

PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS EN EL CENTRO DE INMUNOLOGÍA MOLECULAR APLICANDO EL MODELO DE REFERENCIA DE LOS INVENTARIOS*

LEISY ALEMÁN DE LA TORRE

<http://orcid.org/0000-0002-2581-572X>

Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Facultad de
Ingeniería Industrial, La Habana, Cuba

YULIEN MORALES HERNÁNDEZ

<http://orcid.org/0000-0003-2073-4688>

Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Facultad de
Ingeniería Industrial, La Habana, Cuba

Daimeé Padilla Aguiar**

<http://orcid.org/0000-0003-3426-0217>

Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Facultad de
Ingeniería Industrial, La Habana, Cuba

Recibido: 8 de agosto del 2023 / Aceptado: 6 de septiembre del 2023

doi: <https://doi.org/10.26439/ing.ind2023.n45.6574>

RESUMEN. La investigación se desarrolla en el Centro de Inmunología Molecular (CIM), institución biotecnológica cubana dedicada a la investigación básica, el desarrollo y la fabricación de productos para el tratamiento contra el cáncer y otras enfermedades autoinmunes. En este artículo se aborda como problemática la deficiente gestión de los inventarios en las empresas, como consecuencia en gran medida de la inexistencia de procedimientos que permiten el buen desempeño del proceso logístico. El objetivo de la investigación es implementar el procedimiento de gestión de inventarios, el cual permite planificar, gestionar y controlar los inventarios necesarios sin afectar el nivel de los servicios, basado en el análisis de indicadores, descripción de los flujos logísticos y la aplicación del modelo de referencia de los inventarios (MRI_{Inv}). Para ello, se utilizaron diferentes técnicas y herramientas, como entrevistas, observación directa, encuestas, análisis documental, *software* estadístico Minitab y el método ABC. Como resultado se

* Este estudio no fue financiado por ninguna entidad.

** Autor corresponsal.

Correos electrónicos en orden de aparición: leisy@cim.sld.cu; yulien@cim.sld.cu; padilladaimee@gmail.com

obtuvo la aplicación del procedimiento para gestionar los inventarios, que consta de diez pasos que permiten realizar la gestión de manera organizada.

PALABRAS CLAVE: planificación / gestión de inventarios / procedimiento / indicadores

INVENTORY MANAGEMENT PROCEDURE AT THE MOLECULAR IMMUNOLOGY CENTER USING THE INVENTORY REFERENCE MODEL

ABSTRACT. The research was carried out at the Molecular Immunology Center (CIM), a Cuban biotechnological institution dedicated to basic research, development, and manufacture of products for the treatment of cancer and other autoimmune diseases. The research problem addressed the poor management of inventories in companies, which is largely a consequence of the lack of procedures that enable the good performance of the logistics process. The objective of the research was the implementation of the inventory management procedure aimed at planning, managing, and controlling the necessary inventories without affecting the quality of the services, based on the analysis of indicators, description of logistics flows, and application of the Inventory Reference Model (MRI_{Inv}). Different techniques and tools—including interviews, direct observation, surveys, documentary analysis, Minitab statistical software, and ABC analysis—were used. The result was the implementation of the inventory management procedure, which consisted of 10 steps that allow management to be carried out in an organized manner.

KEYWORDS: planning / inventory management / procedure / indicators

1. INTRODUCCIÓN

Las empresas enfrentan día a día un alto nivel competitivo por la globalización de los mercados para posicionar sus productos o servicios. Por ello, optimizan sus procesos para lograr disminuir sus costos y aumentar su calidad, y así proporcionar mayor valor agregado. De esta manera, elevan sus indicadores de gestión en cada proceso para alcanzar una mayor satisfacción entre sus clientes (Quiala Tamayo et al., 2018).

Ante esta situación, la gestión empresarial necesita de una adecuada gestión de los inventarios, considerando importante mantener cantidades mínimas en *stock*. Estas permiten absorber las situaciones de incertidumbre y el impacto de la variabilidad y garantizan la continuidad de todo el flujo en la cadena logística para lograr la máxima satisfacción del cliente (Acevedo Suárez & Gómez Acosta, 2015).

Por esta razón, el mantener ventajas competitivas sostenibles no solo implica una alta capacidad de producción, sino contar con mano de obra calificada, con un área de investigación y desarrollo (I+D) y con un sistema logístico flexible que permita actuar en los mercados globales exigentes, tanto en sus normativas regulatorias como en sus actividades comerciales (Dominguez Pérez et al., 2018).

Tradicionalmente, los inventarios han sido considerados como un mal necesario para garantizar la continuidad de la producción; sin embargo, es importante lograr una correcta gestión de los inventarios en las organizaciones para atender las necesidades de los clientes (Martínez González et al., 2022). La gestión de inventario es de total importancia en la eficacia de la competitividad de las empresas, por lo que se deben de aplicar nuevas prácticas y estrategias para mejorar los indicadores de competitividad (Camacho Zapata et al., 2021).

La presente investigación se desarrolló en el Centro de Inmunología Molecular (CIM), institución biotecnológica cubana de ciclo cerrado (investigación-desarrollo, producción, comercialización) que, a partir del cultivo de células superiores, orienta su investigación básica al desarrollo y fabricación de productos para el tratamiento contra el cáncer y otras enfermedades autoinmunes. El CIM se subordina a la organización superior de dirección empresarial (OSDE) BioCubaFarma (Centro de Inmunología Molecular [CIM], 2023).

Según Quiala Tamayo, la logística de entrada es la que más incidencia tiene dentro del sistema logístico, debido a que debe proporcionar oportunamente la gran diversidad y complejidad de materias primas, materiales, insumos y equipamiento para este tipo de industrias de alta tecnología en un país subdesarrollado y con las singularidades planteadas (Quiala Tamayo et al., 2018).

El poder controlar los inventarios de manera correcta con las herramientas y los procedimientos adecuados logrará beneficios en la disposición del almacén, en el orden de los materiales, en el manejo y flujo de la información, y ser así más eficientes

(Romero Agila et al., 2021). Si las empresas lo llevan a cabo, verán el futuro con grandes oportunidades y los desafíos se enfrentarán gracias a la planificación y a la mejora de los procesos, lo cual eliminará o reducirá ineficiencias (Contreras Rivadinayra et al., 2022).

En los almacenes del CIM se ha realizado el estudio en cuestión. Las investigaciones anteriores, tales como el "Diseño de un sistema de identificación de productos y su propuesta de implementación en la Dirección de SERVICIM" y la aplicación del "Modelo de aseguramiento del proceso (MAP) en SERVICIM", arrojaron una serie de problemas que provocan ineficiencias en los procesos logísticos (Rodríguez Rivero, 2018). De ello, se destaca lo siguiente:

- No está definido un método para la gestión de la demanda ni para la gestión de inventarios que garanticen altos niveles de disponibilidad y rotación.
- No se cuenta con un sistema de indicadores que permita controlar y evaluar el desempeño logístico de la entidad.
- Hay presencia de mano de obra no calificada en temas logísticos.

A partir de las deficiencias planteadas, se establece como objetivo general de la investigación: implementar el procedimiento de gestión de inventarios diseñado por Colarte Muñoz & Morales Herrera (2019) en algunos almacenes del CIM. Para el desarrollo del trabajo, se utilizaron diferentes técnicas y herramientas, tales como entrevistas, observación directa, encuestas, análisis documental, *software* estadístico Minitab y el método ABC o Pareto.

El impacto científico de la investigación radica en la obtención de un procedimiento: el de gestión de inventarios. A través de este se puede diagnosticar y evaluar la gestión de inventarios, lo que permite que sea la herramienta utilizada para su mejoramiento, con un análisis enfocado en los elementos y en las interrelaciones de los procesos que componen el sistema logístico. Además, permite reflejar la importancia de la utilización efectiva de los sistemas de *software* utilizados para gestionar los inventarios.

Como aporte social, este artículo contribuye con los esfuerzos en lograr una mayor disponibilidad de productos hacia el cliente final. Esto permite evaluar el crecimiento del indicador de rotación de inventarios y así minimizar la fabricación de productos, los cuales quedan como obsoletos debido a la mala gestión de inventarios.

2. METODOLOGÍA

La gestión de los almacenes es crítica dentro de la cadena de suministros, porque deberá de planificar, mantener y controlar los inventarios para atender y satisfacer las necesidades de los clientes (García Gómez et al., 2019; García Gómez et al., 2020). En tal sentido, la variable independiente de esta investigación —la gestión de inventarios— permitirá caracterizar y

diagnosticar la situación actual del CIM y conocer las causas y deficiencias que influyen en la deficiente gestión de sus inventarios, así como proponer un procedimiento para garantizar la planificación, reposición y control de los mismos para lograr ser eficientes. Por ello, esta es la variable dependiente del estudio.

Para la determinación de las deficiencias técnicas organizativas de la empresa, en cuanto a la gestión de inventario, se empleó la herramienta MRInvAudit del modelo de referencia de inventarios. Además, se utilizaron diferentes técnicas y herramientas, tales como entrevistas, observación directa, encuestas, análisis documental, *software* estadístico Minitab y el método ABC. Se realizó la evaluación cuantitativa para los 204 descriptores de los trece módulos pertenecientes al modelo, el cual al introducir sus respectivas puntuaciones permitió calcular automáticamente el nivel de gestión de inventario del CIM.

El procedimiento para gestionar los inventarios consta de diez pasos que permiten realizar dicha gestión de manera organizada. Para su implementación, se realizan cálculos de los pronósticos de consumo de los productos para el próximo año a partir de ecuaciones arrojadas por modelos estadísticos, específicamente ecuaciones obtenidas del *software* Minitab. Además, con el objetivo de precisar aquellos productos que tienen mayor importancia para los servicios que se brindan en el CIM, se utilizará la clasificación ABC (Pareto). Se aplica este procedimiento a los productos de mayor importancia, determinados por esta técnica, ya que los inventarios de los almacenes del CIM están diferenciados por diversas líneas de productos y una gran cantidad de ítems. A estos productos, a su vez, se les determinan los parámetros de gestión de inventarios y se determinan diez indicadores de gestión que permitirán el control de los inventarios.

2.1 Objetivo

El objetivo de este procedimiento es describir los pasos a seguir en las actividades para la gestión de inventarios en el CIM.

2.2 Alcance

El procedimiento es aplicable a todos los productos de los almacenes analizados. En el caso de estudio, se aplica a los productos de mayor importancia.

2.3 Resultados a obtener y su posterior análisis

- Demanda pronosticada de los productos
- Grupos para gestionar los productos según clasificación ABC
- Método de gestión de inventario para los productos

- Parámetros de gestión de inventarios
- Indicadores de gestión de inventarios.

2.4 Términos y definiciones

OSDE-BioCubaFarma: organización superior de desarrollo empresarial. Es la organización que dirige al CIM.

Recomplus: sistema informático automatizado implementado para la gestión de la planificación y gestión de las compras del CIM.

Inventarios: bienes tangibles que se puedan vender y los suministros necesarios para garantizar un elevado nivel de servicio al cliente.

Política de surtidos: establece la amplitud y detalles de los surtidos que mantienen en venta cada entidad, lo cual es la guía, junto con las normas de inventario, para gestionar pedidos y compras.

Producto sustituto: productos que satisfacen las mismas necesidades.

Producto compatible: productos que pueden ser utilizados simultáneamente.

2.5 Responsabilidades

- El jefe del proceso logístico es responsable de controlar la correcta ejecución del procedimiento y realizar la asignación adecuada de productos a todas las áreas que los demandan.
- El jefe de planificación es responsable de verificar que se cumplan correctamente, y en orden, cada paso para planificar la demanda de productos.
- El especialista de planificación es responsable de solicitar a las áreas que inserten los planes de demanda. Consolidar la demanda.
- El gestor de inventario es responsable de realizar el pronóstico de los productos utilizando métodos estadísticos (Minitab). Efectuar la asignación del método de gestión de inventario a cada producto, así como el cálculo de los parámetros e indicadores de gestión de inventarios y su posterior análisis.
- El especialista de compras es el responsable de confeccionar el informe de solitud de compra luego de calculados los parámetros de gestión de inventario.

2.6 Desarrollo

El procedimiento de gestión de inventarios consta de los siguientes pasos (Martínez Lopes, 2013):

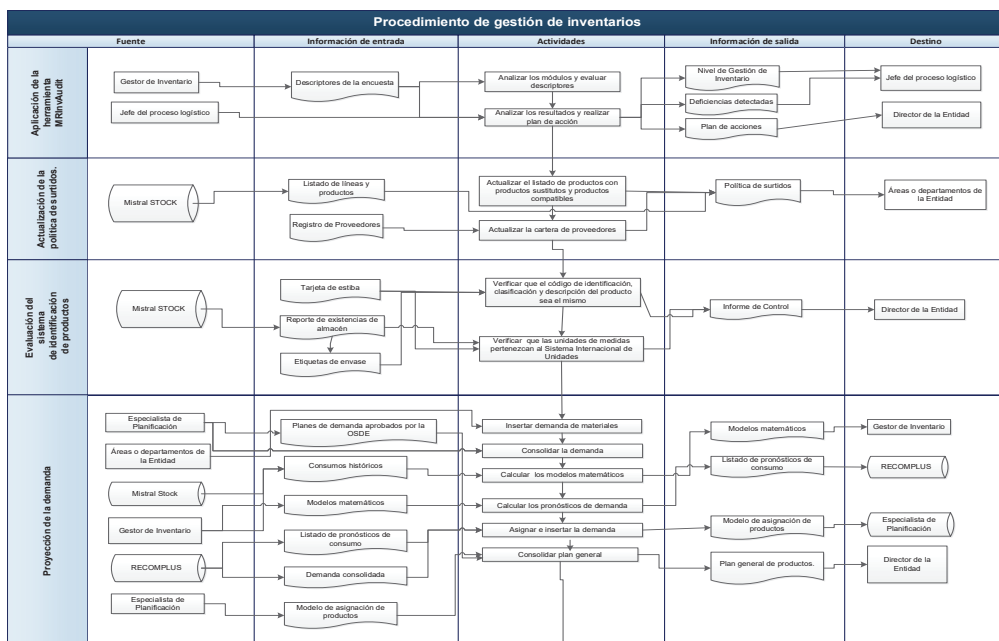
- I. Aplicación de la herramienta MRInvAudit
- II. Definición/actualización de la política de surtidos
- III. Evaluación del sistema de identificación de productos
- IV. Proyección de la demanda
- V. Establecimiento del nivel de disponibilidad
- VI. Creación de los grupos por gestionar
- VII. Asignación del método de gestión de inventario
- VIII. Cálculo de los parámetros de gestión de inventario
- IX. Cálculo y análisis de los indicadores de gestión de inventario
- X. Aplicación de la herramienta MRInvAudit

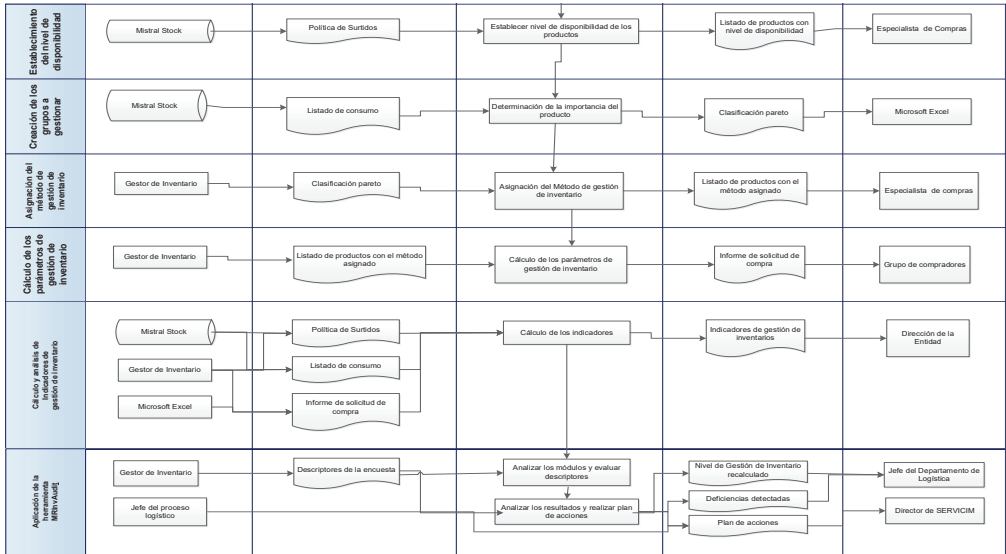
2.7 Diagrama del procedimiento

El flujo de las actividades, los actores involucrados y la información asociada a dicho procedimiento se muestran en la Figura 1.

Figura 1

Diagrama del procedimiento de gestión de inventarios





Nota. Adaptado de Colarte Muñoz y Morales Herrera (2019).

3. RESULTADOS

A continuación, se mostrarán los resultados por pasos de la aplicación del procedimiento.

Paso 1. Aplicación de la herramienta MRInvAudit

Se realizó la evaluación cuantitativa para los 204 descriptores de los trece módulos pertenecientes al modelo de referencia de los inventarios (MRInv). Al introducir las respectivas puntuaciones en el MRInvAudit, perteneciente al modelo, permitió calcular automáticamente el nivel de gestión de inventario de los almacenes de misceláneas. Luego de aplicada la encuesta, se comprobó que el sistema logístico presenta un bajo nivel de gestión de inventario (NGI), con un valor de 1,46 en una escala de 0 a 3, tal (véase la Tabla 1), debido a que el 92,31 % de los módulos del MRInv están clasificados como debilidad y que representan un cumplimiento del 49,02 %.

Tabla 1

Resultados de la aplicación de la herramienta MRInvAudit

Módulo	Módulo del modelo de referencia	Valor	Calificación del nivel de la gestión del inventario	Calificación del módulo	Porcentaje de cumplimiento de los aspectos evaluados
I	Gestión de la demanda	1,30	Bajo	Debilidad	43,33 %

II	Política de surtidos	1,40	Bajo	Debilidad	46,67 %
III	Sistema de codificación y clasificación de productos	1,60	Bajo	Debilidad	53,33 %
IV	Organización del ciclo logístico	1,90	Bajo	Debilidad	63,33 %
V	Planificación y organización de las compras	1,50	Bajo	Debilidad	50,00 %
VI	Gestión integrada de la cadena de suministro	1,65	Bajo	Debilidad	55,13 %
VII	Relaciones intraempresariales	1,86	Bajo	Debilidad	61,90 %
VIII	Registro del inventario	1,31	Bajo	Debilidad	43,59 %
IX	Planificación del inventario	1,15	Bajo	Debilidad	38,33 %
X	Gestión de almacenes	1,74	Bajo	Debilidad	57,97 %
XI	Sistemas de información	1,33	Bajo	Debilidad	36,36 %
XII	Gestión de indicadores	0,92	Bajo	Debilidad	30,56 %
XIII	Formación del personal	1,33	Muy bajo	Debilidad severa	44,44 %
XIV	Valoración total (NGI)	1,46	Bajo	Debilidad	49,02 %

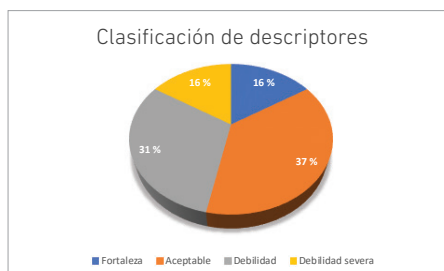
De un total de catorce módulos, trece se clasificaron como debilidad, lo que representa el 92,31 % del total, mientras que un módulo es clasificado como debilidad severa con un 7,69% (véase la Figura 2).

De 204 descriptores, 97 resultaron debilidades o debilidades severas, lo que representa un 47,55 % del total, mientras que el resto, es decir, el 52,45 % representa aspectos clasificados como aceptables o fortalezas de SERVICIM (véase la Figura 3).

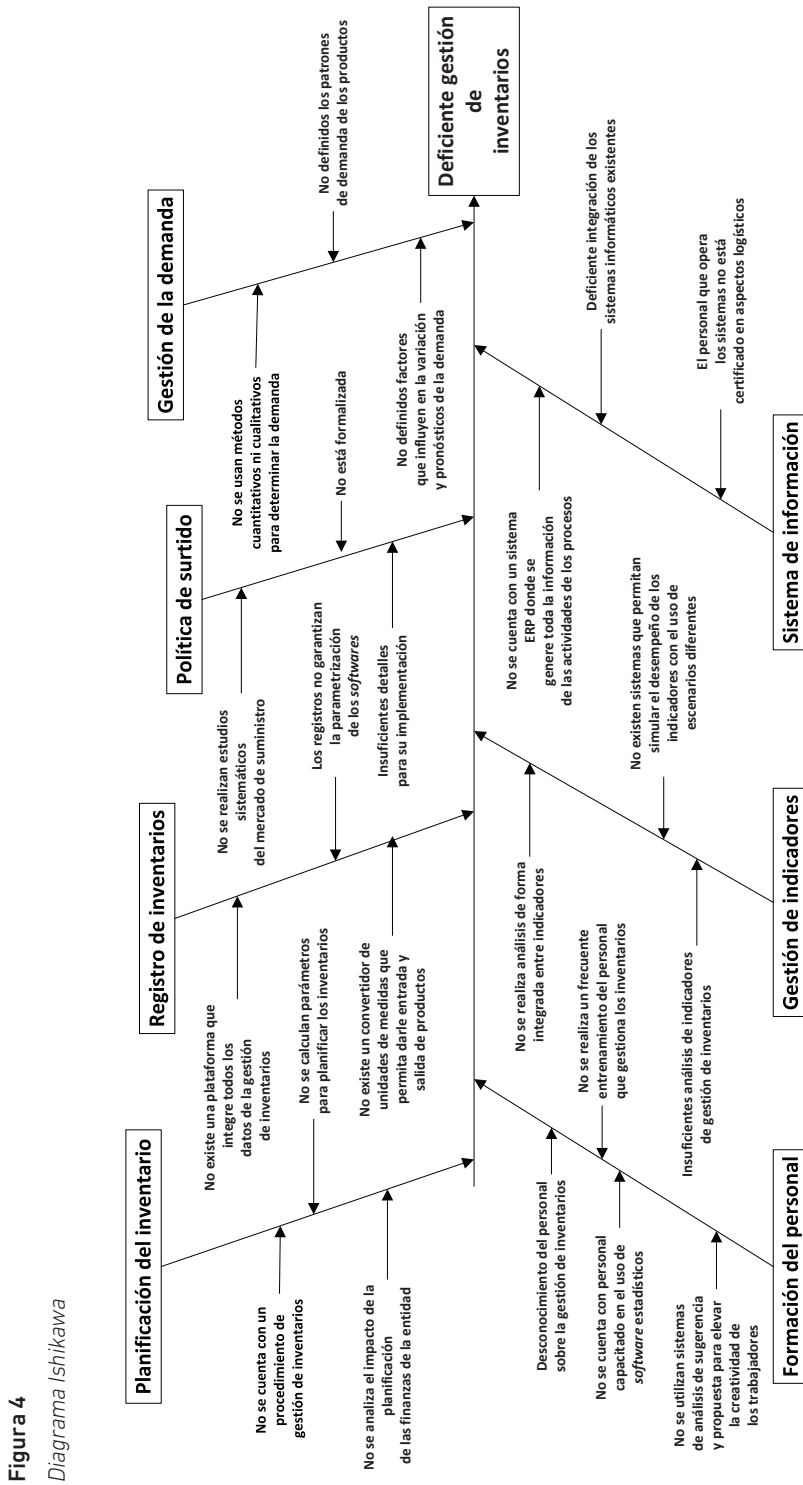
Figura 2



Figura 3



Las principales deficiencias se concentran en los módulos de gestión de la demanda, política de surtidos, gestión de indicadores, registro de inventarios, planificación del inventario, sistemas de información y formación del personal, lo cual se muestran las causas mediante el diagrama Ishikawa (ver figura 4).



Nota. Adaptado de Colarte Muñoz y Morales Herrera (2019).

Paso 2. Definición/actualización de la política de surtidos

Investigaciones realizadas acerca de la gestión de inventarios de las pymes en el sector alimentario de Colombia evidencian problemas que han permanecido en el tiempo. En Cuba, al igual que en Colombia, se analiza la situación en que la mayoría de empresas toman decisiones con modelos de gestión cualitativos complementados con su experiencia y, en menor proporción, en métodos estadísticos de pronóstico de demanda (Carreño Dueñas et al., 2019). Uno de los pasos previos al pronóstico de la demanda es la definición de la política de surtidos y, en este caso de estudio, esta constituye el punto de unión de diversas actividades del CIM, tales como las siguientes:

- *Mercadotecnia.* Están definidas veintitrés líneas de productos en los almacenes de misceláneas (material de limpieza y ropa, oficina, mantenimiento, etcétera) y las cuentas contables asociadas a esas líneas, en las cuales se les da la entrada y salida a los productos.
- *Planificación.* Se realiza anualmente por el sistema comercial RecomPlus. Se precisa la política de surtido de un nivel superior (OSDE), y así se va desvinculando en los restantes niveles, hasta llegar al nivel de punto de consumo (áreas productivas y de servicio del CIM).
- *Compras.* Se orientan las compras según necesidades descritas en la planificación y se describen los productos y servicios que se brindan, así como los diferentes proveedores asociados a la cartera de proveedores existente.

El gestor de inventario debe mantener la disponibilidad definida de los productos contenidos en la política de surtidos, siempre que el mercado lo permita. De esta manera, se actualizan las líneas de productos con productos sustitutos y compatibles, y se revisa mensualmente el comportamiento del consumo de productos para actualizar la base de datos de proveedores.

Paso 3. Evaluación del sistema de identificación de productos

La codificación industrial es la identificación de un material en la que se utiliza una serie de símbolos u otros caracteres que facilitan su trazabilidad para poder disponer de datos, como las fechas de caducidad, información del proveedor, entre otros (Calzado Mesa, 2022).

Se implementa un sistema de codificación y clasificación de productos diseñado por Rodríguez Rivero (2018). Dos veces al mes, el jefe del proceso logístico del CIM debe controlar, mediante consultas de documentos, que se cumplan los requisitos como resultado del mencionado procedimiento: el código de identificación y de clasificación del producto debe ser único en el sistema logístico; la descripción de los productos debe incluir las características distintivas del mismo; la base de datos debe estar

estandarizada según las reglas de descripción, a través del uso de las unidades de medida pertenecientes al Sistema Internacional de Unidades (Lopes Martínez et al., 2019). De acuerdo a lo expuesto, es importante que las organizaciones cuenten con las herramientas necesarias para lograr mantener un óptimo sistema de inventarios (Hernandez et al., 2021).

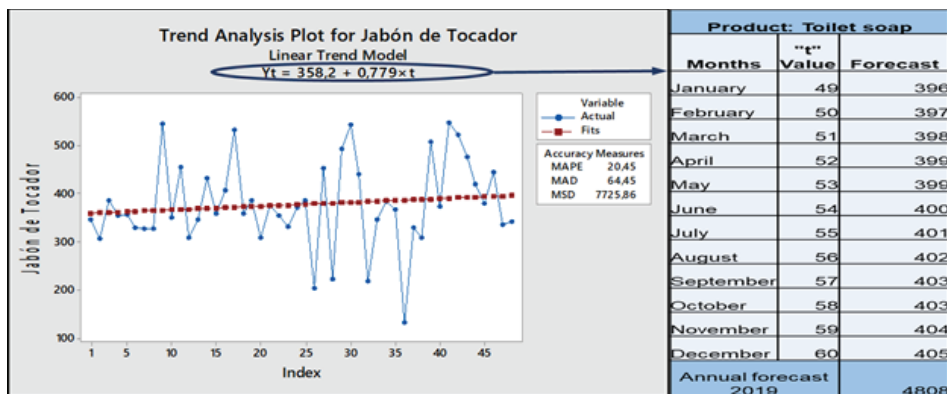
Paso 4. Proyección de la demanda

El propósito clave para todos los modelos de inventario es poder saber cuándo ordenar y cuánto del pedido, pues el inventario brinda apoyo a la organización para sobrevivir frente a los competidores (Mbohwa & Nemtajela, 2016).

Para captar la demanda del CIM, se seguirán los pasos descritos en el procedimiento: la gestión de la planificación de las compras en plaza e importaciones para la dirección de SERVICIM (Alemán de la Torre, 2016), el cual se pone en práctica con la utilización de los sistemas informáticos Mistral y RecomPlus. De este último, se utiliza el módulo “Planificación consumo”, donde se agregará un campo para insertar los cálculos de los pronósticos de consumo de los productos para el próximo año a partir de ecuaciones arrojadas por modelos estadísticos obtenidas del software Minitab, al insertar los consumos históricos de los productos del año anterior —información que se extrae del Sistema Mistral—. En la Figura 5 aparece un ejemplo del producto jabón de tocador.

Figura 5

Definición del modelo matemático según salida del software estadístico Minitab. Pronóstico de demanda



Paso 5. Establecimiento del nivel de disponibilidad

Se establece un nivel de disponibilidad para todos los productos mayor o igual al 95 %. En caso de existir algún producto que por su importancia deba garantizarse una mayor

disponibilidad, el gestor de inventario junto con el especialista en planificación y el jefe del área a la que pertenece el producto deben establecer el nuevo porcentaje de disponibilidad. La actualización de estos niveles de los productos establecidos en la política de surtido se realizará con frecuencia anual.

Paso 6. Creación de los grupos por gestionar

Con el objetivo de precisar aquellos productos que tienen mayor importancia para los servicios en el CIM, se utilizará la clasificación Pareto en los insumos del almacén de misceláneas, debido a que allí se encuentran los productos de mayor uso (material de oficina y material de limpieza y ropa). La creación de los grupos por gestionar se realizará a partir de los siguientes criterios:

- *Consumo* (cantidad vendida). Cantidad de unidades vendidas por producto en un determinado periodo.
- *Valor* (importe). Se obtiene a través de la multiplicación del precio de la mercancía por el consumo de cada producto en un determinado periodo.
- *Movimiento* (cantidad de salidas). Se obtiene a través de la cantidad de movimientos de salida de almacén de cada producto consumido en un determinado periodo.

Los productos se ordenan de forma descendente, según el criterio seleccionado (consumo, valor o movimientos) de los productos. Posteriormente, se calcula el porcentaje que representa la cantidad vendida, el importe o la cantidad de salidas del total del listado de productos, así como el porcentaje acumulado, para finalmente determinar la zona (A, B o C) a la que pertenece cada producto.

- Zona A. Los productos que representan el acumulado del 80 % del total del listado de productos.
- Zona B. Los productos que representan el acumulado comprendido entre el 80,01 % y el 95 % del total del criterio.
- Zona C. Los productos que representan el acumulado entre el 95,01 % y el 100 %.

Para la aplicación de la clasificación ABC, se utilizó el *Listado Consumo 2018* (específicamente en las líneas de limpieza y ropa y de material de oficina), que dio como resultado el siguiente: de los 1508 productos, solo trece fueron clasificados en la Zona A, respecto a los tres criterios; 14 clasificados en la Zona B, respecto a los tres criterios; y el resto, 1481 clasificados, en la Zona C. Entonces, el método ABC se aplicará por el gestor de inventarios con una frecuencia anual, mientras que la aplicación de los pasos restantes del procedimiento se realizará con los productos ubicados en la Zona A.

Los resultados del ABC, con la distribución de los productos en estas tres jerarquías, mostraron cuales eran los productos críticos causantes de la mayor proporción en costos, para tener así una mejor visión de sus comportamientos en el futuro (López Rodríguez & Galarreta Oliveros, 2018).

Paso 7. Asignación del método de gestión de inventario

Para la clasificación de inventarios, la revisión de la literatura muestra que se utilizan aproximaciones de modelamiento matemático para establecer las familias de los productos utilizando una de ellas: la metodología ABC. En este sentido, se podrían aplicar diversas formas de clasificar los productos, pero el objetivo es que al hacerlo responda a las necesidades del negocio (Adolfo, 2020).

A partir de los criterios de los especialistas y del análisis de los criterios de selección antes vistos en el análisis Pareto, se procede a decidir qué método de gestión de inventarios se debe utilizar. En este caso, se analizarán los productos de mayor importancia (Zona A), los cuales incluyen productos que se les aplica los métodos de gestión "frecuencia fija" y "a pedido". En el caso de los productos con frecuencia fija, son aquellos que son de uso muy recurrente, por lo que es necesario que se establezca una frecuencia fija donde se revisan las existencias en almacén y, en dependencia de estas, se realiza el pedido al proveedor. En cuanto a los productos que se gestionan a pedido, esto se debe a que su uso es esporádico o eventual, por lo que cuando surge la necesidad de su uso, se realiza el pedido al proveedor.

Paso 8. Cálculo de los parámetros de gestión de inventario

El cálculo de los parámetros de gestión de inventario depende del método de gestión de inventario de cada producto. Para los productos que se gestionan a pedido, no se calculan los parámetros de gestión de inventario; por ello, cuando surge la necesidad de alguno de estos, se gestiona directo con el proveedor. Por tanto, solo se realiza el cálculo de los parámetros a los productos de la Zona A, a los que se les aplica la frecuencia fija.

Cálculo de la demanda anual

La demanda quedará determinada por el análisis de la comparación entre la demanda de las áreas y el pronóstico de demanda ya definido.

Determinación del costo de efectuar un pedido o lanzamiento (dólar por pedido)

- Determinación de la cantidad de pedidos realizados en el periodo por analizar.
- Determinación de los gastos y criterios de agrupamiento de las partidas de gastos. Deben analizarse los costos de gestión del pedido y las partidas de gasto que corresponden a cada uno.

$$CF = \frac{\text{Gastos anuales de efectuar un pedido}}{\text{Cantidad de pedidos al año}}$$

Determinación del ciclo de gestión de un pedido (días)

El ciclo de gestión de los pedidos se calculará mediante el método de estimaciones. Este método tiene en cuenta tres escenarios:

- Tiempo optimista (a). Es el menor tiempo en que el proveedor puede responder al pedido.
- Tiempo más probable (b). Es el tiempo que normalmente demora el proveedor en responder al pedido.
- Tiempo pesimista (c). Es el mayor tiempo que demora el proveedor para responder al pedido.

Pasos para calcular el ciclo de gestión de los pedidos:

1. Fijación del nivel de servicio deseado en el ciclo de gestión del pedido para cada grupo proveedor.

Teniendo en cuenta el criterio del especialista de compras, se definió que el nivel de servicio que se requiere es del 95 %. El valor de la constante K_s correspondiente a un nivel de servicio del 95 % es 1,64, según el estadígrafo de la distribución normal acumulada.

2. Definir para cada proveedor:

a = tiempo optimista

b = tiempo más probable

c = tiempo pesimista

3. Determinación de la duración promedio del ciclo de gestión de cada grupo de proveedores.

$$X_{\text{med}} = (a + 4 * b + c) / 6$$

4. Determinación de la desviación típica de la duración del ciclo de gestión

$$\text{sigma} = (c - a) / 6$$

5. Cálculo de la duración del ciclo de gestión de cada grupo de proveedores (L)

$$L = X_{\text{med}} + K_s * \text{sigma}$$

6. Cálculo de los parámetros estadísticos de la duración del ciclo de gestión de cada grupo de proveedores.

Debe calcularse el nivel de estabilidad del ciclo de gestión de los pedidos de compra de cada proveedor. Para ello, puede utilizarse la expresión siguiente:

$$Es = 1 - (\sigma / X_{med})$$

La estabilidad calculada representa la variabilidad del ciclo con respecto a la duración promedio calculada. Los valores de estabilidad deben estar por encima de 0,7 para considerar aceptable el comportamiento del proveedor. Se debe expresar en porcentaje.

Determinación de la tasa anual del costo de almacenaje

$$\text{tasa de interés} + \frac{\text{pérdidas anuales}}{\text{inventario promedio}} + \frac{\text{gastos generales}}{\text{inventario promedio}}$$

Cálculo de los parámetros de gestión de inventario

Para determinar estos parámetros se revisan los inventarios con una frecuencia determinada (NE) para comprobar la cantidad de existencias. Se realiza la orden de un pedido igual al inventario objetivo o máximo, menos la posición de existencias (inventario actual más lote en tránsito). Esto trae como consecuencia que, después de cada revisión, la cantidad a reaprovisionar pueda ser diferente debido a las variaciones aleatorias en la demanda. El cálculo de los parámetros se realiza en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, donde se programaron las fórmulas del método de gestión de inventario y se obtuvo los parámetros correspondientes para cada producto (véase la Tabla 2).

Cálculo del tamaño del lote óptimo (Q)

Este tamaño del lote solo se emplea para estimar la frecuencia de revisión del inventario.

$$Q_{\text{óptimo}} = (2 * \sum Di * Cf / P_{\text{prom}} * I) * 1/2$$

Q: Cantidad de artículos que conforman el lote óptimo (unidades por pedido).

Di: Demanda anual del ítem *i* (unidades por año).

Cf: Costo de gestión del pedido (dólar por pedido).

P_{prom}: Precio promedio ponderado (dólar por unidad).

I: Tasa anual del costo de almacenaje (porcentaje por año).

Determinación de la frecuencia de revisión del inventario en días (NE)

$$NE = Q * 360 / D$$

Comprobar si se cumple la condición de balance que es $NE \geq 2 * L$

L : ciclo de gestión del pedido de compra del grupo proveedor

Determinación del inventario de seguridad (SS)

$$SS = Ks * \sigma * (NE + L) * 1/2 + D / 360 * (NE + L) * 1/2$$

Los especialistas deben analizar si los valores de SS son elevados según las condiciones de la entidad. Si esto ocurre podrá calcularse el stock de seguridad según la expresión siguiente:

$$SS = Kp * Q$$

Kp : Coeficiente de protección. Puede tomar valor 0,1 o 0,5, según decida el gestor de inventario de acuerdo a las condiciones de estabilidad y L en la organización.

$Kp = 0,5$ para suministros menos estables y de mayor riesgo.

$Kp = 0,1$ para suministros más estables y de menor riesgo.

Determinación del inventario objetivo o máximo (Emax)

$$E_{max} = (Di / 360 * NE + L) + SS \text{ o } E_{max} = SS + Q$$

Determinación de la existencia o inventario promedio (Em)

$$Em = (E_{max} - SS) / 2 \text{ o } Em = SS + Q/2$$

Tabla 2

Cálculo de los parámetros de gestión de inventario de algunos productos

Descripción	Lote óptimo (Q _{óptimo})	Sigma	Inventario de seguridad (SS)	Inventario máximo (E _{max})	Inventario promedio (Em)	Frecuencia de revisión de inventario en días (NE)	Cantidad a reaprovisionar (NE-E)
Papel 8 1/2 x 11	625	0,00	63	688	313	45	375
Bolígrafo desechable	3545	0,00	1772	5317	1772	95	3545
Bolsas negras nylon	37 764	0,00	3776	41 541	18 882	539	22 659
Cloro	1061	0,87	531	1592	531	115	1061
Frazada de piso	3000	0,00	1500	4501	1500	524	3000

(continúa)

(continuación)

Detergente	1060	0,00	106	1165	530	104	636
Gel hidroalcohólico para manos	352	0,00	176	528	176	130	352
Gel de mano	121	3,06	61	182	61	75	121
Lavavajilla concentrado	92	2,02	46	138	46	114	92
Desincrustante (wc-6)	140	0,00	70	211	70	222	140
Jabón de tocador	492	10,06	49	541	246	393	295
Ácido para baños	201	10,03	100	301	100	413	201
Desengrasante	97	4,89	49	146	49	151	97

Paso 9. Cálculo y análisis de Indicadores de gestión de inventario

El gestor de inventario debe mantener un monitoreo de los indicadores que caracterizan la gestión y eficiencia de los inventarios. La fuente de información de estos indicadores proviene del sistema Mistral y para su cálculo se utilizan hojas de Excel y el *software* Minitab. Cada indicador refleja un resultado que le brinda a la empresa el conocimiento y la evaluación de cómo se lleva el control de la gestión de sus inventarios. El gestor de inventario deberá analizar los resultados obtenidos luego del cálculo de los indicadores, a través de comparaciones entre dicho resultado y el valor objetivo. Algunos indicadores analizados se muestran a continuación.

- *Disponibilidad.* El estudio de disponibilidad arrojó que de los trece productos ubicados en la Zona A, que se gestionan a frecuencia fija, doce tienen una disponibilidad en almacén mayor del 95 %, para su consumo en todo el periodo analizado. De este modo, se cumple su valor objetivo.
- *Exactitud de la demanda.* La exactitud de la demanda en SERVICIM no es favorable, pues de los trece productos analizados, solo tres tienen una exactitud mayor del 90 %, lo que significa que no se realiza un estudio detallado para pronosticar la demanda, solo se asigna según una demanda realizada que no se ajusta con lo consumido históricamente.
- *Estabilidad del ciclo de gestión del pedido.* La estabilidad del ciclo de gestión del pedido con los proveedores es favorable, pues los trece productos analizados tienen una estabilidad mayor al valor objetivo (70 %).
- *Cumplimiento de la política de surtido.* El cumplimiento de la política de surtidos en el almacén de misceláneas tiene un bajo porcentaje (56 %) en comparación con el valor objetivo (95 %). Este valor está dado por los problemas con la clasificación e identificación de productos (mismo producto con diferente código).

Estos indicadores y los restantes por incluir en el sistema de indicadores que se propone se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3

Cálculo de los indicadores de gestión de inventario

Indicador	Cálculo	Valor objetivo
Rotación	valor de las ventas al costo / existencia media	≥ 2
Días de inventario	360 / rotación	Depende de la rotación
Exactitud del inventario	(inventario físico por conteo o en tarjeta de estiba / inventario contable o reportado en el sistema) * 100	$\geq 95 \%$
Cumplimiento de la política de surtido	(productos incluidos en la política de surtido / total de productos) * 100	$\geq 95 \%$
Cobertura en días	cantidad en inventario / demanda proyectada	≤ 6 meses
Disponibilidad	días disponibles / días totales del periodo	$\geq 80 \%$
Ociosidad	(cantidad de ociosos / total de productos) * 100	Varía de acuerdo a las regulaciones vigentes
Exactitud de la demanda	(consumo real / demanda proyectada) * 100	$\geq 90 \%$
Estabilidad del ciclo de gestión de un pedido	$1 - (\text{sigma} / X_{\text{med}})$	$\geq 70 \%$
Costo de mantener en inventario	existencia media * precio * tasa anual del costo de almacenaje	Depende de las operaciones que realice la empresa

Paso 10. Aplicación de la herramienta MRInvAudit

Una vez determinado un plan de acciones con la primera aplicación de la herramienta MRInvAudit, este debe tener un seguimiento para medir si se cumplieron las acciones propuestas y si realmente ayudaron a mejorar la gestión de inventario. Es por esto que se deberá volver a aplicar esta herramienta. En el caso de estudio, después de implementado el procedimiento y suponiendo que se lleven a cabo las acciones de mejora, se muestra que el CIM presenta un nivel medio de gestión de inventario con un valor de 2,16 en una escala de 1 a 3, el cual representa el 71,57 %. En comparación con el resultado que se obtuvo antes de aplicar el procedimiento, aumentó un 21,9 % dicho valor de NGI.

4. DISCUSIÓN

Para que las empresas logren la máxima satisfacción del cliente, deben de tener una adecuada gestión de inventarios y mantener cantidades mínimas necesarias que garanticen la continuidad de la cadena logística, que permita absorber el impacto de la variabilidad e incertidumbre asociadas al mercado.

La gestión de inventarios en SERVICIM fue evaluada a partir de la herramienta MRInvAudit, dando como resultado un NGI bajo, con una puntuación de 1,46. Esto fue provocado, principalmente, por la deficiente planificación de la demanda, al igual que la poca capacitación del personal encargado de gestionar los inventarios y el insuficiente uso de indicadores de gestión de inventarios.

Entre los principales resultados de esta investigación, se encuentra el diseño de un procedimiento para gestionar los inventarios, el cual cuenta con diez pasos que permiten realizar dicha gestión de manera organizada. Además, se aplicó este procedimiento a los productos de mayor importancia y se recalculó el NGI de SERVICIM, y se tuvo en cuenta las mejoras propuestas con el procedimiento, con un valor de 2,16, el cual aumentó en un 22,55 % sobre el valor anterior.

El mantenimiento adecuado de los inventarios ocasiona implicaciones no solo económico-financieras, sino logísticas, de limitaciones de espacio físico en los almacenes e incluso de la capacidad de producción. Por lo tanto, se deben emplear grandes esfuerzos que redunden favorablemente en el desenvolvimiento integral de las empresas.

5. CONCLUSIÓN

Se implementó el procedimiento para la gestión de inventario, compuesto por diez pasos que incluye fundamentalmente la actualización de la política de surtidos del almacén, el método y el cálculo de los parámetros e indicadores de gestión de inventarios de los productos que la conforman. Además, se describieron los pasos para realizar la proyección de la demanda utilizando el *software* Minitab, lo que dio como resultado modelos matemáticos para el cálculo del pronóstico de demanda. Finalmente, se calcularon indicadores de un sistema de indicadores de inventario para la evaluación periódica del procedimiento, compuesto por diez indicadores, cuya fuente de información es el *software* Mistral.

6. REFERENCIAS

Acevedo Suárez, J., & Gómez Acosta, M. (2015). *La logística moderna en la empresa* (vol. 2). Empresa Editorial Poligráfica Félix Varela.

- Adolfo, G. (2020). Un modelo de gestión de inventarios basado en estrategia competitiva. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 28(1), 133-142. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052020000100133>
- Alemán de la Torre, L. (2016). Gestión de la planificación de las compras en plaza e importaciones para la dirección de SERVICIM. En *La Habana: Centro de Inmunología Molecular*.
- Calzado Mesa, Z. (2022). Proyecto de codificación industrial en la gestión de inventarios. *Ciencias Holguín*, 28(3). <http://www.ciencias.holguin.cu/revista/article/view/246>
- Camacho Zapata, A. S., Ríos Baldovino, J. P., Mojica Herazo, J., & Rojas Millán, R. (2021). Importancia de la gestión de inventario en empresa de manufacura. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 2(2), 37-42. <https://doi.org/10.17981/bilo.02.02.2020.05>
- Carreño Dueñas, D. A., Amaya González, L. F., Ruiz Orjuela, E. T., & Tiboche, F. J. (2019). Diseño de un sistema para la gestión de inventarios de las pymes en el sector alimentario. *Industrial Data*, 22(1), 113-132. <https://doi.org/10.15381/idata.v22i1.16530>
- Centro de Inmunología Molecular. (2023). *¿Quiénes somos?* <https://www.cim.cu/SobreNosotros/QuienesSomos>
- Colarte Muñoz, A., & Morales Herrera, M. A. (2019). *Propuesta de implementación de un procedimiento de gestión de inventarios en SERVICIM*. Repositorio institucional de la Universidad Tecnológica de La Habana.
- Contreras Rivadinayra, O., Polo Cueva, J. A., & Montoya Cárdenas, G. A. (2022). Revisión de la literatura sobre gestión de inventario en la industria textil. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica QANTU YACHAY*, 2(1), 26-40. <https://doi.org/10.54942/qantuyachay.v2i1.19>
- Domínguez Pérez, F., Lopes Martínez, I., Felipe Valdés, P. M., Vallín García, A. E., & Cruz Ruiz, Alegna. (2018). Propuesta de clasificación de insumos para la gestión de inventarios en la industria biofarmacéutica. Caso de estudio en el Centro de Inmunología Molecular. *Vaccimonitor*, 27(2), 51-60. <https://vaccimonitor.finlay.edu.cu/index.php/vaccimonitor/article/view/198>
- García Gómez, D. A., Cedeño Rementería, Y., Ríos Menas, I., & Morell Pérez, L. (2019). Índice integral de calidad para la gestión de almacenes en entidades hospitalarias. *Gaceta Médica Espirituana*, 21(1), 21-33. <http://scielo.sld.cu/pdf/gme/v21n1/1608-8921-gme-21-01-21.pdf>
- García Gómez, D. A., Gómez Acosta, M., & Chirinos Araque, Y. del V. (2020). Evaluación de la gestión de almacenes. Estudio de entidades del municipio Sancti Spiritus, Cuba. En *Tendencias en la investigación universitaria. Una visión desde Latinoamérica*

(pp. 574-590). Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero, Fondo Editorial Universitario Servando Garcés.

- Hernandez, H. A., Cruz-Gil, Y. L., Puentes Saavedra, M. D., & Mendoza Patiño, D. E. (2021). Diseño de un sistema de gestión de inventarios para el almacén Técnitaller S. A. S. de la ciudad Neiva-Huila, Colombia. *Revista de Investigaciones. Universidad del Quindío*, 33(2), 143-152. <https://doi.org/10.33975/riuuq.vol33n2.562>
- Lopes Martínez, I. Padilla Aguiar, D., Paradela Fournier, L., & Rodríguez Rivero, G. (2019). Diseño de una metodología para la estandarización de los sistemas de codificación y clasificación de productos en empresas cubanas, 2019. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 15(28). <https://doi.org/10.18270/cuaderlam.v15i28.2682>
- López Rodríguez, B. J., & Galarreta Oliveros, G. I. (2018). Gestión de inventarios para reducir los costos del almacén de Manpower Perú E. I. R. L. *Ingnosis. Revista de Investigación Científica*, 4(1), 15-28. <https://doi.org/https://doi.org/10.18050/ingnosis.v4i1.2058>
- Martínez González, A., Jimenez Figueredo, F. E., & González Osorio, E. C. (2022). La gestión de inventarios, una herramienta eficaz en la toma de decisiones. *Opuntia Brava*, 14(3), 225-236. <https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/1632>
- Martínez Lopes, I. (2013). *Modelo de referencia para la evaluación de la gestión de inventarios en los sistemas logísticos* [Tesis de doctorado, Universidad Tecnológica de La Habana]. Repositorio institucional de la Universidad Tecnológica de La Habana. <https://d-nb.info/1241554609/34>
- Mbohwa, C., & Nemtajela, N. (2016, 4-7 de diciembre). *Inventory management models and their effects on uncertain demand* [Sesión de conferencia]. 2016 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEE), Bali, Indonesia. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2016.7798037>
- Quiala Tamayo, L. E., Fernández Nápoles, Y., Vallín García, A. E., Lopes Martínez, I., Domínguez Pérez, F., & Calderío Rey, Y. (2018). Una nueva visión en la gestión de la logística de aprovisionamientos en la industria biotecnológica cubana. *Vaccimonitor*, 27(3), 93-101. <https://vaccimonitor.finlay.edu.cu/index.php/vaccimonitor/article/view/203>
- Rodríguez Rivero, G. (2018). *Diseño de un sistema de identificación de productos y su propuesta de implementación en la Dirección de SERVICIM* [Manuscrito inédito]. Universidad Tecnológica de La Habana.
- Romero Agila, S. E., Saénz-Encalada, S. S., & Pacheco Molina, A. M. (2021). La gestión de inventarios en las pymes del sector de la construcción. *Polo del Conocimiento*, 6(9), 1495-1518. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3124>