

RESEÑA DEL SOFTWARE DISPONIBLE EN COLOMBIA PARA LA GESTIÓN DE INVENTARIOS EN CADENAS DE ABASTECIMIENTO*

VALENTINA GUTIÉRREZ

Máster en Ingeniería con énfasis en Ingeniería Industrial, Universidad del Valle, Colombia.
Profesora del Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Antioquia, Colombia.
Miembro de los grupos de investigación en Cadenas de Abastecimiento y en Logística y Producción de la
Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística, Universidad del Valle, Colombia.
Dirigir correspondencia a Valentina Gutiérrez, Departamento de Ingeniería Industrial,
Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, Calle 67 #53-108 - B21-Of.405, Medellín, Colombia.
evlaila@udea.edu.co

DIANA PATRICIA JARAMILLO

Ingeniera Industrial, Universidad de Antioquia, Colombia.
Analista logística, Compañía de Galletas Noel, Colombia.
Miembro del proyecto de investigación CODI MC05-1-07 en Gestión de inventarios en cadenas de
abastecimiento regionales, Colombia.
dianaj45@yahoo.com

Fecha de recepción: 09-06-2008

Fecha de corrección: 30-09-2008

Fecha de aceptación: 19-01-2009

RESUMEN

La gestión de los diferentes tipos de inventario a lo largo de una cadena de abastecimiento es un problema complejo que, en la mayoría de los casos de la industria colombiana e internacional, se aborda mediante la implementación de herramientas de software. Sin embargo, la decisión de implementar dichas herramientas está en muchos casos limitada por la capacidad financiera para invertir en ellas y por el desconocimiento de la oferta de software disponible en Colombia. Este artículo presenta

una reseña del software disponible en Colombia para la gestión de inventarios con el fin de brindar a las empresas que se enfrentan a la decisión de implementar un software, una herramienta de soporte que indique cuál es la oferta en Colombia y cuáles son las características de los sistemas disponibles. Para esto se presenta primero el estado del arte, en el cual se identifica el resultado de la revisión de la literatura y el uso de las herramientas de software en la industria colombiana. Seguidamente se presenta la caracterización de los

* Este trabajo es resultado de la tercera fase del proyecto de investigación titulado "Gestión de inventarios en cadenas de abastecimiento regionales", el cual ha sido financiado parcialmente por el Comité para el Desarrollo de la Investigación de la Universidad de Antioquia.

productos de software disponibles en el país. Dicha caracterización permite identificar la configuración general de los productos, los módulos de gestión con los que cuenta, las opciones de integración con otras herramientas informáticas, y la información general de precios e instalación. Finalmente se presentan las conclusiones del estudio y las futuras oportunidades de investigación.

PALABRAS CLAVE

Gestión de inventarios, cadenas de abastecimiento, gestión de demanda, control de inventarios, sistemas de soporte de decisiones.

Clasificación JEL: L860

ABSTRACT

Review of the software available for inventory management in supply chains in Colombia

The inventory management of the different types of inventory along a supply chain is a complex problem that, in most of the cases of the Colombian and international industry, is dealt through the implementation of inventory software. However, the decision to implement such software

is, in many cases, constrained by the financial capacity of investment and by the lack of knowledge of the available software in Colombia. This work presents a review of the inventory software available in Colombia in order to give support to the companies that face the decision of implementing this kind of software. First, we present the state of the art in which we identify the result of the literature review and the use of the inventory software in the Colombian industry. Then, we present the characterization of the inventory software available in the country. This characterization allows the identification of the general configuration of the products included in the study; the management modules, the integration options with other informatics tools, and the general information of prices and installation are also included in the review. Finally, we present the conclusions of the study and identify future research opportunities.

KEYWORDS

Inventory management, supply chains, demand management, inventory control, decision support systems.

INTRODUCCIÓN

La gestión de los inventarios de producto terminado, producto en proceso y materias primas, es uno de los aspectos logísticos más complejos en la industria de producción y distribución de bienes. Las inversiones en los inventarios pueden representar alrededor del 25% de los activos corrientes de una empresa (Vidal, 2002) y el ambiente dinámico en el que los empresarios deben tomar las decisiones relativas al sistema le agrega complejidad al problema de gestión (Axsäter, 2000).

Una de las estrategias para enfrentar dicha complejidad consiste en la implementación de herramientas informáticas de software. Esta estrategia presenta frecuentemente fallas en su implementación debido a que el entorno en el que las herramientas se utilizan es diferente del entorno para las cuales fueron desarrolladas. Actualmente, existen pocas evidencias documentadas que demuestren que en los procesos de implementación de dichas herramientas es la empresa la que debe adaptarse a la dinámica de la herramienta y no la herramienta a la dinámica de la empresa (Yajiong, Liang, Boulton y Snyder, 2005). En Colombia, los trabajos de Correa, Gómez, Loaiza, Lopera y Villegas (2008), Gutiérrez y Rodríguez (2008), y Gutiérrez, Palacio y Villegas (2007) muestran parte de la evidencia que confirma dicha problemática.

Se ha identificado, además, que la decisión de implementar dichas herramientas está en muchos casos limitada por la capacidad financiera para invertir en ellas y por el desconocimiento de la oferta de software

disponible en el país. En este sentido, este artículo presenta una reseña del software disponible en Colombia para la gestión de inventarios con el fin de brindar a las empresas que se enfrentan a la decisión de implementar un software, una herramienta de soporte que indique cuál es la oferta y cuáles son las características de los sistemas disponibles.

Para lograr dicho objetivo, en la siguiente sección se presenta el estado del arte de la situación problemática, en el cual se identifica el resultado de la revisión de la literatura y el uso de herramientas de software en la industria colombiana. En la tercera sección se presenta la caracterización de los productos de software disponibles en Colombia. Dicha caracterización se construyó mediante la aplicación de una herramienta estándar de información a ocho empresas proveedoras de software que aceptaron participar en el estudio. La herramienta cuenta con diez secciones que permiten identificar, entre otros aspectos, las características básicas del software, los módulos de gestión con los que cuenta, las opciones de integración con otras herramientas informáticas, y la información general de precios y de instalación. En la última sección se presentan las conclusiones del estudio y las futuras oportunidades de investigación.

I. ESTADO DEL ARTE

Para identificar el estado actual del uso de herramientas informáticas se hizo una revisión de la literatura en búsqueda de implementaciones de este tipo de sistemas, y se analizaron los resultados de un estudio reciente sobre la gestión de inventarios en

cadena de abastecimiento regionales (Gutiérrez y Rodríguez, 2008).

1.1. Revisión de la literatura

En la revisión de la literatura se consultaron revistas de carácter científico, entre las que se encuentran: *Computers and Industrial Engineering*, *European Journal of Operations Research*, *Interfaces*, *Management Science*, *International Journal of Production Economics*, entre otros. Se estudiaron artículos cuyas fechas de publicación estuvieran entre 1990 y 2007 y se utilizó en el criterio de búsqueda como palabras clave: *Inventory Management*; posteriormente se revisaron los artículos que hacían mención a la aplicación de algún software o herramienta informática para gestionar sistemas de inventarios.

El uso de herramientas informáticas es una estrategia común entre las empresas para abordar el proceso de toma de decisiones en la gestión de inventarios. Por ejemplo, se ha encontrado que en Europa la inversión en tecnologías de información representa una alta proporción de las inversiones de las organizaciones, pues dichas tecnologías se reconocen como herramientas de soporte y control (Akkermans, Bogerd, Yücesan y Wassenhove, 2003).

Entre las herramientas informáticas más comúnmente aplicadas para la gestión y el control de inventarios se encuentran los paquetes ERP (*Enterprise Resource Planning*) (Kelle y Akbulutb, 2005), así como el uso de tecnologías como Código de Barras (Manthou y Vlachopoulou, 2001), los sistemas de identificación mediante radio frecuencia (RFID) (Doerr, Gates y Mutty, 2006) y el desarrollo de apli-

caciones propias en Microsoft Excel para la solución de problemas específicos (Baker, 1999). Se encontraron también aplicaciones que involucran la combinación de tales herramientas, orientándolas al mejoramiento del flujo de información en todos los nodos de la cadena de suministro como pilar para el mejoramiento de los sistemas de inventarios.

Las herramientas informáticas que se utilizan en mayor proporción para dar soporte a las decisiones incluyen modelos de programación lineal entera-mixta (Björk y Carlsson, 2007), *Ant Colony Optimization Simulator* (ACOS) (Ferretti, Zanoni y Zavanella, 2006), la implementación del software *Computer Aid Multicriterion Optimization System* (CAMOS) (Agrell, 1995), *Arena Simulation* (Wu, Frizelle y Efstathiou, 2007) y desarrollos propios de investigadores (Halas y Fertsch, 2001). Estos métodos son utilizados para realizar análisis de sensibilidad, balancear los inventarios, optimizar las decisiones de cuánto y cuándo ordenar, programar y comparar sistemas de producción y para estudiar los efectos de parámetros inherentes al sistema de inventarios, como por ejemplo los tiempos de entrega o *Lead Times*.

En la literatura actual es común encontrar que, independientemente de la orientación u objetivo de la herramienta informática, es fundamental tener en cuenta las etapas que componen un proceso de selección e implementación de un paquete de software. Manthou y Vlachopoulou (2001) plantean que dicho proceso puede incluir cinco fases. En una primera fase de investigación se deben identificar las necesidades de

la empresa; en la siguiente fase es necesario realizar un análisis para determinar una posible solución informática y sus requerimientos; en una tercera fase se hace el diseño de la herramienta de acuerdo con las características de la compañía; luego viene la fase de desarrollo para construir la herramienta y la documentación requerida; finalmente, en la quinta fase se lleva a cabo la implementación y evaluación que incluye la capacitación al personal y las pruebas para asegurar su correcto funcionamiento.

Sin embargo, toda nueva implementación implica cambios, y el más relevante es el cultural y operativo del personal de una organización, que es el agente más fuertemente impactado por estas implementaciones. Es aquí donde el establecimiento de objetivos estratégicos, la planeación detallada y la capacitación permanente, constituyen factores clave para que las tecnologías que se adquieran se puedan aprovechar al máximo. Dichas actividades contribuyen a que se disminuyan los traumatismos que conlleva la implementación de una herramienta y se pueda responder eficazmente a las fallas que se presenten en la operación del sistema. El proceso de capacitación debe ser iterativo, de tal forma que el personal pueda adaptarse a la herramienta y pueda contribuir con su mejoramiento y la solución de los problemas (Lyu, 1995; Mandal y Gunasekaran, 2002).

El uso de software y la combinación de herramientas informáticas han representado para las empresas beneficios entre los que se encuentran el mejoramiento en el flujo y la

calidad de la información (Ngai, Suk y Lo, 2008), la integración de todas las áreas de la empresa, el apoyo a la planeación estratégica y a la toma de decisiones de sistemas de inventarios (Doerr *et al.*, 2006), un mayor control de los inventarios, así como la disminución significativa en los costos operacionales (Manthou y Vlachopoulou, 2001).

1.2. Gestión de inventarios en cadenas de abastecimiento regionales

Durante el segundo semestre del 2007 se realizó un estudio con 44 empresas medianas del Valle de Aburrá, Antioquia (Colombia), dedicadas a la producción y distribución en los sectores de alimentos, fármacos, plásticos y textiles (Gutiérrez y Rodríguez, 2008). En el estudio se encontró que un 34% de las empresas cuenta con un software para gestionar la demanda; un 89% tiene software para controlar el inventario de producto terminado y un 77% tiene software para el inventario de producto en proceso. El 86% de las empresas encuestadas tiene un software para controlar el inventario de materias primas y un 50% cuenta con software para gestionar el inventario en la cadena de abastecimiento.

La principal motivación de las empresas para implementar una herramienta de software es la búsqueda en un mejoramiento de la gestión, con un 57% de la muestra; un 48% lo hace por la necesidad de sistematizar las operaciones, un 32% lo hace por la complejidad del sistema y un 30% para reducir costos. Entre otras motivaciones, las empresas manifiestan la necesidad de tener registros inte-

grados del estado de los inventarios, con el objetivo de tener información más confiable, especialmente para efectos contables.

En el estudio se encontró que las aplicaciones más usadas para la gestión de la demanda son Sistemas Uno, AtlasPro, FactoriNet, DecisionPro, PyG Sag y módulos de SAP. Para producto terminado se usa Ilimitada, PSL, Aplinsa, Encobol, AS2000, Ofimática, Mecosoft y Bussinet, Sistemas Uno y AtlasPro. Para el control de producto en proceso y materias primas, las aplicaciones más comunes son Ilimitada, PSL, Macola, Aplinsa, Encobol y módulos de SAP.

La mayoría de los sistemas implementados apoya el control físico de existencias y el flujo de los diferentes tipos de inventarios de modo que se tengan sistemas de información confiables. Sin embargo, pocas herramientas apoyan el proceso de toma de decisiones al respecto de la frecuencia de revisión y de ordenamiento, y de las cantidades a ordenar, tanto de los productos terminados como de las materias primas.

Por otro lado, las empresas que han implementado estas herramientas han tenido dificultades para evidenciar y cuantificar el mejoramiento logrado gracias a dichas implementaciones. Por ejemplo, a pesar de que diez empresas comentaron haber logrado una reducción de los costos totales de los inventarios en la cadena de suministro, sólo tres de ellas manifestaron haber reducido sus costos fijos de ordenamiento de producto terminado entre un 20% y un 40%. El costo de mantener producto terminado lo han reducido cinco empresas en un rango del 15% al 40%

y tres empresas manifestaron haber reducido el costo de ventas perdidas en un 15%, en promedio. El costo de mantener producto en proceso y materias primas ha sido reducido por las mismas tres empresas en un 10%, así como el costo de faltantes de materias primas, cuya reducción ha sido cuantificada en un 40%.

En el estudio se consultó también por los procesos de implementación de las herramientas informáticas. Las empresas consultadas comentaron que el soporte por parte del proveedor de software y el compromiso de la alta gerencia en las empresas, constituyen los factores clave para lograr una implementación exitosa. Se encontró también que el tiempo de implementación puede tomar alrededor de doce meses y que las empresas han invertido de diez a veinte millones de pesos colombianos en el proceso de desarrollo, evaluación, implementación y ejecución del software.

Existen oportunidades tanto para las empresas como para los proveedores de software para desarrollar e implementar paquetes que se ajusten mejor a las necesidades de los sistemas de inventarios de las empresas y que sean más asequibles en términos de costos. De las empresas que no utilizan software, un 8% comentó no hacerlo porque es muy costoso y un 5% no lo hace porque los paquetes disponibles actualmente no son útiles para la empresa.

2. CARACTERIZACIÓN DE SOFTWARE PARA LA GESTIÓN DE INVENTARIOS EN CADENAS DE ABASTECIMIENTO

Para caracterizar el software de gestión de inventarios se diseñó una

herramienta estándar de recolección de información cuyo esquema general está basado en los estudios que realiza la publicación *OR/MS Today* en su sección de encuestas de software.¹ Estos estudios incluyen la revisión de software de pronósticos (Yurkiewicz, 2008), de ruteo de vehículos (Hall y Partyka, 2008) y de software de administración de la cadena de suministro (Aksoy y Derbez, 2003), entre otros.

La encuesta se dividió en diez secciones: (1) descripción general del software, (2) módulos de gestión, (3) módulo de gestión de demanda, (4) módulo de gestión de inventario de producto terminado, (5) módulo de gestión inventario de producto en proceso, (6) módulo de gestión de inventario de materia prima, (7) módulo de gestión de proveedores, (8) módulo de gestión de inventario en la cadena de suministro, (9) gestión de la información, (10) información general de precios e instalación.

Para identificar la población de empresas de software que ofrecen herramientas para la gestión de inventarios en Colombia, se hizo una búsqueda exhaustiva en los catálogos de software en los directorios de información de empresas de desarrollo de tal tipo de tecnología. En total se obtuvo una población de 221 empresas distribuidas principalmente en Bogotá, Cali y Medellín. La totalidad de la población fue contactada e invitada a participar en el estudio. De dicha población, ocho empresas indicaron contar con el tipo de software con análisis y admitieron participar,

después de la revisión y aceptación del formulario de recolección de información diseñado. El Anexo 1 incluye el directorio de los proveedores de software que participaron en el estudio.

Las ocho empresas proveedoras de software que participaron en el estudio cuentan con oficina de representación y asesoría en Colombia. La metodología de aplicación de la encuesta se ajustó de acuerdo con los requerimientos de cada empresa. Para algunos, la encuesta se hizo mediante entrevista personal. Para otros, la encuesta se aplicó mediante el diligenciamiento del formulario electrónico o por encuesta telefónica, mientras que para dos sistemas informáticos evaluados se tuvo la oportunidad de interactuar con la interfaz de usuario y evidenciar las bondades indicadas por las empresas. Todos los campos de las encuestas fueron validados con las empresas incluidas en el estudio. Una descripción general del software encontrado se puede observar en la Tabla 1. Todas las tablas que ilustran los resultados del estudio se pueden observar en el Anexo 2.

Como se observa en la Tabla 1, al hacer la descripción del software se encontró que todos los productos son de carácter privado. La casa matriz de las empresas de software está ubicada en Colombia, con excepción de las empresas Mind de Colombia y Amazing Colombia S.A. cuya casa matriz es estadounidense y E-trading E.U., cuya casa matriz está en Bélgica. La mayoría de los productos eva-

1. Para más información ver: <http://lionhrtpub.com/orms/ormsurveys.html>

Tabla 1. Descripción general y Plataforma computacional

| DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SOFTWARE | | | | | | | | | | PLATAFORMA COMPUTACIONAL | | | |
|--------------------------------------|--|---------------------|-----------------------|-----------|-------|-------------------------------------|---|------------------------|--|---|-------------------------|----------|-----------------------|
| Producto | Proveedor | Año de Introducción | Carácter del software | | | País de ubicación de la casa matriz | Descripción del software | ¿Puede personalizarse? | Sistema operativo | Computador | | | |
| | | | Privado | Académico | Mixto | | | | | Tipo de procesador | Velocidad de procesador | Memoria | Espacio en disco duro |
| Uno Enterprise (ERP) | Sistemas de Información Empresarial S.A. | 2000 | S | N | N | Colombia | BBP (Best Business Practices) Solución ERP | S | Windows, Oracle - SPL, Linux, Oracle | Pentium IV | 26 Hz | 256 MB | 16 GB |
| Lab Logística avanzada para boutique | Systech | 2006 | S | N | N | Colombia (Bogotá) | Solución logística que integra consultoría, software, hardware y suministros y permite la optimización de procesos. | S | Linux Windows 2003 en adelante | Requerimientos mínimos | Requerimientos mínimos | 1 GB | >= 80 MB |
| Infor XA | Mind de Colombia | 1979 | S | N | N | EE.UU. | Software interconectado sobre plataforma IBM para potenciar los procedimientos de negociación. | S | OS 5 IBM 400 | Requerimientos mínimos | Requerimientos mínimos | 1 GB | 10 GB |
| SIIGO | Informática y Gestión S.A. | 1988 | S | N | N | Colombia | Sistema de información gerencial-operativo que permite registrar todos los aspectos relacionados con la administración de negocios. | S | Windows 98 en adelante, DOS, RED, Unix Linux | Ninguno en particular | 700 GHz. | 256 MB | 56 B |
| JD Edwards Enterprise One (ORACLE) | Amazing Colombia S.A. | 1977 | S | N | N | EE.UU. | Software integrado de gestión empresarial que maneja todos los ciclos misionales y de apoyo | S | Cualquier plataforma (Linux - Windows - IBM) | Depende de los requerimientos del cliente | | | |
| SAG | P & A Soluciones Integradas S.A. | 1995 | S | N | N | Medellín, Colombia | Software integrado que incluye control de inventario de materia prima, producto en proceso y producto terminado. | S | Windows | AMD o INTEL | 500Mhz o superior | >=128 MB | 150 Mb Libres |
| TinyERP | E-Trading E.U. | 2005 | S | N | N | Belgica | Open Source ERP & CRM | S | Windows GNU/Linux, Mac OS/X, Unix | Intel, AMD, Alpha, Sparc | | | |
| ARIMAR Inventarios | IIID SOFTWARE | 2003 | S | N | N | Medellín, Colombia | Software de automatización de requerimientos para el manejo administrativo y contable. | S | Windows | Requerimientos mínimos | 1.2 Ghz. O superior | 512 Mb | 2 gb |

Fuente: Elaboración propia

luados opera en ambiente Windows y una pequeña proporción usa Linux. Los requerimientos de plataforma computacional para la implementación de software son generalmente mínimos y pueden variar de acuerdo con las necesidades de los clientes. Los productos son compatibles principalmente con bases de datos como Oracle, Postgres, IBM y SQL Server, los proveedores de software ofrecen en su mayoría software ERP que es compatible con este tipo de sistemas (Anexo 2).

En el estudio se identificaron las herramientas de software que funcionan en varios ambientes productivos; en particular se indagó por los sistemas MTS (*make to stock*), MTO (*make to order*) ATO (*assembly to order*) y ETO (*engineer to order*), de los cuales, siete de los proveedores encuestados afirman poder operar en cualquiera de estos ambientes (Anexo 2).

Dada la estructura de la toma de decisiones al respecto de los inventarios en la cadena de abastecimiento, se evaluó si las herramientas de software actuales cuentan con módulos de gestión para cada uno de los tipos de inventario, como se indica en la Tabla 2. Siete de las herramientas evaluadas cuentan con el módulo para gestionar la demanda de producto terminado y seis cuentan con el módulo para la gestión de producto en proceso. La totalidad de las herramientas cuentan con los módulos de gestión de producto terminado y de proveedores, con el módulo para gestionar el inventario de materias primas y/o componentes, y con el módulo para localizar los inventarios en la cadena de suministro. A continuación se hace una descripción de los hallazgos en cada uno de los módulos y de las secciones evaluadas en la encuesta.

Tabla 2. Módulos de gestión

| IDENTIFICACIÓN DE MÓDULOS DE GESTIÓN | | | | | | |
|---|--|-------------------------------------|--------------------------------------|--|----------------|---|
| Producto | ¿Ofrece los siguientes módulos de gestión? | | | | | |
| | De demanda de producto terminado | De inventario de producto terminado | De inventario de producto en proceso | De inventario de materias primas y/o componentes | De proveedores | De localización de inventarios en la cadena de suministro |
| Uno Enterprise (ERP) | S | S | S | S | S | S |
| Lab Logística avanzada para bodega | S | S | N | S | S | S |
| Infor XA | S | S | S | S | S | S |
| SIIGO | N | S | S | S | S | S |
| JD Edwards Enterprise One (ORACLE) | S | S | S | S | S | S |
| SAG | S | S | S | S | S | S |
| TinyERP | S | S | S | S | S | S |
| ARMAR Inventarios | S | S | N | S | S | S |

Fuente: Elaboración propia

2.1. Módulo de gestión de demanda

Como se ilustra en el Anexo 2, dos de las ocho herramientas utilizadas permiten incorporar variables macroeconómicas en el análisis de demanda de los productos. Los métodos cuantitativos más comunes para estimar la demanda de los productos incluyen el Promedio Móvil Simple, las técnicas de Suavización Exponencial y los Métodos de Regresión. Las herramientas de Infor XA, JD Edwards y TinyERP afirmaron que los indicadores utilizados para medir la precisión del sistema de pronóstico son, respectivamente, los índices de regresión y el Error Cuadrático Medio (ECM), el porcentaje de confiabilidad y el ECM en conjunto con el Porcentaje Absoluto Medio del Error (MAPE: *Mean absolute percentage of error*).

Las siete herramientas que posee este módulo de gestión admiten un ingreso ilimitado de número de referencias, puntos de venta y zonas de mercado y permiten gestionar de manera independiente cada una de las referencias en cada punto de venta.

2.2. Módulo de inventario de producto terminado

Las ocho herramientas que cuentan con este módulo indican que puedan dar soporte a las decisiones de frecuencia de revisión del nivel de inventario; siete lo hacen para decidir la cantidad a ordenar y cuatro apoyan la decisión de la frecuencia ordenamiento. Estas decisiones pueden tomarse de manera centralizada o descentralizada para cada punto de venta, e independiente para cada referencia en cada punto de venta (Anexo 2).

Dentro de las metodologías de carácter cualitativo más usadas se encuentra la Clasificación ABC, mientras que los métodos cuantitativos de optimización más comunes son el uso de punto de reorden, el método de máximo-mínimo y el cálculo de inventarios de seguridad. Solo los sistemas SAG y Tiny ERP desarrollan métodos cuantitativos y heurísticos de simulación.

Todas las herramientas informáticas de este módulo permiten establecer una política de revisión tanto continua como periódica; sin embargo, como se ilustra en el Anexo 2, se pudo evidenciar que las metodologías para el cálculo de inventarios de seguridad son muy diversas; se destaca el uso de factores constantes (Sistemas de Información Empresarial S.A., SAG, ARMAR Inventarios, JD Edwards., Tiny ERP) y la variabilidad de los tiempos de suministro (Sistemas de Información Empresarial S.A., Lab Logística, JD Edwards, Tiny ERP). Por su parte, los paquetes JD Edwards y Tiny ERP tienen en cuenta el nivel de servicio al cliente para determinar los inventarios de seguridad, y éste es el factor menos frecuente.

Siete herramientas evaluadas permiten hacer la diferenciación del inventario de producto terminado, mientras que cuatro admiten distinguir entre los inventarios a la mano, neto, efectivo, de seguridad y en tránsito. Solo las herramientas de JD Edwards y Tiny ERP posibilitan hacer una estimación de los costos de gestión del inventario de producto terminado asociados a los costos de ordenar, de mantener y de ventas perdidas. Lab Logística e Infor XA permiten estimar los costos de mantener y de ventas perdidas.

2.3. Módulo de inventario de producto en proceso

Las seis herramientas que cuentan con este módulo permiten diferenciar el inventario de producto en proceso del resto de tipos de inventario. Cinco herramientas admiten identificar la localización del inventario de producto en proceso, asociar los tiempos de entrega para identificar a qué unidad de negocio pertenece el inventario e identificar si este inventario está asociado a un cliente en particular (Anexo 2).

2.4. Módulo de inventario de materia prima

En este módulo de gestión se encontró que todos los sistemas evaluados asocian las políticas de producto terminado con el control de las materias primas, a la vez que permiten asociar el plan de producción a mediano plazo con las políticas de este tipo de inventarios. Siete sistemas apoyan la decisión de frecuencia de revisión del inventario y de la cantidad a ordenar y seis permiten definir la frecuencia de ordenamiento.

Como se evidencia en el Anexo 2, las metodologías más comunes para apoyar las decisiones en este módulo están basadas en el uso de listados de materiales, la planeación de los requerimientos de materiales, la teoría de restricciones, la cual es utilizada por cuatro paquetes, y la determinación de tamaños óptimos de pedido. Pocas herramientas hacen uso de métodos cuantitativos, de pronósticos y de modelos de simulación.

En cuanto a metodologías para determinar inventarios de seguridad, al igual que en el caso de producto terminado, la mayoría de herramien-

tas se basan en factores constantes, mientras que la variabilidad de los tiempos de suministro, el nivel de servicio al cliente y el costo de faltantes son los factores menos empleados para determinar los niveles de estos inventarios (Anexo 2).

Todas las herramientas incluidas en el estudio establecen algún diferenciamiento entre los tipos de inventarios; no obstante, la estimación de los costos de ordenamiento, de mantener y por incumplimiento del proveedor para la gestión del inventario de materias primas, son de escasa incorporación en las herramientas informáticas.

2.5. Módulo de gestión de proveedores

Todos los sistemas permiten apoyar decisiones de identificación y caracterización de proveedores; siete permiten evaluar y seleccionar proveedores, y seis permiten hacer seguimiento y evaluación. Por otro lado, seis de los sistemas evaluados aceptan llevar un registro de los tiempos de suministro de los proveedores, mientras que cinco sistemas permiten registrar el desempeño de los proveedores.

Como se ilustra en el Anexo 2, solo el sistema de Tiny ERP permite estimar, de manera completa, los costos fijos de administración de proveedores, los costos de compras, los costos de retrasos en los tiempos de entrega y los costos de errores en la entrega de los productos. Uno, Enterprise, posibilita hacer estas estimaciones mediante la implementación adicional del módulo de Business Intelligence; SIIGO y ARMAR permiten estimar el costo de las compras, y JD Edwards admite estimar los costos de administración

y de compras mediante módulos de costos y modelos de costeo real.

2.6. Módulo de gestión de inventario en la cadena de suministro

Las ocho herramientas de software evaluadas, a excepción de tres que no tienen la funcionalidad de identificar el inventario de producto en proceso, permiten identificar la localización del inventario de producto terminado, producto en proceso y materia prima en las diferentes etapas de la cadena de suministro. Siete de las ocho herramientas apoyan las decisiones de los diferentes tipos de inventarios en bodegas y puntos de venta.

En el estudio se indagó si las herramientas de software permiten incluir información de los niveles de inventario en siete nodos de la cadena de suministro. Como se ilustra en el Anexo 2, las ocho herramientas tienen esta función en los puntos de venta, las bodegas de producto terminado y las bodegas de materia prima; seis herramientas tienen la función para conocer el nivel de inventario en el nodo de los mayoristas y de los proveedores, mientras que siete herramientas lo tienen en las plantas productivas y cuatro en los modos de transporte.

Igualmente, se evaluó si las herramientas permiten implementar estrategias de gestión de inventarios como VMI (*Vendor Managed Inventory*), CPFR (*Collaborative Planning Forecasting and Replenishment*), CIM (*Collaborative Inventory Management*), APF (*Advance Planning Forecasting*), DRB (*Drum-Rope-Buffer*), JIT (*Just in Time*) y ZI (*Zero Inventory*). Cinco herramientas

aceptan instalar VMI y ésta es la más común. Cuatro herramientas ofrecen la posibilidad de implementar CMI, APF y ZI, mientras que sólo tres ofrecen la implementación de estrategias CPFR, DBR y JIT.

2.7. Módulo de gestión de la información

En el estudio se indagó qué tipo de registro de información permite gestionar las herramientas evaluadas. El Anexo 2 ilustra cómo las ocho herramientas tienen dicha función para los registros de ventas de producto terminado en los puntos de venta y para los niveles de inventario efectivo de producto terminado en cada nodo de la cadena. Siete herramientas admiten gestionar los registros de los niveles de inventario efectivo de materia prima en cada nodo; seis lo permiten hacer con los tiempos de suministro entre los nodos de la cadena y con el registro agregado de los costos de inventario a lo largo de la cadena y cinco lo hacen con los niveles de inventario efectivo de producto en proceso. La funcionalidad menos frecuente es el registro de las ventas perdidas de producto terminado en cada punto, la cual solo es ofrecida por JD Edwards y Tiny ERP.

En este módulo se evaluó también si las herramientas permiten estimar indicadores de gestión de los inventarios a lo largo de la cadena de suministro. Las funcionalidades más frecuentes son la estimación del costo total del producto terminado, de producto en proceso y de materia prima, con siete, cinco y seis herramientas, respectivamente, que ofrecen tal estimación. Tan solo tres herramientas admiten evaluar el nivel de servicio

de producto terminado y dos lo hacen para el nivel de servicio del inventario de producto en proceso y de materias primas.

3. CONCLUSIONES Y FUTURAS OPORTUNIDADES DE INVESTIGACIÓN

La toma de decisiones al respecto de los diferentes tipos de inventario a lo largo de una cadena de abastecimiento es una tarea compleja, de carácter táctico y operativo, cuya gestión es determinante en la eficiencia del sistema de producción-distribución de cualquier empresa de producción de bienes o servicios. En este sentido, la definición de las políticas de inventario de producto terminado, producto en proceso y materias primas, son decisiones que no pueden asumirse como una tarea operativa, sino como una actividad que requiere ser considerada en los niveles de planeación estratégico y táctico y debe estar soportada por métodos más evolucionados que la intuición y la experiencia operativa.

Las herramientas y desarrollos de software han sido orientadas, en principio, al registro del movimiento de los diferentes tipos de inventario y a la conectividad de los sistemas de información contables con los sistemas productivos y de distribución. Como se pudo evidenciar, una baja proporción de las herramientas evaluadas permite dar soporte a las decisiones de políticas de inventarios mediante métodos cualitativos y/o cuantitativos propios de la ingeniería. Existe una tendencia, especialmente en los sistemas de tipo ERP, a la integración de los diferentes tipos de inventario con las unidades operativas de una empresa y a la implementación de

métodos cuantitativos para el apoyo a toma de decisiones.

Es importante, entonces, que si una empresa productora de bienes o servicios se encuentra en la fase de evaluar la implementación de software para apoyar las decisiones de inventarios, tenga claridad sobre sus necesidades como organización e identifique de manera precisa cuáles son los alcances, limitaciones y metodologías que presentan dichas herramientas.

En este artículo se ha presentado una reseña del software disponible en Colombia para la gestión de inventarios en cadenas de abastecimiento. Con base en la revisión de la literatura, en la identificación de las tendencias de gestión de la industria y en el estudio de las herramientas disponibles, se brinda una caracterización de los productos de software para apoyar la gestión de los diferentes tipos de inventario. La reseña ha permitido identificar las fortalezas de este campo de estudio, así como las debilidades y oportunidades de mejoramiento.

De manera general, se evidenció también que las herramientas disponibles presentan fortalezas en la conectividad de los diferentes tipos de información a lo largo de una cadena de suministro, así como capacidades ilimitadas, en la mayoría de los casos, para el número de referencias y de etapas en la cadena a considerar en el sistema. La principal debilidad se encontró en la carencia de métodos cuantitativos para los módulos evaluados, en el cálculo de costos de ordenamiento, de mantener inventario y de ventas perdidas, así como el registro de niveles de servicio de los diferentes tipos de inventario.

Se pudo identificar que las empresas que han implementado estas herramientas han tenido dificultades para evidenciar y cuantificar el mejoramiento logrado gracias al software. Parte de la causalidad de esta situación es que, en la mayoría de los casos, es la dinámica de las empresas la que debe ajustarse a la estructura del software y no al contrario.

Finalmente se han evidenciado oportunidades de investigación que pueden ser abordadas por la comunidad académica, por la comunidad de proveedores de software y/o por equipos de trabajo conjunto. Las oportunidades identificadas son:

- Desarrollar una metodología para que las empresas que implementan herramientas de software puedan cuantificar, en términos monetarios y de servicio, el beneficio que implica la adquisición e instalación de dichas herramientas.
- Desarrollar estrategias para que las herramientas de software puedan hacerse más flexibles para incorporar la dinámica de las empresas que las implementan.
- Implementar en las herramientas de software metodologías que permitan apoyar las decisiones de inventarios mediante el uso de métodos cualitativos y cuantitativos.
- Desarrollar metodologías para que las empresas puedan registrar datos que posibiliten medir la eficiencia de su sistema en términos de nivel de servicio a los clientes internos y externos, y en términos del costo total de

su gestión a lo largo de la cadena de suministro.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agrell, P. (1995). A multicriteria framework for inventory control. *International Journal of Production Economics*, 41, 59-70.
2. Akkermans, H., Bogerd, P., Yücesan, E. y Wassenhove, L. (2003). The impact of ERP on supply chain management: Exploratory findings from a European Delphi study. *European Journal of Operational Research*, 146, 284-301.
3. Aksoy, Y. y Derbez, A. (2003). Software Survey: Supply Chain Management. *OR/MS Today*, 30 (3), 1-13. Recuperado en noviembre, 2008, de: <http://lionhrtpub.com/orms/surveys/scm/scm-survey.html>
4. Axsäter, S. (2000). *Inventory Control*. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
5. Baker, B. (1999). A spreadsheet modeling approach to the assortment problem. *European Journal of Operational Research*, 114, 83-92.
6. Björk, K. y Carlsson, C. (2007). The effect of flexible lead times on a paper producer. *International Journal of Production Economics*, 107, 139-150.
7. Correa, A., Gómez, H.M., Loaiza, J.F., Lopera, D.C. y Villegas, J.G. (2008). Diseño de rutas de distribución de alimentos en el Valle de Aburrá: características y oportunidades. *Revista Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia*, 45, 172-180.
7. Doerr, K., Gates, W. y Mutty, J. (2006). A hybrid approach to the valuation of RFID/MEMS technology applied to ordnance inventory.

- International Journal of Production Economics*, 103, 726-741.
8. Ferretti, I., Zanoni, S. y Zavanella, L. (2006). Production–inventory scheduling using Ant System metaheuristic. *International Journal of Production Economics*, 104, 317-326.
 9. Gutiérrez, V., Palacio, J.D. y Villegas, J.G. (2007). Reseña del software disponible en Colombia para el diseño de rutas de distribución y servicios. *Revista Universidad EAFIT*, 43 (145), 60-80.
 10. Gutiérrez, V. y Rodríguez, L. (2008). Diagnóstico regional de gestión de inventarios en la industria de producción y distribución de bienes. *Revista Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia*, 45, 157-171.
 11. Halas, E. y Fertsch, M. (2001). Managing inventories in the machine building industry: Results from empirically driven simulations. *International Journal of Production Economics*, 71, 119-123.
 12. Hall, R. y Partyka, J. (2008). Vehicle Routing Software Survey: On the Road to Mobility. *OR/MS Today*, 35(1). Recuperado en Noviembre, 2008, de: <http://lionhrtpub.com/orms/orms-2-08/frvrss.html>
 13. Kelle, P. y Akbulutb, A. (2005). The role of ERP tools in supply chain information sharing, cooperation, and cost optimization. *International Journal of Production Economics*, 93-94, 41-52.
 14. Lyu, J. (1995). On developing an inventory management system in the client/server environment. *Computers and Industrial Engineering*, 29, 93-37.
 15. Mandal, P. y Gunasekaran, A. (2002). Application of SAP R/3 in on-line inventory control. *International Journal of Production Economics*, 75, 47-55.
 16. Manthou, V. y Vlachopoulou, M. (2001). Bar-code technology for inventory and marketing management systems: A model for its development and implementation. *International Journal of Production Economics*, 71, 157-164.
 17. Ngai, E., Suk, F. y Lo, S. (2008). Development of an RFID-based sushi management system: The case of a conveyor-belt sushi restaurant. *International Journal of Production Economics*, 112(2), 630-645.
 18. Rizzi, A. y Zamboni, R. (1999). Efficiency improvement in manual warehouses through ERP systems implementation and redesign of the logistics processes. *Logistics Information Management*, 12(5), 367-377.
 19. Vidal, C.J. (2002). *Introducción a la gestión de inventarios*. Cali, Colombia: Universidad del Valle.
 20. Wu, Y., Frizelle, G. y Efstathiou, J. (2007). A study on the cost of operational complexity in customer–supplier systems. *International Journal of Production Economics*, 106, 217–229.
 21. Yajiong, X., Liang, H., Boulton, W. R. y Snyder, C. A. (2005). ERP Implementation failures in China: Case studies with implication for ERP vendors. *International Journal of Production Economics*, 97, 279-295.
 22. Yurkiewicz, J. (2008). Forecasting software survey: Forecasting at Steady State? *OR/MS Today*, 35(3). Recuperado en Noviembre, 2008, de: <http://lionhrtpub.com/orms/surveys/FSS/fss-fr.html> ☀

ANEXO 1. DIRECTORIO DE PROVEEDORES DE SOFTWARE CON SOPORTE EN COLOMBIA

A continuación se presenta la información de los proveedores de software que aceptaron participar en el estudio. Cada uno de los proveedores cuenta con casa de representación en Colombia y puede apoyar procesos de implementación en el país.

Sistemas de Información Empresarial

Cll 32D No. 76-148 Laureles
Medellín, Colombia
(+574) 409-9200
soporte@siesa.com
<http://www.siesa.com>

SYSTECH

Cra. 16 No. 96 64 Off 408 Bogotá
Bogotá, Colombia
(+571) 636-9686
gerencia@systech.com.co
<http://www.systech.com.co/>

MIND DE COLOMBIA LTDA.

Manejo Informático Industrial de Colombia

Cll 93D No. 17-42 Of. 502
Bogotá, Colombia
(+571) 622-2310
Miguel.becerra@mind.com.co
<http://www.mind.com.co>

Informática y Gestión S.A.

Cra 48A No. 10Sur-72
Medellín, Colombia
(+574) 266-0476
rebe4150@exact.nl
<http://www.siigo.com>

Amazing Colombia S.A.

Cll 7Sur No. 42-70 Of. 1711. Ed. Forum.
Medellín, Colombia.
(+ 574) 313-2244
mauricio.gordillo@co.amazingglobal.com
<http://www.co.amazingglobal.com>

P&A Soluciones Integradas S.A.

Diag. 75C No. 32E-68
Medellín, Colombia.
(+574) 416-8400
ventas@pya.com.co
<http://www.pya.com.co>

E-Trading E.U.

Cra 25B No. 16AA Sur-180 (int. 101)
Medellín, Colombia.
(+574) 317-3044
its@etrading-colombia.com
<http://www.etrading-colombia.com>

IIID SOFTWARE

Cll 94A No. 63A-80 [Dirección temporal]
Medellín, Colombia
(+574) 267-6072
juanntorres@une.net.co

ANEXO 2. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE SOFTWARE PARA LA GESTIÓN DE INVENTARIOS

Tabla A1. Especificaciones ERP

| ESPECIFICACIONES ERP | | | | | | | | | | |
|---|---|---|-------------------------------|-----------------------------------|--|--|------|-----|-----|-----------------------------------|
| Producto | ¿Con qué tipos de bases de datos es compatible? | Importación/Exportación de Datos | | ¿La compañía ofrece software ERP? | ¿El software es compatible con otros sistemas ERP? ¿Cuáles? | ¿El software funciona en varios ambientes productivos? | | | | |
| | | Formato datos a importar | Formato datos a exportar | | | MTS | IMTO | ATO | ETO | |
| Uno Enterprise (ERP) | Oracle - SQL De manera nativa | xls, xlm, multirrealista, secuenciales | xls, xlm, rtf, pdf, html | S | Se puede personalizar a través de una interfaz | S | S | S | S | Se puede integrar con cotizadores |
| Lab Logística avanzada para bodega | Postgres Informix Oracle SQL server | xml, CSB, xls | xml, CSB, xls | N | Great planes JD Edwards EPSON CG1 | S | S | S | S | S |
| Infor XA | IBM DB 2 | archivos planos, xls | archivos planos, xls | S | JD Edwards Oracle Site lyne PRMS BAAN | S | S | S | S | S |
| SIIGO | SQL | archivos planos, xls | archivos planos, xls | S | Todos, siempre y cuando se manejen los formatos de importación/exportación de datos | S | S | S | S | S |
| JD Edwards Enterprise One (ORACLE) | IBM, Oracle, SQL Server | Módulo de interoperabilidad que permite importar/exportar datos en archivos planos, xlm, entre otros. | | S (producto en mención) | Es compatible con soluciones estándares | S | S | S | S | S |
| SAG | Sybase SQL; SQL Server; Oracle | CSV, TXT, XLS | XLS, CSV, TXT, PDF, DBF, HTML | S | SICOF | S | S | S | S | S |
| TinyERP | PostgreSQL | xml, csv | | S | N | S | S | S | S | S |
| ARMAR Inventarios | SQL SERVER 2000 ó superior; ORACLE; dBase, Access | Según la necesidad del cliente. Se importa desde txt o xls | pdf, xls,txt | S | A través de documentos se trasladan datos a otras aplicaciones. Se puede crear cualquier tipo de interfaz gráfica. | S | S | S | S | S |

Fuente: Elaboración propia

Tabla A2. Módulo de gestión de demanda

| Producto | GESTIÓN DE LA DEMANDA DE PRODUCTOS INDEPENDIENTES | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------------------------------|--|------------------|----------------------------------|---|---|-----------------------|---------------------------|---|--|
| | ¿Permite incorporar variables macro-económicas? | Métodos cualitativos | Métodos cuantitativos (Pronósticos) | Métodos Causales | Métodos de Simulación | Combinación de métodos | ¿Qué indicadores de precisión del sistema de pronósticos ofrece? | Número de referencias | Número de puntos de venta | Nro de zonas de mercado | ¿Permite gestionar de manera independiente cada referencia en cada punto de venta? |
| Uno Enterprise (ERP) | Asesoría de inteligencia de negocios (BI) | Consultar al proveedor (C.F.) | PMS, PMP, SES, SED, Holt-Winters, Descomposición multivariada, Ajuste de curva | C.P. | C.P. | C.P. | C.P. | Ilimitado | Ilimitado | Ilimitado | S |
| Lab Logística avanzada para bodega | N | N | - Estadísticas generales: promedio, desviación estándar, moda. El software hace sugerencia en compra. | N | N | N | N | Ilimitado | Ilimitado | Ilimitado (Excepto sector hotelero y de alimentos) | S |
| Infor XA | N | N | - Pronósticos básicos, PMS, SES, regresión lineal | N | N | N | - Índices de Regresión - ECM | Ilimitado | Ilimitado | Ilimitado | S |
| SIIGO | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| JD Edwards Enterprise One (ORACLE) | El software es parametrizable por variables | El usuario debe definir variables | Métodos estadísticos y bayesianos, proyecciones, planeación por escenarios | S | De escenarios de cadena de valor | Si uno de los modelos de estimación lo incluye. | Porcentaje de confiabilidad (factor de certeza definido por el usuario) | Ilimitado | Ilimitado | El usuario define el tamaño de la lista de valor (categorías) | S |
| SAG | N | N | N | N | N | N | N/A | Ilimitado | Ilimitado | Ilimitado | S |
| TinyERP | N | N | N | N | N | N | ECM, MAPE | Ilimitado | Ilimitado | Ilimitado | S |
| ARMAR Inventarios | N | N | N | N | N | N | N | Ilimitado | Ilimitado | Ilimitado | S |

Fuente: Elaboración propia

Tabla A3. Modelo de gestión de inventarios de producto terminado

| Producto | GESTIÓN DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO | | | | | | | | | | Permite determinar políticas de revisión: | | | |
|------------------------------------|--|--------------------|---------------------------|----------------------------------|--|---|---|--|---------------------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------------|------------------------------------|---|
| | ¿Permite apoyar las siguientes decisiones? | | | Estas decisiones pueden tomarse: | | | ¿Las decisiones se apoyan en las siguientes metodologías? | | | | Continua | Periódica | | |
| | Frecuencia de revisión del nivel de inventario | Cantidad a ordenar | Frecuencia ordenamiento | De manera centralizada | De manera descentralizada para cada punto de venta | De manera independiente para cada referencia en cada punto de venta | Modelos cualitativos | Modelos cualitativos que involucren la experiencia | Modelos cuantitativos de optimización | Modelos cuantitativos de simulación | Modelos cuantitativos heurísticos | Otros | | |
| Uno Enterprise (ERP) | S | C.P. | C.P. | C.P. | C.P. | C.P. | Clasificación ABC | N | Max-Min, PR, sistema dinámico | C.P. | C.P. | Inteligencia de negocios (BI) | S | S |
| Lab Logística avanzada para bodega | S | S | N Abastecimiento continuo | N | S | S | Clasificación ABC | N | Max-min, PR | N | N | N | S | S |
| Infor XA | S | S Planea la cadena | N Abastecimiento continuo | S | S | S | Clasificación ABC | N | Max-min, PR, stock de seguridad | N | N | N | (productos movidos, por área, etc) | S |
| SIIGO | S | S | S | S | S | S | S | S | N | N | N | N | S | S |
| JD Edwards Enterprise One (ORACLE) | S | S | S | S | S | S | Clasificación ABC | S | PR, LT, distribuciones estadísticas | N | N | N | S | S |
| SAG | S | S | N | S | S | S | N | N | Max-Min, PR | S | N | Nivel Disponible vs Teórico | S | S |
| TinyERP | S | S | S | S | S | S | S | N | PR (punto de recorden) | S | S | N | S | S |
| ARMAR Inventarios | S | S | S | S | S | S | N | N | N | N | N | N | S | S |

Fuente: Elaboración propia

Tabla A3. Modelo de gestión de inventarios de producto terminado (Cont.)

| Producto | GESTIÓN DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO | | | | | | | | | | Permite estimar los siguientes costos de la gestión de inventario de producto | | | | | |
|------------------------------------|---|------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-----------------|---|-------------------|----------|--------------|-------------|---|--|------------------------------|---|---|---|
| | La metodología utilizada para determinar los inventarios de seguridad se basa en: | | | | | ¿Permite diferenciar entre los siguientes tipos de inventarios? | | | | | ¿El módulo hace uso de los resultados del módulo de gestión de demanda independiente? | Costo fijo de ordenamiento | Costo de mantener inventario | Costo de ventas pérdidas | | |
| | Factores constantes | Variedad de la demanda | Variedad de los tiempos de suministro | Nivel de servicio al cliente | Costo de fallas | A la mano | Neto | Efectivo | De seguridad | En tránsito | Otros | | | | | |
| Uno Enterprise (ERP) | S | S | S | N | N/A | S | S | S | S | S | | S | N | N | N | |
| Lab Logística avanzada para bodega | N | N | S | N | N | S | Se puede calcular | N | N | S | - Inventario comprometido (MTO), bloqueado, en bodega no disponible por avería | A partir de las estadísticas de ventas (clientes y puntos de venta), se planea hacia atrás | N | Costo promedio general, costo de ventas | N | S |
| Infor XA | N | N | S | N | N | S | S | S | S | S | - Inventario reservado, según estado (dañado y cuarentena) | Hay un módulo adicional, para planear inventario y producción | N | N | S | S |
| SIIGO | N | N | N | N | N | S | S | S | N | S | N | | S | S | N | N |
| JD Edwards Enterprise One (ORACLE) | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | N/A | S | S | S | S | S |
| SAG | S | N | N | N | N | S | S | S | S | N | N/A | N | N | N | N | N |
| TinyERP | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | N/A | S | S | S | S | S |
| ARMAR Inventarios | S | N | N | N | N | S | N | N | S | N | N/A | S | N | N | N | N |

Fuente: Elaboración propia

Tabla A4. Modelo de gestión de inventario de producto en proceso

| GESTIÓN DE INVENTARIO DE PRODUCTO EN PROCESO | | | | | | |
|--|---|--|--|---|--|--|
| Producto | ¿Permite diferenciar el inventario de producto en proceso del inventario de materias primas y del producto terminado? | ¿Permite identificar la localización del inventario de producto en proceso ? | ¿Permite asociar los tiempos de entrega para identificar a qué unidad de negocio pertenece el inventario de producto en proceso? | ¿Permite identificar a qué unidad de negocio debe cargarse el costo de inventario de producto en proceso? | ¿Permite identificar si el producto en proceso está asociado a un cliente en particular? | |
| Uno Enterprise (ERP) | S | S Mercancía en tránsito | S | S | S | |
| Lab Logística avanzada para bodega | N Diferencia la materia prima | S Mercancía en tránsito Entrega a bodega | N | N | N | |
| Infor XA | S | S | S | S | S | |
| SIIGO | S | S | S | S | S | |
| JD Edwards EnterpriseOne (ORACLE) | S | S | S | S | S | |
| SAG | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | |
| TinyERP | S | S | S | S | S | |
| ARMAR Inventarios | S | N | N | N | N | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla A5. Modelo de gestión de inventarios de materia prima

| Producto | GESTIÓN DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---|---|--|--------------------|----------------------------------|------------------------|---|---|---|-----|-----|-------------------------|----------------------------------|--|---------------------------------|-------------|------------|-----------------------------|--|
| | ¿Permite asociar las políticas de producto terminado con las de control de materias primas? | ¿Permite asociar el plan de producción a mediano plazo con las políticas de control de materia prima? | ¿Permite apoyar las siguientes decisiones? | | Estas decisiones pueden tomarse: | | | | ¿Qué metodologías utiliza para el manejo de los inventarios de materia prima? | | | | | | | | | | |
| | | | Frecuencia de revisión del nivel de inventario | Cantidad a ordenar | Frecuencia ordenamiento | De manera centralizada | De manera descentralizada para cada planta productiva | De manera independiente para cada planta productiva | referencia en cada planta productiva | BOM | MRP | TOC | EOQ | Métodos cuantitativos (MPL, Heurístico de Wagner, Silver & Meal) | Desagregación del plan agregado | Pronósticos | Simulación | Negociación con proveedores | Políticas de control propias de gestión de demanda independiente |
| Uno Enterprise (ERP) | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | Por capacidad de planta | N Se puede implementar con BI | C.P. | S | S | N | S | S |
| Lab Logística avanzada para bodega | S | S | S | N | N | S | S | S | S | S | N | N | N | N | N | N | N | S | N |
| Infor XA | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | N | S | S | S | S | S |
| SIIGO | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | N | N | N | N | N | N | N | N | N |
| JD Edwards Enterprise One (ORACLE) | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S |
| SAG | S | S | N | S | N | S | N | N | N | S | S | N | N | N | N | N | S | N | N |
| TinyERP | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | N | N |
| ARMAR Inventarios | S | N | S | S | S | S | S | S | S | S | N | N | N | N | N | N | N | S | S |

Fuente: Elaboración propia

Tabla A5. Modelo de gestión de inventarios de materia prima (Cont.)

| Producto | GESTIÓN DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|---------|---|---------------------|-----------------------|----------------------------------|---|-----------|---------------------------------|----------|---|--|----------------------------|------------------------------|--|---|
| | Determina políticas de revisión: | | La metodología para determinar los inventarios de seguridad se basa en: | | | | ¿Permite diferenciar entre los siguientes tipos de inventarios? | | | | Permite estimar los siguientes costos de la gestión de inventario | | | | | |
| | Continua | Pérdida | Factores constantes | Varibilidad demanda | Varibilidad de los LT | El nivel de servicio | El costo de fallos | A la mano | Neto | Efectivo | De seguridad | ¿El módulo hace uso de los resultados del módulo de gestión de PT? | Costo fijo de ordenamiento | Costo de mantener inventario | Costo por incumplimiento del proveedor | ¿Permite tener un registro de los criterios de calidad de la materia prima que deben cumplir los proveedores? |
| Uno Enterprise (ERP) | S | S | S | S | S | N Se puede implementar con BI | N Se puede implementar con BI | S | S | S | S | S | S | S | N Se puede implementar con BI | S |
| Lab. Logística avanzada para bodega | S | S | N | N | N | N | N | S | Otra clasificación en 5 niveles | | S | N | N | N | N | S Ficha técnica |
| Infor XA | S | S | N | S | N | S | N | S | S | S | S | N | S | N | N | S |
| SIIGO | S | S | N | N | N | N | N | S | S | N | S | N | N | N | S Se puede parametrizar | N |
| JD Edwards Enterprise One (ORACLE) | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S Inspecciones de requerimientos y atributos de calidad |
| SAG | S | S | S | N | N | N | N | S | S | S | S | N | N | N | N | N |
| TinyERP | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S |
| ARMAR Inventarios | S | S | S | N | N | N | N | S | N | S | S | S | N | N | N | N |

Fuente: Elaboración propia

Tabla A6. Modelo de gestión de proveedores

| Producto | ¿Permite apoyar las siguientes decisiones sobre | | | | ¿Permite relacionar cada proveedor con cada materia prima y viceversa? | ¿Permite apoyar la decisión de selección de proveedores para la compra de MP? | | GESTIÓN DE PROVEEDORES | | | | | Permite registrar el desempeño de los proveedores en cuanto a la entrega: | | | |
|------------------------------------|---|-----------------|------------------------|--------------------------|--|---|--|------------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------------|---|--|--------------------------|--|
| | Identificación | Caracterización | Evaluación y selección | Seguimiento y evaluación | | S/N | ¿Qué criterios utiliza? | S/N | Capacidad máxima de registros | Del producto correcto | En la cantidad correcta | En las condiciones adecuadas | En el lugar correcto | En el intervalo especificado | En las tarifas acordadas | |
| Uno Enterprise (ERP) | S | S | S | S | S | S | Valoración de compras. El usuario define los criterios de comparación. | S | Ilimitado | S | S | S | S | S | | |
| Lab Logística avanzada para bodega | S | S | S | S | S | S | - Ficha de proveedores con variables logísticas (lead times) - Clasificación manual según el sector | S | Ilimitado | S | S | S | S | S Si el ítem tiene revisión técnica | | |
| Infor XA | S | S | S | S | S | S | Puntaje y ranking con base en cumplimiento, calidad y cantidades | S | Ilimitado | S | S | S | S | S | | |
| SIIGO | S | S | S | S | S | S | Tiempos de suministro y costos | S | Ilimitado | N | N | N | N | S | | |
| JD Edwards Enterprise One (ORACLE) | S | S | S | S | S | S | - Convenios con proveedores - Ponderación de diversos factores | S | Ilimitado | S | S | S | S | S | | |
| SAG | S | S | N | S | S | N | N/A | N | Ilimitado | N | S | N | S | S | | |
| TinyERP | S | S | S | S | S | S | Costo, tiempos de entrega, calidad del servicio, calidad de la materia prima | S | N | S | S | S | S | S | | |
| ARMAR Inventarios | S | S | N | N | S | N | N/A | N | N/A | N | N | N | N | N | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla A6. Modelo de gestión de proveedores (Cont.)

| Producto | Permite implementar una estrategia de colaboración con los proveedores para: | | | | GESTIÓN DE PROVEEDORES | | | | ¿Permite estimar los siguientes costos de la gestión de proveedores? | | | |
|---|--|---|---------------------------------|--|--|--|---|--------------------------------------|--|---|--|--|
| | Compartir información | Definir políticas de control de materia prima | Gestionar tiempos de suministro | ¿Permite gestionar los documentos de adquisición de materia prima? | S/N | ¿Qué criterios utiliza? | Costo fijo de administración de proveedores | Costo de compras | Costo de retrasos en los tiempos de entrega | Costo de errores en la entrega de los productos | | |
| Uno Enterprise (ERP) | S A través de consultoría | S | S | S De manera automática | S | Definidos por el usuario | N Se puede implementar con BI | S | N Se puede implementar con BI | N Se puede implementar con BI | | |
| Lab Logística avanzada para bodega | Por ser en un ambiente Web, puede proporcionarse un login al proveedor para que obtenga información del inventario | | | S | N | Productos vs. Proveedores | N | N Seguimiento a órdenes de compra | N | N | | |
| Infor XA | S Portal | S | S | S | N | Ranking | N | N | N | N | | |
| SIIGO | S Mediante hta. Adicional e synergy | S | S | S | S Mediante hta. adicional e synergy | Criterios personalizados por el usuario | N | S | N | N | | |
| JD Edwards Enterprise One (ORACLE) | S | N | S | S | S | Utiliza 16 criterios: ABC, especialidad de producto, región, etc | A través del módulo Costos ABC | S Mediante modelos de costeo real | N | N | | |
| SAG | S | N | N | S | S | Clase, categoría, actividad, productos que suministra. | N | N | N | N | | |
| TinyERP | S | N | S | S | S | Por materia prima, por cantidades | S | S | S | S | | |
| ARMAR Inventarios | N | N | N | S | S | Por referencia o materia prima | N | S | N | N | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla A7. Modelo de gestión de inventario en la cadena de suministro

| Producto | GESTIÓN DE INVENTARIO EN LA CADENA DE SUMINISTRO | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|---------------------|---------------|--|---|--|--|------|-----|-----|-----|-----|----|
| | Permite identificar donde está localizado el inventario en la cadena | | | Apoya la toma de decisiones de localización en bodegas y puntos de venta de: | | | Permite implementar las siguientes estrategias de gestión: | | | | | | |
| | Producto terminado | Producto en proceso | Materia prima | Producto terminado | Inventario de seguridad de producto terminado | Inventario de seguridad de materia prima | VMI | CFPR | CMI | APF | DRB | JIT | ZI |
| Uno Enterprise (ERP) | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | N | N |
| Lab Logística avanzada para bodega | S | N | S | S | S | S | S | S | N | N | N | N | N |
| Infor XA | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S |
| SIIGO | S | S | S | S | S | S | N | S | N | N | N | N | N |
| JD Edwards Enterprise One (ORACLE) | S | S | S | S | S | S | S | S | N | S | S | S | S |
| SAG | S | N | S | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N |
| Tiny ERP | S | S | S | S | S | S | N | S | S | S | S | S | S |
| ARMAR Inventarios | S | N | S | S | S | S | S | S | N | N | N | N | S |

Fuente: Elaboración propia

Tabla A7. Modelo de gestión de inventario en la cadena de suministro (Cont.)

| Producto | GESTIÓN DE INVENTARIO EN LA CADENA DE SUMINISTRO | | | | | | | ¿Permite apoyar las siguientes decisiones? | |
|------------------------------------|--|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|---|-------------|---------------------|---|---|
| | Permite incluir información de los niveles de inventario en los siguientes nodos de la cadena: | | | | ¿Permite identificar a qué nodo de la cadena de suministro se deben cargar los inventarios? | | | Cantidad de despacho entre los nodos de la cadena | Frecuencia de despacho entre los nodos de la cadena |
| | Puntos de venta | Mayoristas | Bodegas de producto terminado | Bodegas de materia prima | Plantas productivas | Proveedores | Modos de Transporte | | |
| Uno Enterprise (ERP) | S | S | S | S | S | S | S | S | S |
| Lab Logística avanzada para bodega | S | N Cantidad mínima a pedir | S | S | N | N | S | Fórmula entre nodos de producto terminado basado en demanda | Reabastecimiento continuo |
| Infor XA | S | S | S | S | S | S | N | S Planeación | N |
| SIIGO | S | S | S | S | S | S | N | S | S |
| JD Edwards Enterprise One (ORACLE) | S | S | S | S | S | S | S | Módulo adicional Costos ABC | S |
| SAG | S | N | S | S | S | N | N | N | N |
| TinyERP | S | S | S | S | S | S | S | S | S |
| ARMAR Inventarios | S | S | S | S | S | S | N | N | N |

Fuente: Elaboración propia

Tabla A8. Modelo de gestión de la información

| GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|--|--|--|--|--|--|---|---|--|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Permite estimar los siguientes indicadores de gestión de inventario a lo largo de la cadena de suministro: | | | | | | | | | | | | | | |
| Permite gestionar los registros de información de: | | | | | | | | | | | | | | |
| Producto | Ventas de PT en cada punto de venta | Ventas perdidas de PT en cada punto de venta | Tiempos de suministro entre los nodos de la cadena | Niveles de inventario efectivo de PT en cada nodo de la cadena | Niveles de inventario efectivo de producto en P en P en cada nodo de la cadena | Niveles de inventario efectivo de MP en cada nodo de la cadena | Niveles de inventario en modos de transporte | Registro agregado de los costos de inventario a lo largo de la cadena de suministro | Nivel de servicio de producto terminado | Nivel de servicio de producto en proceso | Nivel de servicio de materia prima | Costo total de producto terminado | Costo total de producto en proceso | Costo total de materia prima |
| Uno Enterprise (ERP) | S | N Se puede implementar con BI | S | S | S | S | S | S | N Se puede implementar con BI | N Se puede implementar con BI | N Se puede implementar con BI | N Se puede implementar con BI | N Se puede implementar con BI | N Se puede implementar con BI |
| Lab Logística avanzada para bottega | S | N | S | N | N | S | S | N | S | N | N | S | N | Costo de adquisición |
| Infor XA | S | N | S | S | S | S | N | S | N | N | N | S | S | S |
| SIIGO | S | N | N | S | S | S | S | S | N | N | N | S | S | S |
| JD Edwards Enterprise One (ORACLE) | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S |
| SAG | S | N | N | S | N | N | N | N | N | N | N | S | S | S |
| TinyERP | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S |
| ARMAR Inventarios | S | N | S | S | N | S | N | S | N | N | N | S | N | S |

Fuente: Elaboración propia

Tabla A9. Otras características especiales e información de precios e instalación

| OTRAS CARACTERÍSTICAS ESPECIALES & INFORMACIÓN DE PRECIOS E INSTALACIÓN | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|--------------------------------|---|---|---|
| Producto | Otras características especiales | Innovaciones recientes en el sistema | Número de empresas que usan el software en Colombia | Instalaciones más significativas | Valor de la licencia mono-usuario | ¿Permite usuarios simultáneos? | Costo adicional de usuarios simultáneos | Costo de soporte de instalación (\$/hora) | Horas promedio requeridas |
| Uno Enterprise (ERP) | BI Software financiero, comercial (CAB), de manufactura y nómina | Desarrollo permanente, orientado a BPP | 200 | C.P. | C.P. | C.P. | C.P. | C.P. | C.P. |
| Lab Logística avanzada para bodega | Se puede adquirir el software en alquiler | Tecnología Web y tecnología de radiofrecuencia en recepción y despacho, RFID-EPC. | 8 | Saint-Gobain Colombia Spring Step Caracol televisión Cableación y Cable Caracol (Bogotá) Lead-co OTC (operador logístico Terpel) | C.P. Valor por nodo | S Web | C.P. | C.P. | C.P. Depende del cliente |
| InforXA | Software 100% habilitado a Internet. Es multicompañía y multimonedada. | Módulo para ayudar a las empresas a definir la ubicación - planta - CD | 9 | Yanbal Laboratorios Bayer | C.P. | S Web | C.P. | C.P. | C.P. |
| SIIGO | El software es integrado | No es necesario realizar cierres de mes; trabaja en línea; permite accesos remotos. | Colombia: 42.000 Presencia en Ecuador, Perú, Venezuela, República Dominicana | C.P. | C.P. | S | C.P. | N/A | C.P. |
| JD Edwards Enterprise One (ORACLE) | Cumple con estándares internacionales y mejores prácticas de proceso. Se realizan actualizaciones anuales; retroalimentación con diferentes políticas de valorizaciones. Respaldo mundial | Arquitectura enfocada a servicio | 200 | Argos Compañía Colombiana Automotriz MAZDA Laboratorios Baxter | C.P. | S | C.P. | C.P. | C.P. |
| SAG | EDI, Pricat | C.P. | 300 | Banacol, Marilantias, Lemur Intima, Lovable | Desde \$2.400.000 | S | S | \$64.000/hora | 20 horas |
| TinyERP | Ambiente web. Frontend Gráfico. Arquitectura Client/Server | Un promedio de 3 módulos de extensión cada mes | 0 | IR-Microsystem, Geste Engineering, Hotel Costes, Administración Cantonale Vaudoise, ... | \$0 | S | N | \$95.000. COP | 8 Horas (Sistema Operativo GNU/Linux + TinyERP + DBMS) |
| ARMAR Inventarios | Acceso a servidores Web | Configuración de precios automáticamente, basados en los costos anteriores y actuales | 11 | Dos en Bogotá y una de Medellín | Son 4 ediciones diferentes según las especificaciones del cliente. | S | S | \$ 50.000 | Van incluidas dentro de la primera instalación. Para reinstalación, se instala y se parametrizan documentos y formularios; sugerimos 4 horas. |

Fuente: Elaboración propia