expositiva	30
3.6 Técnicas de investigación.....	31
3.6.1 Técnicas de investigación documental.....	31
3.6.2 Técnicas de investigación de campo.....	31
3.7 Instrumentos.....	31
4. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	33
4.1 Diagnóstico y evaluación del manejo de inventarios	34
4.2 <i>Stocks</i> mínimos	35
4.3 Inventarios de seguridad	36
4.4 Punto de reorden.....	36
4.5 Factores que afectan el nivel de inventario	36
4.6 Análisis de costos de inventarios.....	38

4.6.1	Costo de ordenar.....	38
4.6.2	Costo de mantenimiento.....	42
4.6.2.1	Costo del capital invertido	42
4.6.2.2	Costo de almacenaje.....	44
4.6.3	Costo de escasez.....	48
4.7	Desarrollo del modelo determinístico para la administración de inventarios de materias primas	49
4.7.1	Establecimiento de variables.....	50
4.7.1.1	Demanda (<i>D</i>).....	50
4.7.1.2	Tiempo de reaprovisionamiento	50
4.8	Formulación del modelo de cantidad económica de pedido (EOQ) y modelo determinístico	50
4.9	Punto de reorden.....	52
4.9.1	Tiempo de espera (<i>lead time</i>).....	52
4.10	Evaluación y análisis financiero del modelo determinístico para la administración de inventarios	52
4.10.1	Aplicación del modelo.....	53
4.10.2	Análisis de la cantidad óptima de pedido (EOQ)	55
4.10.3	Análisis del número de pedidos que deben realizar por año	56
4.10.4	Determinación del costo de ordenar, en un año.....	56
4.10.5	Análisis del costo total.....	57
4.11	Análisis del punto de reorden	57
4.12	Evaluación de resultados.....	67
4.13	Aplicación del modelo determinístico a la proyección de consumo	70
4.14	Aplicación del modelo determinístico a la proyección de consumo, con reducción del 20% producto de la pandemia	73

CONCLUSIONES..... 77

RECOMENDACIONES 79

BIBLIOGRAFIA..... 81

ANEXOS..... 87

INDICE DE FIGURAS 117

INDICE DE TABLAS..... 119

RESUMEN

La presente tesis ha sido elaborada con base al método científico, aplicado a la administración de inventarios de materias primas en la industria de harinas animales para alimento concentrado es de vital importancia, pues aporta a factores sociales, económicos y ambientales al país.

En la investigación se determinó que, esta industria maneja sus inventarios con base en el conocimiento empírico de los encargados de bodega, y con frecuencia el resultado no es acertado, no se tiene clara la cantidad de pedidos y cuánto pedir, lo que provoca escasez. Se eligió el inventario de materias primas para el análisis, debido a la alta demanda y las complicaciones que se han dado, se determinó que, no se tiene problema de vencimiento u obsolescencia; sin embargo, sí existe problema de escasez, lo cual incrementa los costos industriales significativamente.

Para esta investigación, se estableció el siguiente objetivo: implementar un modelo determinístico para la administración de inventarios de materias primas utilizadas en la industria de harinas animales para alimento concentrado, en el departamento de Escuintla. Derivado de la investigación se estableció la siguiente hipótesis: el desarrollo e implementación del modelo determinístico, que incluye la cantidad económica de pedido (EOQ, por sus siglas en inglés), para la administración del inventario de materias primas utilizadas en la fabricación de harinas animales para alimento concentrado, determina y optimiza los recursos físicos como financieros.

Se estableció el costo para el manejo de inventarios de materias primas en la industria objeto de estudio, el cual fue de Q39,997 para el 2019 y Q57,860 para el 2018, esto causado por el costo de ordenar y mantener. Otro factor que incrementa los costos es la escasez de insumos, debido a que la mayoría de insumos son importados y en algunas ocasiones se demora la entrega en la bodega y se incurre en costos aproximadamente de Q3,000 por tonelada.

Para brindar una solución a esta problemática, resulta necesaria la implementación del modelo determinístico para la administración del inventario, en el que incluye la

cantidad óptima de pedido (EOQ). El modelo propuesto, posee fundamento técnico, en el cual debe analizarse el comportamiento de la demanda, el tiempo de aprovisionamiento, costos de ordenar, costos de mantener y la escasez no es permitida; se determinó que, este modelo es aplicable porque se conocen las variables descritas.

La aplicación del modelo, para la administración del inventario de materias primas, demuestra ahorros significativos, ya que de haberse implementado se estima una reducción de Q564,090 en el año 2019 y Q856,472 en el año 2018 equivalente a 94% y 96% respectivamente, del costo actual. Adicional, este modelo permite establecer el punto de reorden, en que debe emitirse la solicitud de pedido, con lo cual se logra reducir la escasez y los costos que esta provoca. Para los años analizados, se determinó un costo de escasez en materias primas de Q554,990 en 2019 y Q832,485 en 2018. La industria objeto de estudio, debe analizar la oportunidad de implementar este modelo para administrar sus inventarios, con lo cual logra optimizar sus recursos físicos y financieros.

INTRODUCCIÓN

La industria avícola y acuícola, son los subsectores más importantes dentro de la actividad del país (Guatemala, 2019). (Ver anexo 1. Informe económico y comercial GUATEMALA, marco económico.) Debido a que, estos productos forman parte integral de la dieta de los guatemaltecos. Asimismo, el aumento del consumo de estos productos, genera desechos sólidos como subproductos de pollo, camarón y pescado.

Estos desechos son enviados a las plantas de rendimiento, para transformarla en harina animal que es reincorporada a la alimentación de aves, ganado, mariscos y mascotas, la cual proporciona nutrientes esenciales que complementan las características organolépticas del alimento.

De acuerdo a un diagnóstico preliminar se observó que, la industria adquiere algunas materias primas importadas, administra sus inventarios con base en el conocimiento empírico, con resultados poco acertados, lo que provoca escasez de materias primas, lo cual afecta el tiempo de entrega al cliente, reprocesos e incumplimiento con la calidad prometida y que afecta las utilidades de la industria.

La propuesta de solución al problema señalado que se plantea, consiste en el desarrollo de un modelo para la administración de inventarios, con la finalidad de mejorar la disponibilidad de las materias primas, reducir el costo del manejo de inventarios y hacer eficiente el uso de los recursos físicos y financieros en la industria de harinas animales. Por lo anterior, surge la opción de analizar la conveniencia de utilizar el modelo determinístico para la administración de inventarios, que incluya la cantidad óptima de pedido (EOQ), y la minimización de costos de los inventarios de materias primas en la industria de harinas animales.

Los objetivos específicos se describen a continuación: realizar un diagnóstico de la situación financiera del manejo de inventarios, que incluye el desabastecimiento y vencimiento de insumos; establecer el costo de manejo del inventario de materias primas, la gestión de los pedidos y la demanda insatisfecha; aplicar el modelo

determinístico (EOQ), para la administración de inventario de materias primas que incluya la determinación de la cantidad óptima de pedido, y la minimización de costos para el manejo de inventarios; realizar un análisis y evaluación financiera de la aplicación del modelo determinístico, para la administración del inventario de las materias primas.

La hipótesis de investigación indica que, el desarrollo e implementación del modelo determinístico que incluye la cantidad económica de pedido (EOQ), para la administración del inventario de materias primas, utilizadas en la fabricación de harinas animales para alimento concentrado, determina y optimiza los recursos físicos como financieros.

El trabajo de tesis contiene cuatro capítulos, desglosados de la siguiente manera: el capítulo uno, corresponde a los antecedentes en el cual expone el marco referencial teórico y empírico de la investigación.

El capítulo dos, marco teórico, se describen las teorías, asimismo los enfoques conceptuales que son fundamento, también base de la investigación sobre la administración de inventarios en esa misma línea la propuesta de solución al problema. El capítulo tres, metodología, muestra las bases utilizadas en el proceso de investigación realizada.

El capítulo cuatro, presenta el diagnóstico, el cual es un marco de referencia muy importante, en conjunto con la evaluación del manejo de inventario, para conocer cómo se encuentra actualmente la industria, el desarrollo del modelo determinístico; agregando a lo anterior, la evaluación de igual manera, el análisis financiero del modelo determinístico para la administración de inventarios. Finalmente, se presentan las conclusiones; por otra parte, recomendaciones que se consideran pertinentes para la investigación realizada, se espera haber contribuido a preparar un marco de referencia para los interesados en el tema.

1. ANTECEDENTES

1.1 De la industria de harinas animales para alimento concentrado

La palabra *rendering*, en inglés significa el reciclaje de tejidos crudos provenientes de animales destinados al consumo humano. En el proceso de reciclaje se aplica calor, tecnología de separación y filtrado al material para destruir la población microbiana, eliminar la humedad y extraer la grasa de la proteína. El reciclaje de subproductos de origen animal, es el método más seguro y económico de inactivar microbios causantes de enfermedades, al tiempo que se recuperan miles de millones de dólares de productos comercializables. (Bisplinghoff, 2014)

El reciclaje de subproducto animal para hacer productos útiles, no es algo nuevo ni reciente, pues el hombre de las cavernas, los esquimales y los indios, utilizaban lo que no comían, en sus inicios lo más codiciado era el sebo para producir jabones y velas, el descubrimiento de las proteínas animales fue secundario.

En 1956, la mayoría de las plantas de reciclaje, se hubieran descrito como instalaciones de fabricación que necesitaban mejoras. Pero, los últimos 50 años, se han realizado grandes cambios en la tecnología de las plantas, cuidado interno, calidad del producto terminado y seguridad del empleado. El uso inicial de proteínas, como ingrediente de alimentos concentrados balanceados se estableció a través del relato histórico de *Meat for the Multitudes* de *The National Provisioner* publicado el 4 de julio de 1981. Para el año 2006, el dato de materias primas disponible para el reciclaje en Estados Unidos era de 54 miles de millones de libras. (Bisplinghoff, 2014)

En Guatemala en el año 1958, nace la primera industria avícola y en el año 1964 nace la segunda industria avícola, en conjunto representan más del 90% de participación en el mercado. La industria avícola y acuícola, son los subsectores más importantes dentro de la actividad del país; debido a que, estos productos forman parte integral de la dieta básica de los guatemaltecos. “Asimismo, ha aumentado el consumo de estos productos, generando desechos sólidos alrededor del 37 al 49 por ciento del peso vivo de cada animal sacrificado para consumo humano”. (Bisplinghoff, 2014, párr.2)

El viceministerio de integración y comercio exterior, en el área de inteligencia de mercados, en el resumen ejecutivo del sector de avicultura de Guatemala 2019, indica que el consumo mínimo estimado de pollo en Guatemala para el año 2018 es de 822.8 millones de libras (de acuerdo con USDA y estimaciones sobre FAO), la producción del país se estima en 572 millones de libras. (Economía, Sector de Avicultura de Guatemala., 2019)

Según estimaciones de ANAVI, por medio de su asesor técnico, “el crecimiento de consumo de carne de pollo en Guatemala es de 2% a 3% anual”. (Gamarro, 2019, párr.7) Estos desechos son enviados a las plantas de *rendering*, para transformarla en harina animal, la cual, después es reincorporada a la alimentación de aves, ganado, mariscos o mascotas. En otros casos, son enviados a rellenos sanitarios, sin aprovechar su uso y generan gasto debido al transporte, sumado a la contaminación del medio ambiente.

El propósito, es tomar un papel positivo y productivo, en la recuperación de los diversos valores que los subproductos contienen. En el pasado, muchos de los residuos se consideran sin uso; en realidad, tienen un valor económico si son tratados viablemente para la fabricación de harinas, acompañado de estándares de calidad necesarios para la utilización, ya que representa como mínimo un seis por ciento de un alimento concentrado para el consumo animal, debido a que es una fuente de proteínas, aminoácidos, energía, minerales y vitaminas que complementan las características organolépticas del alimento.

De conformidad con el artículo 97 de la Constitución Política de la República de Guatemala, es obligación del Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico.

Se crea el Acuerdo Gubernativo número 700-97 de fecha 3 de octubre de 1997, donde establece el Consejo Nacional de Desarrollo para el manejo de desechos sólidos CONADESCO. El Acuerdo define que, el manejo de los desechos sólidos debe tener un tratamiento integral, en el que se prevenga y se reduzca la producción y la nocividad de los mismos, así también, valorizar en lo posible los desechos por el reemplazo, el reciclaje y que se propicie el desarrollo de formas de tratamiento.

1.2 Importancia de la industria

Las diferentes harinas que se fabrican, son una fuente de proteínas muy valiosa, proporcionan fósforo y calcio, así como vitamina B12, indispensable para el crecimiento de los animales. Las proteínas derivadas de la carne o de la sangre, son excelentes para remediar la deficiencia de aminoácidos en el pasto o en los granos. Cuando se alimentan las aves con concentrados de proteínas de origen animal, se puede añadir un factor productivo que contribuya a aumentar el rendimiento de las aves en las granjas y en la acuicultura. (Gómez, 2019)

1.2.1 Consideraciones sociales

Una perspectiva sobre reciclaje, buscaría el entendimiento de su rol en el contexto social. El conocimiento de los derechos del consumidor, respecto a los residuos debe ser integral, a la planeación comunitaria para un mejor manejo y uso equitativo de los recursos. Más que simplemente considerar, actitudes de las personas como barreras a nueva tecnología, las investigaciones sociales deben atender primeramente al entendimiento, sobre las condiciones sociales relacionadas a prácticas de reciclaje. El principal factor es el poder adquisitivo del consumidor, sus hábitos alimenticios y su religión.

En la línea divisoria, entre ambos extremos se encuentra un reducido número de órganos y componentes que, según las costumbres alimenticias y posibilidades económicas del consumidor, pueden ser considerados como comestibles o no. Al aumentar la capacidad económica de la población, aumenta el consumo de carne y, a la vez, surge la demanda de mejor calidad en este producto. Cuando mayores son los ingresos de los consumidores, más alto es el porcentaje de desechos potencialmente comestibles que son empleados en elaborar productos no comestibles.

1.2.2 Consideraciones ambientales

El mal manejo de los desechos, causa molestia para la población y peligro para la salud debido a que, se descomponen con rapidez, lo cual da origen a olores desagradables, la carne mantenida en condiciones insalubres, como las creadas por los despojos constituyen un producto que, además de tener calidad inferior a la conservada, es un

vehículo de transmisión de enfermedades. La forma más sencilla de aprovechar los subproductos no comestibles de la planta procesadora, es suministrarlos como alimento a los cerdos, mascotas, aves de corral y mariscos.

1.2.3 Consideraciones económicas

Los subproductos, influyen en el precio de la carne y en el que se paga al avicultor. Según sean las circunstancias, las utilidades obtenidas de las harinas pueden ser destinadas a abaratar el precio de la carne para el consumidor, o para que el ganadero obtenga a mejor precio el alimento para sus animales. Por lo tanto, cuando se estudian los problemas del aprovechamiento de los subproductos, es preciso conseguir el apoyo de los consumidores de carne, como de la industria de alimentos para animales.

1.3 De los inventarios

Desde tiempos inmemorables, los egipcios y demás pueblos de la antigüedad, acostumbraban almacenar grandes cantidades de alimentos para ser utilizados en los tiempos de sequía o de calamidades. Es así como surge o nace el problema de los inventarios, como una forma de hacer frente a los periodos de escasez, que le aseguraran la subsistencia de la vida y el desarrollo de sus actividades normales, a las sociedades de antaño. Esta forma de almacenamiento, de todos los bienes y alimentos necesarios para sobrevivir motivó la existencia de los inventarios. (Amaya & Cevallos, 2012)

El problema de los inventarios, ha estado siempre presente en la historia humana, así como la adquisición y preservación de bienes para el consumo directo o los requeridos como materia prima para la elaboración de productos terminados, los inventarios han rondado desde que se hiciera evidente que el ser humano es capaz de producir en mayor cantidad, que lo rigurosamente necesario para su consumo individual y debido a esta capacidad productora, ocasiona el problema inmediato de una gestión de inventario y del qué hacer con un excedente de la producción. Fue a partir de la Revolución, en los albores del siglo XX y con la deducción de la formula "Tamaño Económico del Lote", cuando nace la preocupación científica sobre los inventarios, surge así el tratamiento determinístico del inventario, puesto desde una perspectiva económica de balancear los costos de mantenimiento, escasez y abastecimiento. (Ponsot, 2008)

1.4 De los inventarios en la industria de harinas

Los inventarios existen porque es una forma de evitar problemas de escasez, su objetivo es garantizar la disponibilidad de insumos necesarios en el momento indicado, sobre todo en la industria de harinas animales, al tomar en cuenta que las mismas, se convierten en consumo humano indirecto, es indispensable que se cuente con existencias de materias primas para el proceso de fabricación de harinas debido a su pronta descomposición. En este tipo de industrias los inventarios se componen de: materias primas, material de empaque, alimentos, materiales de limpieza, papelería y otros, repuestos y accesorios.

1.5 Del modelo determinístico para la administración de inventarios

“La realización de movimiento y almacenamiento de productos se remonta a los orígenes de la historia. Sin embargo, gran parte de la filosofía logística fue desarrollada durante la Segunda Guerra Mundial, a partir de allí las actividades del manejo y control de inventarios se han ido tecnificando” (González, 2015, p.3). La gestión de los inventarios ha preocupado a la industria, cualquiera que sea el sector de su actividad por las razones siguientes: no hacer esperar al cliente, comprar los insumos a precios más bajos y no detener el proceso productivo, debido a que mientras los productos están en el inventario no generan rendimientos y es preciso financiarlos.

El primer modelo de inventarios Cantidad Económica de Pedido (Economic Order Quantity (EOQ) por sus siglas en inglés) se le acredita a Ford Whitman Harris (1913), a comienzos de los años 1930; Raymond Wilson extendió el trabajo de Harris, por esta razón este modelo también es conocido con el nombre de Modelo de Wilson. (González, 2015, p.4)

La cantidad económica de pedido, Economic Order Quantity (EOQ), es el modelo fundamental para el control de inventarios, es un método que al tomar en cuenta la demanda determinística, el costo de mantener inventario y el costo de ordenar un pedido, produce la cantidad óptima de unidades a pedir para minimizar costos. Existen diferentes modelos para la administración de inventarios, que van desde simples cálculos hasta sofisticadas aplicaciones matemáticas, la aplicación de estos depende del comportamiento de la demanda, la cual puede ser determinística o probabilística. El

modelo se desarrolla bajo los siguientes supuestos: la demanda es conocida y continúa en el tiempo, el plazo de entrega es constante al igual que el costo de pedido y almacenamiento. (Mohammad & García, 1996)

Para validar la aplicación del modelo determinístico de inventarios en la industria de harinas animales, se toma como referencia el comportamiento de la demanda de las materias primas en los últimos 2 años.

Otros proyectos que se han trabajado con temas similares son los siguientes:

Administración y control de inventarios de materias primas a través de la aplicación del sistema de clasificación de inventarios ABC y el modelo de la cantidad económica de reorden en la industria de importación, procesamiento y distribución de vidrio para la construcción, en el municipio de Guatemala. (Salguero, 2017), contiene enfoques teóricos y prácticos, respecto al modelo de la cantidad económica de reorden, Economic Order Quantity (EOQ) que sirve para determinar la cantidad de pedidos que se deben realizar para la optimización de la administración y control del inventario de materia prima. El antecedente de esta investigación: Deficiencias detectadas en la administración y control de inventarios de materias primas, las cuales eran realizadas con base a prácticas rutinarias con un análisis insuficiente del comportamiento de la demanda, provocando desabastecimiento y obsolescencia de las materias primas de vidrio.

Según el proyecto de *Administración de inventarios a través de un modelo determinístico, en entidades hospitalarias semiautónomas, dedicadas a la atención de pacientes con enfermedades cardiovasculares en la ciudad de Guatemala.* (González, 2015), la autora, orienta a establecer la situación administrativa y financiera del manejo de inventarios, así como el desarrollo del modelo determinístico de inventarios, y aplicarlo para la administración de inventarios de materiales médico-quirúrgicos, para perfusión que incluya la determinación de la cantidad óptima de pedido (EOQ) y la minimización de costos del manejo de inventarios. El antecedente de esta investigación: administración de inventarios con base a conocimientos empíricos provocando desabastecimiento, vencimiento y obsolescencia de medicamentos y material médico quirúrgico.

En el trabajo de *Planeación y control para la producción de harinas y grasas de subproductos cárnicos*. (Velásquez, 2011) el enfoque está orientado a establecer un control de la producción de harinas y grasas por medio de herramientas que ayudan en la administración de despachos, inventarios y producción para estimar requerimientos de recursos y asegurar el cumplimiento de metas. El antecedente de esta investigación: falta de información respecto a despachos, inventarios y producción.

En el proyecto de *Administración de inventarios de materia prima aplicado a una industria de alimentos balanceados para animales*. (Rodríguez, 2008), el autor orienta hacia una guía para la administración de los inventarios al explicar las políticas administrativas y contables para establecer un control adecuado, así también dicho documento refleja la diversidad de materias primas utilizadas en la dosificación de alimentos balanceados. El antecedente de esta investigación: encontrar las causas que impiden establecer un procedimiento de control interno administrativo y productivo en el inventario de materias primas.

En el trabajo del *Estudio de dosificación de los subproductos avícolas y de cerdos para la fabricación de distintas harinas*. (Estrada, 2007), el enfoque está orientado hacia el análisis del proceso desde la dosificación de subproductos, eficiencia, seguridad, contaminación, muestreo de harinas y la contribución a la conservación del medio ambiente. El antecedente de esta investigación: incumplimiento en la calidad ofrecida debido a la inexistencia de normas, políticas y procedimientos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Inventarios

Dentro de las empresas industriales existen pocos elementos que juegan un papel tan importante como los inventarios. Además de ser esenciales para todo proceso productivo, representan un gran porcentaje de la inversión de dichas empresas. Por ello, la eficiencia con que sean manejados es un factor determinante del éxito o fracaso de la misma. (García, 2008)

Un inventario es la acumulación de materiales que posteriormente serán utilizados para satisfacer una demanda futura. (Moya, 1990). En términos generales, la palabra inventarios, se emplea para designar la relación o lista de bienes materiales y derechos pertenecientes a una persona o comunidad hecha con orden y claridad. Desde el punto de vista de la empresa industrial, inventarios son los bienes de una empresa destinados a la producción de artículos para su posterior venta, tales como materias primas, producción en proceso, artículos terminados y otros materiales que utilicen en el empaque o las refacciones. (García, 2008)

La administración de inventarios es la aplicación de procedimientos y técnicas que tienen por objeto establecer, poner en efecto y mantener las cantidades más ventajosas de materias primas, producción en proceso, artículos terminados, materiales de empaque, refacciones, minimizando los costos que generan, y así contribuir a lograr los fines de la empresa. (García, 2008)

2.2 Tipos de harinas animales

Las actividades agroindustriales generan desperdicios que pueden ser reincorporados a la cadena alimenticia, previo tratamiento físico-químico. (Castañeda, 2010) Según el informe (Economía, Industria de Cárnicos en Guatemala, 2019) respecto a carne, las dos marcas que dominan el mercado son Pollo Rey y Pio Lindo, de acuerdo a la categoría de Euromonitor International de carnes procesadas (incluida carne roja, pollo y mariscos), la marca Pollo Rey tiene una participación en el mercado de 5.2% sobre el total y la marca Pio Lindo tiene una participación en el mercado de 2.8%. Al tomar en cuenta solo la categoría de pollo las dos marcas mencionadas tienen más del

90% de participación en el mercado. Para el caso de Guatemala, específicamente en el departamento de Escuintla, estas son las dos industrias que procesan los subproductos cárnicos (avícola, camarón y pescado); para efectos de la presente investigación, se tomaron los datos, los cuales pueden haber sido modificados, de una de estas industrias.

La fabricación de harinas se realiza en cocedores por lotes, son unidades múltiples acomodadas en línea o en serie. Cada cocedor consiste en un cilindro horizontal recubierto con una chaqueta de vapor y con un agitador interno, estas harinas se fabrican por medio del procesamiento con vapor a alta presión. Las harinas se caracterizan por ser un producto con alto contenido de lisina (aminoácido esencial), fuente de vitaminas del grupo B, minerales como zinc, magnesio, sodio y, en mayor medida, calcio y fósforo. (Gómez, 2019, párr. 2)

La formulación respecto a los subproductos cárnicos para realizar las distintas harinas, es en función del requerimiento de la fábrica de alimento concentrado, y la cantidad de subproductos que suministre la planta de proceso, donde es sacrificado o faenado el animal (pollo, camarón o pescado). Las harinas que se procesan actualmente, según información proporcionada por expertos en este proceso son las siguientes:

Harina de pollo: es harina proveniente de una mezcla de subproductos avícolas, harina de granos y sangre. Es utilizada en raciones marinas.

Harina especial: es proveniente de una mezcla de subproductos avícolas, adicionándole la mortalidad de las granjas en determinadas proporciones, la misma es utilizada en raciones ganaderas.

Harina menudos *expeller*: es harina proveniente de una mezcla de menudos avícolas y harina de granos, se utiliza en raciones para mascotas.

Harina sémola: esta harina proviene del subproducto de camarón. Se utiliza en raciones acuícolas.

Harina de mariscos: esta harina proviene del pescado, que no alcanza un tamaño promedio apto para consumo humano. Se utiliza en raciones acuícolas.

Harina de pluma: esta harina proviene de la mezcla de pluma y sangre. Se utiliza en raciones avícolas.

Los nombres de las harinas, pueden cambiar según la necesidad de formulación, para aportar peso y crecimiento a los diversos animales, a quienes se le suministra harinas a su alimento. Según datos históricos, el comportamiento de la producción es: 61% de harinas de pollo, especial y pluma, 30% harina de menudos *expeller* y 9% harinas de sémola y mariscos.

2.3 Inventarios en la industria de harinas animales

Por el tipo de producto que se fabrica, sus inventarios se clasifican principalmente en:

2.3.1 Inventario de materias primas

Este tipo de inventario está formado por los insumos, que se utilizan en la fabricación de harinas animales para alimento concentrado. Entre estos se puede mencionar: harina de granos, enzimas, antioxidante, antimicrobiano y subproductos cárnicos.

Según información proporcionada por personas expertas en el tema, enseguida se presenta un breve concepto de las distintas materias primas.

2.3.1.1 Harina de granos

Alimento tipo energético-proteico, con valores intermedios tanto de energía como proteínas. Puesto que es un subproducto de la extracción de harina (almidón), el residuo que le confiere el valor energético, deriva fundamentalmente de la “fibra” de la cubierta de los granos de trigo o soya.

2.3.1.2 Enzimas

Producto enzimático para hidrolizar plumas, en industrias procesadores de integraciones avícolas.

2.3.1.3 Antioxidante

Producto líquido empleado para retardar la degradación de vitaminas, pigmentos vegetales, grasas animales, harinas de origen animal y aceite de pescado.

2.3.1.4 Antimicrobiano

Producto líquido, corrosivo, acidificante y orgánico que evita la formación de hongos (*Salmonella*, *E. coli*, entre otros).

2.3.1.5 Subproductos cárnicos

Todo lo que no es de consumo humano. Son los productos secundarios que, además del producto principal, se obtienen en cualquier proceso. Para el caso avícola, se puede describir, vísceras, plumas, cola, cuello, sangre, piel, cáscaras de huevo, mortalidad e incubación. Para el caso acuícola, para el camarón se puede mencionar: la cabeza, la cola y la cascarilla así también, el pescado que no alcanza el tamaño definido para la venta.

2.3.2 Inventario de material de empaque

Está integrado por sacos, bolsas, etiquetas e hilo.

2.3.3 Inventario de alimentos

Este tipo de inventarios está conformado por insumos, que se les proveen a los colaboradores en el tiempo que permanecen en las instalaciones, por ejemplo: café, azúcar, servilletas, entre otros.

2.3.4 Inventario de materiales de limpieza

Está compuesto por trapeadores, escobas, líquidos desinfectantes y otros materiales de limpieza y desinfección de instalaciones industriales.

2.3.5 Inventario de papelería y otros

Está integrado por hojas de papel, lapiceros, tintas de impresora, marcadores, entre otros.

2.3.6 Inventario de repuestos y accesorios

Está integrado por repuestos y accesorios, utilizados en el mantenimiento del mobiliario, equipo industrial y de oficina.

2.4 Administración de inventarios

Si las empresas pudieran, preferirían no tener inventario alguno, porque mientras los productos están en el inventario, no generan rendimiento y es preciso financiarlos. La mayoría de empresas, encuentra que es necesario mantener alguna forma de inventario

- 1) Porque no es posible pronosticar la demanda con certeza.
- 2) Porque toma tiempo transformar un producto en una forma lista para su venta.

Además, si los inventarios excesivos son costosos para la empresa, también los inventarios suficientes, porque si los productos no están disponibles cuando los clientes los demandan, se los podrían comprar a los competidores y la empresa perdería negocios en el futuro. (Besley & Brigham, 2009)

Uno de los retos principales de la administración de inventarios, es brindar respuesta a las siguientes interrogantes: ¿Cuándo debe reabastecerse el inventario? y ¿Cuánto debe ordenarse?

El tiempo y cantidad son las variables sujetas a control de inventarios. Una adecuada administración, consiste en encontrar el valor de mencionadas variables, con la finalidad de minimizar el costo total. La forma efectiva de manejar los inventarios, es minimizar su impacto adverso, al encontrar un punto medio entre la poca reserva y el exceso de reserva. La gestión de inventarios preocupa a la mayoría de las empresas, cualquiera que sea el sector de su actividad y dimensión, por tres factores imperativos: no hacer esperar al cliente, realizar la producción a un ritmo regular, aun cuando fluctuó la demanda y comprar los insumos a precios más bajos. Una buena gestión de los inventarios, precisa definir perfectamente lo siguiente: mercadería a pedir, fechas de pedido, lugar de almacenamiento, la manera de evaluar el nivel de *stock* y la forma de reaprovisionamiento. (Sánchez, 2004)

2.4.1 Sistema de inventarios

Es un conjunto de normas, métodos y procedimientos aplicados para planificar y controlar los materiales o insumos que se emplean en una empresa. El sistema puede ser manual o por medio de una herramienta informática. Un sistema de inventarios, considera solo como costos relevantes los siguientes: el costo de mantener inventarios, el cual incluye el costo de la inversión, de almacenamiento, manejo y de obsolescencia o deterioro; el

costo de escasez o déficit de insumos, el cual incluye los servicios no prestados; el costo de efectuar el pedido o de reabastecimiento de inventarios, incluye el costo administrativo de preparar el pedido cuando se trata de artículos terminados o el de preparar la maquinaria para la producción, cuando se trate de productos que requieren ser transformados.

Un sistema de inventarios se encarga de ordenar y recibir los artículos, al tomar en cuenta el tiempo para colocar el pedido y el respectivo seguimiento hasta la recepción de los insumos. El sistema debe tener la capacidad de responder cuestionamientos tales como: ¿El proveedor ha recibido el pedido?, ¿Lo ha embarcado?, ¿Las fechas están bien?, ¿Existen procedimientos establecidos para colocar nuevos pedidos y devolver mercancía inaceptable?

2.4.2 Política de inventarios

(González, 2015) indica que, en la política se determina el nivel de existencia más económicamente para la industria según comportamiento de producción. La política tiene como objetivo elevar al máximo el rendimiento sobre la inversión, al satisfacer las necesidades del mercado. Se deben tomar en consideración los siguientes factores: las cantidades para satisfacer las necesidades, la naturaleza perecedera de los artículos, la duración del periodo de producción, la capacidad de almacenamiento, la suficiencia de capital de trabajo para financiar el inventario, el mantenimiento del inventario, la protección contra la escasez de materias primas y mano de obra, la protección contra aumento de precios, los riesgos incluidos en inventario, bajas de precios, obsolescencia de las existencias, pérdidas por accidentes, robos y falta de demanda.

2.4.3 Objetivos de la administración de inventarios

La administración de inventarios persigue: reducir al mínimo posible los niveles de existencia, maximizar el rendimiento de la inversión, asegurar la disponibilidad de existencia (producto terminado y materias primas), coordinación entre ventas, compras, producción y finanzas y fabricar un producto de calidad.

2.5 Factores que afectan el nivel de inventarios

La demanda, es el elemento clave para determinar el nivel de los inventarios; sin embargo, también los factores siguientes tienen incidencia en el nivel de los mismos. “Tamaño y frecuencia de los pedidos; uniformidad y estabilidad en las ventas; pronósticos y presupuestos; riesgo de obsolescencia; inventario de seguridad; tiempo de entrega; descuento por volumen; transportación; mezcla de productos; capacidad instalada y los recursos financieros”. (Morales, 2006, p.4)

2.6 Costos de los inventarios

Los costos de inventarios, están relacionados con el almacenamiento, aprovisionamiento y mantenimiento del inventario en un lapso de tiempo. Los inventarios representan una inversión cuantiosa, por tal razón es importante conocer el comportamiento de la demanda para minimizar sus costos y el reto del administrador es optimizar los recursos al alcanzar el nivel deseado del cliente al menor costo. Los costos que están asociados directamente con los inventarios son:

2.6.1 Costo o precio de compra

Es el precio al que se adquiere un bien. Es el precio de un artículo, más los impuestos, los gastos de compra y los costos de transporte. En la producción de un artículo, el costo completo que debe incluirse recibe el nombre de costo de producción.

2.6.2 Costo de ordenar

Es el costo que se relaciona con la colocación y la recepción de una orden o pedido para comprar nuevo inventario, e incluyen los costos por generar memorandos, transmisiones de fax, entre otros. En su mayor parte, los costos asociados a cada orden son fijos, sin importar el tamaño de esta. (Besley & Brigham, 2009)

Este costo, lo constituyen los gastos en que incurre la empresa para generar un pedido, dentro de los cuales están: gastos de cotización, teléfono, fax, internet, mano de obra para preparar la orden, todos estos se concentran en la bodega para posteriormente trasladarse al Departamento de Compras.

2.6.3 Costo de conservación o mantenimiento

Este costo también es llamado costo de manejo incluye todos los gastos asociados al manejo del inventario, como la renta del almacén donde se guarda y el seguro del inventario; estos costos suelen aumentar en proporción directa a la cantidad promedio de inventario que se maneja. (Besley & Brigham, 2009)

Es el costo por pedido de mantener una unidad, multiplicado por el inventario promedio, dentro de estos costos se incluyen el costo de capital (financiero), equipo de almacenamiento y movimientos, edificios, costo de espacio ocupado, depreciación, rentas, impuestos, seguros, costo de oportunidad, riesgos, deterioro, mermas, desperdicios, obsolescencia, costo de personal, entre otros.

2.6.4 Costo de faltantes o de escasez

Este costo se presenta cuando una empresa se queda sin inventario y llegan clientes que demandan el producto. Son los costos de penalización en que incurre cuando se queda sin la mercancía cuando esta se necesita. Generalmente comprende costos debido a pérdida de cliente, prestigio y pérdida de potencial de utilidad debido a pérdidas en ventas. (Morales, 2006)

2.6.5 Costo de oportunidad

Este costo es el valor del bien o servicio más valioso al que se renuncia, los costos de oportunidad de una decisión incluyen todas sus consecuencias, sin importar que se reflejen o no en las transacciones monetarias. (Samuelson & Nordhaus, 2010)

Para financiar un inventario, las entidades tienen que conseguir un préstamo o perder la oportunidad de hacer una inversión que prometía un rédito atractivo. (Krajewski & Ritzman, 2000)

2.6.6 Costo total

Es la integración de los costos de adquisición, de pedido, de mantenimiento, de escasez y de oportunidad.

2.7 Modelos de inventarios

Son métodos, que ayudan a reducir o minimizar los niveles de inventarios requeridos en la producción o prestación de algún servicio. Previo a la preparación de pedidos, la entidad requiere conocer los niveles dentro de los cuales pueden oscilar sus existencias de inventarios, para realizar la operación de manera que esta no se interrumpa.

- a) Nivel máximo: está determinado por la capacidad instalada para el almacenamiento.
- b) Nivel óptimo: está determinado por la capacidad de satisfacer la demanda y es el punto en que el costo de administrar es el más bajo.
- c) Nivel de seguridad: es el que sirve para soportar las fluctuaciones imprevistas de la cantidad demandada.

(Guerrero, 2009) Define que, la clasificación general de los modelos de inventario depende del tipo de demanda que tenga el artículo. Esta demanda solo puede ser de dos tipos: determinística o probabilística, en el primer caso la demanda del artículo para un periodo futuro es conocida con exactitud (esto solo se puede dar en el caso de empresas que trabajan bajo pedido) y probabilística en el caso que la demanda del artículo para un periodo futuro no se conoce con certeza, pero se le puede asignar una distribución de probabilidad a su ocurrencia. Todo artículo se clasifica en alguna de las dos anteriores categorías, se pueden subclasificar en un determinado modelo al depender de otras condiciones que se relacionan a continuación:

Respecto al tipo de producto pueden ser productos perecederos, productos sustitutos o durables en el tiempo como por ejemplo metales, así también en relación a la cantidad de productos existen modelos para un solo producto o para varios productos. En los modelos de inventarios puede ser que permitan o no déficit, en el cual los tiempos de entrega pueden ser igual que la demanda determinística o probabilística, otro modelo que existe es el que involucra o no, costos fijos. Para el tipo de revisión del inventario, la revisión puede ser continua o periódica, para el tipo de reposición del inventario puede ser reposición instantánea, la cual se define así cuando el artículo es comprado, o de

reposición continua, cuando el artículo es producido en una planta manufacturera y por último, el horizonte de planeación puede incluir un solo periodo o varios.

2.7.1 Características de los modelos de inventarios

La administración científica de inventarios, busca a través de técnicas como la investigación de operaciones encontrar las políticas óptimas de inventarios. A continuación, se describen las características para diseñar un modelo de inventarios. Alcance: define si el modelo resuelve un problema de uno o múltiples niveles, mismos que pueden ser múltiples estaciones de trabajo o diferentes procesos productivos; Demanda: corresponde a la cantidad de artículos necesarios para cubrir un pedido, producir un bien o prestar un servicio. Esta constituye el componente más importante de un sistema de inventarios; Plazos de entrega: es el tiempo que transcurre a partir de ordenar un lote y el ingreso del mismo al inventario, puede ser aleatorio o determinístico; Exceso de demanda: se refiere a la demanda insatisfecha; Tiempo de revisión: define una programación para conocer el inventario disponible, puede ser de forma continua o periódica; Vida útil: indica el periodo de tiempo que transcurre entre la producción o envasado de un producto y el punto en el cual pierde sus cualidades físico-químicas y organolépticas. Es el tiempo que transcurre en deteriorarse un producto; Costos de inventarios: son todos los costos en que se incurre para adquirir y mantener inventarios. Las variables tiempo y cantidad, están sujetas a control en cualquier modelo de inventarios.

2.7.2 Modelo de inventarios generalizado

El objetivo final de cualquier modelo de inventario, es dar respuesta a las siguientes interrogantes:

1. ¿Qué cantidad de artículos debe pedirse?
2. ¿Cuánto debe pedirse?

La respuesta se encuentra en minimizar el siguiente modelo de costo:

$$CTQ = C \text{ de compra} + C \text{ de Ordenar} + C \text{ de mtto} + C \text{ faltante}$$

Todos estos costos se deben expresar en la cantidad económica de pedido (¿Cuánto pedir?) y el tiempo entre los pedidos (¿Cuándo pedir?). (Taha, 2004)

El modelo general de inventarios parece ser simple, sin embargo, existe una variedad de modelos en los cuales se realiza un cálculo simple a refinadas aplicaciones matemáticas, lo anterior, se debe al tipo de demanda del artículo, la cual puede ser determinística o probabilística.

2.7.3 Modelo cantidad óptima de pedido o modelo de Harris Wilson

Es un modelo matemático, usado como base para la administración de inventarios en el cual la demanda y el tiempo líder son determinísticos, no se permite los déficits y el inventario se reemplaza por lotes al mismo tiempo. (Guerrero, 2009) define que, en los modelos de compra se supone que el artículo no será producido, sino que será comprado a un proveedor, en cuyo caso la empresa operará como distribuidor de un determinado artículo. También, puede ser el caso de un material auxiliar, utilizado en la producción, pero, este material auxiliar es comprado a un proveedor. Este modelo, es conocido como el modelo Cantidad Económica de Pedido (CEP) o Economic Order Quantity (EOQ), o modelo de compra sin déficit, o simplemente como el modelo de dientes de sierra.

El modelo EOQ permite determinar la cantidad de ordenar que minimice los costos totales del inventario, bajo los supuestos 1) que las ventas se distribuyan por lo regular a lo largo del periodo en estudio y se puedan pronosticar con precisión, 2) que las órdenes se reciben cuando se esperan y 3) que el precio de compra de cada artículo en el inventario es el mismo, sin importar la cantidad ordenada. (Besley & Brigham, 2009)

2.7.3.1 Ampliación del modelo EOQ

Es evidente que algunos de los supuestos necesarios para que el EOQ básico sea válido, no son realistas. Para que el modelo resulte útil, es posible aplicar algunas ampliaciones simples. Si hay demora en el momento en que se solicita el inventario y el momento en el que se recibe, la empresa tiene que volver a ordenar antes de quedarse sin inventario. Para evitar esta situación, la empresa podría manejar inventarios de seguridad, los cuales representan inventario adicional que sirve para protegerse ante la demanda inesperada. Otro factor que una empresa debería considerar para determinar

los niveles de inventarios apropiados es si sus proveedores ofrecen descuentos por la compra de grandes cantidades. (Besley & Brigham, 2009)

Es necesario determinar, los siguientes parámetros para encontrar la cantidad óptima que minimiza el costo total.

a) Punto de reorden: es el nivel de inventario en el que se debe colocar una nueva orden, según los consumos de la empresa por semana y el tiempo que se toma para el ingreso de la nueva orden. La fórmula para hallar el punto de reorden es:

$$PUNTO DE REORDEN = Tiempo de entrega * Consumo diario + Inv. de seguridad$$

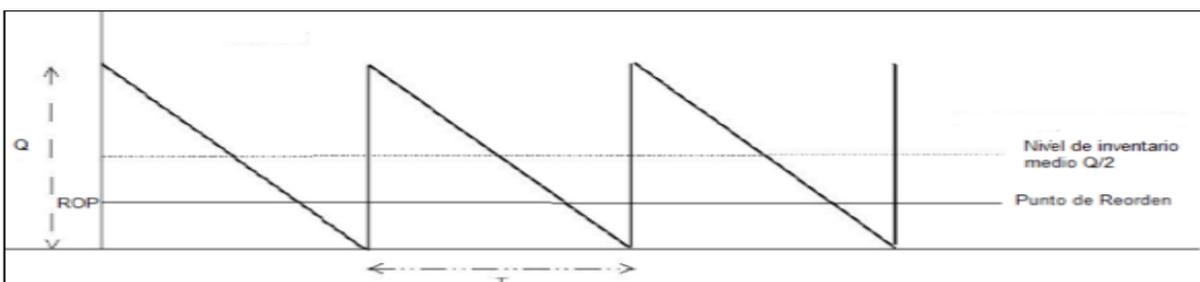
b) Inventario de seguridad: inventario adicional, que se tiene para protegerse contra los cambios inesperados en las tasas de ventas o demoras de producción por embarque.

c) Nivel óptimo de inventario: es aquel inventario que se encuentra con la capacidad de satisfacer la demanda, es el punto en el que el costo de administrar es el más bajo.

En la siguiente gráfica, se observa el comportamiento de la demanda a través del tiempo y el efecto del modelo EOQ, supone que se inicia con cero unidades en inventario, que se coloca un pedido en ese instante, y que dicha cantidad incrementa el inventario instantáneamente, seguidamente el producto se consume, y cuando llega al punto de reorden, se coloca un nuevo pedido, y luego transcurre el tiempo hasta llegar al nivel cero de inventario. En ese momento ingresa el nuevo pedido, el cual incrementa el inventario instantáneamente. Así se repite la estructura sucesivamente.

Figura 1

Estructura del Modelo Economic Order Quantity (EOQ)



Nota: Cada vez que las existencias disponibles sean igual a cero, pídase una cantidad Q unidades.

Fuente: Higuerey (2007). *Administración de Inventarios*.

2.7.4 Modelo determinístico

El modelo determinístico, se desarrolla bajo los siguientes supuestos según (Zamora, 2013) para que el modelo Economic Order Quantity (EOQ), garantice su funcionalidad se requiere de los siguientes supuestos: La demanda es constante, recurrente y conocida; el tiempo de entrega es constante y se conoce; el material se adquiere en grupos o lotes, y el lote ingresa todo en el inventario a la vez; se utiliza una estructura específica de costo, es decir, que el costo unitario de cada artículo es constante; no existen rebajas por compras grandes; el costo de almacenamiento depende del nivel promedio de inventario; existe un costo fijo de orden o colocación para cada lote, que es independiente del número de artículos en el mismo; el artículo es un producto singular, no existe interacción con otros productos.

2.7.4.1 Demanda determinística

La demanda de artículos por periodos se conoce con certeza, es decir, se supone que se dispone de toda la información necesaria para la toma de decisiones, no se contempla la existencia al azar ni el principio de incertidumbre. Una demanda determinística puede ser:

- a) Estática: la demanda se conoce con certeza y es siempre la misma. A este tipo de demanda se aplica cualquiera de estos modelos según su comportamiento. El modelo de cantidad económica de pedido (EOQ- clásico) o también conocido como modelo Harris-Wilson; EOQ con descuentos por cantidad; EOQ con faltantes planeados; cantidad económica de pedido en producción (POQ).
- b) Dinámica: se tiene un grado de conocimiento sobre la demanda, pero esta varía a través del tiempo. Plantea un reto y es el tamaño del lote, pues en función de este los costos de inventario podrán ser mayores o menores. Se han generado métodos o sistema de lote, como los siguientes: lote por lote; periodo constante; cantidad económica de pedido (EOQ); balanceo de periodo fragmentado (BPF); algoritmo de Silver- Meal (SM); costo unitario mínimo (CUM); algoritmo de Wagner-Whitin (WW). (Betancourt, 2017)

2.7.4.2 Tiempo de reaprovisionamiento (*lead time*)

Es conocido también como el tiempo de entrega y se define así, al tiempo que transcurre desde que se emite la orden de compra al solicitar la mercancía hasta que el proveedor la entrega al cliente, por lo anterior este tiempo es conocido. El mismo es calculado por lo general en días, sin embargo, este significado puede variar al depender de la empresa de la que se trate. Dentro de los resultados de la reducción del *lead time* podemos mencionar que se reduce el tiempo de preparación así también el tiempo de ejecución, lo cual permite determinar la capacidad real de la organización y en función de esta la toma de decisiones respecto al manejo de los inventarios.

2.7.4.3 Costo de ordenar y costo de mantener

Los costos de manejo como de ordenar, pueden tener elementos de costos variables y fijos, al menos en ciertos intervalos del inventario promedio. Por ejemplo, los servicios de energía tal vez sean fijos a corto plazo para una gran variedad de niveles de inventarios. Por otra parte, los costos de la mano de obra, para recibir el inventario pueden estar vinculados a la cantidad recibida y, por lo tanto, podrían ser variables. Para simplificar se tomará todos los costos de manejo como variables y todos los costos de ordenar como fijos. (Besley & Brigham, 2009)

Los costos de ordenar, incluyen todos los gastos en que se incurre desde que se realiza el pedido hasta que ingresan los bienes al almacén. El costo de mantener, está compuesto por los gastos relativos al manejo del inventario, como la renta de las bodegas y el seguro, estos pueden aumentar en cantidad directa a la cantidad del inventario que se maneja. El costo de mantener, aumenta con niveles altos de inventarios, pero el costo de ordenar, se minimiza pues se realizan menos pedidos.

La expresión matemática de estos costos es:

COSTOS DE MANEJO = *costo de manejo por unidad * unidades promedio*

$$COSTO DE MANEJO = (C_h * P_c) * Q/2$$

En donde:

C_h = costos de manejo como porcentaje del precio de compra de cada artículo del inventario.

P_c = precio de compra o costo por unidad

Q = número de unidades compradas por cada orden

COSTOS DE ORDENAR = costo por orden * No. de ordenes

$$C_o = \text{Costo por orden} * D/Q$$

En donde:

C_o = costo de ordenar

D = demanda total

Q = número de unidades por orden

Se debe considerar la siguiente ecuación de costo de un ciclo de inventarios:

Costo de un ciclo = Costo por adquisición + costo de pedir + costo de mantener

Al sustituir las variables y fórmulas para el costo de adquisición, costo de pedir y costo de mantener, se obtiene el costo de un ciclo (C_c):

$$C_c = P_c Q + C_o + C_h \left(\frac{TQ}{2} \right)$$

En donde

C_c = costo de un ciclo.

P_c = costo de adquisición unitario o costo unitario de compra.

Q = cantidad de unidades por pedido o cantidad de pedido del período.

C_o = costo por ordenar un pedido.

C_h = costo unitario de mantenimiento en inventario.

T = tiempo total del ciclo en un período.

Para obtener el costo total del periodo (CT), se debe multiplicar el costo por ciclo por el número de ciclos en un período (N), que es igual al cociente de la demanda total del periodo (D) y la cantidad óptima a comprar (Q), por lo tanto, se obtiene la siguiente ecuación:

$$C_c \left(\frac{D}{Q} \right) = P_c Q \left(\frac{D}{Q} \right) + C_o \left(\frac{D}{Q} \right) + C_h \left(\frac{TQ}{2} \right) \left(\frac{D}{Q} \right)$$

Después de operar y simplificar los términos semejantes en las variables correspondientes, se obtiene:

$$CT = P_c D + C_o \left(\frac{D}{Q} \right) + C_h \left(\frac{DT}{2} \right)$$

Al sustituir la fórmula $(T = (\frac{Q}{D}))$ para el tiempo total del ciclo en un periodo y al simplificar las variables, se obtiene finalmente la fórmula para el costo total del periodo modelo.

$$CT = P_c D + C_o \left(\frac{D}{Q} \right) + C_h \left(\frac{Q}{2} \right)$$

La fórmula anterior es útil para el costo total (CT) por periodo en función de la cantidad óptima a comprar o cantidad de pedido del periodo (Q), es necesario encontrar la cantidad de (Q) que minimiza el costo total del periodo (CT). Esto se realiza por medio de la derivada parcial de la ecuación con respecto a (Q), igualar a cero y despejar (Q), por lo tanto, la derivada parcial con respecto a (Q) la fórmula del costo total se obtiene:

$$\frac{\partial CT}{\partial Q} = 0 - \frac{C_o D}{Q^2} + \frac{C_h}{2}$$

Posteriormente, es necesario igualar la derivada parcial a cero y despejar para (Q).

$$0 = -\frac{C_o D}{Q^2} + \frac{C_h}{2}$$

$$\frac{C_o D}{Q^2} = \frac{C_h}{2}$$

$$2 C_o D = Q^2 C_h$$

Finalmente, se obtiene la fórmula para (Q) que minimiza el costo total:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 C_o D}{C_h}}$$

En donde:

Q^* = cantidad óptima de unidades por pedido (EOQ)

D = demanda total o número de unidades vendidas o consumidas por periodo

C_h = costo de manejo como porcentaje del precio de compra de cada artículo

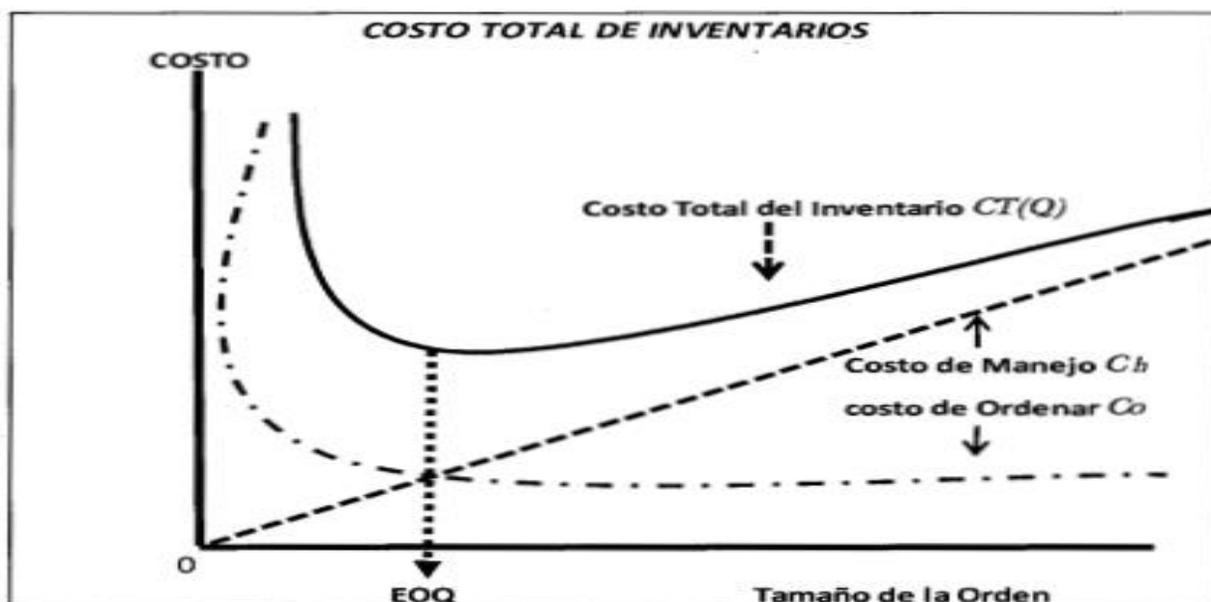
C_0 = costo de ordenar

Q^* es independiente al costo de comprar, P_c debido a que el precio a pagar no depende del tamaño de la orden. La cantidad económica óptima, ocurre exactamente cuándo se iguala el costo de ordenar al costo de mantener unidades en el inventario, acá es donde se minimizan los costos totales.

En la siguiente gráfica se muestra la relación de los costos.

Figura 2

Gráfica de costos según modelo EOQ



Fuente: Besley y Brigham (2009). *Fundamentos de Administración Financiera*.

2.8 Análisis de tendencias

Si bien el futuro es incierto, no deja de ser verdad que los acontecimientos futuros son también producto del pasado. Una parte del futuro se puede discernir a partir de tendencias que vienen desarrollándose desde hace tiempo. El análisis de tendencias intenta discernir el impacto de los eventos pasados y presentes sobre los eventos futuros. (Francés, 2006)

El análisis de tendencias, es un método para analizar los datos estadísticos y el comportamiento registrado en un periodo de tiempo definido, dicho análisis genera estrategias y proyectos futuros para la industria.

A través del análisis de tendencias, se busca establecer el comportamiento histórico del nivel de producción de harinas animales y proyectar la demanda para los años posteriores. Para este caso en particular, el análisis está basado en la suposición de que el patrón de la variable independiente en el pasado habrá de continuar con el futuro. Por lo tanto, es un método estadístico que depende de un alto grado de datos históricos de la demanda, con los que proyecta la magnitud futura de la misma y reconoce las tendencias y patrones estacionales, sin embargo, es necesario considerar otras situaciones asociadas a lo que se pretende proyectar.

Una proyección estadística o pronóstico estadístico, es una estimación que sirve en situaciones de incertidumbre “es una estimación cuantitativa o cualitativa de uno o varios factores (variables) que conforman un evento futuro, con base en información actual o del pasado”. (Villareal, 2016, p.3)

3. METODOLOGÍA

En general, la metodología presenta el resumen del procedimiento aplicado para solucionar el problema planteado. El sector objeto de estudio de la investigación, lo constituye la industria de harinas animales para alimento concentrado.

3.1 Definición del problema

En la actualidad la industria de harinas animales para alimento concentrado, maneja sus inventarios con base en el conocimiento empírico de las personas encargadas de la administración de los mismos, sobre el comportamiento de la demanda; sin embargo, la mayoría de las veces este tipo de conocimiento no es acertado, pues no tiene claramente definida la cantidad de pedidos que se deben realizar, así como la frecuencia, lo que provoca escasez de las materias primas utilizadas para la elaboración de harinas.

Mantener niveles de inventarios que satisfagan completamente la demanda de la industria, debe ir acompañado de presupuesto y espacio disponible para el almacenaje de las materias primas, que no siempre se cuenta con la capacidad para costear. Por lo anterior, se buscó desarrollar un modelo para administrar los inventarios, que garantice la disponibilidad de las materias primas, que reduzca el costo de su manejo, y que optimice el uso de los recursos físicos y financieros de la industria.

3.2 Temas y subtemas en forma interrogativa

Es conveniente plantear, por medio de una o varias preguntas, el problema que se estudiará, para orientar hacia las respuestas que se buscan con la investigación en la industria de harinas animales.

Tema

¿Cuál es el impacto de implementar un modelo determinístico en la administración del inventario de materias primas en la industria de harinas animales para alimento concentrado en el departamento de Escuintla?

Subtemas

1. ¿Qué impacto tiene diagnosticar el manejo del inventario de materias primas a través de un modelo determinístico en la industria de harinas animales en el departamento de Escuintla?
2. ¿Qué resultado se obtiene al establecer el costo del manejo del inventario de materias primas y la gestión de pedidos en la industria de harinas animales en el departamento de Escuintla?
3. ¿Qué impacto tiene la aplicación de un modelo determinístico (EOQ) para minimizar los costos en el manejo del inventario de materias primas utilizadas en la industria de harinas animales en el departamento de Escuintla?
4. ¿Cómo estimar el efecto al implementar un modelo determinístico en la administración del inventario de materias primas utilizadas en la industria de harinas animales en el departamento de Escuintla?

3.3 Objetivos

Los objetivos constituyen los propósitos o fines que se pretenden resolver con la presente investigación, relacionada a la administración de inventarios a través de un modelo determinístico en la industria de harinas animales para alimento concentrado en el departamento de Escuintla.

3.3.1 Objetivo general

Implementar un modelo determinístico, para la administración de inventarios de materias primas, utilizadas en la industria de harinas animales para alimento concentrado, en el departamento de Escuintla.

3.3.2 Objetivos específicos

1. Realizar un diagnóstico de la situación financiera del manejo de inventarios, que incluye el desabastecimiento y vencimiento de insumos.

2. Establecer el costo de manejo del inventario de materias primas, la gestión de los pedidos y la demanda insatisfecha.
3. Aplicar el modelo determinístico (EOQ) para la administración de inventario de materias primas, que incluya la determinación de la cantidad óptima de pedido y la minimización de costos para el manejo de inventarios.
4. Generar un análisis y evaluación financiera, de la aplicación del modelo determinístico para la administración del inventario de las materias primas.

3.4 Hipótesis

El desarrollo e implementación del modelo determinístico que incluye la cantidad económica de pedido (EOQ) para la administración del inventario de materias primas, utilizadas en la fabricación de harinas animales para alimento concentrado, determina y optimiza los recursos físicos como financieros.

Las variables que se definen para la hipótesis planteada, son las que se indican a continuación.

3.4.1 Variable independiente

Administración del inventario de materias primas a través de un modelo determinístico.

3.4.2 Variables dependientes

1. Cantidad óptima de pedido.
2. Costo de manejo de inventarios.
3. Recursos físicos y financieros.

3.5 Métodos y técnicas utilizados

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron los siguientes métodos y técnicas.

3.5.1 Método científico

La investigación científica es rigurosa, organizada y se lleva a cabo cuidadosamente, se concibe como un conjunto de procesos sistemáticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno. Es dinámica, cambiante y evolutiva y aplica tanto a estudios cuantitativos, cualitativos o mixtos. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio, utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

Para la presente investigación se aplicó el método científico, en sus diferentes fases, las cuales se describen a continuación:

3.5.2 Fase indagadora

En esta fase se realizó la investigación en una sección representativa del sector, con el objeto de conocer la situación actual de la forma de administración de inventarios en la industria de harinas, se recopiló información con el uso de fuentes secundarias como libros, tesis, publicaciones, sitios de internet, entre otros.

3.5.3 Fase demostrativa

En esta fase se analizó y se relacionaron los datos obtenidos en la fase indagadora, se procedió a definir variables que intervienen, se definió y desarrolló el modelo de administración de inventarios, se realizaron los cálculos respectivos y se procedió a la comprobación de la hipótesis, por medio del análisis y comparación.

3.5.4 Fase expositiva

En esta fase se presentan los resultados de investigación sobre la incidencia de la administración de inventarios, a través de un modelo determinístico en la industria de harinas animales, para alimento concentrado en el departamento de Escuintla.

3.6 Técnicas de investigación

Para el presente proyecto de tesis, se tiene un universo de dos industrias en el departamento de Escuintla que realizan esta actividad, y como muestra no probabilística se eligió a una industria, por medio del muestro subjetivo por decisión razonada que representa el 60%.

Las técnicas de investigación documental y de campo para la presente investigación se refieren a lo siguiente:

3.6.1 Técnicas de investigación documental

Para el estudio se consultó diferente bibliografía sobre los temas de plantas de rendimiento, harinas animales, administración de inventarios, modelos de inventarios, administración de operaciones, logística, herramientas digitales, páginas web, revistas, tesis, reportajes y boletines, así como bibliografía relacionada con diferentes subtemas de administración financiera incluidos en el trabajo de investigación.

3.6.2 Técnicas de investigación de campo

Dentro de las técnicas que se utilizaron están las técnicas de observación directa del proceso de gestión de inventarios, entrevistas personales cara a cara a ejecutivos de la industria de harinas animales que aportaron información sobre el tema, cálculos, análisis y evaluación financiera, además de una proyección de información para determinar la validez de la hipótesis planteada y por último, el ordenamiento y presentación de la información.

3.7 Instrumentos

Para la realización del presente trabajo de investigación, fueron necesarios los siguientes instrumentos: cuestionarios para la observación directa y para la entrevista a ejecutivos, cálculo y análisis de costos de inventarios, análisis de tendencia de la demanda de insumos, determinación de cantidades óptimas de pedido, determinación de los costos por escasez, análisis comparativo de costos de la situación actual y la implementación del modelo y cálculo del punto de reorden.

4. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El análisis y discusión de resultados, se basa en información que corresponde a una empresa representante del sector de producción de harinas animales, para lo cual se realizó una visita técnica y por medio de un cuestionario (Ver anexo 2. Cuestionario de observación directa), plasmar lo observado, también se realizaron entrevistas a ejecutivos expertos para conocer todo lo relacionado al manejo de inventarios, las harinas y el proceso de producción, lo anterior se evidenció por medio de un cuestionario (Ver anexo 3. Cuestionario para entrevista a ejecutivos). Por razón de confidencialidad, no se menciona el nombre de la empresa, el nombre de las personas involucradas y los datos pueden haber sido modificados.

A continuación, se presenta la información obtenida por medio de la observación directa. La industria de harinas cuenta con dos bodegas para almacenaje de inventarios, administra 2,020 productos en su bodega, prepara un plan de adquisiciones, pero no se ajusta a la demanda real, por lo que queda en desuso, para los años bajo análisis, se evidenció que como mínimo existen 10 días de atraso en la entrega de materias primas de importación, las solicitudes no siempre son trabajadas de forma inmediata, existe escasez de materias primas, se realizan compras de emergencia y disponen de cinco cocedores para el proceso productivo.

Respecto a la entrevista realizada a ejecutivos para el tema de “inventarios”, se obtuvo que el manejo de inventarios, es de manera empírica a discreción de los encargados de bodega, se maneja inventario de materias primas, inventario de material de empaque, inventario de alimentos, inventario de materiales de limpieza, inventario de papelería y otros e inventario de repuestos y accesorios. El asistente administrativo, auxiliar de bodega, jefe de producción, jefe de compras y el auxiliar de compras, es el personal involucrado en el proceso de adquisiciones. En el tema de “harinas”, se obtuvo que la harina de granos, enzimas, antioxidante, antimicrobiano y subproductos cárnicos son las materias primas utilizadas para la producción de harinas, el tiempo de gestión de pedido y costo de las distintas materias primas se refleja en las tablas 21, 22, 23 y 24.

Las distintas harinas que se producen son harina pollo, especial, menudos expeller, sémola, mariscos y pluma. Las harinas animales, aportan a los alimentos concentrados

proteínas como fósforo y calcio, así como vitamina B12, indispensable para el crecimiento de los animales. En realidad, tienen un valor económico si son tratados viablemente para la fabricación de harinas, acompañado de estándares de calidad necesarios para la utilización, ya que representa como mínimo un seis por ciento de un alimento concentrado para el consumo animal, debido a que es una fuente de proteínas, aminoácidos, energía, minerales y vitaminas que complementan las características organolépticas del alimento. Los nombres de las harinas pueden cambiar, según la necesidad de formulación para aportar peso y crecimiento a los diversos animales a quienes se le suministra harinas a su alimento.

Según datos históricos el comportamiento de la producción es de 61% de harinas de pollo, especial y pluma, 30% harina de menudos *expeller* y 9% harinas de sémola y mariscos.

En el “proceso productivo”, la fabricación de harinas se realiza en cocedores por lotes, son unidades múltiples acomodadas en línea o en serie, cada cocedor consiste en un cilindro horizontal recubierto con una chaqueta de vapor y con un agitador interno. Las harinas se fabrican por medio del procesamiento con vapor a alta presión. La capacidad de producción por día es de 19 toneladas, la producción de harinas en los años 2018 y 2019 se refleja en la figura 3, el periodo de trabajo por mes es de 24 días hábiles de lunes a sábado, el costo de producción es de Q2,921.

4.1 Diagnóstico y evaluación del manejo de inventarios

La industria de harinas animales, se definió en el problema de investigación, administra sus inventarios con base en el conocimiento empírico de las personas que tienen a su cargo el manejo. Dentro del proceso administrativo, se cuenta con un equipo de personas que se encargan del buen funcionamiento de las operaciones y de la logística de los inventarios.

La administración de los inventarios, está a cargo del personal de bodega, el cual está integrado por un asistente administrativo y el auxiliar de Bodega, quienes dependen directamente del jefe de Producción y este a su vez depende de la Gerencia de la planta procesadora de alimentos concentrados, con el apoyo directo del Departamento de

Compras. La industria tiene habilitadas dos bodegas para el almacenamiento de sus insumos.

En realidad, no existe una política de manejo de inventarios en esta industria, solamente realizan un cálculo en función del consumo histórico, sin tomar en cuenta el tiempo que es necesario para el periodo de reabastecimiento, en el cual pueden influir el tiempo de respuesta del proveedor por no contar con disponibilidad en plaza, el espacio de las bodegas, entre otros.

Esta industria emite las solicitudes de compra, cuando el personal de bodega estima que tiene existencia de insumos para la producción de un mes, sin embargo, mencionada producción es muy variable porque el consumo depende del ingreso de materia prima de la planta de beneficio y corre el riesgo de no contar con materias primas que administra la bodega. Durante el tiempo de reabastecimiento, se generan consumos que no son considerados al momento de emitir la solicitud, por consiguiente, cuando ingresan los insumos estos no cumplen con las fechas programadas de producción, lo que ocasiona que se incremente el número de pedidos.

Se asume que los proveedores cumplirán con la entrega oportuna de los insumos; sin embargo, no es así, pues algunos insumos son importados y en algunas ocasiones sufren atrasos de más de 10 días, lo que provoca escasez de materias primas.

En la bodega general de esta industria se manejan cerca de 2,020 productos, para el caso específico del inventario de materias primas, este análisis tomó en cuenta la harina de granos, enzimas, antioxidante y antimicrobiano. No se incluyen los subproductos cárnicos, debido a que este insumo no es manejado por el personal de bodega debido a que es un producto perecedero, el cual debe ingresar a producción en un tiempo máximo de 48 horas, el control de los subproductos mencionados está a cargo del Departamento de Producción, el cual representa un valor monetario que se refleja en los informes financieros de la industria.

4.2 Stocks mínimos

Se tiene establecido un *stock* mínimo, en función de los datos históricos que maneja en la bodega, pero no se pueden evitar la escasez de las materias primas, debido a que no

se está considerado el consumo, durante el tiempo que es necesario para el reabastecimiento.

4.3 Inventarios de seguridad

En realidad, no existe una política de manejo de inventarios en esta industria, no se tiene contemplado el manejo de inventarios de seguridad en ninguna de las dos bodegas, situación que genera escasez de materias primas.

4.4 Punto de reorden

Como se mencionó anteriormente, no se tiene en consideración el consumo durante el periodo de reabastecimiento, no se tiene definido el nivel de inventario en el que debe generarse un nuevo pedido.

4.5 Factores que afectan el nivel de inventario

En función de la investigación realizada, se determinó que existen factores internos y externos que afectan el nivel de los inventarios, los cuales se describen a continuación.

a) Factores externos

- Debido a que los insumos son muy específicos, el mercado de estos es reducido, en el país existen únicamente dos proveedores autorizados para su comercialización, lo anterior, provoca que en determinado momento la industria queda sujeta a la disponibilidad que tengan los proveedores en el mercado local.

b) Factores internos

- En función de la investigación realizada se pudo observar, que el proceso administrativo para el manejo de inventarios no contempla los principios básicos de planeación, organización, dirección y control.
- Esta industria prepara el plan de adquisiciones, pero este no se ajusta a la demanda real, por lo anterior, queda en desuso como herramienta para la realización de las compras.

- Las solicitudes de compra son emitidas en el momento en que se llega al nivel mínimo de existencias, estas no siempre son tramitadas de forma inmediata, situación que afecta ya que no garantiza la disponibilidad de los insumos.
- Los niveles mínimos y máximos de los inventarios, no se ajustan a la demanda real en forma automática, el auxiliar administrativo y el auxiliar de bodega realizan empíricamente este análisis de forma semestral.
- Por las características de las materias primas, el embalaje es voluminoso, lo cual requiere de espacios amplios y condiciones adecuadas para su almacenaje.
- Los factores internos como los externos afectan el nivel de inventarios, pues las adquisiciones no se realizan de forma inmediata, además de la falta de planificación y control de las compras y las existencias, se enfrenta un problema de escasez, que la industria de harinas animales no puede dejar de atender, pues estas harinas se convierten en consumo humano indirecto.
- Cuando la industria de harinas no cuenta con el inventario disponible para satisfacer la demanda, tiene una fuerte repercusión en el costo del producto, debido a que la harina debe contar con un porcentaje mínimo del 80% de digestibilidad, el cual se obtiene con el tipo de proceso y adicionando los insumos, de lo contrario, el precio de venta debe ser menor debido al incumplimiento con la calidad ofrecida.
- Se incrementan los costos fijos, pues es necesario enviar a reproceso las harinas para adicionar los insumos o direccionar a otro tipo de alimento en la planta procesadora de alimentos concentrados.
- Se pone en riesgo la calidad de la harina, por no contar con los insumos necesarios para tener bajo control la creación de hongos, bacterias o que se ponga rancia. Lo anterior, afecta los costos industriales y provoca una demanda insatisfecha y daños al medio ambiente.
- En algunos casos es necesaria la realización de compras de emergencia, las cuales se reflejan en precios más altos de los establecidos en una compra programada.
- Se eleva el número de solicitudes de compra y como efecto, el costo de ordenar.

- De acuerdo con el análisis de la situación actual se determinó que, esta industria no tiene problemas de obsolescencia ni productos vencidos, respecto a las materias primas que se manejan en bodega, pero sí escasez.

4.6 Análisis de costos de inventarios

Los costos de inventarios más frecuentes a la administración de los mismos son los siguientes:

4.6.1 Costo de ordenar

Este costo contempla la emisión del pedido y el proceso de gestión de la compra. Para determinar el costo, se tomó en consideración el importe de sueldos y prestaciones laborales del personal que interviene en el proceso de adquisición (compras, bodega y administración), depreciación y mobiliario de equipo de oficina, donde se encuentra ubicada la bodega, así también el valor de los gastos fijos como agua, luz, teléfono, entre otros.

A continuación, se presenta el cálculo de la emisión del pedido y el cálculo del proceso de gestión de compra que en conjunto da como resultado el costo de ordenar.

Costo de emisión del pedido: este, se determinó al tomar el valor del salario y prestaciones laborales del personal que interviene en la preparación de la solicitud, la depreciación del mobiliario y equipo utilizado y gastos generales de administración, tales como agua, luz y teléfono. Respecto al tiempo para emisión de una solicitud expresado en horas, se consideró el tiempo promedio que conlleva emitir una solicitud en bodega.

Tabla 1*Costo administrativo de bodega*

INTEGRACIÓN DE COSTO ADMINISTRATIVO DE LA BODEGA			
	MENSUAL (Q)	DIARIO (Q)	HORA (Q)
Costo de personal			
Jefe de Producción	13,593	453	57
Asistente administrativo	8,458	282	35
Auxiliar de bodega	5,437	181	23
	27,488		115
Depreciación de mobiliario y equipo			
3 computadoras	2,200	73	9
2 impresoras	345	12	1
Mobiliario	950	32	4
	3,495		15
Otros costos			
Papelería y útiles	4,250	142	18
Gastos generales (luz, teléfono, otros)	1,200	40	5
	5,450		23
COSTO TOTAL	36,433		Q152
Tiempo para emisión de una solicitud (hr)			0.25
COSTO DE EMISIÓN DE SOLICITUD			Q38

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Costo del proceso de gestión de compra: este, se determinó al considerar los salarios y prestaciones laborales del personal administrativo quienes intervienen en el proceso, así como, las depreciaciones de equipo de cómputo y mobiliario del Departamento de Compras y gastos generales de administración, tales como luz, agua, teléfono, servicio de internet, entre otros. Respecto al tiempo invertido en el proceso expresado en horas, se consideró el tiempo promedio que se invierte en gestionar una orden de compra.

Tabla 2*Costo de gestión de compra*

INTEGRACIÓN DE COSTO DE GESTIÓN DE COMPRA			
	MENSUAL (Q)	DIARIO(Q)	HORA (Q)
Costo de personal			
Jefe de compras	13,593	453	57
Auxiliar	5,437	181	23
			79
Depreciación de equipo de cómputo y mobiliario			
2 computadoras	1466	49	6
1 scanner	45	2	0
2 impresoras	125	4	1
Mobiliario	325	11	1
			8
Otros costos			
Papelería y útiles	4,250	142	18
Gastos generales (luz, teléfono, otros)	5,000	167	21
			39
COSTO TOTAL			Q126
Tiempo p/proc. de gestión de compra (hr.)			5
COSTO DE GESTIÓN DE COMPRA			Q630

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Tabla 3*Cálculo del costo de ordenar*

COSTO DE ORDENAR (expresado en quetzales)	
COSTO	
Emisión de solicitud de compra	38
Gestión de compra	630
TOTAL	Q668

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Costo de las ordenes realizadas: en el siguiente cuadro, se presenta el cálculo del costo en el que se incurre realizar las órdenes de los años 2019 y 2018, bajo los procedimientos establecidos en la industria.

Tabla 4

Costo de órdenes realizadas

CÁLCULO DEL COSTO DE ORDENAR (expresado en quetzales)				
AÑO	2019		2018	
PRODUCTOS	CANTIDAD	TOTAL	CANTIDAD	TOTAL
Harina de granos	24	16,032	30	20,040
Enzimas	12	8,016	15	10,020
Antioxidante	6	4,008	9	6,012
Antimicrobiano	7	4,676	8	5,344
Total de órdenes realizadas	49	Q32,732	62	Q41,416

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

En la tabla anterior, se presenta la cantidad de procesos de compra realizados en los años 2019 y 2018, los cuales fueron valuados al costo de ordenar calculado en la tabla 3, el costo de ordenar se estableció en Q668.

En el año 2019, se visualiza una reducción de órdenes realizadas, debido a que el ingreso de materia prima de subproductos cárnicos fue menor comparado con el año 2018.

A continuación, se presenta la valoración de las adquisiciones realizadas de materia prima que se recibió en la bodega durante los años 2019 y 2018.

Tabla 5*Valuación de compras*

VALORACIÓN DE LAS ADQUISICIONES (COMPRAS) DE MATERIAS PRIMAS (expresado en quetzales)					
PRODUCTO	UNIDAD DE MEDIDA	2019		2018	
		UNIDADES	COSTO TOTAL	UNIDADES	COSTO TOTAL
Harina de granos	Quintales	24000	3,600,000	22800	3,420,000
Enzimas	Kg	54000	7,711,200	60000	8,568,000
Antioxidante	Kg	12000	951,960	14400	1,142,352
Antimicrobiano	Kg	14400	631,872	16800	737,184
TOTAL			Q12,895,032		Q13,867,536

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

4.6.2 Costo de mantenimiento

La cantidad de productos que se mantienen en *stock*, equivale al costo del capital más el costo de almacenaje.

Este costo se puede obtener por medio de la siguiente fórmula matemática:

$$C_h = C_K + C_A$$

En donde:

C_h = costo total de mantenimiento

C_K = costo de capital invertido en inventario

C_A = costo de almacenaje

4.6.2.1 Costo del capital invertido

Para almacenar productos, se requiere de dinero que pueda utilizarse en inversiones o gastos mensuales, el inventario como parte del capital de trabajo requiere ser financiado por los socios o por préstamos bancarios, para este caso, se tomará como costo de capital, la tasa de interés que regularmente los proveedores de la industria de harinas le agregan por el financiamiento que les otorgan. El costo de capital está dado por:

$$C_K = K * I$$

En donde:

C_K = costo de capital

K = tasa de interés

I = capital invertido en inventarios

Tabla 6

Inventario promedio

VALOR DE INVENTARIOS POR AÑO (expresado en quetzales)		
MES	2019	2018
Enero	3,708,914	7,414,890
Febrero	4,978,415	7,324,805
Marzo	3,219,733	5,347,864
Abril	4,789,450	5,670,231
Mayo	4,790,367	4,790,367
Junio	3,202,430	5,489,356
Julio	3,876,450	7,483,920
Agosto	5,736,790	4,389,020
Septiembre	5,434,908	6,890,345
Octubre	6,839,085	9,328,453
Noviembre	4,689,049	7,320,348
Diciembre	6,439,005	9,234,025
	57,704,596	80,683,624
Promedio	4,808,716	6,723,635
Aproximado	Q 4,810,000	Q 6,730,000

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Para determinar este costo, se tomó como base el valor del promedio del inventario durante los años 2019 y 2018, el cual es de Q4,810,000 y Q6,730,000 respectivamente, se aplicó una tasa del 8% que representa el costo financiero que este tipo de industrias deben asumir, por el tiempo entre la recepción de los productos y el pago de los mismos, pues si el pago fuera al contado los proveedores realizarían un descuento del 8%. El valor promedio de inventarios se determinó, por medio de la sumatoria de los saldos mensuales del inventario dividido por los doce meses del año.

$$C_K (2019) = (Q 4,810,000 * 8\%)$$

$$C_K (2018) = (Q 6,730,000 * 8\%)$$

$$C_K(\text{ANUAL}) = Q 384,800$$

$$C_K(\text{ANUAL}) = Q 538,400$$

$$C_K(\text{MENSUAL}) = Q 32,066$$

$$C_K(\text{MENSUAL}) = Q 44,870$$

Mientras menor sea la cantidad de inventario en bodega, este costo es menor, como se observa, existe una relación directamente proporcional, por lo tanto, es indispensable determinar la cantidad óptima del inventario, con la finalidad de minimizar este costo y garantizar la disponibilidad, lo que se puede decir en otras palabras, evitar la escasez.

4.6.2.2 Costo de almacenaje

Está dado por el costo de personal administrativo encargado del manejo directo de los insumos en la bodega, las depreciaciones del edificio, el mobiliario y equipo de oficina, así como, el costo de los servicios generales y de intendencia, a continuación, se presenta el cálculo para obtener mencionado costo.

Depreciaciones: se presenta el cálculo de las depreciaciones de los bienes que se utilizan para almacenar los productos, acorde a los porcentajes establecidos por tipo de bienes.

Tabla 7

Depreciaciones

CALCULO DE DEPRECIACIONES (expresado en quetzales)			
	COSTO DEL EQUIPO	MENSUAL	ANUAL
Anaqueles (20%)	8,500	142	1,700
Bodegas (5%)	230,000	958	11,500
Mobiliario (20%)	7,500	125	1,500
		Q1,225	Q14,700

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Servicio de intendencia: corresponde a los servicios de limpieza del edificio e instalaciones.

Tabla 8*Servicio de intendencia*

COSTO DE SERVICIO DE INTENDENCIA (expresado en quetzales)		
	MENSUAL	ANUAL
Costo de personal	81,486	977,832
Materiales y suministros de limpieza	68,000	816,000
Costo total	149,486	1,793,832
Metros cuadrados de planta de producción	8,200	
Costo por metro cuadrado	18	219
Longitud de la bodega en metros cuadrados	196	196
Costo de mantenimiento	Q3,573	Q42,877

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Tabla 9*Cálculo de costo de almacenaje*

COSTO DE ALMACENAJE (expresado en quetzales)		
	MENSUAL	ANUAL
Costo administrativo de la bodega	36,433	437,196
Depreciaciones	1,225	14,700
Servicio de intendencia	3,573	42,876
	Q41,231	Q494,772

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Para determinar el costo total de mantenimiento por producto, se adicionó al costo de capital el de almacenaje y este total se divide entre el promedio de productos que se maneja en el inventario.

Costo total de mantenimiento por producto: está representado por la suma del costo de capital y almacenaje. Para determinar el costo de mantenimiento por producto, se dividió el total de este entre el promedio de productos que se mantuvo en bodega durante 2019 y 2018.

Tabla 10

Cálculo del costo total de mantenimiento

COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO (expresado en quetzales)		
	2019	2018
Costo de capital C_K	384,800	538,400
Costo de almacenaje C_A	494,772	494,772
Costo de mantenimiento C_h	879,572	1,033,172
Promedio de productos en bodega	2,020	2,020
Costo de mantenimiento por unidad	Q 435	Q 511

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

El volumen de inventario a manejar que se mantenga en la bodega, dependerá del comportamiento del costo.

Para determinar el costo de mantenimiento incurrido en las materias primas durante el año 2019 y 2018, se tomó el inventario promedio de unidades en inventario y se multiplicó por el costo unitario de mantenimiento.

Tabla 11

Costo total de mantenimiento 2019

COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIOS 2019			
PRODUCTOS	PROMEDIO	C_h POR PRODUCTO	C_h TOTAL
Harina de granos	14.95	Q435	Q6,503
Enzimas	0.75	Q435	Q326
Antioxidante	0.4	Q435	Q174
Antimicrobiano	0.6	Q435	Q261
			Q7,265

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Tabla 12*Costo total de mantenimiento 2018*

COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIOS 2018				
PRODUCTOS	PROMEDIO	C_h	POR PRODUCTO	C_h TOTAL
Harina de granos	30.95		Q511	Q15,815
Enzimas	0.63		Q511	Q322
Antioxidante	0.2		Q511	Q102
Antimicrobiano	0.4		Q511	Q204
				Q16,444

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

De acuerdo a la administración actual, en las tablas anteriores, se presenta el valor de los costos de ordenar y mantener en forma individual incurridos durante 2019 y 2018, en la siguiente tabla se presenta, en resumen, el costo total del manejo de los inventarios de materias primas.

Tabla 13*Costo total de manejo de inventarios 2019*

COSTO TOTAL DEL MANEJO DE INVENTARIO AÑO 2019 (expresado en quetzales)			
PRODUCTOS	ORDENAR C_o	MANTENER C_h	TOTAL ($C_o + C_h$)
Harina de granos	16,032	6,503	22,535
Enzimas	8,016	326	8,342
Antioxidante	4,008	174	4,182
Antimicrobiano	4,676	261	4,937
TOTALES	32,732	7,265	Q 39,997

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Tabla 14*Costo total de manejo de inventarios 2018*

COSTO TOTAL DEL MANEJO DE INVENTARIO AÑO 2018 (Expresado en Quetzales)			
PRODUCTOS	ORDENAR C_o	MANTENER C_h	TOTAL $C_o + C_h$
Harina de granos	20,040	15,815	35,855
Enzimas	10,020	322	10,342
Antioxidante	6,012	102	6,114
Antimicrobiano	5,344	204	5,548
TOTALES	41,416	16,444	Q 57,860

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

4.6.3 Costo de escasez

Son aquellos que se presentan cuando la industria se queda sin inventario para atender la demanda. En términos financieros, no contar con los insumos necesarios para la producción de harinas animales se traduce en costos altos. De acuerdo con la investigación realizada, se determinó que el costo de escasez, es uno de los costos más elevados que tiene que asumir esta industria pues a falta de materias primas, se deben procesar los productos cárnicos y posteriormente al abastecer la bodega, se procede a reprocesar para cumplir con los requerimientos establecidos de las harinas animales.

El costo de escasez, está constituido por el valor de la mano de obra y prestaciones laborales del personal y de intendencia, así como, por el costo de los servicios generales y las depreciaciones del edificio y maquinaria y equipo. En este cálculo, no se consideró el costo de materias primas, pues este se determina de acuerdo a la dosificación de cada tipo de harina. Se tomó en consideración 5 equipos de cocción, 24 días hábiles de trabajo (de lunes a sábado) por mes, 24 horas efectivas de trabajo por día, una producción de 19 toneladas producidas por día, el costo por tonelada producida se estimó en Q2,921.

A continuación, se presenta el cálculo del costo de escasez en función de la cantidad de días por año que no se contaba con algún insumo.

Tabla 15

Costo de escasez

	COSTO DE ESCASEZ POR AÑO	
	2019	2018
Producción por día (ton)	19	19
Días promedio por escasez	10	15
Costo de tonelada producida	Q2,921	Q2,921
TOTAL COSTO DE ESCASEZ	Q554,990	Q832,485

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Mientras más días tarda un producto en ingresar a la bodega, el costo de escasez se eleva considerablemente.

En la tabla siguiente se presenta el impacto que tiene el costo de escasez, en el costo total del manejo de inventarios.

Tabla 16

Costo total de inventarios, más costo de escasez

COSTO DE MANEJO MAS COSTO DE ESCASEZ $(C_o + C_h)$		
PRODUCTOS	2019	2018
Harina de granos	22,535	35,855
Enzimas	8,342	10,342
Antioxidante	4,182	6,114
Antimicrobiano	4,937	5,548
Sub-total	Q39,997	Q57,860
Costo de escasez	554,990	832,485
COSTO TOTAL	Q594,987	Q890,345

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

4.7 Desarrollo del modelo determinístico para la administración de inventarios de materias primas

Al considerar que la industria de harinas animales tiene acceso a la información sobre la producción de la industria avícola y acuícola, se concluye que la demanda es conocida y constante. Además, el tiempo de reaprovisionamiento de este tipo de industria depende del valor de las adquisiciones, debido al alto precio de los insumos y algunos son de importación, conocido también como el tiempo de adquisición.

De acuerdo con el marco teórico sobre el modelo determinístico para administrar inventarios, es aplicable en aquellos casos en los que la demanda y los tiempos de aprovisionamiento son constantes y conocidos, por lo anterior el modelo determinístico es aplicable para el manejo de los inventarios de materias primas en la industria de harinas animales.

A continuación, se establecen las variables para la construcción del modelo determinístico.

4.7.1 Establecimiento de variables

Las variables principales de este modelo son: la demanda y el tiempo reaprovisionamiento.

4.7.1.1 Demanda (D)

Está representada, por la totalidad de insumos que se utilizarán para la producción de harinas animales que se planifiquen producir en un año.

4.7.1.2 Tiempo de reaprovisionamiento

Es el lapso que existe entre la emisión de la solicitud de compra y el ingreso de los insumos al inventario.

4.8 Formulación del modelo de cantidad económica de pedido (EOQ) y modelo determinístico

Para la formulación de la cantidad económica de pedido, se requieren los supuestos siguientes:

La demanda es determinística y ocurre a una tasa constante D .

Se incurre en un costo de ordenar, independiente el tamaño de la orden C_0 .

Se incurre en costos por mantener existencias en almacén C_h .

El tiempo de reaprovisionamiento es conocido

No se permite escasez.

Para determinar la cantidad económica de pedido, es necesaria la realización de cálculos matemáticos, que indican el punto donde los costos totales de administrar el inventario son los más bajos. Por lo tanto, para determinar el valor óptimo de Q^* de la cantidad de pedido que minimice los costos totales del inventario $CT(Q)$, la fórmula a aplicar es la siguiente.

$$CT(Q) = C_p Q + C_0 + C_h$$

En donde:

$CT(Q)$ = costo total de compra o pedido

$C_p Q$ = costo de compra

C_0 = costo de ordenar

C_h = costo de mantener

Q = número de unidades compradas en cada orden

Para cualquier valor de Q , el costo unitario de compra es C_p , pues la demanda anual D es independiente del tamaño de la orden, el costo anual de compra se define:

$$\text{Costo de compra} = C_p D$$

En un modelo EOQ el nivel de inventario, corresponde exactamente a la mitad de la orden Q , este resultado es válido para cualquier modelo que tiene una demanda constante y en el cual no se permite la escasez. El costo anual de mantener es igual al inventario promedio por el costo anual de conservar una unidad, se define:

$$\text{Costo de mantener} = \left(\frac{Q}{2}\right) * C_h$$

Al ordenar Q unidades cada vez y la demanda anual es D , entonces el número de órdenes por año.

$$\text{Número de órdenes} = D/Q$$

Por lo anterior, para obtener el costo total de ordenar se define:

$$C_0 = C_0 D / Q$$

Al agrupar los costos asociados al modelo EOQ el costo total se define:

$$CT(Q) = C_0 \left(\frac{D}{Q}\right) + DC_p + \left(\frac{Q}{2}\right) C_h$$

En donde C_p es el costo de compra, está representado por el costo de adquisición de los bienes, al derivar el costo total respecto a Q , al igualar a cero se obtiene el lote o cantidad óptima de pedido:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 C_0 D}{C_h}}$$

4.9 Punto de reorden

Cuando el tiempo de reaprovisionamiento L es nulo, el tamaño de la orden no cambia, sin embargo, para evitar la ocurrencia de escasez, es necesario determinar el momento en el cual debe emitirse la orden de compra con el objetivo de evitar que el nivel de inventario llegue a cero.

4.9.1 Tiempo de espera (*lead time*)

Es el que transcurre entre el momento en que se emite la solicitud de compra (pedido) y la llegada de los productos a bodega. Para establecer el tiempo que hay entre pedidos se aplicará la fórmula siguiente:

$$T = Q/D$$

En donde:

T = tiempo entre pedidos

Q = pedido

D = demanda

Para determinar el punto en el que debe emitirse un nuevo pedido, y tomar en cuenta el tiempo que tardan los proveedores en entregar el producto se define:

$$R = D * L$$

En donde:

R = punto de nuevo pedido o reorden

D = demanda

L = tiempo líder

4.10 Evaluación y análisis financiero del modelo determinístico para la administración de inventarios

A continuación, se desarrolla la aplicación del modelo determinístico para la administración de inventarios, con la finalidad que la aplicación del mismo contribuya a la minimización de los costos de manejo de los inventarios de la industria de harinas animales.

4.10.1 Aplicación del modelo

Para la demostración de la aplicabilidad del modelo determinístico que incluye la cantidad económica de pedido (EOQ) en la industria de harinas animales, se desarrollará al tomar como base la demanda de las materias primas que hubo en el año 2018 y 2019.

Antes de desarrollar los cálculos, se procede a verificar si el comportamiento de las materias primas cumple con los supuestos necesarios para el modelo económico de la cantidad económica de pedido.

Tabla 17

Validación de supuestos para la aplicación del modelo EOQ

SUPUESTOS	EVALUACIÓN
¿La demanda es determinística y ocurre a una tasa constante?	SI
¿Se incurre en un costo de ordenar?	SI
¿El tiempo de reaprovisionamiento es conocido?	SI
¿Se incurre en costos por mantener existencias en almacén?	SI
¿Es permitida la escasez?	NO

Fuente: elaboración propia.

Por lo anterior, se observa que la demanda de las materias primas para la producción de harinas animales, cumple con los supuestos para la aplicación del modelo EOQ. A continuación, se presenta el análisis de la tendencia del consumo de estos insumos durante los años 2019 y 2018.

Tabla 18

Consumo comparativo de insumos para harinas animales

PRODUCTO	MATERIAS PRIMAS (UNIDADES CONSUMIDAS)		PORCENTAJE DE VARIACIÓN
	AÑO		
	2019	2018	
Harina de granos (toneladas)	858.00	878.00	2.28
Enzimas (toneladas)	31.40	32.12	2.24
Antioxidante (toneladas)	7.93	8.11	2.22
Antimicrobiano (toneladas)	7.93	8.11	2.22

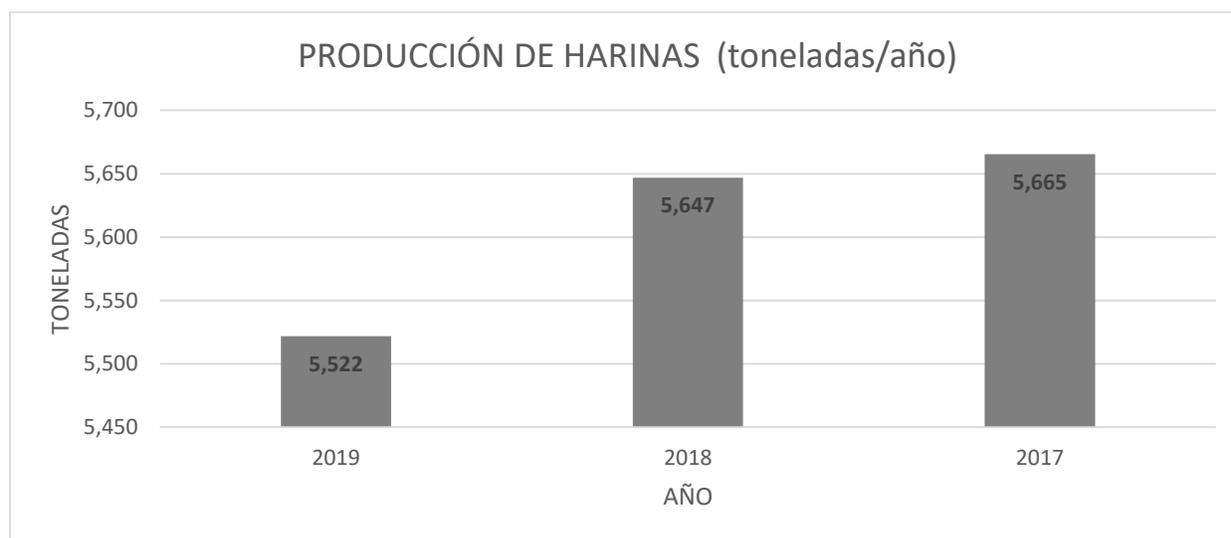
Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Como puede observarse, existe una reducción promedio de 2.24% del consumo de materias primas de un año a otro, debido a que se redujo el ingreso de mariscos y subproducto de camarón.

En la gráfica siguiente, se puede observar el comportamiento de la producción de harinas animales en los últimos tres años.

Figura 3

Gráfica de producción de harinas por año



Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

En las siguientes tablas, se muestra el valor del consumo de las materias primas para harinas animales durante los años 2019 y 2018.

Tabla 19

Valoración de unidades consumidas, 2019

MATERIAS PRIMAS CONSUMIDAS EN EL AÑO 2019			
PRODUCTO	2019	COSTO UNITARIO (Q)	COSTO TOTAL (Q)
Harina de granos (toneladas)	858.00	3,300	2,831,400
Enzimas (toneladas)	31.40	142,800	4,483,920
Antioxidante (toneladas)	7.93	79,330	629,087
Antimicrobiano (toneladas)	7.93	43,880	347,968
			8,292,375

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Tabla 20*Valoración de unidades consumidas, 2018*

MATERIAS PRIMAS CONSUMIDAS EN EL AÑO 2018			
PRODUCTO	2018	COSTO UNITARIO (Q)	COSTO TOTAL (Q)
Harina de granos (toneladas)	878.00	3,300	2,897,400
Enzimas (toneladas)	32.12	142,800	4,586,736
Antioxidante (toneladas)	8.11	79,330	643,366
Antimicrobiano (toneladas)	8.11	43,880	355,867
			8,483,369

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Posterior a la definición de las variables necesarias para el cálculo de la cantidad óptima de pedido, se procede a la aplicación del modelo determinístico de inventario que incluye la cantidad económica de pedido (EOQ).

4.10.2 Análisis de la cantidad óptima de pedido (EOQ)

Al tomar como base que la demanda ocurre a una tasa constante y que no es permitida la escasez, con la aplicación de la fórmula siguiente, se determinará cuál es el tamaño óptimo de pedido.

Tabla 21*Variables para el cálculo de la cantidad óptima de pedido*

HARINA DE GRANOS					
AÑO	C_0	D	C_h	C_p	L
2019	Q668	858 Ton	Q435	Q3,300	2 semanas
2018	Q668	878 Ton	Q511	Q3,300	

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

L = tiempo que tarda el proceso de compra, desde que se emite la solicitud hasta que ingresan los insumos a bodega.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 C_0 D}{C_h}}$$

Cantidad óptima

2019

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 668 \cdot 858}{435}}$$

$$Q^* = \sqrt{2,635.14}$$

$$Q^* = 51 \text{ toneladas}$$

2018

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 668 \cdot 878}{511}}$$

$$Q^* = \sqrt{2,295.51}$$

$$Q^* = 48 \text{ toneladas}$$

La cantidad que debió solicitarse para minimizar los costos de inventarios en cada pedido, según el modelo EOQ es de 51 toneladas para el 2019 y 48 toneladas para el 2018.

4.10.3 Análisis del número de pedidos que deben realizar por año

Para determinar el número de compras que debió realizarse en función de la cantidad óptima de pedido, se aplicará la siguiente fórmula.

$$\text{Número de órdenes por año} = \frac{D}{Q}$$

2019

$$Q \text{ por año} = \frac{858}{51}$$

$$Q \text{ por año} = 17$$

2018

$$Q \text{ por año} = \frac{878}{48}$$

$$Q \text{ por año} = 18$$

4.10.4 Determinación del costo de ordenar, en un año

Para determinar este tipo de costo en función de la cantidad óptima de pedido, se utiliza la siguiente fórmula.

$$C_0 = C_0 \frac{D}{Q}$$

2019

$$C_0 = Q668 * \frac{858}{51}$$

$$C_0 = Q11,238$$

2018

$$C_0 = Q668 * \frac{878}{48}$$

$$C_0 = Q12,219$$

De acuerdo con el modelo EOQ, se debió realizar diecisiete pedidos en el año para cubrir la demanda del año 2019, lo que implicaría un costo de ordenar de Q11,238 y dieciocho pedidos en el año para cubrir la demanda del año 2018 con un costo de ordenar de Q12,219.

4.10.5 Análisis del costo total

Está formado por el costo de ordenar, el costo de adquisición y el costo de mantener el inventario y se obtiene a través de la siguiente función.

$CT(Q) = \text{Costo de ordenar} + \text{Costo de adquisición} + \text{Costo de mantener el inv.}$

$$CT(Q) = C_0 \frac{D}{Q} + DC_p + \frac{Q}{2} C_h$$

Año 2019

$$CT(Q) = Q668 \frac{858 \text{ Ton}}{51 \text{ Ton}} + 858 \text{ Ton} * Q3,300 + \frac{51 \text{ Ton}}{2} Q435$$

$$CT(Q) = Q11,238 + Q2,831,400 + Q11,093$$

$$CT(Q) = Q2,853,731$$

Año 2018

$$CT(Q) = Q668 \frac{878 \text{ Ton}}{48 \text{ Ton}} + 878 \text{ Ton} * Q3,300 + \frac{48 \text{ Ton}}{2} Q511$$

$$CT(Q) = Q12,219 + Q2,897,400 + Q12,264$$

$$CT(Q) = Q2,921,883$$

4.11 Análisis del punto de reorden

Para establecer el nivel del inventario en el que se debe emitir un nuevo pedido y determinar el tiempo que existe entre pedidos se tiene.

$$T = \frac{Q}{D}$$

En donde:

T = tiempo entre pedidos

Q = pedido

D = demanda total

Para determinar el punto en el que debe emitirse un nuevo pedido, se debe tomar en cuenta el tiempo en el que incurren los proveedores para entregar el producto, se tiene:

$$R = D * L$$

En donde:

R = punto de reorden

D = demanda

L = tiempo líder

$$T = \frac{Q}{D}$$

2019

$$T = \frac{51 \text{ Ton}}{858 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.059 \text{ año}$$

$$T = 3 \text{ semanas}$$

2018

$$T = \frac{48 \text{ Ton}}{878 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.054 \text{ año}$$

$$T = 2.8 \text{ semanas}$$

$$R = D * L$$

$$R = 858 \text{ Ton} * \left(\frac{2 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 33 \text{ Ton}$$

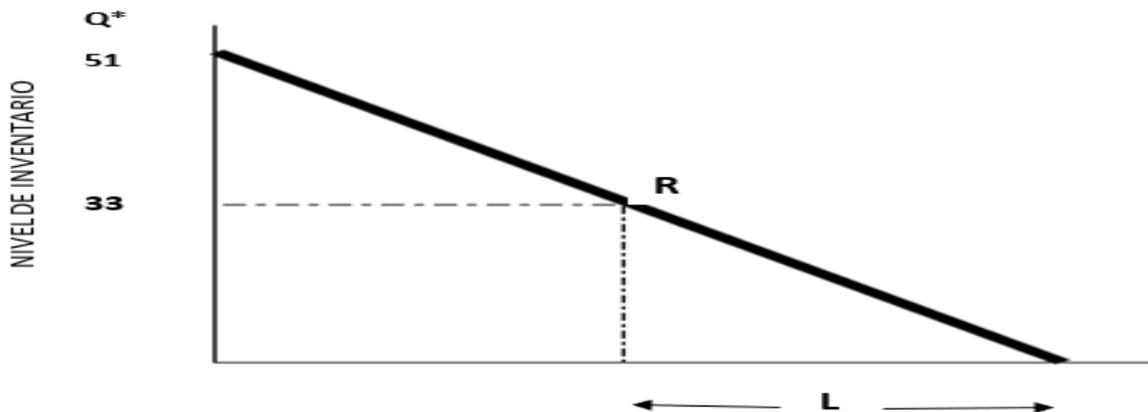
$$R = 878 \text{ Ton} * \left(\frac{2 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 34 \text{ Ton}$$

Respecto a los cálculos realizados, el tiempo que media entre pedidos es alrededor de 3 semanas y 2.8 semanas para el 2019 y 2018, respectivamente. En función del cálculo de punto de reorden, cuando el inventario llegó a 33 toneladas en 2019 y a 34 toneladas en 2018, se debió emitir un nuevo pedido.

Figura 4

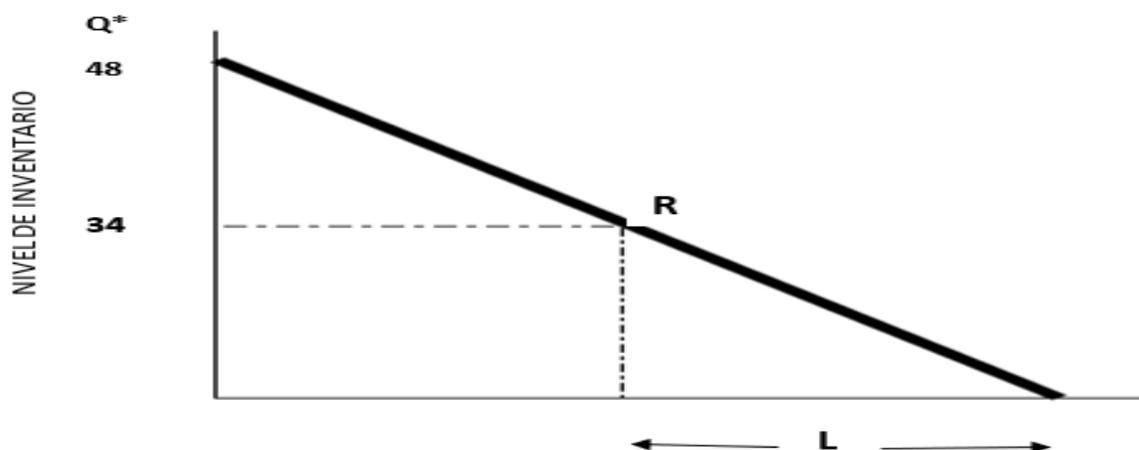
Gráfica punto de reorden 2019



Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Figura 5

Gráfica punto de reorden 2018



Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

En las gráficas anteriores, se representa las cantidades establecidas como punto de reorden (R), 33 toneladas para el 2019 y 34 toneladas para el 2018, son las necesarias para cubrir el tiempo de reabastecimiento (L), es en este punto en el cual se debe emitir un nuevo pedido para evitar interrumpir la producción.

Al tomar como base que la demanda ocurre a una tasa constante y que no es permitida la escasez, con la aplicación de las fórmulas siguientes, se determinará cuál es la cantidad óptima de pedido, el número de órdenes por año, costo de ordenar en un año, el costo total y el punto de reorden para el insumo “enzimas”.

Tabla 22

Variables para el cálculo de la cantidad óptima de pedido

ENZIMAS					
AÑO	C_0	D	C_h	C_p	L
2019	Q668	31.4 Ton	Q435	Q142,800	12 semanas
2018	Q668	32.12 Ton	Q511	Q142,800	

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Cantidad óptima

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 C_0 D}{C_h}}$$

2019

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 668 \cdot 31.4}{435}}$$

$$Q^* = \sqrt{96.43}$$

$$Q^* = 9.9 \text{ toneladas}$$

2018

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 668 \cdot 32.12}{511}}$$

$$Q^* = \sqrt{83.97}$$

$$Q^* = 9 \text{ toneladas}$$

La cantidad que debió solicitarse para minimizar los costos de inventarios en cada pedido, según el modelo EOQ es de 9.9 toneladas para el 2019 y 9 toneladas para el 2018.

$$\text{Número de órdenes por año} = \frac{D}{Q}$$

2019

$$Q \text{ por año} = \frac{31.4 \text{ ton}}{9.9 \text{ ton}}$$

$$Q \text{ por año} = 3$$

2018

$$Q \text{ por año} = \frac{32.12 \text{ ton}}{9 \text{ ton}}$$

$$Q \text{ por año} = 4$$

Costo de ordenar en un año

$$C_0 = C_0 \frac{D}{Q}$$

2019

$$C_0 = 668 * \frac{31.4 \text{ ton}}{9.9 \text{ ton}}$$

$$C_0 = Q2,119$$

2018

$$C_0 = 668 * \frac{32.12 \text{ ton}}{9 \text{ ton}}$$

$$C_0 = Q2,384$$

De acuerdo con el modelo EOQ, se debieron realizar tres pedidos en el año para cubrir la demanda del año 2019, lo que implicaría un costo de ordenar de Q2,119 y cuatro pedidos en el año para cubrir la demanda del año 2018, con un costo de ordenar de Q2,384.

Costo total

$$CT(Q) = C_0 \frac{D}{Q} + DC_p + \frac{Q}{2} C_h$$

Año 2019

$$CT(Q) = Q668 \frac{31.4 \text{ Ton}}{9.9 \text{ Ton}} + 31.4 \text{ Ton} * Q142,800 + \frac{9.9 \text{ Ton}}{2} Q435$$

$$CT(Q) = Q2,119 + Q4,483,920 + Q2,153$$

$$CT(Q) = Q4,488,192$$

Año 2018

$$CT(Q) = Q668 \frac{32.12 \text{ Ton}}{9 \text{ Ton}} + 32.12 \text{ Ton} * Q142,800 + \frac{9 \text{ Ton}}{2} Q511$$

$$CT(Q) = Q2,384 + Q4,586,736 + Q2,300$$

$$CT(Q) = Q4,591,420$$

Punto de reorden

$$T = \frac{Q}{D}$$

2019

$$T = \frac{9.9 \text{ Ton}}{31.4 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.32 \text{ año}$$

$$T = 17 \text{ semanas}$$

2018

$$T = \frac{9 \text{ Ton}}{32.12 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.28 \text{ año}$$

$$T = 15 \text{ semanas}$$

$$R = D * L$$

$$R = 31.4 \text{ Ton} * \left(\frac{12 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 7.25 \text{ Ton}$$

$$R = 32.12 \text{ Ton} * \left(\frac{12 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 7.41 \text{ Ton}$$

Respecto a los cálculos realizados, el tiempo que media entre pedidos es alrededor de 17 semanas para el 2019 y 15 semanas para el 2018. En función del cálculo del punto de reorden, cuando el inventario llegó a 7.25 toneladas en 2019 y a 7.41 toneladas en 2018, se debió emitir un nuevo pedido.

Al tomar como base que la demanda ocurre a una tasa constante y que no es permitida la escasez, con la aplicación de las fórmulas siguientes, se determinará cuál es la cantidad óptima de pedido, el número de órdenes por año, costo de ordenar en un año, el costo total y el punto de reorden para el insumo “antioxidante”.

Tabla 23

Variables para el cálculo de la cantidad óptima de pedido

ANTIOXIDANTE					
AÑO	C_0	D	C_h	C_p	L
2019	Q668	7.93 Ton	Q435	Q79,330	18 semanas
2018	Q668	8.11 Ton	Q511	Q79,330	

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Cantidad óptima

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 C_0 D}{C_h}}$$

2019

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 668 \cdot 7.93}{435}}$$

$$Q^* = \sqrt{24.35}$$

$$Q^* = 4.9 \text{ toneladas}$$

2018

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 668 \cdot 8.11}{511}}$$

$$Q^* = \sqrt{21.20}$$

$$Q^* = 4.6 \text{ toneladas}$$

La cantidad que debió solicitarse para minimizar los costos de inventarios en cada pedido, según el modelo EOQ es de 4.9 toneladas para el 2019 y 4.6 toneladas para el 2018.

$$\text{Número de órdenes por año} = \frac{D}{Q}$$

2019

$$Q \text{ por año} = \frac{7.93 \text{ ton}}{4.9 \text{ ton}}$$

$$Q \text{ por año} = 2$$

2018

$$Q \text{ por año} = \frac{8.11 \text{ ton}}{4.6 \text{ ton}}$$

$$Q \text{ por año} = 2$$

Costo de ordenar en un año

$$C_0 = C_0 \frac{D}{Q}$$

2019

$$C_0 = Q668 * \frac{7.93 \text{ ton}}{4.9 \text{ ton}}$$

$$C_0 = Q1,081$$

2018

$$C_0 = Q668 * \frac{8.11 \text{ ton}}{4.6 \text{ ton}}$$

$$C_0 = Q1,178$$

De acuerdo con el modelo EOQ, se debieron realizar dos pedidos en el año para cubrir la demanda del año 2019, lo que implicaría un costo de ordenar de Q1,081 y dos pedidos en el año para cubrir la demanda del año 2018, con un costo de ordenar de Q1,178.

Costo total

$$CT(Q) = C_0 \frac{D}{Q} + DC_p + \frac{Q}{2} C_h$$

Año 2019

$$CT(Q) = Q668 \frac{7.93 \text{ Ton}}{4.9 \text{ Ton}} + 7.93 \text{ Ton} * Q79,330 + \frac{4.9 \text{ Ton}}{2} Q435$$

$$CT(Q) = Q1,081 + Q629,087 + Q1,066$$

$$CT(Q) = Q631,234$$

Año 2018

$$CT(Q) = Q668 \frac{8.11 \text{ Ton}}{4.6 \text{ Ton}} + 8.11 \text{ Ton} * Q79,330 + \frac{4.6 \text{ Ton}}{2} Q511$$

$$CT(Q) = Q1,178 + Q643,366 + Q1,175$$

$$CT(Q) = Q645,719$$

Punto de reorden

$$T = \frac{Q}{D}$$

2019

$$T = \frac{4.9 \text{ Ton}}{7.93 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.62 \text{ año}$$

$$T = 32 \text{ semanas}$$

2018

$$T = \frac{4.6 \text{ Ton}}{8.11 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.57 \text{ año}$$

$$T = 29 \text{ semanas}$$

$$R = D * L$$

$$R = 7.93 \text{ Ton} * \left(\frac{18 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 2.74 \text{ Ton}$$

$$R = 8.11 \text{ Ton} * \left(\frac{18 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 2.8 \text{ Ton}$$

Respecto a los cálculos realizados, el tiempo que media entre pedidos, es alrededor de 32 semanas para el 2019 y 29 semanas para el 2018. En función del cálculo del punto de reorden, cuando el inventario llegó a 2.74 toneladas en 2019 y a 2.8 toneladas en 2018, se debió emitir un nuevo pedido.

Al utilizar como base que la demanda ocurre a una tasa constante y que no es permitida la escasez, con la aplicación de las fórmulas siguientes, se determinará cuál es la cantidad óptimo de pedido, el número de órdenes por año, costo de ordenar en un año, el costo total y el punto de reorden para el insumo "antimicrobiano".

Tabla 24

Variables para el cálculo de la cantidad óptima de pedido

ANTIMICROBIANO					
AÑO	C_0	D	C_h	C_p	L
2019	Q668	7.93 Ton	Q435	Q43,880	8 semanas
2018	Q668	8.11 Ton	Q511	Q43,880	

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Cantidad óptima

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 C_0 D}{C_h}}$$

$$2019$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 668 \cdot 7.93}{435}}$$

$$Q^* = \sqrt{24.35}$$

$$Q^* = 4.9 \text{ toneladas}$$

2018

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 668 \cdot 8.11}{511}}$$

$$Q^* = \sqrt{21.20}$$

$$Q^* = 4.6 \text{ toneladas}$$

La cantidad que debió solicitarse para minimizar los costos de inventarios en cada pedido, según el modelo EOQ es de 4.9 toneladas para el 2019 y 4.6 toneladas para el 2018.

$$\text{Número de órdenes por año} = \frac{D}{Q}$$

$$2019$$

$$Q \text{ por año} = \frac{7.93 \text{ ton}}{4.9 \text{ ton}}$$

$$Q \text{ por año} = 2$$

2018

$$Q \text{ por año} = \frac{8.11 \text{ ton}}{4.6 \text{ ton}}$$

$$Q \text{ por año} = 2$$

Costo total de ordenar en un año

$$C_0 = C_0 \frac{D}{Q}$$

2019

$$C_0 = 668 * \frac{7.93 \text{ ton}}{4.9 \text{ ton}}$$

$$C_0 = Q1,081$$

2018

$$C_0 = 668 * \frac{8.11 \text{ ton}}{4.6 \text{ ton}}$$

$$C_0 = Q1,178$$

De acuerdo con el modelo EOQ se debieron realizar dos pedidos en el año 2019 para cubrir la demanda, lo que implicaría un costo de ordenar de Q1,081 y dos pedidos en el 2018 para cubrir la demanda, con un costo de ordenar de Q1,178.

Costo total

$$CT(Q) = C_0 \frac{D}{Q} + DC_p + \frac{Q}{2} C_h$$

Año 2019

$$CT(Q) = Q668 \frac{7.93 \text{ Ton}}{4.9 \text{ Ton}} + 7.93 \text{ Ton} * Q43,880 + \frac{4.9 \text{ Ton}}{2} Q435$$

$$CT(Q) = Q1,081 + Q347,968 + Q1,066$$

$$CT(Q) = Q350,115$$

Año 2018

$$CT(Q) = Q668 \frac{8.11 \text{ Ton}}{4.6 \text{ Ton}} + 8.11 \text{ Ton} * Q43,880 + \frac{4.6 \text{ Ton}}{2} Q511$$

$$CT(Q) = Q1,178 + Q355,867 + Q1,175$$

$$CT(Q) = Q358,220$$

Punto de reorden

$$T = \frac{Q}{D}$$

2019

$$T = \frac{4.9 \text{ Ton}}{7.93 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.62 \text{ año}$$

$$T = 32 \text{ semanas}$$

2018

$$T = \frac{4.6 \text{ Ton}}{8.11 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.57 \text{ año}$$

$$T = 30 \text{ semanas}$$

$$R = D * L$$

$$R = 7.93 \text{ Ton} * \left(\frac{8 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 1.22 \text{ Ton}$$

$$R = 8.11 \text{ Ton} * \left(\frac{8 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 1.25 \text{ Ton}$$

Respecto a los cálculos realizados, el tiempo que media entre pedidos es alrededor de 32 semanas para el 2019 y 30 semanas para el 2018. En función del cálculo del punto de reorden, cuando el inventario llegó a 1.22 toneladas en 2019 y a 1.25 toneladas en 2018, se debió emitir un nuevo pedido.

4.12 Evaluación de resultados

Para analizar el resultado de la aplicación del modelo EOQ en el inventario de materia prima, en las tablas 24 y 26 se presenta en resumen la cantidad óptima a solicitar, el número de pedidos y el punto de reorden de cada insumo.

En las tablas 25 y 27 se incluye el costo de ordenar, el costo de mantener los inventarios al aplicar el modelo determinístico.

Tabla 25

Cantidad económica de pedido, número de pedidos y punto de reorden

AÑO 2019			
PRODUCTOS	Q* (TONELADAS)	NÚM. DE PEDIDOS	PUNTO DE REORDEN (TONELADAS)
Harina de granos	51.00	17	33.00
Enzimas	9.90	3	7.25
Antioxidante	4.90	2	2.74
Antimicrobiano	4.90	2	1.22

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Tabla 26

Costo total de inventarios 2019

AÑO 2019				
PRODUCTOS	C_0	C_h	C_p	TOTAL
Harina de granos	11,238	11,093	2,831,400	2,853,731
Enzimas	2,119	2,153	4,483,920	4,488,192
Antioxidante	1,081	1,066	629,087	631,234
Antimicrobiano	1,081	1,066	347,968	350,115
	Q15,519	Q15,378	Q8,292,375	Q8,323,272

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Tabla 27

Cantidad económica de pedido, número de pedidos y punto de reorden

AÑO 2018			
PRODUCTOS	Q* (TONELADAS)	NÚM. DE PEDIDOS	PUNTO DE REORDEN (TONELADAS)
Harina de granos	48.00	18	34.00
Enzimas	9.00	4	7.41
Antioxidante	4.60	2	2.80
Antimicrobiano	4.60	2	1.25

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Tabla 28*Costo total de inventarios 2018*

AÑO 2018				
PRODUCTOS	C_0	C_h	C_p	TOTAL
Harina de granos	12,219	12,264	2,897,400	2,921,883
Enzimas	2,384	2,300	4,586,736	4,591,420
Antioxidante	1,178	1,175	643,366	645,719
Antimicrobiano	1,178	1,175	355,867	358,220
	Q16,959	Q16,914	Q8,483,369	Q8,517,242

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

En las tablas anteriores se aprecia que, al aplicar el modelo determinístico para la administración de inventarios, se puede establecer la cantidad óptima de pedido, también se evidencia que el número de pedidos está en función del tiempo que lleva la realización de cada proceso de compra. Además, se da a conocer la cantidad que debe existir en el inventario para emitir un nuevo pedido, lo que garantiza la disponibilidad y evita la escasez.

En las tablas 29 y 30, se observa la reducción de costos del manejo de los inventarios al aplicar el modelo determinístico comparado con el manejo actual, se evidencia que al realizar menos procesos de compra el costo de ordenar se reduce, no obstante, al mantener mayores existencias en el inventario, el costo de mantener se incrementa, pero se reduce el costo de escasez.

Tabla 29*Análisis comparativo de resultados 2019*

COSTO TOTAL DEL MANEJO DE INVENTARIOS			
AÑO 2019			
PRODUCTOS	EOQ C_0+C_h	ACTUAL C_0+C_h	AHORRO
Harina de granos	22,331	22,535	204
Enzimas	4,272	8,342	4,070
Antioxidante	2,147	4,182	2,035
Antimicrobiano	2,147	4,937	2,790
	Q30,897	Q39,997	Q9,100

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Tabla 30*Análisis comparativo de resultados 2018*

COSTO TOTAL DEL MANEJO DE INVENTARIOS			
AÑO 2018			
PRODUCTOS	EOQ C_0+C_h	ACTUAL C_0+C_h	AHORRO
Harina de granos	24,483	35,855	11,372
Enzimas	4,684	10,342	5,658
Antioxidante	2,353	6,114	3,761
Antimicrobiano	2,353	5,548	3,195
	Q33,873	Q57,860	Q23,987

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

El ahorro en los costos de mantener y ordenar, no es significativo con relación al costo total de los insumos, dentro de las condiciones que debe cumplir el modelo determinístico establece que no es permitida la escasez, el cálculo se estimó en Q564,090 para el 2019 y Q856,472 para el 2018.

Como se ha indicado, la industria estudiada no puede permitir escasez en sus bodegas, pues la misma se traduce en costos financieros, sociales y ambientales. A continuación, se presenta el ahorro total que obtendría la industria de harinas animales al aplicar el modelo determinístico.

Tabla 31*Determinación del ahorro al aplicar el modelo determinístico*

AHORRO TOTAL		
	AÑO 2019	AÑO 2018
Costo de ordenar y mantener	Q 9,100	Q 23,987
Costo de escasez	Q 554,990	Q 832,485
Ahorro total	Q 564,090	Q 856,472

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Con el estudio realizado se demuestra que, al aplicar el modelo determinístico para la administración de inventarios en la industria de harinas animales, genera un ahorro financiero considerable, el cual podría incrementarse al replicar el modelo a otro tipo de inventarios que maneja la industria y al mismo tiempo garantizar la disponibilidad de insumo en bodega.

4.13 Aplicación del modelo determinístico a la proyección de consumo

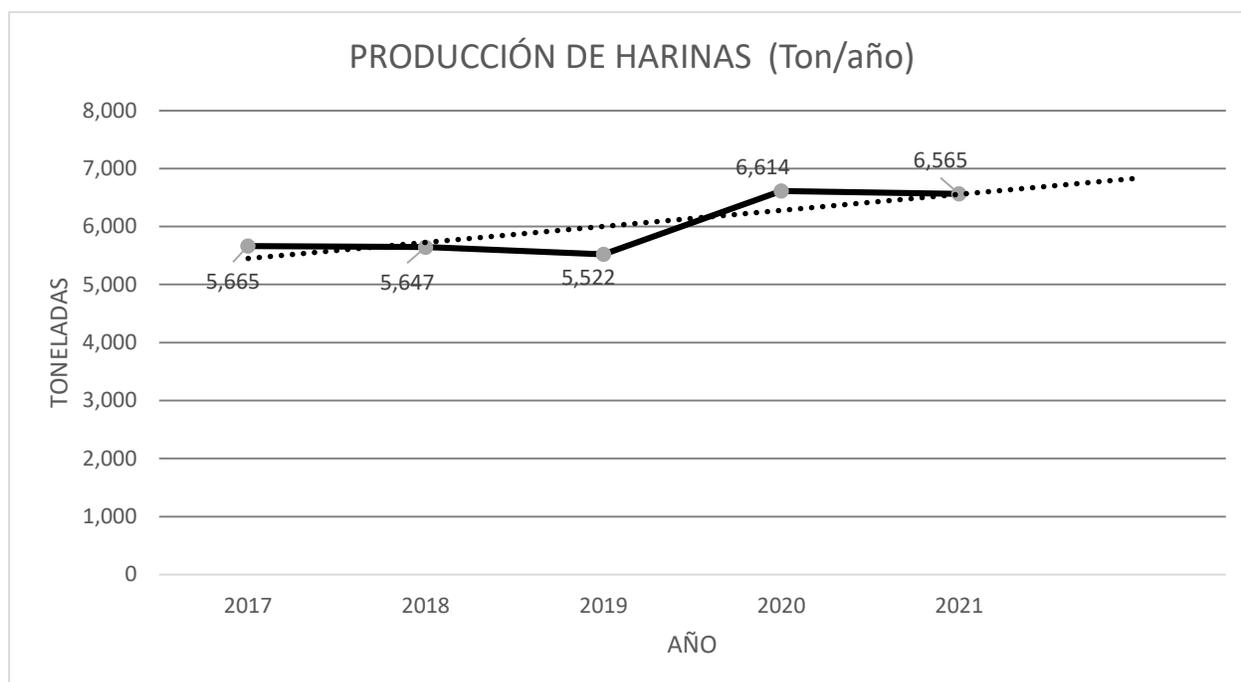
Con la finalidad de conocer la importancia de la aplicación del modelo determinístico para la administración de inventarios de la industria objeto de esta investigación, a continuación, se presenta la proyección estadística de la producción de harinas animales para los años 2020 y 2021.

Revisar los datos históricos, con frecuencia ayuda a conocer el patrón de producción pasada, lo cual conduce a mejores predicciones para la producción futura, estos datos forman parte de una serie de tiempo, la cual se define como el conjunto de observaciones de una variable, que es medida en puntos sucesivos en el tiempo, el objetivo de una serie, es descubrir un patrón en los datos históricos y luego extrapolarlo hacia el futuro. El análisis de la serie de tiempo para esta investigación, es una medición mensual para obtener la proyección anual, lo más real posible.

Existen varios métodos para moderar la serie, entre los cuales se encuentra el promedio móvil, en el cual se sustituye cada valor de una serie por la media obtenida con esa observación. Se considera promedio móvil a partir de las 3 observaciones más recientes, para lo cual se utilizará la siguiente ecuación:

$$F_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2}}{3}$$

Con la ecuación anterior, una orden grande elimina los picos y modera, una orden pequeña permite seguir los cambios de corto plazo. Por lo anterior, se establece que las toneladas a producir según la proyección calculada son de 6,614 toneladas para el 2020 y 6,565 toneladas a producir para el 2021.

Figura 6*Proyección de producción 2020 y 2021*

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

En la gráfica de la figura 6, se observa que la serie tiene una tendencia lineal en función del movimiento general a largo plazo, así también un incremento de la producción de harinas. A continuación, se incluye el detalle de consumo de las materias primas que serán necesarios.

Tabla 32*Proyección de consumo de materias primas*

CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS				
PRODUCTO / AÑO	CONSUMO HISTÓRICO		PROYECCIÓN	
	2018	2019	2020	2021
Harina de granos (toneladas)	878.00	858.00	1,027.00	1,020.00
Enzimas (toneladas)	32.12	31.40	37.61	37.34
Antioxidante (toneladas)	8.11	7.93	9.50	9.43
Antimicrobiano (toneladas)	8.11	7.93	9.50	9.43

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Con el objetivo de determinar las cantidades a solicitar y el número de pedidos para los años 2020 y 2021, se aplicó el modelo determinístico a las cantidades proyectadas, para lo cual se estimó un incremento del 5% al costo de ordenar y mantener del año 2019 y se tomó el precio de la última compra de 2019, al cual se le adicionó un 10% para los años proyectados. En las tablas siguientes, se muestra el resumen de los cálculos realizados, el detalle de los mismos (Ver Anexo 4. Aplicación del modelo determinístico a la proyección de consumo de materias primas).

Tabla 33

Proyección de cantidad económica de pedido, número de pedidos y punto de reorden

AÑO 2020			
PRODUCTOS	Q* (TONELADAS)	No. DE PEDIDOS	PUNTO DE REORDEN (TONELADAS)
Harina de granos	51.80	20	39.50
Enzimas	9.90	4	8.68
Antioxidante	4.98	2	3.29
Antimicrobiano	4.98	2	1.46

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Tabla 34

Proyección de cantidad económica de pedido, número de pedidos y punto de reorden

AÑO 2021			
PRODUCTOS	Q* (TONELADAS)	No. DE PEDIDOS	PUNTO DE REORDEN (TONELADAS)
Harina de granos	50.40	20	39.23
Enzimas	8.96	4	7.46
Antioxidante	4.84	2	3.26
Antimicrobiano	4.84	2	1.45

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

En las tablas 33 y 34, se presenta la cantidad económica de pedido, número de pedidos y el punto de reorden para los años 2020 y 2021; lo anterior, con el objetivo de evitar la escasez de materias primas que han sucedido en los años anteriores en la industria bajo análisis, es importante tomar en cuenta esta información en la planificación de compras y administrar el inventario durante los años en referencia, pues los cálculos numéricos se establecieron al utilizar como base el comportamiento histórico de la producción de harinas animales.

Tabla 35*Proyección del costo total de inventarios 2020*

COSTO TOTAL AL APLICAR EL MODELO EOQ AÑO 2020				
PRODUCTOS	C_0	C_h	C_p	TOTAL
Harina de granos	13,898	13,908	3,728,010	3,755,816
Enzimas	2,663	2,658	5,907,779	5,913,100
Antioxidante	1,337	1,337	829,949	832,623
Antimicrobiano	1,337	1,337	458,546	461,220
	Q19,235	Q19,240	Q10,924,284	Q10,962,759

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Tabla 36*Proyección del costo total de inventarios 2021*

COSTO TOTAL APLICANDO EL MODELO EOQ AÑO 2021				
PRODUCTOS	C_0	C_h	C_p	TOTAL
Harina de granos	14,187	14,213	3,702,600	3,731,000
Enzimas	2,530	2,527	5,079,967	5,085,024
Antioxidante	1,366	1,365	823,833	826,564
Antimicrobiano	1,366	1,365	455,167	457,898
	Q19,449	Q19,470	Q10,061,567	Q10,100,486

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

En las tablas 35 y 36 se establecen los costos de ordenar y mantener, en que se incurrirá si se aplica el modelo durante los años 2020 y 2021, los cuales pueden variar en función del valor de los costos y gastos, tales como, sueldos y salarios del personal que intervienen en la realización de la gestión y control del manejo de inventarios.

4.14 Aplicación del modelo determinístico a la proyección de consumo, con reducción del 20% producto de la pandemia

Por la situación que se atraviesa a nivel mundial con la Pandemia respecto al coronavirus (SARS-CoV-2), la cual fue declarada en Guatemala desde el 13 de marzo de 2020, es imperante conocer ¿cómo afecta esta situación al consumo de carne de pollo?, la cual representa el 91% de la producción de la industria analizada. La asociación nacional de avicultores ANAVI, es una entidad conjunta de representantes del sector avícola en diferentes casas avicultoras de Guatemala, por medio de su presidenta informó en el mes

de mayo de 2020, que respecto al coronavirus el consumo de pollo se contrajo cerca del 20% tras el cierre de restaurantes, hoteles, catering, etc. (Ver anexo 5. Avicultura guatemalteca: líder en el sector agropecuario y garante de la seguridad alimentaria). Por lo anterior, se presenta la aplicación del modelo determinístico a la proyección de consumo con la variante de la reducción del 20%, que la mencionada industria pueda tener, por lo que se establece que la producción para el año 2020 es de 5,637 toneladas y para el año 2021 sea de 5,252 toneladas (Ver anexo 6. Aplicación del modelo determinístico a la proyección de consumo de materias primas, con la reducción del 20% producto de la pandemia).

Tabla 37

Proyección de consumo de materias primas proyección con reducción del 20%

CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS PROYECCIÓN CON REDUCCIÓN DEL 20%		
PRODUCTO / AÑO	2020	2021
Harina de granos (Toneladas)	876.00	816.21
Enzimas (Toneladas)	32.06	29.87
Antioxidante (Toneladas)	8.10	7.54
Antimicrobiano (Toneladas)	8.10	7.54

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Con el objetivo de determinar las cantidades a solicitar, y el número de pedidos para los años 2020 y 2021, se aplicó el modelo determinístico a las cantidades proyectadas, para lo cual se estimó un incremento del 5% al costo de ordenar y mantener del año 2019 y se tomó el precio de la última compra de 2019, al cual se le adicionó un 10% para los años proyectados. En las tablas 38, 39, 40 y 41 se muestra el resumen de los cálculos realizados, el detalle de los mismos (Ver anexo 6. Aplicación del modelo determinístico a la proyección de consumo de materias primas, con la reducción del 20% producto de la pandemia).

Tabla 38

Proyección de cantidad económica de pedido, número de pedidos y punto de reorden con reducción del 20%

AÑO 2020 REDUCCIÓN DEL 20% EN PRODUCCIÓN			
PRODUCTOS	Q* (toneladas)	No. De Pedidos	Punto de Reorden (toneladas)
Harina de granos	47.82	18	33.69
Enzimas	9.15	4	7.40
Antioxidante	4.60	2	2.80
Antimicrobiano	4.60	2	1.25

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Tabla 39

Proyección de cantidad económica de pedido, número de pedidos y punto de reorden con reducción del 20%

AÑO 2021 REDUCCIÓN DEL 20% EN PRODUCCIÓN			
PRODUCTOS	Q* (toneladas)	No. De Pedidos	Punto de Reorden (toneladas)
Harina de granos	45.03	18	31.38
Enzimas	8.62	4	6.89
Antioxidante	4.33	2	2.61
Antimicrobiano	4.33	2	1.16

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Tabla 40

Proyección del costo total de inventarios 2020 con reducción del 20%

COSTO TOTAL APLICANDO EL MODELO EOQ, CON REDUCCIÓN DEL 20% EN PRODUCCIÓN				
PRODUCTOS	C_0	C_h	C_p	TOTAL
Harina de granos	12,841	12,839	3,179,880	3,205,560
Enzimas	2,456	2,457	5,035,985	5,040,898
Antioxidante	1,234	1,235	707,640	710,109
Antimicrobiano	1,234	1,235	390,971	393,440
	Q17,765	Q17,766	Q9,314,476	Q9,350,007

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

Tabla 41*Proyección del costo total de inventarios 2021 con reducción del 20%*

COSTO TOTAL APLICANDO EL MODELO EOQ, CON REDUCCIÓN DEL 20% EN PRODUCCIÓN				
PRODUCTOS	C_0	C_h	C_p	TOTAL
Harina de granos	12,703	12,698	2,962,080	2,987,481
Enzimas	2,429	2,431	4,691,980	4,696,840
Antioxidante	1,221	1,221	658,717	661,159
Antimicrobiano	1,221	1,221	363,941	366,383
	Q17,574	Q17,571	Q8,676,718	Q8,711,863

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida del sector.

CONCLUSIONES

1. Se comprobó que, al implementar el modelo determinístico en la administración de inventario de materias primas, analizado en esta investigación, se estableció que el costo de ordenar es de Q668, y el costo de mantener cada insumo es de Q435 para el 2019 y Q511 para el 2018. Así también, se estableció el tiempo entre pedido y la cantidad óptima de pedido para cada uno de los insumos para evitar escasez.
2. De acuerdo con el diagnóstico realizado se determinó que, la industria de harinas animales para alimento concentrado en el departamento de Escuintla, no presentó problemas de insumos vencidos u obsoletos, pero sí de escasez, el cual tiene un costo de Q554,990 en el 2019 y Q832,485 en el 2018, el cual pudo haberse evitado con la implementación del modelo, al mantener en bodega la cantidad necesaria de insumos para cubrir la demanda al menor costo.
3. El costo de manejo de inventario de materias primas, en la industria objeto de estudio fue de Q39,997 para el año 2019 y Q57,860 para el año 2018 y una escasez de insumos o demanda insatisfecha de 10 días para el año 2019 y 15 días para el año 2018.
4. Al considerar las características para el manejo del inventario de materias primas en la industria analizada, se determinó que la demanda es conocida, el tiempo de reaprovisionamiento es conocido, no se permite escasez, debido a que el subproducto cárnico es perecedero y se incurre en costos para la administración de las bodegas; por lo tanto, se comprueba la hipótesis, debido a que el modelo de cantidad económica de pedido (EOQ), es aplicable para el manejo de inventario de estos insumos, se demostró que se reduce el costo total del manejo de inventarios y los costos de escasez en Q564,090 para el 2019 y Q856,472 para el 2018, lo que equivale al 94.80% y 96.20% del costo total del manejo de inventario, debido a que permite determinar la cantidad óptima de pedido en la cual se

minimizan los costos y el número de pedidos que deben realizarse al año, sin caer en escasez.

5. Al utilizar el modelo determinístico que incluye la cantidad económica de pedido (EOQ), para administrar los inventarios de la industria de harinas, se logra determinar que las compras de materias primas en función del comportamiento de la producción representaban un costo de Q8,323,272 para el 2019 y Q8,517,242 para el 2018, comparado con las compras realizadas con un costo de Q12,895,032 para el 2019 y Q13,867,536 para el 2018, con lo cual se evidencia que, se pueden optimizar los recursos físicos y financieros y cumplir con el objetivo de contribuir en aspectos sociales, ambientales y económicos al país.
6. Derivado a la situación que se atraviesa a nivel mundial, con respecto a la Pandemia del coronavirus (SARS-CoV-2), se determinó que existe una reducción del 20% de consumo de carne de pollo, lo cual incide en la producción de harinas animales, y al utilizar el modelo determinístico que incluye la cantidad económica de pedido (EOQ), para administrar los inventarios de la industria de harinas, se logra determinar que las compras de materias primas en función del comportamiento de la producción representan un costo de Q9,350,007 para el 2020 y Q8,711,863 para el 2021.

RECOMENDACIONES

1. Implementar en el menor tiempo posible el modelo determinístico, para administrar el inventario de materias primas, pues se ha demostrado que el mismo contribuye a minimizar los costos del manejo de inventarios.
2. Determinar el punto de reorden para evitar la escasez de insumos, debido a que involucra la solicitud de pedido, y el momento en que debe emitirse el pedido en función del tiempo que toma la gestión, para la recepción del pedido en bodega.
3. Evaluar el comportamiento de la demanda y el tiempo de reabastecimiento, para garantizar el buen manejo de inventarios de materias primas, con la finalidad de establecer el cumplimiento de los supuestos necesarios.
4. Para eliminar la demanda insatisfecha, se debe desarrollar comunicación semanal del programa de producción de beneficiado avícola, debido a que representa un 91% del subproducto cárnico, recibido para ser procesado en la industria de harinas.
5. Aplicar el modelo determinístico desarrollado en la investigación, al inventario de repuestos y accesorios, así también al inventario de material de empaque, debido a que ambos son críticos para el proceso productivo, y en ellos se encuentra concentrada la mayor cantidad del presupuesto operativo, después del inventario de materias primas de la industria objeto de análisis.
6. Los administradores de esta industria, deben minimizar el número de pedidos que realizan al año, con la finalidad de disminuir el costo de pedir; así también, negociar con los proveedores, entregas parciales de materias primas, para la distribución de los espacios físicos y garantizar la disponibilidad de los productos y evitar costos por escasez.

7. Capacitar respecto al modelo Economic Order Quantity (EOQ) por sus siglas en inglés, al personal involucrado, para poder implementarlo y alcanzar las metas trazadas.
8. Monitorear el comportamiento del consumo de la carne de pollo, para establecer un plan de contingencia para la producción de harinas animales.

BIBLIOGRAFIA

- Ballou, R. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro*. México D.F: Pearson Prentice-Hall.
- Besley, S., & Brigham, E. (2009). *Fundamentos de Administración Financiera*. Ixtapaluca, Edo. de México: Cengage Learning Editores.
- Estrada, B. J. (2007). *Estudio de la dosificación de los subproductos avícolas y de cerdo para la fabricación de distintas harinas. (tesis de licenciatura de ingeniería industrial) Universidad de San Carlos de Guatemala*. Guatemala.
- Francés, A. (2006). *Estrategia y planes para la empresa con el Cuadro de Mando Integral*. México D.F: Pearson Educación.
- García, J. (2008). *Contabilidad de Costos*. México: McGraw-Hill.
- Gitman, L., & Zutter, C. (2012). *Principios de Administración Financiera*. México: Pearson Educación.
- Gómez, J. (19 de mayo de 2019). *Subproductos cárnicos base para alimentar animales*. Obtenido de (Investigación) Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Facultad de Ingeniería. Colombia: [http://mundo agropecuario.com/subproductos-carnicos-base-para-alimentar-animales/](http://mundoagropecuario.com/subproductos-carnicos-base-para-alimentar-animales/)
- González, L. M. (2015). *Administración de inventarios a través de un modelo determinístico en entidades hospitalarias semiautónomas, dedicadas a la atención de pacientes con enfermedades cardiovasculares en la ciudad de Guatemala. (Tesis de Maestría en Administración Financiera)*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Gualan, E., & Salazar, A. (2007). *Un modelo de inventarios y asignación de espacios. Aplicación a la Empresa Expocolor. (Tesis ingeniero empresaria)*. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ciencias Administrativas. Quito. Ecuador.

Guerrero, H. (2009). *Inventarios. Manejo y Control*. Bogotá: ECOE Ediciones.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.

Krajewski, L., & Ritzman, L. (2000). *Administración de operaciones, Estrategias y Análisis*. México, D.F: Pearson Educación.

Larson, R., & Edwards, B. (2010). *CÁLCULO 2 de varias variables*. México D:F: McGraw-Hill/Interamericana editores S.A de C.V.

Mohammad, R., & García, D. (1996). *Simulación y Análisis de Modelos Estocásticos*. México D.F: McGraw-Hill Interamericana Editores.

Moya, L. (1990). *Investigación de operaciones. Control de Inventarios y Teoría de Colas*. San José Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.

Postgrado, U. d. (2018). *Instructivo de Tesis para optar al grado académico de Maestro en Ciencias*. Guatemala.

Rodriguez, B. (2008). *Administración de inventarios de materia prima aplicado a una industria de alimentos balanceados para animales. (Tesis de licenciatura en Administración de empresas)*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Salguero, A. (2017). *Administración y control de inventarios de materias primas a través de la aplicación del sistema de clasificación de inventarios ABC y el modelo de la cantidad económica de reorden en la industria (Tesis Maestría en Admon. Financiera)*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. (2010). *Economía con aplicaciones a Latinoamérica*. México D.F: McGraw-Hill.

Velásquez, G. E. (2011). *Planeación y control para la producción de harinas y grasas de subproductos cárnicos. (Tesis de licenciatura de Ingeniería Industrial)*. Guatemala.

Welsch, G. A., & Cols. (2005). *Presupuestos Planificación y control*. México: Pearson Educación.

Fuentes electrónicas

Amaya, M., & Cevallos, M. (26 de mayo de 2012). *Estructura y registro contable de los inventarios para empresas privadas caso: "importadora comercial e industrial Zúñiga Ávila e hijos cia. Ltda. (I.C.I.Z.A). (Tesis previo a la obtención del título de contador público y auditor)*. Obtenido de Universidad de Cuenca. Ecuador. Facultad de Ciencias.: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1355/1/tcon652.pdf>.

ANAVI, A. (18 de mayo de 2020). *Avicultura guatemalteca: lider en el sector agropecuario y garante de la seguridad*. Obtenido de avicultura.info/avicultura-guatemala-lider-sector-ganadero-garante-seguridad-alimentaria

Betancourt, D. (22 de mayo de 2017). *Modelos determinísticos de inventario: ¿cuáles son y cómo se realizan?* Obtenido de <https://ingenioempresa.com/modelos-deterministicos-de-inventario/>

Bisplinghoff, F. (10 de Noviembre de 2014). *Historia del reciclaje de subproductos de origen animal en Estados Unidos. Consultado el 19 de mayo de 2020*. Obtenido de Engormix. com: <https://www.engormix.com/balanceados/articulos/historia-reciclaje-subproductos-origen-t31631.htm>

Castañeda, M. (19 de mayo de 2010). *Aprovechamiento de subproductos avícolas como fuente proteica en la elaboración de dietas para rumiantes*. Obtenido de (Artículo)

Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.
Tuxpan, México:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322018000200059.

Castañeda, M. (19 de mayo de 2010). *Aprovechamiento de subproductos avícolas como fuente proteica en la elaboración de dietas para rumiantes*. Obtenido de (Artículo) Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tuxpan, México:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322018000200059.

Economía, M. (2 de junio de 2019). *Industria de Cárnicos en Guatemala*. Obtenido de Guatemala: Viceministerio de Integración y Comercio Exterior.:
https://www.mineco.gob.gt/sites/default/files/cárnicos_en_guatemala_13_2.pdf

Economía, M. (23 de mayo de 2019). *Sector de Avicultura de Guatemala*. Obtenido de Guatemala: Viceministerio de Integración y Comercio Exterior.:
http://www.mineco.gob.gt/sites/default/files/informe_del_sector_avicola.pdf

Gamarro, U. (8 de mayo de 2020). *Anavi: Consumo de carne de pollo y huevos crecerá este año*. Obtenido de Economía, Prensa Libre:
<https://www.prensalibre.com/economia/anavi-consumo-de-carne-de-pollo-y-huevos-crecera-este-ano/>

Guatemala, O. E. (31 de Mayo de 2019). *Informe Económico y Comercial*. Obtenido de <https://www.icex.es/icex/wcm/idc/groups/public/documents/documento/mde5/odix/~edisp/doc2019821159.pd#:~:text=Los%20subsectores%20m%C3%A1s%20importantes%20del,acuicultura%20y%20la%20industria%20c%C3%A1rnica>.

Malhontra, N. (4 de Junio de 2008). *Investigación de Mercados*. Obtenido de <http://www.elmayorportaldegerencia.com/Libros/Mercadeo/%5BPD%5D%20Libros%20-%20Investigacion%20de%20Mercados.pdf>

Morales, H. (2006). *Administración de operaciones. Modelos de inventarios*. Obtenido de <http://rmorales.mayo.uson.mx/Mod%20de%20Inventarios.pdf>

Ponsot, E. (2008). *El estudio de inventarios en la cadena de suministros: una mirada desde el subdesarrollo*. Obtenido de Universidad de los Andes: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25711784008>

Sánchez, R. J. (2004). *Modelos de Inventario*. Obtenido de Logística Modelo Determinista. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería de Transporte.: https://www.academis.edu/5072861/Introd_MODELOS_DE_INVENTARIO_2004

Taha, H. (2004). *Investigación de Operaciones*. Obtenido de <https://docplayer.es/44500553-Investigación-operaciones-7a-edición-hamdy-a-taha.html>

Villareal, F. (2016). *Introducción a los modelos de pronósticos*. Obtenido de Universidad Nacional del Sur Bahía Blanca: https://www.matematica.uns.edu.ar/uma2016/material/Introducción_a_los_Modelos_de_Pronosticos.pdf

Zamora, V. (2013). *Administración de Inventarios*. Obtenido de Universidad Nacional de la Patagonia, Argentina. Facultad de Ciencias Económicas: <https://docplayer.es/56991624-Administración-de-inventarios-victor-a-zamora-universidad-nacional-de-la-patagonia-facultad-ciencias-economicas-sede-trelew.html>.

ANEXOS

Anexo 1. Informe económico y comercial GUATEMALA, marco económico.

2 MARCO ECONÓMICO

2.1 PRINCIPALES SECTORES DE LA ECONOMÍA

2.1.1 SECTOR PRIMARIO

Según los últimos datos del Banco de Guatemala el sector primario, que incluye a las actividades de la agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca representó en 2018 el 13,4% del PIB total del país, lo que supone un crecimiento del 2,6% respecto al 2017.

No obstante, según estimaciones del Banco de Guatemala, la caída de los precios internacionales de ciertos productos agrícolas, de cuyo cultivo Guatemala es altamente dependiente, provocó una disminución en el crecimiento económico proyectado a principio de año.

Los subsectores más importantes del sector primario de Guatemala son el sector agrícola tradicional, el sector agrícola no tradicional, la industria forestal, el sector de la industria de la pesca y la acuicultura y la industria cárnica.

Los principales productos exportados representaron en la industria agropecuaria los siguientes pesos relativos:

- Café (25%)
- Cardamomo (12%)
- Frutas frescas, secas o congeladas (11%)
- Banano (7%)
- Caucho natural (5%)

Fuente: <https://www.icex.es/icex/wcm/idc/groups/public/documents/documento/mde5/odix/~edisp/doc2019821159.pd#:~:text=Los%20subsectores%20m%C3%A1s%20importantes%20del,acuicultura%20y%20la%20industria%20c%C3%A1rnica.>

Anexo 2. Cuestionario de observación directa

Buenos días (tardes):

Estamos trabajando en un estudio que servirá para elaborar una tesis profesional, sobre el manejo de inventarios en la industria de harinas animales, para alimento concentrado en el departamento de Escuintla.

Solicitamos su ayuda, para guiar la visita técnica dentro de las instalaciones de la industria y aportar los documentos pertinentes, que ayuden a comprender de mejor manera el proceso productivo.

Las opiniones de todos los participantes, serán sumadas e incluidas en la tesis profesional, pero nunca se comunicarán datos individuales.

Le solicitamos que conteste este cuestionario con la mayor sinceridad posible.

Muchas gracias por su colaboración.

¿Cantidad de bodegas para almacenaje de inventarios?

¿Cantidad de productos que maneja la bodega central?

¿Está definido un plan de adquisiciones?

¿Días promedio de atraso en la entrega de materias primas de importación?

¿La inmediatez de atención de solicitud del pedido?

¿Existe escasez de materias primas?

¿Se realizan compras de emergencia?

¿Cantidad de equipos para la producción?

RESULTADOS DEL CUESTIONARIO DE OBSERVACIÓN DIRECTA

A continuación, se presenta la información obtenida por medio de la observación directa. La industria de harinas, cuenta con dos bodegas para almacenaje de inventarios,

administra 2,020 productos en su bodega, prepara un plan de adquisiciones, pero no se ajusta a la demanda real, por lo que queda en desuso, para los años bajo análisis, se evidenció que como mínimo existen 10 días de atraso, en la entrega de materias primas de importación, las solicitudes no siempre son trabajadas de forma inmediata, existe escasez, se realizan compras de emergencia y disponen de cinco cocedores para el proceso productivo.

Anexo 3. **Cuestionario para entrevista a ejecutivos**

Buenos días (tardes):

Estamos trabajando en un estudio que servirá para elaborar una tesis profesional, sobre el manejo de inventarios en la industria de harinas animales, para alimento concentrado en el departamento de Escuintla.

Solicitamos su ayuda para contestar algunas preguntas, que no llevan mucho tiempo. Sus respuestas serán confidenciales y anónimas. No hay preguntas delicadas.

Las opiniones de todos los participantes, serán sumadas e incluidas en la tesis profesional, pero nunca se comunicarán datos individuales.

Le solicitamos que conteste este cuestionario con la mayor sinceridad posible. No hay respuestas correctas e incorrectas.

Muchas gracias por su colaboración.

INVENTARIOS

¿Actualmente cómo es el manejo de inventarios en la industria de harinas?

¿Tipos de inventarios que maneja la industria de harinas animales?

¿Quién es el personal involucrado en el proceso de adquisiciones?

HARINAS

¿Cuáles son las materias primas para la producción de harinas?

¿Tiempo de entrega del proveedor al cliente?

¿Cuál es el costo de las distintas materias primas para la producción de harinas?

¿Tipos de harinas animales que producen?

¿Cuál es el aporte de las harinas animales a los alimentos concentrados?

Continuación anexo 3.

¿Porcentaje de producción por tipo de harina animal?

PROCESO PRODUCTIVO

¿Explique el proceso productivo para la fabricación de harinas?

¿Cuál es la capacidad de producción por día?

¿Cuál es la producción de harinas de los años 2019 y 2018?

¿Cuál es la jornada de trabajo?

¿Cuál es el costo de producción?

RESULTADOS PARA CUESTIONARIO PARA ENTREVISTA A EJECUTIVOS

Respecto a la entrevista realizada a ejecutivos para el tema de “inventarios”, se obtuvo que el manejo de inventarios, es de manera empírica a discreción de los encargados de bodega, se maneja inventario de materias primas, inventario de material de empaque, inventario de alimentos, inventario de materiales de limpieza, inventario de papelería y otros e inventario de repuestos y accesorios. El asistente administrativo, auxiliar de bodega, jefe de producción, jefe de compras y el auxiliar de compras, es el personal involucrado en el proceso de adquisiciones.

En el tema de “harinas”, se obtuvo que la harina de granos, enzimas, antioxidante, antimicrobiano y subproductos cárnicos son las materias primas utilizadas para la producción de harinas, el tiempo de entrega del proveedor al cliente para la harina de granos es de 2 semanas, para las enzimas es de 12 semanas, para el antioxidante es de 18 semanas, y el antimicrobiano es de 8 semanas, las harinas que se producen son pollo, especial, menudos expeller, sémola, mariscos y pluma, estas harinas pueden cambiar según la necesidad de formulación para aportar peso y crecimiento a los diversos animales a quienes se les suministra harinas a su alimento, las diferentes harinas que se

Continuación anexo 3.

fabrican son una fuente de proteínas muy valiosa, proporcionan fósforo y calcio, así como vitamina B12, indispensable para el crecimiento de los animales, el porcentaje de producción de las harinas es 61% de harinas de pollo, especial y pluma, 30% de harina de menudos expeller, y 9% de harinas de sémola y mariscos.

En el “proceso productivo”, la fabricación de harinas se realiza en cocedores por lotes, son unidades múltiples acomodadas en línea o en serie, cada cocedor consiste en un cilindro horizontal recubierto con una chaqueta de vapor y con un agitador interno. Las harinas se fabrican por medio del procesamiento con vapor a alta presión. La capacidad de producción por día es de 19 toneladas, el período de trabajo por mes es de 24 días hábiles de lunes a sábado, el costo de producción es de Q.2,921.

Anexo 4. Aplicación del modelo determinístico a la proyección de consumo de materias primas

Al utilizar como base que la demanda ocurre a una tasa constante y que no es permitida la escasez, con la aplicación de las fórmulas siguientes, se determinará cuál es la cantidad óptima de pedido, el número de órdenes por año, costo de ordenar en un año, el costo total y el punto de reorden para el insumo “harina de granos” en los años 2020 y 2021.

HARINA DE GRANOS					
AÑO	Co	D	Ch	Pc	L
2020	Q 701	1027 Ton	Q 537	Q 3,630	2 semanas
2021	Q 701	1020 Ton	Q 564	Q 3,630	

Cantidad óptima

$$2020$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 701 \cdot 1027}{537}}$$

$$Q^* = \sqrt{2,681.29}$$

$$Q^* = 51.8 \text{ toneladas}$$

$$2021$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 701 \cdot 1020}{564}}$$

$$Q^* = \sqrt{2,535.53}$$

$$Q^* = 50.4 \text{ toneladas}$$

La cantidad que debe solicitarse para minimizar los costos de inventarios en cada pedido, según el modelo EOQ es de 51.8 toneladas para el 2020 y 50.4 toneladas para el 2021.

$$\text{Número de órdenes por año} = \frac{D}{Q}$$

$$2020$$

$$Q \text{ por año} = \frac{1027}{51.8}$$

$$Q \text{ por año} = 20$$

$$2021$$

$$Q \text{ por año} = \frac{1020}{50.4}$$

$$Q \text{ por año} = 20$$

Continuación anexo 4.

Costo de ordenar en un año

$$C_0 = C_0 \frac{D}{Q}$$

2020

$$C_0 = Q701 * \frac{1027}{51.8}$$

$$C_0 = Q13,898$$

2021

$$C_0 = Q701 * \frac{1020}{50.4}$$

$$C_0 = Q14,187$$

De acuerdo con el modelo EOQ se deben realizar veinte pedidos en el año para cubrir la demanda del año 2020, lo cual implica un costo de ordenar de Q13,898 y veinte pedidos en el año para cubrir la demanda del año 2021 con un costo de ordenar de Q14,187.

Costo total

$$CT(Q) = C_0 \frac{D}{Q} + DC_p + \frac{Q}{2} C_h$$

Año 2020

$$CT(Q) = Q701 \frac{1027 \text{ Ton}}{51.8 \text{ Ton}} + 1,027 \text{ Ton} * Q3,630 + \frac{51.8 \text{ Ton}}{2} Q537$$

$$CT(Q) = Q13,898 + Q3,728,010 + Q13,908$$

$$CT(Q) = Q3,755,816$$

Año 2021

$$CT(Q) = Q701 \frac{1020 \text{ Ton}}{50.4 \text{ Ton}} + 1020 \text{ Ton} * Q3,630 + \frac{50.4 \text{ Ton}}{2} Q564$$

$$CT(Q) = Q14,187 + Q3,702,600 + Q14,213$$

$$CT(Q) = Q3,731,000$$

$$T = \frac{Q}{D}$$

Continuación anexo 4.

2020

$$T = \frac{51.8 \text{ Ton}}{1027 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.050 \text{ año}$$

$$T = 2.6 \text{ semanas}$$

2021

$$T = \frac{50.4 \text{ Ton}}{1020 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.049 \text{ año}$$

$$T = 2.57 \text{ semanas}$$

$$R = D * L$$

$$R = 1027 \text{ Ton} * \left(\frac{2 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 39.5 \text{ Ton}$$

$$R = 1020 \text{ Ton} * \left(\frac{2 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 39.23 \text{ Ton}$$

Respecto a los cálculos realizados, el tiempo que media entre pedidos es alrededor de 2.6 semanas para el 2020 y 2.57 semanas para el 2021. En función del cálculo del punto de reorden, cuando el inventario llegó a 39.5 toneladas en 2020 y a 39.23 toneladas en 2021, se debe emitir un nuevo pedido.

Al tomar como base que la demanda ocurre a una tasa constante y que no es permitida la escasez, con la aplicación de las fórmulas siguientes, se determinará cuál es la cantidad óptima de pedido, el número de órdenes por año, costo de ordenar en un año, el costo total y el punto de reorden para el insumo "enzimas" en los años 2020 y 2021.

ENZIMAS					
AÑO	Co	D	Ch	Pc	L
2020	Q 701	37.61 Ton	Q 537	Q 157,080	12 semanas
2021	Q 701	37.34 Ton	Q 564	Q 157,080	

Continuación anexo 4.

Cantidad óptima

2020

2021

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 701 \cdot 37.61}{537}}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 701 \cdot 37.34}{564}}$$

$$Q^* = \sqrt{98.19}$$

$$Q^* = \sqrt{92.82}$$

$$Q^* = 9.9 \text{ toneladas}$$

$$Q^* = 9.63 \text{ toneladas}$$

La cantidad que debe solicitarse para minimizar los costos de inventarios en cada pedido, según el modelo EOQ es de 9.9 toneladas para el 2020 y 9.63 toneladas para el 2021.

$$\text{Número de órdenes por año} = \frac{D}{Q}$$

2020

2021

$$Q \text{ por año} = \frac{37.61 \text{ ton}}{9.9 \text{ ton}}$$

$$Q \text{ por año} = \frac{37.34 \text{ ton}}{9.63 \text{ ton}}$$

$$Q \text{ por año} = 4$$

$$Q \text{ por año} = 3.87$$

Costo de ordenar en un año

$$C_0 = C_0 \frac{D}{Q}$$

2020

2021

$$C_0 = 701 * \frac{37.61 \text{ ton}}{9.9 \text{ ton}}$$

$$C_0 = 701 * \frac{37.34 \text{ ton}}{9.63 \text{ ton}}$$

$$C_0 = Q2,663$$

$$C_0 = Q2,718$$

De acuerdo con el modelo EOQ se deben realizar cuatro pedidos en el año para cubrir la demanda del año 2020, lo cual implica un costo de ordenar de Q2,663 y cuatro en el año para cubrir la demanda del año 2021 con un costo de ordenar de Q2,718.

Continuación anexo 4.

Costo total

$$CT(Q) = C_0 \frac{D}{Q} + DC_p + \frac{Q}{2} C_h$$

Año 2020

$$CT(Q) = Q701 \frac{37.61 \text{ Ton}}{9.9 \text{ Ton}} + 37.61 \text{ Ton} * Q157,080 + \frac{9.9 \text{ Ton}}{2} Q537$$

$$CT(Q) = Q2,663 + Q5,907,779 + Q2,658$$

$$CT(Q) = Q5,913,100$$

Año 2021

$$CT(Q) = Q701 \frac{37.34 \text{ Ton}}{9.63 \text{ Ton}} + 37.34 \text{ Ton} * Q157,080 + \frac{9.63 \text{ Ton}}{2} Q564$$

$$CT(Q) = Q2,718 + Q5,865,367 + Q2,716$$

$$CT(Q) = Q5,870,801$$

Punto de reorden

$$T = \frac{Q}{D}$$

2020

$$T = \frac{9.9 \text{ Ton}}{37.61 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.26 \text{ año}$$

$$T = 13.68 \text{ semanas}$$

2021

$$T = \frac{9.63 \text{ Ton}}{37.34 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.257 \text{ año}$$

$$T = 13.41 \text{ semanas}$$

$$R = D * L$$

$$R = 37.61 \text{ Ton} * \left(\frac{12 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 8.68 \text{ Ton}$$

$$R = 37.34 \text{ Ton} * \left(\frac{12 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 8.62 \text{ Ton}$$

Continuación anexo 4.

Respecto a los cálculos realizados, el tiempo que media entre pedidos es alrededor de 13.68 semanas para el 2020 y 13.41 semanas para el 2021. En función del cálculo del punto de reorden, cuando el inventario llegó a 8.68 toneladas en 2020 y a 8.62 toneladas en 2021, se debió emitir un nuevo pedido.

Al tomar como base que la demanda ocurre a una tasa constante y que no es permitida la escasez, con la aplicación de las fórmulas siguientes, se determinará cuál es la cantidad óptima de pedido, el número de órdenes por año, costo de ordenar en un año, el costo total y el punto de reorden para el insumo “antioxidante” en los años 2020 y 2021.

ANTIOXIDANTE					
AÑO	Co	D	Ch	Pc	L
2020	Q 701	9.5 Ton	Q 537	Q 87,263	18 semanas
2021	Q 701	9.43 Ton	Q 564	Q 87,263	

Cantidad óptima

2020

2021

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 701 \cdot 9.5}{537}}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 701 \cdot 9.43}{564}}$$

$$Q^* = \sqrt{24.80}$$

$$Q^* = \sqrt{23.44}$$

$$Q^* = 4.98 \text{ toneladas}$$

$$Q^* = 4.84 \text{ toneladas}$$

La cantidad que debe solicitarse para minimizar los costos de inventarios en cada pedido, según el modelo EOQ es de 4.98 toneladas para el 2020 y 4.84 toneladas para el 2021.

$$\text{Número de órdenes por año} = \frac{D}{Q}$$

Continuación anexo 4.

2020

$$Q \text{ por año} = \frac{9.5 \text{ ton}}{4.98 \text{ ton}}$$

$$Q \text{ por año} = 2$$

2021

$$Q \text{ por año} = \frac{9.43 \text{ ton}}{4.84 \text{ ton}}$$

$$Q \text{ por año} = 2$$

Costo de ordenar en un año

$$C_0 = C_0 \frac{D}{Q}$$

2020

$$C_0 = Q701 * \frac{9.5 \text{ ton}}{4.98 \text{ ton}}$$

$$C_0 = Q1,337$$

2021

$$C_0 = Q701 * \frac{9.43 \text{ ton}}{4.84 \text{ ton}}$$

$$C_0 = Q1,366$$

Costo total

$$CT(Q) = C_0 \frac{D}{Q} + DC_p + \frac{Q}{2} C_h$$

Año 2020

$$CT(Q) = Q701 \frac{9.5 \text{ Ton}}{4.98 \text{ Ton}} + 9.5 \text{ Ton} * Q87,363 + \frac{4.98 \text{ Ton}}{2} Q537$$

$$CT(Q) = Q1,337 + Q829,949 + Q1,337$$

$$CT(Q) = Q832,623$$

Año 2021

$$CT(Q) = Q701 \frac{9.43 \text{ Ton}}{4.84 \text{ Ton}} + 9.43 \text{ Ton} * Q87,363 + \frac{4.84 \text{ Ton}}{2} Q564$$

$$CT(Q) = Q1,366 + Q823,833 + Q1,365$$

$$CT(Q) = Q826,564$$

Continuación anexo 4.

Punto de reorden

$$T = \frac{Q}{D}$$

2020

$$T = \frac{4.98 \text{ Ton}}{9.5 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.52 \text{ año}$$

$$T = 27.25 \text{ semanas}$$

2021

$$T = \frac{4.84 \text{ Ton}}{9.43 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.51 \text{ año}$$

$$T = 26.69 \text{ semanas}$$

$$R = D * L$$

$$R = 9.5 \text{ Ton} * \left(\frac{18 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 3.29 \text{ Ton}$$

$$R = 9.43 \text{ Ton} * \left(\frac{18 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 3.26 \text{ Ton}$$

Respecto a los cálculos realizados, el tiempo que media entre pedidos es alrededor de 27.25 semanas para el 2020 y 26.69 semanas para el 2021. En función del cálculo del punto de reorden, cuando el inventario llegó a 3.29 toneladas en 2020 y a 3.26 toneladas en 2021, se debe emitir un nuevo pedido.

Al utilizar como base que la demanda ocurre a una tasa constante y que no es permitida la escasez, con la aplicación de las fórmulas siguientes, se determinará cuál es la cantidad óptima de pedido, el número de órdenes por año, costo de ordenar en un año, el costo total y el punto de reorden para el insumo "antimicrobiano" en los años 2020 y 2021.

Continuación anexo 4.

ANTIMICROBIANO					
AÑO	Co	D	Ch	Pc	L
2020	Q 701	9.5 Ton	Q 537	Q 48,268	8 semanas
2021	Q 701	9.43 Ton	Q 564	Q 48,268	

Cantidad óptima

2020

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 701 \cdot 9.5}{537}}$$

$$Q^* = \sqrt{24.80}$$

$$Q^* = 4.98 \text{ toneladas}$$

2021

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 701 \cdot 9.43}{564}}$$

$$Q^* = \sqrt{23.44}$$

$$Q^* = 4.84 \text{ toneladas}$$

La cantidad que debe solicitarse para minimizar los costos de inventarios en cada pedido, según el modelo EOQ es de 4.98 toneladas para el 2020 y 4.84 toneladas para el 2021.

$$\text{Número de órdenes por año} = \frac{D}{Q}$$

2020

$$Q \text{ por año} = \frac{9.5 \text{ ton}}{4.98 \text{ ton}}$$

$$Q \text{ por año} = 2$$

2021

$$Q \text{ por año} = \frac{9.43 \text{ ton}}{4.84 \text{ ton}}$$

$$Q \text{ por año} = 2$$

Costo de ordenar en un año

$$C_0 = C_0 \frac{D}{Q}$$

2020

$$C_0 = 701 * \frac{9.5 \text{ ton}}{4.98 \text{ ton}}$$

2021

$$C_0 = 701 * \frac{9.43 \text{ ton}}{4.84 \text{ ton}}$$

Continuación anexo 4.

$$C_0 = Q1,337$$

$$C_0 = Q1,366$$

De acuerdo con el modelo EOQ se deben realizar dos pedidos en el año para cubrir la demanda del año 2020, lo cual implica un costo de ordenar de Q1,337 y dos pedidos en el año para cubrir la demanda del año 2021, con un costo de ordenar de Q1,366.

Costo total

$$CT(Q) = C_0 \frac{D}{Q} + DC_p + \frac{Q}{2} C_h$$

Año 2020

$$CT(Q) = Q701 \frac{9.5 \text{ Ton}}{4.98 \text{ Ton}} + 9.5 \text{ Ton} * Q48,268 + \frac{4.98 \text{ Ton}}{2} Q537$$

$$CT(Q) = Q1,337 + Q458,546 + Q1,337$$

$$CT(Q) = Q461,220$$

Año 2021

$$CT(Q) = Q701 \frac{9.43 \text{ Ton}}{4.84 \text{ Ton}} + 9.43 \text{ Ton} * Q48,268 + \frac{4.84 \text{ Ton}}{2} Q564$$

$$CT(Q) = Q1,366 + Q455,167 + Q1,365$$

$$CT(Q) = Q457,898$$

Continuación anexo 4.

Punto de reorden

$$T = \frac{Q}{D}$$

2019

$$T = \frac{4.98 \text{ Ton}}{9.5 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.52 \text{ año}$$

$$T = 27.25 \text{ semanas}$$

2018

$$T = \frac{4.84 \text{ Ton}}{9.43 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.51 \text{ año}$$

$$T = 26.69 \text{ semanas}$$

$$R = D * L$$

$$R = 9.5 \text{ Ton} * \left(\frac{8 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 1.46 \text{ Ton}$$

$$R = 9.43 \text{ Ton} * \left(\frac{8 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 1.45 \text{ Ton}$$

Respecto a los cálculos realizados, el tiempo que media entre pedidos es alrededor de 27.25 semanas para el 2020 y 26.69 semanas para el 2021. En función del cálculo del punto de reorden, cuando el inventario llegó a 1.46 toneladas en 2020 y a 1.45 toneladas en 2021, se debe emitir un nuevo pedido.

Anexo 5. Avicultura guatemalteca: líder en el sector agropecuario y garante de la seguridad alimentaria

TENDENCIA 28 May 2020

Avicultura guatemalteca: líder en el sector agropecuario y garante de la seguridad alimentaria

DESCARGAR PDF

En esta semana, tuvimos el privilegio de contar en nuestra entrevista con **María del Rosario P. de Falla**, quien tiene una trayectoria de 42 años vinculada a la **avicultura guatemalteca**, actualmente por séptimo año periodo consecutivo es la **Presidenta de la Asociación Nacional de Avicultores, ANAVI**. Además, pertenece al Directorio de la Federación de Avicultores de Centroamérica y El Caribe, FEDAVICAC, y al Directorio de la Asociación Latinoamericana de Avicultores, ALA.

En la entrevista **María del Rosario** nos relató que **Guatemala es un país que tiene aproximadamente 17 millones de habitantes, con una participación cercana al 50% de indígenas, quienes producen su propia avicultura en sus casas (traspatio)**. Por lo tanto, la **avicultura se distribuye en 40% de engorde tecnificado, 40% de traspatio y 20% de huevos**. En números, lo anterior se traduce en **27 millones de aves engorde, 26 millones de aves de traspatio, 10 millones aves de ponedoras y 2 millones de aves de reemplazo**. En cuanto a la **producción de carne de pollo es de 990.000 millones de libras y de huevos 3.300 millones anuales**.

https://avicultura.info/avicultura-guatemala-lider-sector-ganadero-garante-seguridad-alimentaria/

Con respecto al coronavirus, la representante de ANAVI informó que Guatemala está en confinamiento. Ante esta situación, explicó que el gobierno ha creado ventanas para toda la industria agroalimentaria, otorgando permisos para laborar y poder tener circulación para las unidades de reparto y, por lo cual, está siendo bastante bien controlado el tema de distribución. Sin embargo, el consumo de pollo se ha contraído en cerca de 20%, tras el cierre de restaurantes, hoteles, catering, etc. Mientras que en el consumo de huevo no hubo desabastecimiento, desde el punto de vista de María del Rosario “Lo que antes manejábamos en inventarios de granjas, bodegas o supermercados paso al inventario de casa”, actualmente la demanda se está regularizando. Además, manifestó que los productores pertenecientes a ANAVI mantuvieron los precios del pollo y el

Esta web usa cookies para mejorar tu experiencia. Asumiremos que estás de acuerdo con ellas, aunque, si lo deseas, puedes rechazarlas. [Leer más](#)

Fuente: <https://avicultura.info/avicultura-guatemala-lider-sector-ganadero-garante-seguridad-alimentaria>

Anexo 6. Aplicación del modelo determinístico a la proyección de consumo de materias primas, con la reducción del 20% producto de la pandemia.

Al utilizar como base que la demanda ocurre a una tasa constante y que no es permitida la escasez, con la aplicación de las fórmulas siguientes, se determinará cuál es la cantidad óptima de pedido, el número de órdenes por año, costo de ordenar en un año, el costo total y el punto de reorden para el insumo “harina de granos” en los años 2020 y 2021.

HARINA DE GRANOS					
AÑO	Co	D	Ch	Pc	L
2020	Q 701	876 Ton	Q 537	Q 3,630	2 semanas
2021	Q 701	816 Ton	Q 564	Q 3,630	

Cantidad óptima

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 701 \cdot 876}{537}}$$

$$Q^* = \sqrt{2,287.06}$$

$$Q^* = 47.82 \text{ toneladas}$$

2021

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 701 \cdot 816}{564}}$$

$$Q^* = \sqrt{2,028.42}$$

$$Q^* = 45.03 \text{ toneladas}$$

La cantidad que debe solicitarse para minimizar los costos de inventarios en cada pedido, según el modelo EOQ es de 47.82 toneladas para el 2020 y 45.03 toneladas para el 2021.

$$\text{Número de órdenes por año} = \frac{D}{Q}$$

2020

$$Q \text{ por año} = \frac{876}{47.82}$$

$$Q \text{ por año} = 18$$

2021

$$Q \text{ por año} = \frac{816}{45.03}$$

$$Q \text{ por año} = 18$$

Continuación anexo 6.

Costo de ordenar en un año

$$C_0 = C_0 \frac{D}{Q}$$

$$2020$$

$$C_0 = Q701 * \frac{876}{47.82}$$

$$C_0 = Q12,841$$

$$2021$$

$$C_0 = Q701 * \frac{816}{45.03}$$

$$C_0 = Q12,703$$

De acuerdo con el modelo EOQ se deben realizar dieciocho pedidos en el año para cubrir la demanda del año 2020, lo cual implica un costo de ordenar de Q12,841 y dieciocho pedidos en el año para cubrir la demanda del año 2021 con un costo de ordenar de Q12,703.

Costo total

$$CT(Q) = C_0 \frac{D}{Q} + DC_p + \frac{Q}{2} C_h$$

Año 2020

$$CT(Q) = Q701 \frac{876 \text{ Ton}}{47.82 \text{ Ton}} + 876 \text{ Ton} * Q3,630 + \frac{47.82 \text{ Ton}}{2} Q537$$

$$CT(Q) = Q12,841 + Q3,179,880 + Q12,839$$

$$CT(Q) = Q3,205,560$$

Año 2021

$$CT(Q) = Q701 \frac{816 \text{ Ton}}{45.03 \text{ Ton}} + 816 \text{ Ton} * Q3,630 + \frac{45.03 \text{ Ton}}{2} Q564$$

$$CT(Q) = Q12,703 + Q2,962,080 + Q12,698$$

$$CT(Q) = Q2,987,481$$

$$T = \frac{Q}{D}$$

Continuación anexo 6.

2020

$$T = \frac{47.82 \text{ Ton}}{876 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.054 \text{ año}$$

$$T = 2.84 \text{ semanas}$$

2021

$$T = \frac{45.03 \text{ Ton}}{816 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.055 \text{ año}$$

$$T = 2.87 \text{ semanas}$$

$$R = D * L$$

$$R = 876 \text{ Ton} * \left(\frac{2 \text{ sem}}{52 \text{ sem}} \right)$$

$$R = 33.69 \text{ Ton}$$

$$R = 816 \text{ Ton} * \left(\frac{2 \text{ sem}}{52 \text{ sem}} \right)$$

$$R = 31.38 \text{ Ton}$$

Respecto a los cálculos realizados, el tiempo que media entre pedidos es alrededor de 2.84 semanas para el 2020 y 2.87 semanas para el 2021. En función del cálculo del punto de reorden, cuando el inventario llegó a 33.69 toneladas en 2020 y a 31.38 toneladas en 2021, se debe emitir un nuevo pedido.

Al tomar como base que la demanda ocurre a una tasa constante y que no es permitida la escasez, con la aplicación de las fórmulas siguientes, se determinará cuál es la cantidad óptima de pedido, el número de órdenes por año, costo de ordenar en un año, el costo total y el punto de reorden para el insumo "enzimas" en los años 2020 y 2021.

ENZIMAS					
AÑO	Co	D	Ch	Pc	L
2020	Q 701	32.06 Ton	Q 537	Q 157,080	12 semanas
2021	Q 701	29.87 Ton	Q 564	Q 157,080	

Continuación anexo 6.

Cantidad óptima

2020

2021

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 701 \cdot 32.06}{537}}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 701 \cdot 29.87}{564}}$$

$$Q^* = \sqrt{83.70}$$

$$Q^* = \sqrt{74.25}$$

$$Q^* = 9.15 \text{ toneladas}$$

$$Q^* = 8.62 \text{ toneladas}$$

La cantidad que debe solicitarse para minimizar los costos de inventarios en cada pedido, según el modelo EOQ es de 9.15 toneladas para el 2020 y 8.62 toneladas para el 2021.

$$\text{Número de órdenes por año} = \frac{D}{Q}$$

2020

2021

$$Q \text{ por año} = \frac{32.06 \text{ ton}}{9.15 \text{ ton}}$$

$$Q \text{ por año} = \frac{29.87 \text{ ton}}{8.62 \text{ ton}}$$

$$Q \text{ por año} = 4$$

$$Q \text{ por año} = 4$$

Costo de ordenar en un año

$$C_0 = C_0 \frac{D}{Q}$$

2020

2021

$$C_0 = 701 * \frac{32.06 \text{ ton}}{9.15 \text{ ton}}$$

$$C_0 = 701 * \frac{29.87 \text{ ton}}{8.62 \text{ ton}}$$

$$C_0 = Q2,456$$

$$C_0 = Q2,429$$

De acuerdo con el modelo EOQ, se deben realizar cuatro pedidos en el año para cubrir la demanda del año 2020, lo cual implica un costo de ordenar de Q2,456 y cuatro pedidos en el año para cubrir la demanda del año 2021, con un costo de ordenar de Q2,429.

Continuación anexo 6.

Costo total

$$CT(Q) = C_0 \frac{D}{Q} + DC_p + \frac{Q}{2} C_h$$

Año 2020

$$CT(Q) = Q701 \frac{32.06 \text{ Ton}}{9.15 \text{ Ton}} + 32.06 \text{ Ton} * Q157,080 + \frac{9.15 \text{ Ton}}{2} Q537$$

$$CT(Q) = Q2,456 + Q5,035,985 + Q2,457$$

$$CT(Q) = Q5,040,898$$

Año 2021

$$CT(Q) = Q701 \frac{29.87 \text{ Ton}}{8.62 \text{ Ton}} + 29.87 \text{ Ton} * Q157,080 + \frac{8.62 \text{ Ton}}{2} Q564$$

$$CT(Q) = Q2,429 + Q4,691,980 + Q2,431$$

$$CT(Q) = Q4,696,840$$

Punto de reorden

$$T = \frac{Q}{D}$$

2020

$$T = \frac{9.15 \text{ Ton}}{32.06 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.285 \text{ año}$$

$$T = 14.84 \text{ semanas}$$

2021

$$T = \frac{8.62 \text{ Ton}}{29.87 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.288 \text{ año}$$

$$T = 15 \text{ semanas}$$

$$R = D * L$$

$$R = 32.06 \text{ Ton} * \left(\frac{12 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 7.4 \text{ Ton}$$

$$R = 29.87 \text{ Ton} * \left(\frac{12 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 6.89 \text{ Ton}$$

Continuación anexo 6.

Respecto a los cálculos realizados, el tiempo que media entre pedidos es alrededor de 14.84 semanas para el 2020 y 15 semanas para el 2021. En función del cálculo del punto de reorden, cuando el inventario llegó a 7.4 toneladas en 2020 y a 6.89 toneladas en 2021, se debió emitir un nuevo pedido.

Al tomar como base que la demanda ocurre a una tasa constante y que no es permitida la escasez, con la aplicación de las fórmulas siguientes, se determinará cuál es la cantidad óptima de pedido, el número de órdenes por año, costo de ordenar en un año, el costo total y el punto de reorden para el insumo “antioxidante” en los años 2020 y 2021.

ANTIOXIDANTE					
AÑO	Co	D	Ch	Pc	L
2020	Q 701	8.1 Ton	Q 537	Q 87,263	18 semanas
2021	Q 701	7.54 Ton	Q 564	Q 87,263	

Cantidad óptima

2020

2021

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 701 \cdot 8.1}{537}}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 701 \cdot 7.54}{564}}$$

$$Q^* = \sqrt{21.14}$$

$$Q^* = \sqrt{18.74}$$

$$Q^* = 4.6 \text{ toneladas}$$

$$Q^* = 4.33 \text{ toneladas}$$

La cantidad que debe solicitarse para minimizar los costos de inventarios en cada pedido, según el modelo EOQ es de 4.6 toneladas para el 2020 y 4.33 toneladas para el 2021.

$$\text{Número de órdenes por año} = \frac{D}{Q}$$

Continuación anexo 6.

2020

$$Q \text{ por año} = \frac{8.1 \text{ ton}}{4.6 \text{ ton}}$$

$$Q \text{ por año} = 2$$

2021

$$Q \text{ por año} = \frac{7.54 \text{ ton}}{4.33 \text{ ton}}$$

$$Q \text{ por año} = 2$$

Costo de ordenar en un año

$$C_0 = C_0 \frac{D}{Q}$$

2020

$$C_0 = Q701 * \frac{8.1 \text{ ton}}{4.6 \text{ ton}}$$

$$C_0 = Q1,234$$

2021

$$C_0 = Q701 * \frac{7.54 \text{ ton}}{4.33 \text{ ton}}$$

$$C_0 = Q1,221$$

Costo total

$$CT(Q) = C_0 \frac{D}{Q} + DC_p + \frac{Q}{2} C_h$$

Año 2020

$$CT(Q) = Q701 \frac{8.1 \text{ Ton}}{4.6 \text{ Ton}} + 8.1 \text{ Ton} * Q87,363 + \frac{4.6 \text{ Ton}}{2} Q537$$

$$CT(Q) = Q1,234 + Q707,640 + Q1,235$$

$$CT(Q) = Q710,109$$

Año 2021

$$CT(Q) = Q701 \frac{7.54 \text{ Ton}}{4.33 \text{ Ton}} + 7.54 \text{ Ton} * Q87,363 + \frac{4.33 \text{ Ton}}{2} Q564$$

$$CT(Q) = Q1,221 + Q658,717 + Q1,221$$

$$CT(Q) = Q661,159$$

Continuación anexo 6.

Punto de reorden

$$T = \frac{Q}{D}$$

2020

$$T = \frac{4.6 \text{ Ton}}{8.1 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.567 \text{ año}$$

$$T = 29.53 \text{ semanas}$$

2021

$$T = \frac{4.33 \text{ Ton}}{7.54 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.574 \text{ año}$$

$$T = 29.86 \text{ semanas}$$

$$R = D * L$$

$$R = 8.1 \text{ Ton} * \left(\frac{18 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 2.8 \text{ Ton}$$

$$R = 7.54 \text{ Ton} * \left(\frac{18 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 2.61 \text{ Ton}$$

Respecto a los cálculos realizados, el tiempo que media entre pedidos es alrededor de 29.53 semanas para el 2020 y 29.86 semanas para el 2021. En función del cálculo del punto de reorden, cuando el inventario llegó a 2.8 toneladas en 2020 y a 2.61 toneladas en 2021, se debe emitir un nuevo pedido.

Al utilizar como base que la demanda ocurre a una tasa constante y que no es permitida la escasez, con la aplicación de las fórmulas siguientes, se determinará cuál es la cantidad óptima de pedido, el número de órdenes por año, costo de ordenar en un año, el costo total y el punto de reorden para el insumo "antimicrobiano" en los años 2020 y 2021.

Continuación anexo 6.

ANTIMICROBIANO					
AÑO	Co	D	Ch	Pc	L
2020	Q 701	8.1 Ton	Q 537	Q 48,268	8 semanas
2021	Q 701	7.54 Ton	Q 564	Q 48,268	

Cantidad óptima

2020

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 701 \cdot 8.1}{537}}$$

$$Q^* = \sqrt{21.14}$$

$$Q^* = 4.60 \text{ toneladas}$$

2021

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 701 \cdot 7.54}{564}}$$

$$Q^* = \sqrt{18.74}$$

$$Q^* = 4.33 \text{ toneladas}$$

La cantidad que debe solicitarse para minimizar los costos de inventarios en cada pedido, según el modelo EOQ es de 4.60 toneladas para el 2020 y 4.33 toneladas para el 2021.

$$\text{Número de órdenes por año} = \frac{D}{Q}$$

2020

$$Q \text{ por año} = \frac{8.1 \text{ ton}}{4.60 \text{ ton}}$$

$$Q \text{ por año} = 2$$

2021

$$Q \text{ por año} = \frac{7.54 \text{ ton}}{4.33 \text{ ton}}$$

$$Q \text{ por año} = 2$$

Costo de ordenar en un año

$$C_0 = C_0 \frac{D}{Q}$$

2020

$$C_0 = 701 * \frac{8.1 \text{ ton}}{4.6 \text{ ton}}$$

2021

$$C_0 = 701 * \frac{7.54 \text{ ton}}{4.33 \text{ ton}}$$

Continuación anexo 6.

$$C_0 = Q1,234$$

$$C_0 = Q1,221$$

De acuerdo con el modelo EOQ se deben realizar dos pedidos en el año para cubrir la demanda del año 2020, lo cual implica un costo de ordenar de Q1,234 y dos pedidos en el año para cubrir la demanda del año 2021, con un costo de ordenar de Q1,221.

Costo total

$$CT(Q) = C_0 \frac{D}{Q} + DC_p + \frac{Q}{2} C_h$$

Año 2020

$$CT(Q) = Q701 \frac{8.1 \text{ Ton}}{4.6 \text{ Ton}} + 8.1 \text{ Ton} * Q48,268 + \frac{4.6 \text{ Ton}}{2} Q537$$

$$CT(Q) = Q1,234 + Q390,971 + Q1,235$$

$$CT(Q) = Q393,440$$

Año 2021

$$CT(Q) = Q701 \frac{7.54 \text{ Ton}}{4.33 \text{ Ton}} + 7.54 \text{ Ton} * Q48,268 + \frac{4.33 \text{ Ton}}{2} Q564$$

$$CT(Q) = Q1,221 + Q363,941 + Q1,221$$

$$CT(Q) = Q366,383$$

Continuación anexo 6.

Punto de reorden

$$T = \frac{Q}{D}$$

2019

$$T = \frac{4.6 \text{ Ton}}{8.1 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.567 \text{ año}$$

$$T = 29.53 \text{ semanas}$$

2018

$$T = \frac{4.33 \text{ Ton}}{7.54 \text{ Ton}}$$

$$T = 0.574 \text{ año}$$

$$T = 29.86 \text{ semanas}$$

$$R = D * L$$

$$R = 8.1 \text{ Ton} * \left(\frac{8 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 1.25 \text{ Ton}$$

$$R = 7.54 \text{ Ton} * \left(\frac{8 \text{ sem}}{52 \text{ sem}}\right)$$

$$R = 1.16 \text{ Ton}$$

Respecto a los cálculos realizados, el tiempo que media entre pedidos es alrededor de 29.53 semanas para el 2020 y 29.86 semanas para el 2021. En función del cálculo del punto de reorden, cuando el inventario llegó a 1.25 toneladas en 2020 y a 1.16 toneladas en 2021, se debe emitir un nuevo pedido.

INDICE DE FIGURAS

No.	Título	Página
Figura 1	<i>Estructura del Modelo Economic Order Quantity (EOQ)</i>	20
Figura 2	<i>Gráfica de costos según modelo EOQ</i>	25
Figura 3	<i>Gráfica de producción de harinas por año</i>	54
Figura 4	<i>Gráfica punto de reorden 2019</i>	58
Figura 5	<i>Gráfica punto de reorden 2018</i>	59
Figura 6	<i>Proyección de producción 2020 y 2021</i>	71

INDICE DE TABLAS

No.	Título	Página
Tabla 1	<i>Costo administrativo de bodega</i>	39
Tabla 2	<i>Costo de gestión de compra</i>	40
Tabla 3	<i>Cálculo del costo de ordenar</i>	40
Tabla 4	<i>Costo de órdenes realizadas</i>	41
Tabla 5	<i>Valuación de compras</i>	42
Tabla 6	<i>Inventario promedio</i>	43
Tabla 7	<i>Depreciaciones</i>	44
Tabla 8	<i>Servicio de intendencia</i>	45
Tabla 9	<i>Cálculo de costo de almacenaje</i>	45
Tabla 10	<i>Cálculo del costo total de mantenimiento</i>	46
Tabla 11	<i>Costo total de mantenimiento 2019</i>	46
Tabla 12	<i>Costo total de mantenimiento 2018</i>	47
Tabla 13	<i>Costo total de manejo de inventarios 2019</i>	47
Tabla 14	<i>Costo total de manejo de inventarios 2018</i>	47
Tabla 15	<i>Costo de escasez</i>	48
Tabla 16	<i>Costo total de inventarios, más costo de escasez</i>	49
Tabla 17	<i>Validación de supuestos para la aplicación del modelo EOQ</i>	53
Tabla 18	<i>Consumo comparativo de insumos para harinas animales</i>	53
Tabla 19	<i>Valoración de unidades consumidas, 2019</i>	54
Tabla 20	<i>Valoración de unidades consumidas, 2018</i>	55
Tabla 21	<i>Variables para el cálculo de la cantidad óptima de pedido</i>	55
Tabla 22	<i>Variables para el cálculo de la cantidad óptima de pedido</i>	59
Tabla 23	<i>Variables para el cálculo de la cantidad óptima de pedido</i>	62
Tabla 24	<i>Variables para el cálculo de la cantidad óptima de pedido</i>	64
Tabla 25	<i>Cantidad económica de pedido, número de pedidos y punto de reorden</i>	67
Tabla 26	<i>Costo total de inventarios 2019</i>	67
Tabla 27	<i>Cantidad económica de pedido, número de pedidos y punto de reorden</i>	67
Tabla 28	<i>Costo total de inventarios 2018</i>	68

Tabla 29 <i>Análisis comparativo de resultados 2019</i>	68
Tabla 30 <i>Análisis comparativo de resultados 2018</i>	69
Tabla 31 <i>Determinación del ahorro al aplicar el modelo determinístico</i>	69
Tabla 32 <i>Proyección de consumo de materias primas</i>	71
Tabla 33 <i>Proyección de cantidad económica de pedido, número de pedidos y punto de reorden</i>	72
Tabla 34 <i>Proyección de cantidad económica de pedido, número de pedidos y punto de reorden</i>	72
Tabla 35 <i>Proyección del costo total de inventarios 2020</i>	73
Tabla 36 <i>Proyección del costo total de inventarios 2021</i>	73
Tabla 37 <i>Proyección de consumo de materias primas proyección con reducción del 20%</i>	74
Tabla 38 <i>Proyección de cantidad económica de pedido, número de pedidos y punto de reorden con reducción del 20%</i>	75
Tabla 39 <i>Proyección de cantidad económica de pedido, número de pedidos y punto de reorden con reducción del 20%</i>	75
Tabla 40 <i>Proyección del costo total de inventarios 2020 con reducción del 20%</i>	75
Tabla 41 <i>Proyección del costo total de inventarios 2021 con reducción del 20%</i>	76