

Planeación de requerimientos de materiales por el sistema MRP. Caso Laboratorio Farmacéutico Oriente. Cuba

*MSc. Gloria Miño-Cascante^I, Lic. Elena Saumell-Fonseca^{II},
MSc. Antonio Toledo-Borrego^{II}, Dr.C. Amilcar Roldan-Ruenes^{II}, aroldan@rect.edu.cu,
Dr.C. Roberto René Moreno-García^I*

^IEscuela de Ingeniería Industrial, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador; ^{II}Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba

En la gestión logística de cualquier organización empresarial tiene vital importancia la asignación de recursos materiales, tanto por su enfoque dinamizador hacia los procesos internos de la empresa, como la búsqueda de la satisfacción del cliente, posibilitando el cumplimiento de sus metas de eficiencia y eficacia. En este contexto se usan con resultados efectivos los modelos de Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP) que permiten planear y controlar las demandas de materiales y las capacidades de producción en las empresas, conjugándolas con las fechas de entregas de los pedidos, por lo que resulta una herramienta de probada vigencia, máxime en las condiciones de la economía cubana actual. El presente trabajo tiene como objetivo aplicar un modelo MRP en la fabricación de medicamentos en la Empresa Laboratorios Oriente en Santiago de Cuba, basado en un análisis teórico práctico para la aplicación de esta herramienta con la utilización del software WinQSB.

Palabras clave: requerimiento de materiales, MRP, planeación, fabricación de medicamentos.

In the logistics management of any business organization is a very important allocation of material resources, both for its dynamic approach to the internal processes of the company, as the pursuit of customer satisfaction, enabling the fulfillment of their goals efficiently and effectively. In this context, effective results use with models of Material's Requirements Planning (MRP) which allow to plan and control the demands for materials and production capacities in companies, conjugating with delivery dates of orders, so is a tool proven effective, especially in the conditions of the Cuban economy. The present work has as objective to apply a MRP model in manufacturing drugs in the Company Laboratories Oriente in Santiago de Cuba, based on a theoretical and practical analysis for application of MRP tool using the software WinQSB.

Keyword: materials requirements planning, MRP, manufacturing drugs.

Introducción

El aumento acelerado de la demanda de los bienes y servicios a escala global y la creciente internacionalización de los mercados de materias primas y productos finales, obliga a las organizaciones a establecer capacidades de respuestas para crear y mantener ventajas competitivas sobre sus rivales, las cuales están determinadas en lo fundamental por el empleo de mejores métodos y herramientas de gestión que puedan manejar mayor número de alternativas que influyan a la hora de tomar una decisión de compra o venta.

Esto ha traído consigo el desarrollo de herramientas de gestión que permiten planificar y lograr una flexible entrega de suministros a los clientes, donde la eficiencia y la eficacia son considerados como el valor añadido que contrasta un producto o servicio de otro, y que marca la diferencia a la hora que el futuro cliente tome la decisión de adquirirlo.

En la industria de los medicamentos, por su destino social y su marcado carácter ético, estos requerimientos lejos de atenuarse, son cada vez más valorados. Por ser este sector uno de los que mayor crecimiento ha experimentado en los últimos años, es donde más se acentúa la necesidad de mejora de los procesos para aumentar los rendimientos, maximizar los resultados y reducir el ciclo pedido - entrega de sus producciones, con la finalidad de cubrir las crecientes necesidades de medicamentos.

En Cuba se prioriza la producción de fármacos tanto para el consumo nacional como para la exportación, muchos de los cuales, en el primer caso, se fabrican bajo esquemas de financiamientos subsidiados por el estado o con fondos provenientes de la exportación de otros renglones de este sector.

La empresa Laboratorio Farmacéutico Oriente pertenece a la recién creada Organización Superior de Dirección Empresarial (OSDE) BioCubaFarma y por su importancia económica y subordinada al Consejo de Ministros, es una entidad con la responsabilidad social de producir a nivel nacional 100 % de las vendas enyesadas, el 100 % de las sales de rehidratación oral (SRO), el 15 % de la forma farmacéutica tabletas de los medicamentos, el 50 % de las soluciones concentradas para hemodiálisis, el 80 % de las soluciones parenterales que se distribuyen en el país y en menor medida se realiza la producción de productos naturales en forma sólida /6/.

La entidad se ha caracterizado por un crecimiento constante de la producción, en la calidad y en la entrega de sus trabajadores para dar respuestas a las demandas de medicamentos, no obstante estas fortalezas, existen dificultades en su gestión logística que se caracteriza por un marcado enfoque hacia el interior de la empresa, dado su nivel de subordinación como Unidad Económica Básica (UEB) donde las mayoría de los recursos son asignados y gestionados centralmente.

Otro aspecto importante a considerar es que el principal mercado de materias primas para la industria se encuentra en Estados Unidos, que por la cercanía

geográfica sería el proveedor idóneo, abaratando los costos de adquisición, pero el bloqueo económico hace que la mirada tenga que girar hacia países como China y la India, desde los cuales se dificulta la transportación, demora la entrega, y aunque con mejores precios, no son de la mejor calidad.

El problema investigativo se basa en las condiciones actuales del mercado de medicamentos, donde se impone ofrecer una rápida respuesta a los requerimientos de los clientes, en la UEB Laboratorio Farmacéutico Oriente de Santiago de Cuba se presentan problemas relacionados con los plazos de entrega de los productos contratados, trayendo consigo insatisfacciones a los clientes, además de insuficiencias relacionadas con la comunicación y coordinación entre las diferentes áreas implicadas en el mantenimiento del ciclo pedido entrega, el proceso de la organización de la producción y utilización de las capacidades instaladas.

En otro sentido existe un incremento en los gastos de distribución y ventas motivados por los costos de transportación asociados a las campañas de distribución al final del período, para cumplir el plan de entrega que afectan a la empresa distribuidora, lo que incide negativamente en la eficiencia económica de la empresa.

Afectaciones al proceso productivo por el suministro tardío de los aseguramientos comprometidos con el plan de producción e incremento de los costos logísticos y de almacenaje por mantener elevados volúmenes de inventarios de materias primas, aumentando los niveles de mermas y los consiguientes riesgos por caducidad y deterioro de los productos almacenados.

Las experiencias ilustradas en otras investigaciones efectuadas en esta entidad, revelan además la carencia de modelos, herramientas y procedimientos para realizar operativamente los procesos de gestión logística desde un enfoque integrador que relacione tanto los pedidos y plazos de entrega a los clientes, las capacidades productivas instaladas, los niveles de inventario y los requerimientos de materiales gestionados en su cadena de suministros, lo que conspira contra el empleo eficiente y resultados esperados de las inversiones realizadas en la entidad y contra la satisfacción de sus clientes. /6/

El objetivo de trabajo de investigación, posibilitó la necesidad de aplicar un modelo de inventarios MRP-II que permitiese planificar la gestión de requerimientos materiales (de inventario, en proceso y producción terminada) en función de las capacidades del proceso tecnológico, las fechas de entrega pactadas de los medicamentos, para contribuir a la eficiencia y eficacia de la entidad, y que permita perfeccionar la toma de decisiones y contribuir al logro de resultados superiores en la gestión y en la satisfacción de los clientes.

Fundamentación teórica

Caracterización de la planeación del requerimiento de materiales (MRP)

La planificación de requerimientos de materiales, cuya sigla (MRP) del inglés significa *Material Requirements Planning*, clasifica como una técnica de planificación de la producción y de gestión de *stock* más utilizada en la actualidad; se fundamenta en un soporte matemático y se utiliza cuando el método de gestión del flujo material, es programado y se parte de una demanda conocida. Su creador, Joseph Orlicky de IBM dirigió los primeros experimentos de lo que bautizó como planeación de requerimientos de materiales. Aunque sus inicios fueron discretos, en 1972 la *American Production and Inventory Control Society*(APICS) adoptó la metodología y la promovió por medio de la llamada "cruzada del MRP", la cual se mantiene hasta nuestros días /12/.

Las técnicas MRP son una solución relativamente nueva a un problema clásico en producción: el de controlar y coordinar los materiales para que estén disponibles cuando se precisan y sin necesidad de tener un inventario excesivo, lo que responde a la filosofía justo a tiempo (just in time) según Artes R. (1997).

Así, el MRP es un sistema de empuje o de tipo push que produce a partir de un programa maestro de producción (MPS) la "explosión" de materiales (órdenes de compra para los proveedores y las órdenes de producción internas para los talleres de producción de la empresa). El MRP en su concepción inicial, es sencillo por su formulación y enfoque lógico, no así en su aplicación debido al elevado nivel de organización, sincronía y significativa cantidad de cálculos que requiere de acuerdo a la complejidad del problema, por lo que necesita la asistencia informática para su aplicación práctica.

Existen numerosos paquetes informáticos profesionales que permiten acortar y racionalizar el proceso de planificación siguiendo el sistema MRP, en el contexto de esta investigación se usará el paquete informático WinQSB [9] (software MRP) como herramienta de solución, que proporciona funcionalidades para la solución de problemas en el campo de las matemáticas, aplicada a la administración empresarial, el cual no está muy extendido en Cuba debido fundamentalmente a la exigencia del dominio de sus herramientas en el plano teórico, los requerimientos de entrada de datos y no existir una versión en idioma español.

Requerimientos básicos del MRP

Para la planificación del requerimiento de materias por el sistema MRP, son necesarias informaciones propias del proceso de gestión, de cuya oportunidad y fidelidad, dependen en gran medida los resultados a obtener, dentro de los datos más necesarios se encuentran.

Programa maestro de producción (*Master production schedule* MPS). Es el documento que refleja para cada artículo final, las unidades comprometidas así como los períodos de tiempo para los cuales han de tenerse terminados. Usualmente los períodos se corresponden con los períodos calendarios (mes, semana días) con un horizonte temporal que debe ser lo suficientemente amplio como para que abarque al menos todos los pasos de fabricación o la duración del ciclo tecnológico.

Lista de materiales (*Bill of materials* (BOM)). Es necesario conocer para cada artículo su estructura de fabricación, en donde quedan reflejados los diferentes elementos que lo componen, así como el número necesario de cada uno de esos elementos para fabricar una unidad de este artículo, obtenida de los documentos del diseño del producto, del análisis del flujo de trabajo y de otra documentación estándar de manufactura y de ingeniería, la que debe ser continuamente actualizada para que refleje la estructura del producto, sus normas e índices de consumo, los cuales deben de corresponderse con los datos presentes en las fichas de costo.

Fichero de registro de inventarios (*Stocks*). Si se dispone en almacén de unidades suficiente de alguno de los componentes necesarios, no tendría sentido volver a pedirlos o fabricarlos. Por ello es necesario conocer de cada

componente y artículo su nivel actual de existencias en almacén, inventarios de producciones en proceso y terminada, así como los pedidos ya realizados pendientes de recibir, la política de pedido para cada uno (stock de seguridad, tipo de lote), y el *lead time* determinado.

Clasificación de los sistemas MRP

No obstante que los sistemas MRP, conceptualmente, se entienden de manera sencilla, se pueden utilizar en una gran cantidad de formas similares. Esto conduce a los tres tipos diferentes de sistemas MRP según Schroeder en 1992 y descritos a continuación:

Tipo I: Es un sistema de control de inventario que no toma en cuenta manufactura y órdenes de compra para las cantidades correctas en el tiempo oportuno para respaldar el programa maestro. Un sistema MRP I es en el que intervienen los tres elementos básicos de información (MPS, BOM y STOCKS) Companys, R. (1989).

Tipo II: Es un sistema de información utilizado para planear y controlar inventarios y capacidades de empresas manufactureras. En este sistema, las órdenes que resultan del detalle de partes, se verifica si se tiene capacidades disponibles para ejecutarlas, pero no realizando un balance o acomodo de estas.

Tipo III: Este sistema MRP tipo III se utiliza para planear y controlar todos los recursos de manufactura, inventarios, capacidad, recursos monetarios, personal, instalaciones y equipos. En este caso el sistema de detalle de partes del MRP también dirige todos los otros subsistemas de planeación de recursos de la compañía.

Características de los sistemas MRP

- Deducir cuándo deben emitirse los pedidos y su cuantía a los proveedores y a los talleres o procesos de fabricación y/o montaje por períodos de planificación.
- Controlar los inventarios considerando el *lead time*
- Programar las necesidades de producción y realizar el balance material
- Ser dependiente de la demanda (conocida) del producto final
- Tener en cuenta el criterio de lotificación para el lanzamiento de la producción.

Elementos de cálculo del sistema MRP

Para cumplir los objetivos que este método tiene planteados se necesita manejar una serie de datos iniciales sobre los que actúa el algoritmo MRP, relacionados en las siguientes ecuaciones [12].

$$NL = (II+LT+LR) - (NB+NBd) = \text{disponibilidades} - \text{necesidades}$$

$$IF = (II+LT+LR) - NB$$

$$IF(i) = II(i+1)$$

Las necesidades brutas (NB). Para el producto final o terminado las necesidades brutas se corresponden con las cifras que exige el programa maestro de producción (MPS) y se escriben en la tabla en los períodos señalados. Para cada uno de los componentes o elementos del producto final o terminado, las necesidades brutas son los lanzamientos programados (**LP**) del elemento del nivel anterior al que se está analizando.

Las necesidades brutas desplazadas (NBd). Son las mismas necesidades brutas pero, desplazadas hacia atrás en el mismo número de períodos del *lead time*. El inventario inicial (**II**), que se escribe en el escaque del período cero. Esta cifra puede no existir, ello está en dependencia del resultado final del inventario (**IF**) del horizonte de planificación anterior al que se está analizando.

El lote en tránsito (LT). Se corresponde con órdenes de compra o de producción que por determinadas situaciones se incumplió con el período previsto para su entrega y de acuerdo al período en que se entregará pueden ser utilizadas como disponibilidades de recursos.

Las necesidades de lanzamiento (NL). No es más que el balance material, o sea, la confrontación o comparación cuantitativa entre las necesidades y las disponibilidades de recursos materiales.

Métodos utilizados

Además del sistema MRP como herramienta principal para el planeamiento de las necesidades de materiales y la aplicación WinQSB para asistir en la solución del problema, fueron usados otros métodos y herramientas de gestión y del método general de solución de problemas (MGSP), aplicados al proceso de gestión logística desde un enfoque integrador, con el objetivo de

analizar y caracterizar los elementos que interviene en la producción de medicamentos en esta organización, entre las que se encuentran:

Herramientas para la recopilación, análisis, procesamiento y presentación de la información como consulta a documentos, entrevistas y encuestas, entre otras.

El diagrama de Pareto que consiste en una técnica para medir y analizar datos tanto de forma numérica como gráfica, los aspectos significativos de un problema de los triviales, de manera que un equipo de análisis sepa hacia dónde dirigir sus esfuerzos para mejorar.

El método ABC es una herramienta de clasificación de inventarios a partir de un criterio base en función del objetivo a lograr y que permite determinar cuales son los productos que tienen mayor importancia económica para la empresa, lo que posibilita concentrarse en su análisis como representantes tipos.

Diagrama OTIDA: Es una técnica gráfica de análisis de procesos internacionalmente conocida y estandarizada, que permite la representación de la secuencia de un flujo tecnológico, mostrando las actividades de Operación, Transporte, Inspección, Demoras y Almacenaje con sus correspondientes símbolos, y donde necesario registrar al lado de cada actividad la mayor cantidad posible de información que facilite el análisis ulterior del flujo.

Como herramienta de software para el procesamiento estadístico de los datos y su presentación fue empleado el software SPSS Versión 15.0.1 (*Statistical Package for the Social Sciences*), aplicación informática muy utilizada internacionalmente en la investigación científica en el campo de la matemática aplicada.

Selección del representante tipo

Para el desarrollo de la investigación, se seleccionó un producto genérico o “representante tipo” como referencia para demostrar la factibilidad del empleo del sistema MRP, la variable de selección utilizada fue la demanda del medicamento y como técnica se empleó el gráfico de Pareto que tiene como objetivo separar los factores pocos importantes de los muchos triviales a partir de determinar el peso de cada elemento, factor o variable en el total de los considerados. Al aplicar la herramienta a siete de los productos del surtido tableta, se determinó que el de mayor consumo es la Dipirona con 480 250,00 kg/año en sus dos presentaciones fundamentales: envasadas en frascos

plásticos y en Blister con capacidad de 50 y 10 tabletas, respectivamente (figura 1).

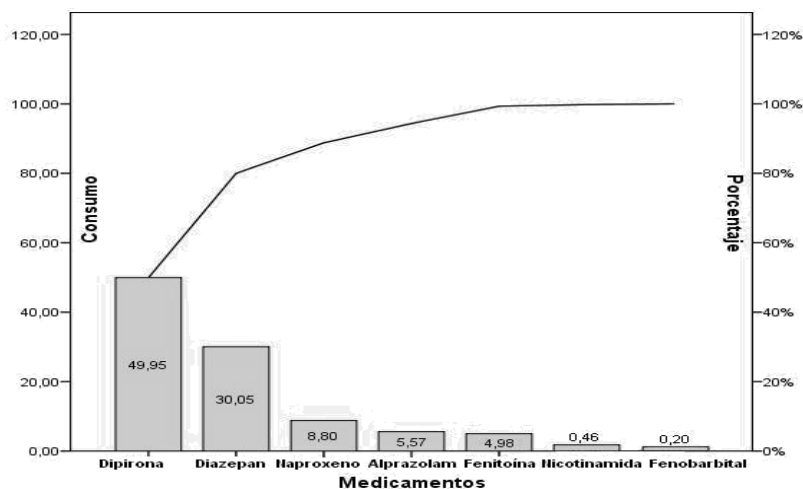


Fig. 1 Gráfico de Pareto sobre consumo de medicamentos
Fuente: Datos tomado de Monferrer R. T. Saumell F. E

Flujo tecnológico de producción de tabletas

La fabricación del producto genérico tabletas se realiza por tres vías: húmeda, por compresión directa y por doble compresión. El proceso productivo del medicamento Dipirona sigue un programa ordenado basado en una línea de producción con equipos de alta productividad, cuya secuencia tecnológica se ilustra a continuación en el diagrama OTIDA del proceso “vía húmeda” por ser el más complejo y mediante el cual se produce el 80% de las tabletas que fabrica el laboratorio (figura 2).

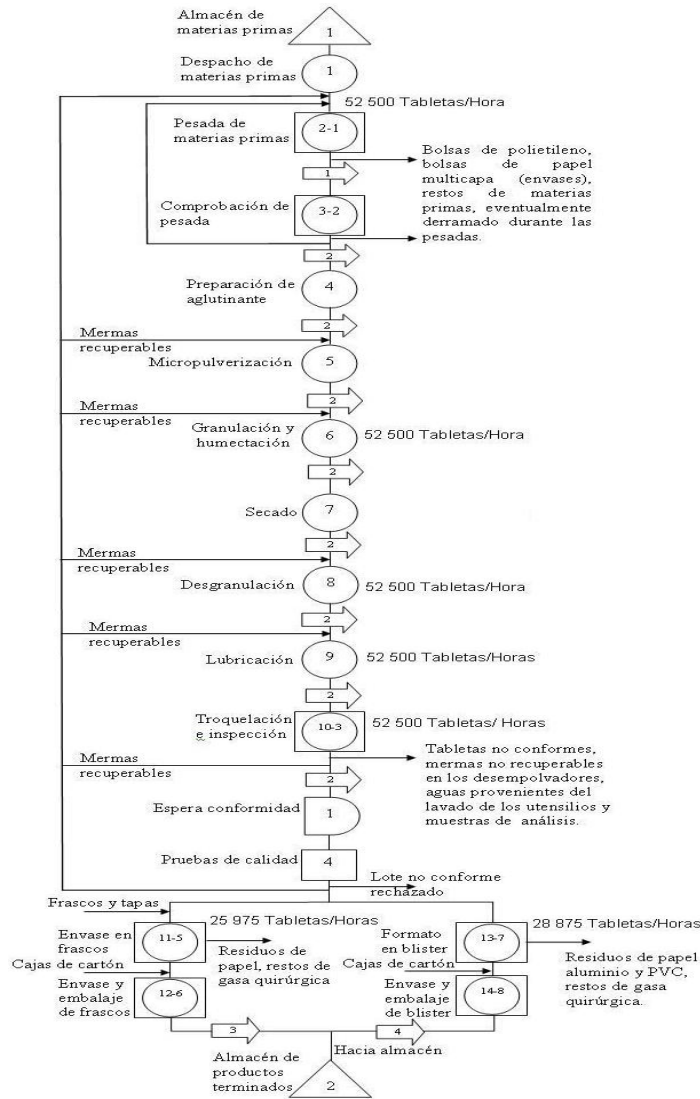


Fig. 2 Diagrama OTIDA del flujo productivo de la Dipirona
Fuente: Elaborado a partir de datos del departamento técnico

Planificación del requerimiento de materiales por el sistema MRP

Para la determinación de los requerimientos de materiales empleando el sistema MRP con la asistencia informática del software WinQSB fueron determinadas las variables necesarias para aplicación del sistema MRP, tales como demandas de los clientes del medicamento seleccionado para el trimestre enero-marzo de 2014, registradas en los contratos comerciales con cifras de 6 443 975, 5 820 363, 6 443 975 tabletas, respectivamente, distribuido en frascos (3 887 950,3 511 696,3 887 950) tabletas; en blister (2 556 025, 2 308 667,2 556 025) tabletas.

Se confeccionaron la lista y el árbol de materiales mostrados en las figuras 3 y 4 respectivamente a partir de la secuencia tecnológica, las normas e índices de consumo detallados en las fichas técnicas y de costo del producto seleccionado.

Item ID	Component ID/Usage	Component ID/Usage	Component ID/Usage	Component ID/Usage	Component ID/Usage
1	2	12			
2	3				
3	4/0.0206	5/0.0209	6		
4					
5					
6	7/0.085087	8/0.024272	9/0.309	10/0.003941	11/0.023287
7					
8					
9					
10					
11					
12	13/0.12012	14/0.02688	6		

Fig. 3 Lista de materiales para la elaboración de la tableta Dipirona (1 000 tabletas)
 Fuente: Elaborado con el software WinQSB a partir de las fichas de costos

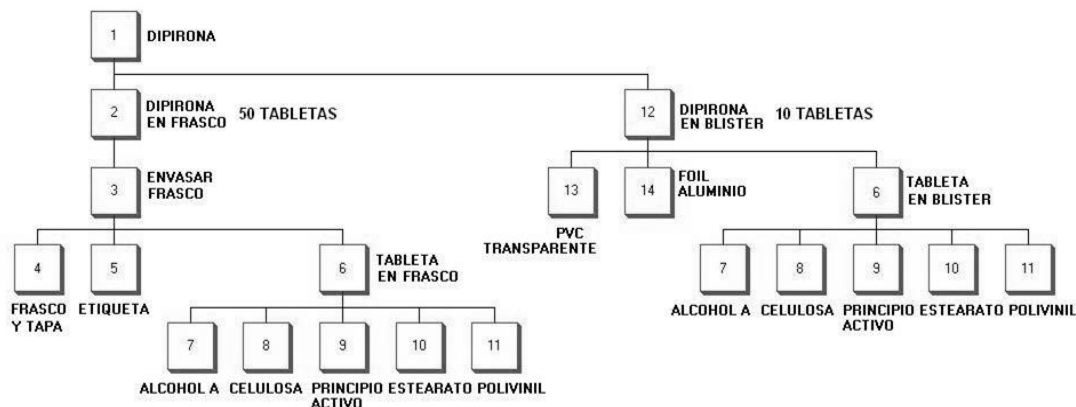


Fig.4 Árbol de niveles de materiales para la fabricación de la Dipirona
 Fuente: Elaborado con el software WinQSB a partir de la lista de materiales

Conociendo los valores de las variables, se ejecutó la aplicación informática WinQSB y se obtuvo la “explosión” de materiales para cada uno de los niveles del árbol de materiales, así como la tabla resumen (tabla 1) con las necesidades de materiales y las fechas de adquisición de éstas y de lanzamiento de cada lote de producción en función de las cantidades contratadas con los clientes, detalladas en el programa maestro de producción. Además de considerarse los tiempos de reaprovisionamiento (lead time) de cada material o componente, las capacidades de producción de la línea y la duración del ciclo tecnológico.

Tabla 1
Tabla resumen de la solución del sistema MRP

Item ID	Overdue	Month 1	Month 2	Month 3	Month 4	Month 5	Month 6	Total
2	0	3,887,950	3,511,696	3,887,950	0	0	0	11,287,596
3	0	3,887,950	3,511,696	3,887,950	0	0	0	11,287,596
4	0	80,092	72,341	80,092	0	0	0	232,525
5	0	81,259	73,395	81,259	0	0	0	235,913
6	0	6,443,975	5,820,363	6,443,975	0	0	0	18,708,312
7	0	548,299	495,238	548,299	0	0	0	1,591,836
8	0	157,053	141,854	157,053	0	0	0	455,960
9	0	1,991,189	1,798,493	1,991,189	0	0	0	5,780,871
11	0	150,061	135,539	150,061	0	0	0	435,661
12	0	2,556,025	2,308,667	2,556,025	0	0	0	7,420,717
13	0	307,030	277,318	307,030	0	0	0	891,378
14	0	68,706	62,057	68,706	0	0	0	199,469

Fuente: Elaborado por el software WinQSB a partir de los datos suministrados

Resultados y discusión

Como se puede observar en la tabla anterior la solución al modelo MRP asistida por el software WinQSB permite obtener las necesidades de materiales para el horizonte de tiempo planificado, desde una óptica diferente a una planificación lineal empírica; en sus múltiples reportes proporciona las cantidades y fechas en que deben asegurarse los materiales (órdenes de compra), las órdenes de producción hacia las unidades productivas, lo que permite gestionar y mantener mínimos niveles de inventarios tanto en almacenes, en proceso y de producción terminada, posibilita además la retroalimentación del modelo en cualquier momento, para realizar la reprogramación de estas variables en función del cumplimiento de la fecha de entrega a los clientes.

Conclusiones

El sistema de planeación del requerimiento de materiales (MRP) con asistencia informática es una herramienta útil y factible a emplear en gestión de la fabricación de medicamentos.

El empleo del sistema (MRP) combinada con otras herramientas de gestión, posibilitaría a la empresa Laboratorios Farmacéuticos Oriente mejorar su gestión logística en función de su eficiencia, eficacia y la satisfacción de sus clientes.

Bibliografía

1. ARAMAS, P; OCHOA, C.;ZUBILLAGA, F. G. “Gestión de la Producción en Empresas Industriales: ¿Qué hay de nuevo en el mundo? ¿Qué nos llega de España?” *Ponencia al VII Congreso de la Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas*. España, 2005.
2. ARTES, R. “Demand Management for a JIT Environment”. *APICS Annual Conference Proceedings*. New York, 1997, p 263 – 265.
3. BARRERA, J.; Meza, N. *Planeación estratégica de la industria farmacéutica*. La Habana, 2010, ISBN 958-95491-1-X
4. GARCÍA, V. C. *La industria farmacéutica en América Latina*. Instituto Mexicano del Seguro Social, Secretaría General, Departamento de Asuntos Internacionales. Ciudad de Méjico: 1992, ISBN 968-824-129-6
5. MEDINA, A.;NOGUEIRA, D.;NEGRIN, E. *El Sistema MRP*. UMCC. Matanzas, Cuba, 2012, ISBN 978-959-16-0555-9
6. MONFERRER, R. T.;SAMUELL, F. E.;RODRÍGUEZ, C. A. “Procedimiento para la gestión del Servicio Logístico al Cliente en la Empresa Laboratorio Farmacéutico Oriente”. Trabajo de Diploma Santiago de Cuba, Cuba., 2012.
7. OCHOA, C. “El Flujo de Materiales como aspectos determinantes en el diseño e implantación de Sistemas de Gestión de la Producción de Plantas Industriales”. Universidad del País Vasco. Tesis Doctoral, España, 1991
8. ORMSBY, J.G.;Tinsley, J. “The Role of Marketing in Materials Requirements Planning Systems”. *Industrial Marketing Managemen.*, Elsevier Science Publishing, New York, 1991.
9. LONG CHANG, Yih. Paquete informático que contiene 19 herramientas para la solución de modelos matemáticos para la gestión de empresas, de amplio uso en los entornos académicos y empresariales latinoamericano, 1993.
10. ROMERO, G. A. “Medicamentos, Salud, Empresa Transnacionales. Derechos de la propiedad intelectual. Una perspectiva para los países en desarrollo”. *Revista Cubana de Farmacia*. Octubre, 2012. Vol 36 2012 Suplemento Especial No. 1. ISSN 0034- 7515
11. SALVENDY, G. *Handbook of Industrial Engineering* (Part IV). New York: Editorial McGraw Hill, 1982
12. SCHROEDER, Roger. G. *Administración de Operaciones*. México: McGraw Hill, , 1992.
13. Torres, C. L.;URQUIAGA, A. J. “Fundamentos Teóricos sobre Gestión de Producción”. (Monografía). Cujae. Ciudad de la Habana, Cuba, 2007.