

[201023] Desarrollo de una herramienta de planeación empresarial basada en S&OP para la correcta gestión de una pyme de productos cárnicos en Bogotá

María Claudia Castiblanco Jiménez 1^{a,c}, María Carolina Caycedo Pachón 2^{a,c},
Verónica Diago Malagón 3^{a,c}, Oscar Ignacio Gil Sosa 4^{a,c}

Iván Poveda González^{b,c}

^aEstudiante de Ingeniería Industrial

^bProfesor, Director del Trabajo de Grado, Departamento de Ingeniería Industrial

^cPontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

Abstract

Colárnicos S.A.S. is a Colombian company involved in the food industry with its main headquarters in Bogotá. It oversees the processing, conservation, and distribution of buffalo meat products. This company does not have an established demand forecasting procedure and it does not have indicators that allow a correct operations and financial planning. Therefore, this work focuses on establishing a S&OP model, which allows aligning the different strategic areas of the company and correctly forecasting the demand and associated costs. A dynamic Excel tool was designed to support operational decision making to react in a timely manner to changes that occur in the market. The tool includes the forecasting of demand, inventories, production, and supply. In addition, the tool has a budget control model, which evaluates the precision of the tool and allows planning the costs associated with the operation. In order to create the tool based on S&OP, it was necessary to identify the appropriate demand forecast model, define an inventory policy, simulate the behavior of the S&OP operation, and measure the economic and efficiency impact with the results obtained. In addition to budget control, FlexSim software was used to validate this tool, by simulating the behavior of the forecasted supply and production. Throughout the development of the thesis, there were some limitations which restricted the design. These restrictions included the absence of a unified method to track sales and production and the limited amount of information available. Within the obtained results, it was found that five products belong to category A of the Pareto analysis, representing 73.49% of the total sales. The products that belong to category A are hamburger meat, house sauce, shredded meat, buffalo chorizo, and shredded chicken. These products were used for the development of the proposed model. In addition, it was identified that the demand forecast model that best suits the needs of the company is the ARMA (1,1) and the inventory policy that generates a lower cost for the handling of raw materials and finished products is BPF. The financial analysis indicated that the net margin of the proposed model differs by 2.81% from the net margin registered in June 2020, which demonstrates that the forecasting model proposed is accurate regarding the real values.

Resumen

La empresa colombiana Colárnicos S.A.S. se encuentra en el sector de alimentos, con sede principal en Bogotá. Se encarga del procesamiento, conservación y distribución de productos a base de carne de búfalo. Esta empresa no cuenta con un procedimiento establecido de proyección de demanda y no tiene indicadores que le permitan realizar una correcta planificación de las operaciones. Por esta razón, el presente trabajo se enfocó en establecer un modelo basado en S&OP, el cual permite alinear las diferentes áreas estratégicas de la empresa y pronosticar correctamente la demanda y los costos asociados. Se diseñó una herramienta dinámica en Excel que apoya la toma de decisiones operativas para reaccionar de manera oportuna a los cambios que ocurran en el mercado. La herramienta incluye la proyección de: demanda, inventarios, producción y abastecimiento. Además, la herramienta cuenta con un modelo de control presupuestal, el cual evalúa la precisión de la herramienta y permite planificar los costos asociados a la operación. Con el fin de crear la herramienta basada en S&OP, fue necesario identificar el modelo de proyección de demanda adecuado, definir una política de inventarios, simular el comportamiento de la operación S&OP y medir el impacto económico y de eficiencia con los resultados obtenidos. Para validar esta herramienta, además del control presupuestal, se utilizó el software FlexSim, donde se simuló el comportamiento del abastecimiento y producción propuesto. A lo largo del desarrollo del

trabajo de grado, se presentaron algunas limitaciones, las cuales restringieron el diseño. Estas restricciones incluyen la ausencia de un método unificado para llevar la trazabilidad de ventas y producción por parte de la empresa y la escasa cantidad de información disponible. Como resultado, se obtuvo que cinco productos pertenecen la categoría A del análisis de Pareto, ya que representan el 73,49% de las ventas de Colárnicos. Los productos de la categoría A son: carne tipo hamburguesa, salsa de la casa, carne desmechada, chorizo de búfalo y pollo desmechado. Estos productos se utilizaron para el desarrollo del modelo propuesto. Además, se identificó que el modelo de proyección de la demanda que mejor se ajusta a las necesidades de la empresa es el ARMA (1,1), y que la política de inventarios que genera un menor costo para el manejo de materia prima y de producto terminado es BPF. El análisis financiero demostró que el margen neto del modelo propuesto difiere en un 2,81% del margen neto registrado en junio del 2020, lo cual demuestra que la proyección del modelo propuesto es precisa con respecto a los valores reales.

Key words: S&OP, meat sector, SME, inventories, demand forecast, supply forecast, budget control

1. Justificación y planteamiento del problema

Los agentes de la cadena de abastecimiento lidian continuamente con problemas de desbalance entre la demanda y la oferta, lo que resulta en clientes insatisfechos, altos costos de inventarios y capacidades de producción o almacenamiento insuficientes (Kumar, 2016). Las empresas que realizan una planificación de su producción y sus inventarios con base en los pronósticos de ventas tienen una ventaja con respecto a su competencia, ya que minimizan la diferencia entre la demanda y la oferta. Sales and Operations Planning (S&OP) es un modelo que facilita esta planificación desde hace más de veinte años y brinda la posibilidad de generar valor desde una perspectiva más tangible. Al integrar las proyecciones de demanda y las políticas de inventario, el S&OP regula el flujo en producción y almacenamiento, y reduce costos operativos.

Es aquí donde los modelos de proyección de la demanda cobran importancia. Los pronósticos de demanda cuantitativos presentan objetividad al momento de planificar la producción y los inventarios, generando un vínculo que busca el cumplimiento de los *lead times* establecidos por la empresa. En ocasiones, se comete el error de basar la planificación de una empresa en la intuición de su directiva y, aunque esta pueda ser acertada, no garantiza precisión y probablemente no sea adecuada (Hanke y Wichern, 2006). Los métodos cuantitativos reducen la incertidumbre en la precisión de las proyecciones de ventas, asegurando el balance entre la demanda y la oferta, y reduciendo el riesgo de error en la planificación. Dentro de estos métodos cuantitativos se encuentra el modelo S&OP, el cual se utiliza como herramienta de planificación empresarial.

Distintos sectores han notado importantes mejoras en sus procesos luego de haber implementado el modelo S&OP. Por ejemplo, una pyme perteneciente al sector de vinos en Portugal se vio beneficiada luego de implementar el modelo, al obtener proyecciones positivas con respecto a los costos de producción y de inventarios, evidenciando un ahorro en costos operacionales (Ávila, Lima, Moreira, Pires y Bastos, 2019). Otro ejemplo en el que se puede observar mejoras es en el sector textil de Perú. Al implementar el modelo, la empresa estudiada obtuvo una tasa de rotación de inventarios 1,11 veces mayor a la tasa previa; además, los costos de producción y de adquisición se redujeron en un 71% y 33,14% respectivamente (Portales, Yalan, Sotelo y Ramos, 2019). Las mejoras presentadas en ambos casos se deben a la correcta aplicación del modelo S&OP.

La implementación del S&OP en pymes depende de ciertos factores esenciales que determinan el éxito del modelo (Alfaro, Valverde e Ibañez, 2019). En las empresas de procesamiento de carnes, variables como el mercado, la calidad del producto y su distribución, afectan el desarrollo de la planeación. La variable que mayor impacto genera sobre el S&OP es el comportamiento del mercado, ya que esta establece la demanda que será proyectada en los pronósticos base del modelo. La aplicación de modelos de pronóstico de demanda no difiere de modelos implementados en otros sectores, pero sus resultados dependerán de la información disponible en la empresa. La política de inventarios, generada por el balance entre la producción y las ventas, debe considerar los plazos de vencimiento de las diferentes materias primas y sus estándares de calidad. Los estándares siguen una normativa para el manejo de alimentos establecida por las entidades reguladoras como el ICA o el INVIMA. En cuanto a la distribución, el mercado de productos cárnicos determina los canales de venta, enfocándose específicamente en plazoletas de comida y puestos de comidas rápidas (Bozkir y Sezer,

2011). La distribución hacia canales adecuados para la venta del producto tendrá un impacto positivo en las ventas y por lo tanto en la demanda.

Uno de los mayores beneficios de la implementación del modelo S&OP, en pequeñas y medianas empresas (pymes) del sector cárnico, es la disminución de los costos operacionales. Según Gascó (2019), los costos operacionales se refieren a los gastos económicos a los que incurre una empresa por sus operaciones empresariales o de negocios. En las pymes, la aplicación del S&OP busca integrar las distintas áreas operativas con el fin de reducir costos operacionales e inventarios y al mismo tiempo incrementar ventas (Arias, Álvarez y Quispe, 2018). En el estudio realizado por Arias y colaboradores, luego de desarrollar una prueba piloto en el sector de alimentos peruano, se obtuvo que una reducción en los costos de suministros y una mejora en la planificación de la demanda, resultan en un retorno de la inversión más acelerado y con mayores posibilidades de seguir creciendo a largo plazo.

Para el caso de estudio en cuestión, se analizó la situación actual de la empresa Colárnicos, una pyme colombiana perteneciente al sector cárnico. Dentro de sus unidades de negocio se encuentran productos tales como la salchicha, el chorizo, la carne de búfalo, el pollo desmechado y diferentes salsas. Esta empresa está ubicada en la ciudad de Bogotá y es actualmente el proveedor del restaurante Buffalo City, el cual es uno de sus principales clientes. Con el propósito de abastecer a sus clientes, Colárnicos cuenta con una política de inventarios que establece un máximo aproximado de 15 días en inventario de producto terminado y un pedido semanal de los insumos necesarios para la producción por semana.

Se realizó una entrevista a la jefe de producción, quien compartió algunas inconformidades frente a la planeación de la cadena de abastecimiento. Según la jefe de producción, las promociones y los descuentos que genera Buffalo City a través de la aplicación Uber Eats, los cuales no son comunicados a Colárnicos con anterioridad, causan ciertas dificultades para la empresa. Esta situación genera mayor demanda y dificulta la planeación de producción y ventas. A pesar de que la demanda siempre se satisface, la empresa no cuenta con una planificación de operaciones adecuada. Debido a la falta de planificación, los operarios deben frecuentemente trabajar horas extra para cumplir con la fecha de entrega de los pedidos extraordinarios. Las horas extra que trabajan los operarios no son planificadas con anterioridad y esto crea descontento entre los colaboradores. Asimismo, en la entrevista se expuso la ausencia de indicadores de productividad, eficiencia, eficacia, calidad, producción, mermas, desempeño, entre otros. La falta de indicadores y la planificación inadecuada dificultan evaluar la política de inventarios actual y los costos asociados al almacenamiento. El seguimiento de la operación a través de indicadores facilitaría la medición del desempeño de la producción, de los operarios involucrados y de la planificación de las operaciones. Con una planificación adecuada, previendo los picos en la demanda generados por las promociones ofrecidas por Buffalo City, se podrían reducir las horas extra que frecuentemente trabajan los operarios y los costos asociados a estas horas extra. Otro beneficio de una correcta planificación sería la capacidad de reacción que obtendría Colárnicos al abastecerse y tener productos listos, con buena calidad y disponibles para su entrega.

Teniendo en cuenta la importancia de los aspectos mencionados anteriormente, se entiende que la implementación del modelo S&OP ayudaría a la empresa a mejorar su modelo de control de reacción a la demanda y correcto abastecimiento. El modelo propuesto apoyaría al crecimiento de la empresa, ya que esta no cuenta con un procedimiento establecido de proyección de demanda y no tiene indicadores que le permitan una correcta planificación de las operaciones. Según Noroozi y Wikner (2017), resolver esta problemática podría mejorar la exactitud en las proyecciones, reducir inventarios, mejorar el desempeño operacional, reducir la cantidad de unidades agotadas, entre otros. Basado en lo anterior, el presente trabajo de grado busca responder a la siguiente pregunta: ¿Es posible implementar un modelo S&OP dinámico que apoye la toma de decisiones operativas en pymes para reaccionar de manera oportuna a los cambios que ocurran en el mercado, analizado desde una empresa de fabricación de productos cárnicos?

2. Antecedentes

La industria de alimentos está encargada de proveer comida en buenas condiciones, a un precio asequible y en el momento indicado, a la población del mundo (Ivert et al., 2014). Las variables mencionadas

anteriormente hacen que la industria alimenticia sea una industria importante a nivel global, la cual debería contar con una planeación y gestión de recursos adecuada. La manera en cómo se debe manejar la cadena de suministros de una industria alimenticia difiere en grandes aspectos con otro tipo de industrias, debido a la alta volatilidad en su demanda y oferta (Yurt, Mena y Stevens, 2010, Voldrich, Wieser y Zufferey, 2020). Por esta razón, sería útil implementar un modelo S&OP dentro de las empresas que forman parte de esta industria.

Para la correcta implementación de un modelo S&OP, es importante comprender qué es y cómo funciona. Según Goh y Eldridge (2019), un modelo S&OP es un conjunto de tecnologías y procesos que permiten a una empresa responder de manera efectiva a la alta volatilidad de la demanda y la oferta en el mercado actual. Para implementar un modelo S&OP efectivo en una empresa enfocada en alimentos es necesario tener en cuenta algunos aspectos, dentro de los cuales se encuentra la estacionalidad de los productos (tanto de la demanda como de la oferta), la variedad, el corto lead time, la caducidad y las diferentes promociones que se implementan en la venta de los productos (Yurt et al., 2010, Jie y Gengatharen, 2019). Sin embargo, este modelo puede ser implementado en cualquier tipo de empresa, sin importar la industria a la que pertenezca.

En el 2016, se realizó un estudio sobre la implementación del modelo S&OP en el hospital de la Universidad de Sahlgrenska en Suecia. Para lograr una implementación exitosa, fue necesario hacer un seguimiento de las proyecciones y de los planes que se tenían en el hospital, para hacer un modelo de proyecciones adecuado y analizar la capacidad de producción y de actividades para el cumplimiento de objetivos (Alvekrans, Lantz, Rosén, Siljemyr y Snygg, 2016). Al hacer uso de este modelo, el hospital universitario tuvo grandes mejoras, tanto en el ámbito operacional, como en el estratégico. Los gerentes de cada departamento fortalecieron sus conocimientos operacionales frente a temas esenciales dentro de la toma de decisiones estratégicas (Alvekrans et al., 2016).

En el caso de las empresas de alimentos, estas se encuentran en un mercado competitivo con consumidores bien informados que desean excelente disponibilidad, variedad de productos frescos y precios bajos (Dreyer, Kiil, Dukovska-Popovska, y Kaipia, 2018). Sin embargo, factores como la disponibilidad reducida, las rebajas frecuentes y los desperdicios, afectan en gran medida la rentabilidad de estas empresas. Por lo tanto, es necesario realizar una planificación eficiente de la oferta y la demanda, con la finalidad de coordinar las decisiones individuales y de tiempo limitado presentes en la cadena de suministros. Una planificación táctica adecuada tiene la posibilidad de proveer estabilidad en la cadena de suministros, ya que establece una propuesta para futuras decisiones operativas.

Con el propósito de analizar la planificación táctica en la venta minorista de comestibles, Dreyer et al. (2018) realizó un estudio para plantear cómo los procesos y los mecanismos de integración del S&OP logran mejorar esta planificación. Los autores desarrollaron la investigación con base en casos de estudio sobre la industria minorista de comestibles en Finlandia, Noruega y Reino Unido. Las principales fuentes de información fueron entrevistas con gerentes, directores y analistas de las compañías a estudiar. Dentro del análisis de los casos, los investigadores determinaron que el comercio minorista de comestibles necesita una planificación táctica diferente a la de la industria manufacturera (Dreyer et al., 2018). Los minoristas no han encontrado, ni la necesidad ni el beneficio de planificar, debido a que no han logrado integrar la planificación al mismo nivel que la industria manufacturera. El estudio sugiere una mejor integración de los objetivos de planificación táctica y mecanismos de recompensa por parte de la alta gerencia, y propone que las empresas unifiquen mejor los diferentes planes orientados al mercado, con el objetivo de equilibrar la oferta y la demanda.

El equilibrio de la oferta y la demanda es clave dentro de la implementación del S&OP (Portales et al., 2019). Las pymes presentan problemas debido a la planeación inapropiada de la cadena de suministros, ya que se evidencia una gestión de inventarios inadecuada por la poca exactitud de proyecciones de demanda. La aplicación del S&OP permite balancear la oferta y la demanda efectivamente, generando un impacto positivo.

Las pymes en Colombia pueden implementar el modelo S&OP y mejorar la exactitud de sus proyecciones de demanda en un rango de 20% a 50% aproximadamente (Hinkel, Merkel, y Kwasniok, 2016). Con el objetivo de alcanzar esta mejora, las empresas deben alinear e integrar mensualmente su planificación de oferta y demanda (Hinkel et al., 2016). La colaboración entre los departamentos de estas pymes es indispensable para aplicar el S&OP, ya que la comunicación entre ellos impacta directamente el desempeño del modelo. Según Hinkel et al. (2016), los departamentos de logística, ventas, mercadeo, finanzas y otros interesados, planifican la producción y los inventarios según se comporte la demanda. Los distintos departamentos realizan una planificación integral según el S&OP, en donde todos expresan sus intereses y restricciones para evitar conflictos durante la implementación.

Para realizar una planificación integral, según el S&OP, dentro de la industria de alimentos, los modelos de inventarios deben considerar una predicción adecuada de la demanda, ya que los productos perecederos tienen una vida útil muy corta (Valencia, Osorno y Salazar, 2017). No obstante, algunas pymes en Colombia presentan dificultades para llevar a cabo la planeación de producción e inventarios, puesto que no disponen de la tecnología ni de la capacidad para elaborar pronósticos de venta de sus productos. En el trabajo desarrollado por Valencia et al. (2017), se propuso comparar la precisión de los pronósticos de modelos estadísticos individuales con respecto a combinaciones entre estos. Con base en los indicadores de desempeño MAPE (Media del Error Absoluto Porcentual) y MSE (Error Cuadrático Medio) fue posible evaluar los distintos modelos y se encontró que el modelo de regresión bayesiana (BRM) permite realizar pronósticos con un buen desempeño.

Cada organización tiene distintas necesidades, de modo que cada una debe evaluar cuál es el modelo más apropiado. Por ejemplo, en el caso presentado por Palacio y Rocero (2017), se diseñó un sistema de pronóstico de demanda y control de inventario para los productos de la empresa Congelados Criss en la ciudad de Cali, Colombia. Con esta finalidad, se tuvo en cuenta que el desarrollo tecnológico dentro de la industria alimenticia ha generado cambios en el estilo de vida de aquellas personas que buscan tener una mayor facilidad y practicidad a la hora de preparar sus alimentos (Palacio y Rosero, 2017). De modo que, en los últimos años, las empresas que fabrican y comercializan alimentos han utilizado con mayor frecuencia las modalidades de congelación y productos precocidos, convirtiendo esta estrategia en una de las opciones de negocio en tendencia. Con el objetivo de aprovechar efectivamente los recursos y la capacidad para abarcar la mayor parte de la demanda, teniendo en cuenta los indicadores MAPE, MSE y MAD (Error Medio Absoluto), los resultados de la investigación indicaron que el modelo de control de inventario Sistema Multiproducto con Restricción de Recurso era el adecuado para la situación de la empresa Congelados Criss. Sin embargo, las empresas tienen necesidades diferentes. Por lo tanto, es pertinente que cada organización contemple el uso de diversas herramientas que permitan pronosticar o definir su comportamiento operativo real.

3. Objetivos

Establecer un modelo basado en S&OP en una pyme del sector cárnico, basado en proyecciones dinámicas de la demanda.

1. Identificar el modelo de proyección de la demanda que se ajuste a las condiciones de mercado de la empresa Colárnicos, haciendo énfasis en los productos Pareto.
2. Establecer una política de inventarios, basada en el comportamiento actual de la demanda y la proyección de crecimiento de la empresa, para los productos Pareto.
3. Desarrollar una simulación mediante FlexSim, que refleje el comportamiento del proceso de producción y abastecimiento, basado en la proyección de la demanda de los productos Pareto en la empresa Colárnicos.
4. Realizar una herramienta en Excel que facilite la planeación del movimiento de inventarios de materia prima, producción y producto terminado de los productos Pareto, bajo un enfoque S&OP.
5. Medir el impacto económico y de eficiencia de la propuesta y la proyección, con los resultados de la simulación.

4. Cuerpo del documento

4.1 Identificar el modelo de proyección de la demanda que se ajuste a las condiciones de mercado de la empresa Colárnicos, haciendo énfasis en los productos Pareto.

4.1.1. Metodología

El mercado determina el comportamiento de la demanda para los productos que ofrece Colárnicos. La empresa cuenta con estrategias que le permiten adaptarse a este mercado. Sin embargo, la propuesta de un modelo de proyección de la demanda requiere previamente un análisis estratégico de la empresa para comprender su funcionamiento en el momento. En el Anexo 1 se encuentra el análisis estratégico de la empresa Colárnicos.

Con el objetivo de implementar una estrategia de *sales and operations planning* (S&OP), se debe analizar el entorno tanto interno como externo de la organización. Por esta razón, se utilizaron las herramientas FODA y VUCA que permitieron analizar el entorno en términos de fortalezas, debilidades, oportunidades, amenazas, volatilidad, incertidumbre, complejidad, y ambigüedades (el desarrollo de las herramientas mencionadas se encuentra en el Anexo 1). Luego de analizar los resultados de las herramientas, se propusieron ciertas estrategias que podrían ser de utilidad para Colárnicos.

La correcta implementación del S&OP en la empresa Colárnicos requiere de la selección y análisis de los productos que representen más importancia en términos de ventas para la compañía. Por este motivo, se llevó a cabo un análisis de Pareto con las ventas de cada referencia en el periodo estudiado. De tal forma, se identificaron los productos que mayor impacto tienen en el desempeño de la empresa y mayor relevancia para el presente trabajo. Sin embargo, teniendo estos resultados, es posible realizar una estratificación de los productos que permite tener mayor precisión a la hora de analizar los resultados. Es por esto que, se llevó a cabo una categorización implementando un análisis ABC y se seleccionaron los productos tipo A. El análisis de la información presentada se encuentra en el Anexo 1.

El modelo S&OP se compone de un proceso de cinco pasos que aseguran su correcta aplicación en cualquier empresa. Los cinco pasos son: la recolección de datos, la planificación de la demanda, la planificación de suministro, el proceso de pre junta y el proceso de junta ejecutiva. En el Anexo 1 se planteó su aplicabilidad en el modelo operativo actual de Colárnicos y se realizó un diagnóstico cualitativo del desempeño de la empresa con respecto a los cinco pasos del S&OP.

Por otro lado, la empresa no cuenta con un modelo de pronósticos para determinar sus ventas, su producción y su necesidad de almacenamiento. Colárnicos cuenta con una política de inventarios, la cual se basa en una cantidad preestablecida de producto a almacenar, fijada por conocimiento del comportamiento del mercado. Sin embargo, esta política no se considera un modelo de proyección, ya que no pronostica las ventas a futuro y no permite que la empresa reaccione ágilmente a una desviación en la demanda. En ciertas ocasiones, cuando algunos clientes ofrecen promociones en sus canales, sin previo aviso a Colárnicos, la empresa no es capaz de cubrir la demanda de manera inmediata. El presente estudio no consideró los datos históricos de demanda de la empresa porque no hay un registro de estos valores; solo se registran ventas.

El comportamiento de la demanda se analizó a través de las ventas de la empresa para las tres categorías (A, B y C) y para cada uno de los cinco productos en la categoría A. El estudio del comportamiento de los datos permite evidenciar posibles tendencias, estacionariedades o estacionalidades, que facilitan el pronóstico de la demanda. De igual manera, el estudio expone el efecto que ha tenido la pandemia de Covid-19 en el desempeño de la empresa. El análisis realizado para cada categoría y producto se puede encontrar en el Anexo 2.

Luego de analizar el comportamiento de la demanda para los productos de Colárnicos, se evaluaron distintos modelos de proyección con el propósito de identificar cuál se ajusta, de manera adecuada, al comportamiento de la demanda de cada uno de los productos Pareto de categoría A. Los modelos de proyección de demanda considerados se basan en métodos de proyección histórica, métodos causales y métodos estocásticos. Los modelos evaluados con métodos de proyección histórica fueron el promedio móvil simple, la suavización exponencial simple, la suavización exponencial doble y la regresión lineal. El consumo promedio diario se analizó como un método causal para pronosticar la demanda. Los modelos AR(1), AR(2), AR(3), MA(1), MA(2), MA(3) y ARMA(1,1) se basan en métodos estocásticos y también fueron considerados en este estudio. La comparación entre la precisión de cada modelo se hizo analizando los indicadores de error MAD y MAPE. La explicación de los modelos de proyección evaluados y la manera como estos fueron comparados, se encuentran en el Anexo 3.

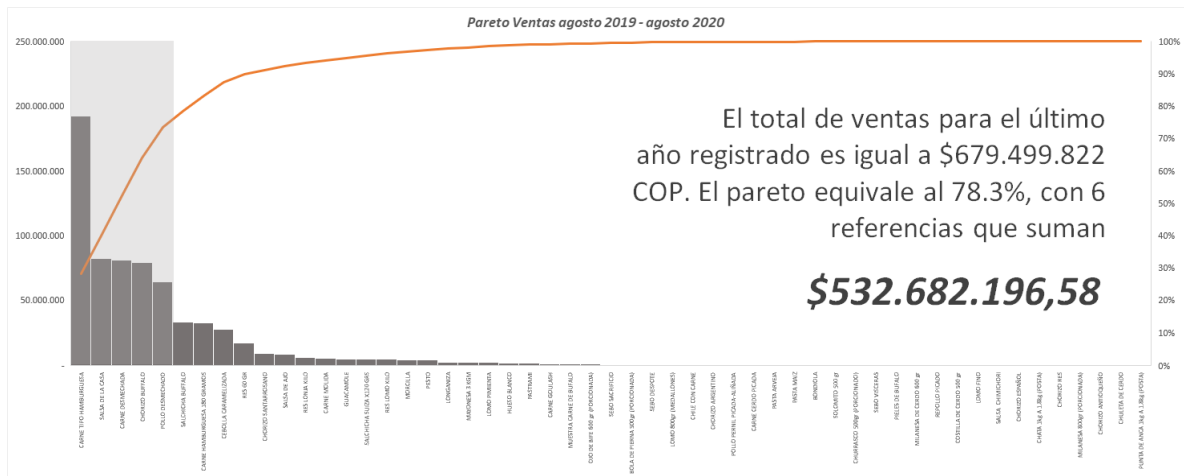
Con el fin de analizar el comportamiento de las ventas pronosticado, frente a los valores históricos reales, se utilizó el método de señal de rastreo, o *Tracking Signal* (TS) en inglés. Este modelo permite comprender si el pronóstico de ventas está siendo subestimado o sobrestimado. Según Hememiat et al. (2016), la señal de rastreo es un método utilizado para medir la precisión del pronóstico. El método considera el error entre los valores de ventas pronosticados y los valores históricos, y el error medio absoluto (MAD). El método de TS se llevó a cabo para cada uno de los cinco productos estudiados, en los 13 modelos de proyección considerados. En el Anexo 3 se encuentra la explicación de cada una de las gráficas obtenidas.

4.1.2 Resultados

Desde el punto de vista estratégico, Colárnicos es una pyme joven que busca crecer y ser líder en el mercado de productos cárnicos. Lo anterior se evidenció a partir del organigrama de la empresa, su misión y visión (Anexo 1). Los análisis VUCA Y FODA, utilizados para diagnosticar a Colárnicos y analizar su contexto en la industria, tuvieron como resultado las siguientes estrategias propuestas:

- Implementar el análisis del flujo de caja de la empresa para que no se vea afectado con largos periodos de pago de grandes superficies, y prepararse para cualquier tipo de volatilidad en costos.
- Establecer acuerdos con restaurantes para incrementar la rotación en el consumo de productos.
- Planificar el impacto de las estrategias de marketing digital para mantener la producción.
- Mantener una buena comunicación con el cliente Buffalo City para planificar adecuadamente la producción y los inventarios.

Con el motivo de identificar los productos más importantes que ofrece la empresa, se llevó a cabo un análisis Pareto, el cual se expone en la gráfica 1. Se encontró que el 78,39% de las ventas provienen de la venta de los siguientes productos: carne tipo hamburguesa, salsa de la casa, carne desmechada, chorizo de búfalo, pollo desmechado y salchicha de búfalo. Las ventas totales de los productos Pareto, desde agosto del 2019 hasta agosto del 2020, fueron de \$532.682.196 COP. El análisis ABC estratificó los productos y agrupó, en la categoría A, la carne tipo hamburguesa, la salsa de la casa, la carne desmechada, el chorizo de búfalo y el pollo desmechado. La categoría A representa el 73,49% de las ventas por \$499.361.030 COP. El análisis de la información presentada se encuentra en el Anexo 1.



Gráfica 1. Ley de Pareto. Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar el análisis y la evaluación del proceso S&OP, se concluyó que la empresa no tiene estandarizada la recolección de datos, no cuenta con una planificación de demanda ni de suministro, no requiere de una pre junta, y la junta ejecutiva se lleva a cabo por el gerente general, la jefe de planta y la contadora. Este diagnóstico se analizó en profundidad en el Anexo 1. Con el propósito de que la empresa pueda aplicar el modelo S&OP, se hicieron ciertas recomendaciones. La empresa debe hacer recolección de datos de todos sus procesos de manera digital y estandarizada. Con estos datos y con un estudio de sus clientes y del mercado en el que ofrecen sus productos, Colárnicos podrá establecer un modelo de proyección de la demanda. El pronóstico de la demanda le permitirá a la empresa planificar la producción y el almacenamiento de una manera más precisa. Por ser una pyme, la empresa no requiere una pre junta para establecer los puntos importantes a discutir en la junta ejecutiva del modelo S&OP, pero si es recomendable una junta ejecutiva mensual en la que el gerente general se reúna con los directores del área contable y del área operativa para la toma de decisiones sobre aspectos importantes para la empresa.

El análisis del comportamiento de la demanda que requiere la propuesta de un modelo de proyección (Anexo 2) expone algunos datos que son de utilidad para el entendimiento de lo ocurrido en el tiempo estudiado. Los productos de la categoría A tienen una leve tendencia negativa y no presentan un comportamiento estacional evidente. En febrero de 2020, Buffalo City, el cliente más importante de Colárnicos, empezó a vender a través de domicilios por Rappi. Debido a las ventas por este nuevo canal, no se aprecia un impacto de la pandemia por Covid-19 en los siguientes meses.

Teniendo en cuenta la información registrada en el Anexo 2, la categoría B alcanzó su máximo registrado en ventas el mes de febrero de 2020 por \$27.647.260 COP. A pesar de que se empezó a vender por Rappi y las ventas aumentaron exponencialmente en febrero de 2020, en el mes de marzo las ventas disminuyeron 76,95% como consecuencia de la pandemia por Covid-19. Los datos presentan una tendencia negativa que inicia antes de la pandemia pero que empeora con el confinamiento. Las ventas de la categoría C alcanzaron un máximo registrado por \$873.200 COP en el mes de abril de 2020. El comportamiento de las ventas de esta categoría presentó una desviación estándar de 73,12% y no mostró una tendencia clara o estacionalidad. Tampoco se evidenció un comportamiento estacionario en las ventas de la categoría C.

Los productos Pareto de la categoría A fueron analizados cada uno por separado, debido a su importancia en el desempeño de la empresa (Anexo 2). La carne tipo hamburguesa representó el 28,30% de las ventas y alcanzó su máximo en agosto del 2020 por \$28.832.000 COP. Desde mayo del 2020, se observó una tendencia positiva que pudo ser efecto de la consolidación de los servicios de domicilios por el confinamiento por Covid-19. La carne tipo hamburguesa es el producto de Colárnicos que más ingresos genera. El segundo producto con más ingresos es la salsa de la casa, la cual representa el 12,15% de las ventas de la empresa. En

septiembre del 2019, la salsa de la casa produjo su máximo en ventas por \$11.693.800 COP y su ingreso disminuyó 71,18% entre septiembre y diciembre. A partir de septiembre, las ventas de la salsa de la casa adoptaron un comportamiento estacionario alrededor de los \$5.000.000 COP. La carne desmechada es el tercer producto Pareto y representa el 11,92%. Las ventas de este producto tuvieron una desviación estándar de 39,02% y no mostraron ninguna tendencia ni comportamiento estacional en los meses estudiados. Al igual que la salsa de la casa, la carne desmechada alcanzó su máximo en ventas del período estudiado en septiembre del 2019. El chorizo de búfalo es el cuarto producto Pareto y representa el 11,68% de las ventas de Colárnicos. Entre los meses de octubre y diciembre del 2019, las ventas del chorizo de búfalo disminuyeron en 54,78% y a partir de diciembre se evidenció un comportamiento estacionario alrededor de los \$5.000.000 COP.

El modelo de pronósticos que mejor se ajusta al comportamiento de las ventas fue seleccionado con base en los indicadores de error MAD, MAPE y [el método TS](#). El Anexo 3 explica el método de jerarquización entre los modelos de proyección de demanda y [la evaluación del TS para cada modelo](#). La jerarquización dio como resultado que el ARMA(1,1) es el modelo que mejor se ajusta al comportamiento de la demanda para los cinco productos Pareto, indicando que la relación entre las ventas de un mes con las ventas del mes anterior es fuerte. El ARMA(1,1) obtuvo un MAPE promedio de 16,16%, siendo el error más bajo entre los 13 modelos evaluados, [y presenta únicamente una señal de alerta entre las 65 posibles alertas, lo que indica que el modelo es adecuado para las operaciones de la empresa](#). Colárnicos debe evaluar periódicamente el comportamiento de sus ventas, ya que este resultado está sujeto al periodo estudiado y, en un futuro, otro modelo de proyección puede ser el adecuado.

4.2 Establecer una política de inventarios, basada en el comportamiento actual de la demanda y la proyección de crecimiento de la empresa, para los productos Pareto.

4.2.1. Metodología

Para poder desarrollar una política de inventarios que se ajuste correctamente a las necesidades de la empresa Colárnicos, es necesario comprender cómo es el comportamiento del abastecimiento, el proceso de producción, la distribución y la proyección de crecimiento de la empresa. Con el fin de lograr esto, se desarrollaron 13 preguntas, las cuales fueron respondidas por el gerente general de la empresa junto con la jefe de producción mediante una entrevista (ver [enlace](#)). Además, para poder tener una mayor comprensión sobre el proceso productivo de cada una de las referencias seleccionadas y poder desarrollar una política de inventarios adecuada, se realizó una visita a la empresa. Con esta visita fue posible realizar un análisis de capacidad (eficiencia), junto con un análisis del comportamiento del abastecimiento (Anexo 4 y Anexo 1, respectivamente).

El estudio de capacidades (eficiencia) presenta los tiempos de producción para los artículos estudiados (Anexo 4). Con estos tiempos se calculó la capacidad real por turno, de cada uno de los productos, y el cuello de botella para cada caso. Para el cálculo de la eficiencia, se tuvo en cuenta la duración del turno, los descansos, el tiempo de ocio y las devoluciones por calidad. Con base en estos datos se calcularon los porcentajes de utilización y productividad.

Una vez analizado el proceso de producción y abastecimiento, se prosiguió a desarrollar diferentes políticas de inventario con el fin de encontrar la que mejor se adecuara a las necesidades de la empresa. Por este motivo, se implementaron [cuatro modelos de inventario explicados en el Anexo 5](#): el EOQ (Economic Order Quantity), el EPQ (Economic Production Quantity), el Lote a Lote [y el BPF \(Balanceo de Periodo Fragmentado\)](#). Además, se tuvieron en cuenta aspectos como el inventario de seguridad y el punto de reorden. Para manejar la materia prima se implementaron las políticas EPQ, Lote a Lote [y BPF](#), y para manejar el producto terminado se desarrollaron las políticas EOQ, Lote a Lote [y BPF](#).

Para llevar a cabo el modelo EPQ se calculó la cantidad de cada materia prima, en kilogramos, utilizada en cada mes. Paralelamente, con base en el costo de mantener, el costo de pedir, el costo de materia prima y el consumo pronosticado, fue posible calcular la cantidad óptima de materia prima que se debe pedir a los proveedores con el fin de cumplir con la demanda de los clientes. Además, se calculó el inventario de seguridad y el punto de reorden, para cada materia prima (Anexo 6).

Por otro lado, para el desarrollo del EOQ, al igual que en el EPQ, fue necesario tomar las ventas históricas junto con la proyección encontrada en el punto 4.1.2, en paquetes. Con esta información fue posible calcular la cantidad óptima de producto terminado que se debe pedir al área de producción, el inventario de seguridad y el punto de reorden, para cada una de las referencias seleccionadas. Además, tanto para el EOQ como para el EPQ se calculó una cantidad óptima máxima, la cual tiene en cuenta la cantidad óptima encontrada inicialmente junto con el inventario de seguridad.

En cuanto a la política de Lote a Lote, esta está basada en el comportamiento actual del inventario dentro de Colárnicos. La empresa cuenta con un inventario de 15 días, tanto de producto terminado como de materia prima, con el fin de tener un inventario de seguridad para ocasiones en las que la demanda supera la capacidad de la empresa. Para el desarrollo de esta política, se manejaron periodos semanales con el objetivo de mantener la política de 15 días establecida por la empresa. En el caso de materia prima, se estableció un pedido cada dos semanas. Este pedido, el cual llega al inicio de la semana siguiente de realizarse, se almacena junto al inventario de seguridad, conformando así el inventario inicial de dicho periodo. El inventario final de cada materia prima para cada semana se obtuvo teniendo en cuenta el consumo de la materia prima y el inventario inicial de la misma. En el caso del producto terminado, se estableció como inventario inicial la política de inventarios de la empresa. En el Lote a Lote de producto terminado, se produce exactamente lo que se demanda, razón por la cual el inventario siempre se mantiene constante. Este proceso se realizó para cada una de las referencias seleccionadas.

Por último, se aplicó el método BPF que busca minimizar el costo variable, equilibrando el costo de mantener el inventario y el costo de ordenar un pedido, teniendo en cuenta las necesidades futuras del siguiente lote (González, 2019). Para el caso de estudio, se desarrolló la técnica BPF con periodos semanales, tanto para los cinco productos Pareto como para las materias primas. Se tuvo en cuenta el inventario de seguridad y la demanda semanal, para determinar la cantidad que se debe pedir semanalmente.

Una vez se determinó cuál era el modelo de inventarios que mejor se ajustaba a las condiciones de Colárnicos, se realizó el plan de requerimientos de materiales (MRP) explicado con mayor profundidad en el anexo 5. El MRP es una técnica de planificación de inventarios y producción, que se utiliza cuando la demanda es conocida y el flujo de material es programado (Miño-Cascante, Saumell-Fonseca, Toledo-Borrogo, Roldan-Ruenes y Moreno, 2015). Para el caso de Colárnicos, el MRP se desarrolló con periodos semanales y se tuvo en cuenta la política de inventarios que mejor se ajustó para controlar y coordinar la materia prima para que esta se encuentre disponible cuando se requiera y sin necesidad de tener un inventario excesivo.

Con los resultados de cada política de inventario, se calculó el costo total de inventario para cada uno de los modelos. Este costo incluye el costo de mantener, el costo de pedir y el costo de materia prima (costo de producto). Luego se compararon los costos totales de inventario obtenidos para cada política con el fin de encontrar las dos políticas que más se ajusten a las necesidades de la empresa (una para materia prima y otra para producto terminado), siempre buscando aquellas que generen un menor costo. Estos cálculos, junto con las fórmulas utilizadas, se presentan con mayor detalle en el Anexo 5 y en el Anexo 6, respectivamente.

4.2.2. Resultados

La entrevista con el gerente general y la jefe de producción de Colárnicos (presente en el siguiente [enlace](#)) brindó la información necesaria para comprender la perspectiva que tiene la empresa sobre el comportamiento de las ventas de sus productos y la proyección de crecimiento de la organización. Según el gerente general, la empresa es joven, ya que tiene tan solo 3 años operando, y se encuentra en una etapa de crecimiento. El gerente general afirmó que es complejo medir el crecimiento de las ventas para el año 2020, pero en promedio han tenido un crecimiento mensual entre 1% y 3%. Durante la pandemia, la empresa impulsó sus ventas a través de Buffalo City, el cual maneja un servicio a domicilio. Colárnicos proyecta un crecimiento del 20% en sus ventas para el año 2021. El gerente opinó que la empresa tiene mucho campo para crecer y que el factor más relevante que podría frenar este crecimiento en ventas es la capacidad misma de la empresa.

El estudio de capacidad se realizó mediante un estudio de tiempos (Anexo 4). Con base en estos tiempos, se realizaron los estudios para medir la eficiencia y capacidad de Colárnicos. En el caso de la carne tipo hamburguesa, la empresa puede producir 312 paquetes diarios, considerando descansos. Sin embargo, debido a la demanda actual, producen aproximadamente el 10,1% de su capacidad diaria. Por otro lado, Colárnicos tiene capacidad para producir diariamente 520 paquetes de salsa de la casa, pero en el momento producen 2,1% de su capacidad. La producción de carne desmechada, chorizo de búfalo y pollo desmechado tiene mayor porcentaje de utilización de la capacidad. La empresa puede producir 52 paquetes diarios de carne desmechada, 14 de chorizo de búfalo y 62 de pollo desmechado, y tiene una utilización de 38,4%, 61,4% y 33% de su capacidad, respectivamente. La empresa debe producir otras referencias que cubren parte de su capacidad. Si la empresa decidiera dedicar sus cinco días de producción a los cinco productos Pareto, podría aumentar significativamente los paquetes producidos de cada uno. Este escenario depende de que la demanda de estos productos aumente y que sea necesario generar mayor utilización de la que tienen en el momento.

El manejo de la materia prima sujeta a la producción de los productos Pareto se evaluó con un modelo EPQ, un modelo Lote a Lote y un modelo BPF. Debido al funcionamiento de las operaciones, Colárnicos cuenta con un modelo similar al Lote a Lote en términos de producción, ya que producen lo demandado. Sin embargo, las operaciones de Colárnicos se diferencian del modelo Lote a Lote tradicional en aspectos de almacenamiento, ya que en este último no se almacena. [Por este motivo, el Lote a Lote evaluado en este estudio es idéntico a las operaciones de Colárnicos. Se realizó la comparación del BPF y el EPQ con el modelo actual de la empresa \(Lote a Lote\). El costo de inventario asociado al Lote a Lote fue igual a \\$32,757,384 COP, considerando costo de mantener, producir y pedir.](#) El modelo Lote a Lote considera la política de inventarios de Colárnicos, la cual establece un inventario mínimo semanal para cubrir la demanda de 15 días. El Anexo 5 muestra un análisis detallado [de los tres](#) modelos, junto con los puntos de reorden y la cantidad óptima a pedir de cada materia prima. Como se evidencia en el Anexo 5, el modelo EPQ cuenta con ciertos puntos de reorden mayores al inventario máximo y, por esta razón, no puede ser aplicado este modelo. Un punto de reorden mayor al inventario máximo indica que el tamaño de pedido no cubre el consumo promedio diario. Esta situación ocurre cuando el costo de pedido es significativamente menor al costo de mantener. Si la empresa utilizara este modelo, eventualmente se quedaría sin inventarios. [Debido al objetivo del BPF de minimizar la diferencia entre el costo de mantener y el costo de ordenar, se obtienen tres comportamientos entre las materias primas: un pedido cada semana, un pedido cada dos semanas y un pedido al inicio del mes. Dependiendo de los costos asociados a cada materia prima, este recurso se ordena con una de las tres frecuencias encontradas. El costo de inventario asociado al BPF es igual a \\$32,682,030 COP. El modelo BPF es el recomendado para manejar la materia prima, ya que presenta el menor costo de inventario.](#)

Los modelos evaluados para el manejo de producto terminado son el EOQ, el Lote a Lote y el BPF (Anexo 5). Al igual que el modelo Lote a Lote de materia prima, el modelo para producto terminado fue planteado siguiendo la política de inventarios de la empresa. Aunque el EOQ funciona similarmente al EPQ, los puntos de reorden del EOQ para los cinco productos resultaron menores al inventario máximo y el modelo sí se

puede considerar. El BPF de producto terminado se plantea de la misma manera a como fue ejecutado para la materia prima. Los productos terminados obtuvieron el mismo comportamiento de producción al aplicarles el BPF. Se debe producir semanalmente la cantidad necesaria para cubrir la demanda del producto y mantener el inventario de seguridad, con el propósito de minimizar la diferencia entre el costo de mantener y el costo de ordenar. Como se evidencia en el Anexo 5, el costo de inventario calculado con el pronóstico de producción para septiembre del 2020 del modelo EOQ fue igual a \$32.536.637 COP, el costo del modelo Lote a Lote fue igual a \$32.466.790 COP y el costo de inventario del BPF fue igual a \$32.165.168 COP. Debido a que el costo de inventario del BPF es menor al costo del EOQ y del Lote a Lote, se recomienda utilizar el modelo BPF. Colárnicos debe hacer seguimiento de los costos por pedido, el porcentaje de costo de mantener y los costos de materia prima por paquete, ya que estas son las variables que determinan el costo de inventario.

El modelo MRP se aplicó con base en los tamaños de pedido indicados por el BPF y con la frecuencia que este indica. Al utilizar el MRP, se logró visualizar el comportamiento de los inventarios de materia prima y las órdenes de compra. Los requerimientos brutos presentados en el modelo de planeación se determinaron a partir de la demanda de producto terminado y la receta de cada producto. Debido al lead time de las órdenes a proveedores igual a tres días, el pedido se recibe la misma semana que se ordena. El MRP le permite a Colárnicos asegurar un inventario disponible para cubrir la demanda y por esta razón se le recomienda a la empresa utilizarlo junto al BPF.

4.3 Desarrollar una simulación mediante Flexsim, que refleje el comportamiento del proceso de producción y abastecimiento, basado en la proyección de la demanda de los productos Pareto en la empresa Colárnicos.

4.3.1. Metodología

Con el fin de desarrollar una simulación que refleje el comportamiento del proceso de producción y abastecimiento de la empresa Colárnicos, utilizando la herramienta FlexSim, fue necesario considerar los resultados obtenidos en los puntos 4.1.2 y 4.2.2. Estos puntos permiten tener la información relacionada a la volatilidad de la demanda, al estudio de capacidades de la empresa, y a la política de inventarios que más se ajusta al comportamiento de las ventas. FlexSim es un software para la simulación de eventos, que permite modelar, analizar, visualizar y optimizar cualquier proceso industrial (Universidad de Alicante, 2012). Para el caso de estudio se desarrolló una caracterización de los procesos de producción y de abastecimiento de la empresa, utilizando la herramienta mencionada, en el que se consideraron los proveedores de las materias primas requeridas para la manufactura de los productos seleccionados, la bodega de materia prima y de producto terminado, las máquinas involucradas en el proceso de producción y los operarios que hacen parte del proceso en estudio.

Para realizar la caracterización del proceso de abastecimiento, se consideró la información obtenida de la entrevista realizada al gerente general y a la jefe de producción, presentada en el siguiente [enlace](#). En esta, se identificaron los distintos proveedores de las materias primas requeridas para la fabricación de los productos seleccionados, el día y la hora en el que se realiza el abastecimiento, y la cantidad de operarios requeridos para la recepción y almacenamiento de la materia prima. En esta misma entrevista fue posible identificar los actores y eslabones principales del flujo de producto en la cadena de suministro; esta caracterización se encuentra en el Anexo 1. Luego, se recopiló la información del estudio de eficiencia (Anexo 4), en el que se encuentran las actividades requeridas para el proceso de producción y sus respectivos tiempos, en segundos por paquete y en segundos por unidad, para así simular los tiempos en las máquinas.

Con el proceso de abastecimiento definido, fue posible incluir las líneas de producción de cada artículo, y de esta forma estandarizar los horarios de producción. Se estableció que la carne tipo hamburguesa se producirá los lunes, miércoles y viernes, la salsa de la casa los lunes, la carne desmechada los martes y

viernes, el chorizo de búfalo los martes y jueves, y el pollo desmechado se producirá los miércoles y jueves. Además, se programó para que los lunes, antes de empezar labores, llegue la materia prima a la planta de producción. En cuanto a los inventarios, se posicionaron tres bodegas de almacenamiento, una que representa el cuarto frío para materia prima, otra el cuarto a temperatura ambiente, y otra el almacenamiento del producto terminado. Asimismo, se utilizaron procesadores y combinadores que representan las máquinas involucradas en el proceso de producción, y se incluyeron los ocho operarios necesarios para llevar a cabo la fabricación de los artículos.

Las cantidades a producir y a almacenar se tomaron de los resultados obtenidos a partir de la herramienta de Excel. Se debe tener en cuenta que debido al alcance de FlexSim, [se adaptaron las capacidades de la empresa, la demanda pronosticada y los inventarios de seguridad establecidos, a un 20%, pues al intentar con un porcentaje mayor a este último, el programa de simulación dejó de funcionar](#). Se debe tener en cuenta que, para estandarizar los horarios y días de producción, se consideró la información de demanda y producción pronosticada para el mes de septiembre del 2020. Con el fin de programar la cantidad de materia prima que llega los lunes antes de empezar labores y el inventario de seguridad para cada insumo, se tomaron los valores de la política de inventarios de materia prima seleccionada (BPF), necesarios para la producción de los artículos. En cuanto a la cantidad de producto terminado a almacenar en la bodega, también se consideró la política de inventarios BPF, en la cual se consideraba el pronóstico de demanda y el inventario de seguridad necesarios para enviar a los clientes los martes y viernes. Los martes se programó enviar la salsa de la casa y el chorizo de búfalo, y los viernes se planea enviar el pollo desmechado, la carne desmechada y la carne de hamburguesa.

Al considerar el proceso de abastecimiento y producción, fue posible correr el programa en el cual se simuló cada paso de los eslabones de la cadena de suministro en estudio. Se simuló una semana de producción de los cinco productos seleccionados, con un horario de lunes a viernes de seis de la mañana a dos de la tarde, con un descanso de 20 minutos a las nueve de la mañana. Con lo anterior, se calcularon algunos indicadores financieros, de producción y de inventario que exponen el comportamiento de la producción. La simulación diseñada en FlexSim, que caracteriza el comportamiento del abastecimiento y proceso de producción para la empresa Colárnicos, se encuentra en el Anexo 8.

4.3.2. Resultados

El programa FlexSim permitió caracterizar el proceso de producción y de abastecimiento de la empresa Colárnicos. Se consideraron todas las máquinas, operarios y proveedores involucrados en los eslabones de la cadena de suministro para la fabricación de los productos Pareto. Se obtuvo un total de 93 objetos, en los que se incluyeron siete proveedores, tres bodegas de almacenamiento, ocho operarios, y once máquinas. Los siguientes proveedores fueron tomados en cuenta: Ovopacific, Calypso del Caribe, Aso Búfalo, Frubana, PriceSmart, Gloria Jiménez y Tecnas. Las bodegas de almacenamiento, tal como se mencionó anteriormente, representan el cuarto frío para materia prima y producto terminado, y el cuarto a temperatura ambiente. En cuanto a las máquinas, se tuvieron en cuenta aquellas involucradas en las líneas de producción de cada artículo. A continuación, se presenta el modelo en FlexSim, el cual se puede observar de manera detallada en el Anexo 8.

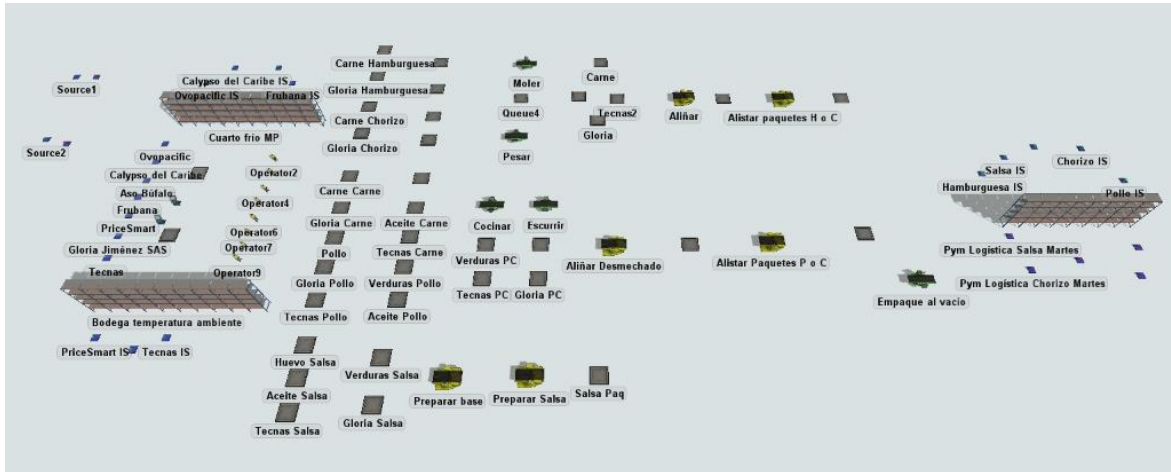


Imagen 1. Caracterización del proceso de abastecimiento y producción en la herramienta FlexSim. Fuente: Elaboración propia

En la imagen 1 se puede observar la caracterización de los eslabones de abastecimiento y producción de la cadena de valor para la empresa Colárnicos. Para el caso de estudio, las líneas de producción de las cinco referencias comienzan con el recibimiento de la materia prima enviada por los proveedores mencionados. Al llegar a la planta de producción, dichos insumos se almacenan, ya sea en el cuarto frío o en la bodega a temperatura ambiente, según sus requerimientos. La empresa maneja un nivel constante de materia prima llamado inventario de seguridad (IS), para poder cumplir con la alta volatilidad de la demanda. El IS de materia prima se almacena en su respectiva bodega, dependiendo de las características de cada insumo.

Con los insumos listos y siguiendo los horarios de operación, los colaboradores pueden comenzar la producción. Para el proceso de fabricación de la carne tipo hamburguesa y del chorizo de búfalo, se tuvieron en cuenta cinco máquinas, denominadas en la simulación como moler, pesar, aliñar, alistar paquetes y empaque al vacío. Para el caso del pollo y la carne desmechada, se representaron los procesos con las estaciones de cocinar, escurrir, aliñar, alistar paquetes y empacar al vacío. Para la preparación de la salsa de la casa, se consideraron tres estaciones: preparar base, preparar salsa y empaque al vacío. Cuando se terminan de procesar los productos, estos son almacenados en la bodega de producto terminado. Para poder realizar la entrega de los productos a los clientes los martes y viernes, la empresa cuenta con un inventario de seguridad de producto terminado, el cual también es almacenado en la misma bodega.

Al finalizar la simulación de una semana de producción, con los horarios mencionados en el apartado 4.3.1, fue posible calcular algunos indicadores financieros y de producción. Se busca evidenciar el comportamiento de materia prima y de producto terminado a lo largo de los eslabones de la cadena de suministro en estudio. Tal como se mencionó anteriormente, debido al alcance de la herramienta FlexSim, se utilizó el 20% de las cantidades obtenidas en la herramienta de Excel (Anexo 9) para llevar a cabo la simulación. A continuación, se presenta la explicación de dichos indicadores.

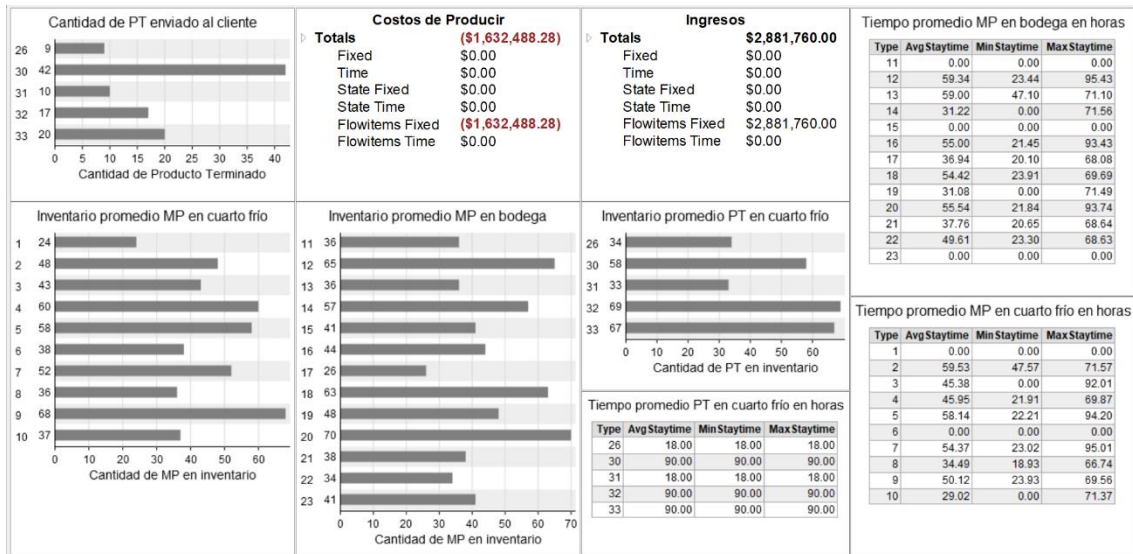


Imagen 2. Tablero de control de la simulación en FlexSim. Fuente: Elaboración propia

En la imagen anterior se pueden observar los resultados de ciertos indicadores de la simulación realizada para una semana de trabajo. En la gráfica denominada “Cantidad de PT enviado al cliente”, presente dentro del tablero de control, se puede evidenciar la cantidad total de producto terminado que se produce al finalizar la semana. En el Anexo 7 se presentan las convenciones de los números utilizados para caracterizar cada insumo y producto terminado en el modelo. En la gráfica en cuestión se puede observar que, de la salsa de la casa se envían 9 paquetes, de la carne tipo hamburguesa, 42, del chorizo de búfalo, 10, de la carne desmechada, 17, y del pollo desmechado, 20. Estos paquetes enviados son datos semanales y representan el 20% de las ventas reales.

Con el fin de poder comparar los resultados de la simulación de FlexSim y aquellos de la herramienta de Excel, se puede aproximar el valor de la producción de la simulación al calcular el 100% (se utilizó el 20% de las cantidades para llevar a cabo la simulación) y multiplicarlo por las cuatro semanas, pues en la herramienta de Excel se tienen valores mensuales. Para el análisis de todas las tablas se debe realizar el mismo procedimiento.

En las gráficas denominadas “Inventario promedio MP en cuarto frío”, “Inventario promedio MP en bodega”, e “Inventario promedio PT en cuarto frío”, se expone el inventario promedio de insumos y productos terminados dentro de las bodegas de almacenamiento. Se puede evidenciar, al observar el Anexo 7, que la materia prima que se almacena en mayor cantidad en el cuarto frío es la verdura para el pollo desmechado, y en la bodega a temperatura ambiente son los condimentos del proveedor Tecnas para la fabricación de la carne desmechada. Para el producto terminado almacenado en el cuarto frío, se tiene almacenada en mayor cantidad la carne desmechada.

Teniendo en cuenta que los productos son perecederos, se consideró pertinente evaluar el tiempo promedio que duran los insumos y productos terminados dentro de las bodegas. Así, al observar las tablas “Tiempo promedio PT en cuarto frío en horas”, “Tiempo promedio MP en cuarto frío en horas”, y “Tiempo promedio MP en bodega en horas”, se tiene que los productos que más tiempo permanecen en la bodega son la carne tipo hamburguesa, el pollo desmechado y la carne desmechada, con un valor promedio de 90 horas. En cuanto al almacenamiento de insumos en el cuarto frío, es posible evidenciar que la carne de pollo es el que, en promedio, permanece más tiempo en inventario, con un valor de 59,53 horas. Por otro lado, en la bodega a temperatura ambiente el que más dura es el aceite, con un tiempo promedio de 59,34 horas. Debido a que, tanto los insumos como los productos terminados, permanecen entre cero y cuatro días en inventario, se le

recomienda a la empresa continuar con la política FIFO (primero en entrar, primero en salir) para evitar pérdida de material.

Al analizar los indicadores financieros presentes en las tablas “Costos de producir” e “Ingresos”, se puede evaluar qué tan viable es la propuesta basada en S&OP. En la tabla de costos, se tiene el total de costos de inventario involucrados en el proceso de producción y abastecimiento de Colárnicos. Estos costos incluyen los costos de materia prima de todos los artículos, con un total de \$1.632.488 COP. Este valor también debe incluir los costos de pedido y de mantener, sin embargo, debido al alcance de la herramienta FlexSim, este costo total se calculó de forma manual. Así, considerando el 3% como el costo de mantener, y \$3.900 COP como el costo de pedir, se tiene un costo adicional de \$41.841 COP. De esta manera, la simulación da como resultado un costo total de \$1.674.329 COP al llevar a cabo la política de inventarios BPF para producto terminado, propuesta para la primera semana del mes de septiembre del 2020. Es así como, mensualmente, y al aproximar el 100% de la producción, se tiene un total de costos de \$33.486.580 COP. Al ser comparado con el valor de la herramienta en Excel, se tiene una diferencia de \$1.321.412 COP, pues al realizar el BPF en la herramienta de Excel se obtuvo un total de costos de \$32.165.168 COP. Esta diferencia se debe a que en la simulación de FlexSim no fue posible considerar todos los factores involucrados en el proceso de producción y abastecimiento de la empresa.

En cuanto a la información presentada en la tabla de Ingresos, expuesta en el tablero de control, se puede observar que la simulación dio como resultado un valor de \$2.881.760 COP semanales. Este valor de ingresos se calculó teniendo en cuenta el precio de venta actual de los productos terminados, junto con la demanda pronosticada para la semana en estudio. Se puede analizar que la propuesta simulada en FlexSim es favorable para la empresa, pues los ingresos son mayores que los costos. A final de mes, y al aproximar el valor al 100%, se tiene un total de ingresos de \$57.635.200 COP, lo cual le deja a la empresa una ganancia operacional de \$24.147.620 COP.

4.4 Realizar una herramienta en Excel que facilite la planeación del movimiento de inventarios de materia prima, producción y producto terminado de los productos Pareto, bajo un enfoque S&OP.

4.4.1. Metodología

A partir de los modelos de proyección de demanda expuestos en el punto 4.1.1 y de las políticas de inventario que se implementaron según el punto 4.2.1, se elaboró una herramienta en el software de Microsoft Excel que permite planear el abastecimiento, las operaciones y las ventas de los cinco productos Pareto pertenecientes a la categoría A, bajo un enfoque S&OP. Se utilizó Excel, ya que es un programa informático que posibilita realizar actividades contables y financieras por medio de funciones, diseñadas para trabajar en hojas de cálculo (Reinoso, 2016). Con el objetivo de implementar y facilitar el uso de la herramienta, se creó un manual de la herramienta en formato video. El video explicativo se encuentra en el siguiente [enlace](#).

La herramienta se diseñó de tal forma que, a partir de las ventas históricas en paquetes de cada uno de los productos Pareto de Colárnicos, se pronostique la demanda del siguiente mes o de los dos meses siguientes, dependiendo del método de proyección de demanda escogido por la empresa. Esta posibilidad de seleccionar el modelo de proyección le permite a la organización evaluar cada método con el fin de identificar el modelo que se ajuste de manera adecuada al comportamiento de la demanda. De modo que, en la herramienta de planeación se puede visualizar una matriz de jerarquización que compara todos los métodos de proyección de demanda considerados según el indicador de desempeño MAPE, facilitando así la selección del modelo que genere un MAPE de menor valor.

Una vez seleccionado el modelo de proyección de demanda, la herramienta calcula automáticamente el ingreso de ventas, con base en el precio y las ventas mensuales en paquetes de cada producto. Simultáneamente, la herramienta realiza el pronóstico mensual de la cantidad de paquetes a producir, teniendo

en cuenta la desviación estándar y el porcentaje de merma de cada producto. Con el resultado del pronóstico de producción, Excel calcula el costo de producir y el costo de inventario de los meses históricos, a partir del costo unitario y el costo de materia prima de cada una de las referencias seleccionadas. Para obtener el costo de inventario del mes o los meses pronosticados, la herramienta compara las políticas de inventario de EOQ, de Lote a Lote y BPF, esto con el objetivo de seleccionar la política que se ajuste a las necesidades de la empresa.

El consumo pronosticado de materia prima mensual se obtuvo a partir de la cantidad de paquetes a producir y el porcentaje necesario de cada materia prima para elaborar un paquete de cada referencia. Luego de haber calculado la cantidad de materia prima y de producto terminado a producir y almacenar, junto con sus respectivos costos, la herramienta de planeación representa por medio de una gráfica, un modelo S&OP basado en los costos e ingresos asociados a la demanda histórica y proyectada, para cada uno de los cinco productos seleccionados. Además de obtener el pronóstico del ingreso de ventas y la proyección de los costos de inventario y de producción, en la herramienta se pueden observar indicadores clave de rendimiento (KPI's, por sus siglas en inglés) que permiten medir la rotación de inventario, el costo de materia prima, el margen bruto, el costo de mantener y la productividad.

4.4.2. Resultados

La herramienta le permite a la empresa tomar decisiones con base en información que integra el abastecimiento, la producción y las ventas. La planificación de las operaciones es fundamentada en la información que brinda la herramienta, tanto del historial de ventas de la empresa como de los meses pronosticados. Mediante el video explicativo del uso de la herramienta (presente en el siguiente [enlace](#)), se establece el proceso S&OP que la organización debe seguir para implementar el modelo.

Con la herramienta se establecieron los KPI's que complementan el modelo S&OP en Colárnicos. Los KPI's reflejan el desempeño de la empresa del último mes y de los últimos 12 meses. Según Apaza (2011), la rotación de inventarios muestra la cantidad de veces que se renueva el inventario en un periodo de tiempo, es decir, la cantidad de veces que se convierte el inventario en ingresos. Este indicador muestra la calidad del abastecimiento y de las ventas de un producto, integrando dos variables de gran importancia en el S&OP. Con el indicador de costo de materia prima, los usuarios de la herramienta evalúan el porcentaje que representa el costo de materia prima en el costo de inventario. Si el costo por pedido, el porcentaje de costo de mantener y el costo de materia prima por paquete cambian, este porcentaje varía. Se debe realizar un seguimiento tanto de este indicador como del resto. El margen bruto, considerando el costo de inventario, le brinda información al usuario sobre la utilidad que genera la empresa sin considerar otros costos. Con el propósito de evaluar el costo de mantener, su indicador muestra el porcentaje que representa en el costo de inventario. Por último, se estableció un indicador de productividad que refleja cuántos pesos entran en ingresos por cada peso invertido en costo de inventario.

La gráfica S&OP que forma parte de la herramienta permite analizar el comportamiento de los ingresos, el costo de materia prima y el costo de inventario en los meses estudiados y, de tal manera, compararlo con el comportamiento pronosticado. La herramienta asiste a la empresa en la planificación financiera necesaria para poder cumplir con la demanda proyectada. Con la información expuesta en la herramienta, Colárnicos puede reaccionar ágilmente y acomodarse a la demanda pronosticada.

4.5 Medir el impacto económico y de eficiencia de la propuesta y la proyección, con los resultados de la simulación.

4.5.1. Metodología

Con el propósito de conocer el impacto económico de la propuesta, se tomó la decisión de considerar el EBITDA, hacer un análisis costo beneficio y examinar el margen neto. Para lograr esto, se solicitó a Colárnicos el estado de resultados más reciente que tuvieran, con el fin de hacer los respectivos análisis. La empresa brindó la información para el primer semestre del año 2020. Debido a que el estado de resultados se realiza para la operación completa y muestra los resultados de seis meses, fue necesario hacer algunos ajustes, con el fin de encontrar la información para las cinco referencias estudiadas, únicamente para el mes de junio.

Para realizar los ajustes mencionados, se tuvo en cuenta el porcentaje de los productos A (el cual representa las cinco referencias estudiadas). Luego, fue necesario calcular el porcentaje que representan las ventas del mes de junio en el primer semestre del año 2020. Estos dos valores se multiplicaron por toda la información presente en el estado de resultados, a excepción de los costos de materia prima, debido a que estos varían según la producción y no según las ventas. Para calcular el costo de materia prima fue necesario calcular el costo de producción total para el mes de junio. Esta información se obtuvo a partir del Anexo 10.

Luego de tener el estado de resultados del mes de junio, únicamente con la información de las cinco referencias seleccionadas, se simuló el estado de resultados de la propuesta para junio del 2020. En este caso, el único valor afectado por la propuesta fue el costo de materia prima. Con el fin de calcular este costo, fue necesario sumar los costos de producción asociados al pronóstico de producción calculada en el Anexo 10 para cada una de las referencias seleccionadas. Con este estado de resultados simulado, fue posible encontrar el margen neto de la propuesta. Ambos estados de resultados se pueden encontrar en el Anexo 10.

Una vez que se ajustó el estado de resultados a las necesidades del estudio, tanto de la propuesta como de lo que realmente sucedió, se prosiguió a calcular el EBITDA. Para este cálculo se consideró la utilidad del ejercicio, junto con los impuestos asumidos “no deducibles”, los intereses, las amortizaciones y las depreciaciones. Con esto fue posible obtener el valor del EBITDA, tanto para la propuesta como para la situación real.

Además del EBITDA, se realizó un análisis de costo beneficio para ambas situaciones (la situación propuesta y la situación real). Para hacer este análisis se debe tener en cuenta el flujo negativo, el cual incluye la inversión, y el flujo positivo, el cual incluye los ingresos, los costos operativos, los impuestos a utilidades y la depreciación.

La inversión se calculó únicamente con los costos de materia prima. Los ingresos se tomaron directamente del total de ingresos del estado de resultados real. Para calcular los costos operativos se tuvieron en cuenta los costos indirectos asociados a la producción, los costos de mano de obra directa, los costos de adecuación e instalación, los costos de mantenimiento y reparaciones, y por último el costo de flota y equipo de transporte. Los impuestos a utilidades utilizan un único valor, el cual se tomó de los impuestos asumidos “no deducibles”. Para calcular la depreciación, se tomó únicamente el costo obtenido de depreciaciones en el estado de resultados. Luego se totalizó el flujo positivo (cabe mencionar que los costos operativos y los impuestos a utilidades son negativos) para calcular, junto al flujo negativo, el costo beneficio.

Con el fin de hacer un control del gasto, fue necesario calcular el costo de producción, tanto para los valores reales de producción como para los valores proyectados. De esta manera, se compararon ambos costos para cada periodo y así poder tener un control del gasto. Se tomó la decisión de hacer este análisis sobre los costos de producción, debido a que son los que mayor impacto tienen sobre la operación.

Además de esto, se buscó medir el porcentaje de utilización con el fin de poder analizar el impacto de la propuesta en términos de eficiencia. Para medir el porcentaje de utilización se tuvieron en cuenta la producción propuesta y la real. Cada porcentaje se calculó teniendo en cuenta la capacidad real de Colárnicos.

Luego se compararon los valores obtenidos para analizar el impacto de eficiencia. Estos cálculos se pueden observar en el Anexo 10.

La comparación entre los costos de producción y los porcentajes de utilización se realizó con base en el indicador MAPE. Este indicador debe estar por debajo del 30% para considerar adecuada la proyección, según lo establecido en este modelo.

4.5.2. Resultados

La medición del impacto económico se realizó comparando el estado de resultados suministrado por la empresa y el estado de resultados simulado para la propuesta (Anexo 10). Debido a que el estado de resultados suministrado no es específicamente de los productos Pareto de categoría A y la propuesta sí lo es, se estimaron los valores que corresponden a las referencias estudiadas. Las estimaciones se obtuvieron calculando el 73,49% de los valores, ya que este es el porcentaje de las ventas que corresponde a los productos de categoría A. Luego, se calculó el 19,63% del resultado para obtener lo correspondiente en ventas al mes de junio en el estado de resultados. Sin embargo, los costos de materia prima no están atados a las ventas y por este motivo no se estimaron de la manera mencionada.

El estado de resultados simulado para la propuesta difiere del estado de resultados real por el costo de materia prima, ya que este costo es la variable afectada por el modelo propuesto. El modelo propuesto por este estudio permite que la empresa anticipe los costos que tendrá por cubrir la demanda pronosticada. El costo de materia prima reflejado en el estado de resultados de la propuesta para junio es igual a \$20.501.872 COP, el cual tuvo un error del 2,75% con respecto al costo de materia prima real de junio (\$19.953.867 COP). Al comparar los dos estados de resultados para junio (Anexo 10), en especial los márgenes netos y el EBITDA, se evidenció la similitud entre ambos modelos. El EBITDA del modelo propuesto, igual a \$7.904.016 COP, tuvo un error del 1,86% al ser comparado con el EBITDA real, el cual es igual a \$8.053.728 COP. El error entre el margen neto del estado de resultados real y el simulado para la propuesta es igual a 2,81%.

El índice de costo beneficio del estado de resultados simulado fue de 1,64, generando así un error del 2,67% con respecto al índice real (1,69). Al analizar los índices costo beneficio que se obtuvieron del estado de resultados real y del estado de resultados simulado, se observó que ambos valores son mayores que 1, lo que indica que ambos modelos son viables.

Con el propósito de evaluar si el modelo propuesto permite que la empresa planifique sus costos con anticipación, se complementó el análisis del EBITDA, el índice costo beneficio y el margen neto con un modelo de control de gastos (Anexo 10) que compara el costo de materia prima real con el costo de materia prima simulado, según los pronósticos. Con el fin de evaluar el impacto operativo de la propuesta, el control de gastos incluyó el análisis de la utilización real y simulada. El error de la producción pronosticada, que es el mismo para el costo de producción y la utilización, se evaluó con base en el indicador MAPE. Como se evidencia en la tabla 1, los MAPE obtenidos son menores a 30% excepto para la carne desmechada, la cual tuvo un MAPE del 44,15%. El MAPE de la carne desmechada fue afectado especialmente por la producción real de octubre del 2019, ya que su pronóstico respectivo resultó en un error del 333,33%. Sin embargo, el control de gastos sustentó el hecho de que el modelo propuesto facilita la planificación de costos debido a su adecuada proyección de demanda y producción. Se debe tener en cuenta que el impacto económico de la implementación del modelo propuesto no se basa en una reducción de costos, sino que busca que la empresa pueda planificar sus futuros gastos además de sustentar el crecimiento de manera eficiente.

	Carne tipo hamburguesa	Salsa de la casa	Carne desmechada	Chorizo de búfalo	Pollo desmechado
MAPE					
Producción	18,22%	19,15%	44,51%	14,20%	22,42%
Forecast					

Tabla 1. Indicadores MAPE para la producción pronosticada en el control de gastos. Fuente: Elaboración propia

5. Limitaciones, conclusiones y recomendaciones

Al desarrollar los objetivos propuestos, y teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se llegó a distintas conclusiones que dan respuesta a las actividades planteadas. Se debe tener en cuenta que hubo fuertes limitaciones a la hora de llevar a cabo la herramienta de planeación empresarial basada en S&OP en la empresa Colárnicos, lo cual dificultó tener una mayor precisión en los resultados obtenidos. Una limitación que afectó el desarrollo de los objetivos fue la información brindada por la empresa, pues esta no cuenta con un método unificado para llevar la trazabilidad de ventas y producción. Por esta razón, y con el fin de que la empresa lleve una clara trazabilidad de los documentos, le recomendamos almacenar dicha información en medios digitales y utilizar los mismos nombres de los insumos y productos terminados, para el proceso de abastecimiento, producción y ventas. Aun teniendo en cuenta esta limitación, todos los objetivos se concluyeron de manera satisfactoria.

Con el análisis Pareto se encontró que el 73,49% de las ventas, que representan un ingreso de \$499.361.030 COP, provienen de cinco productos agrupados como la categoría A: carne tipo hamburguesa, salsa de la casa, carne desmechada, chorizo de búfalo y pollo desmechado. A partir de las ventas de los productos Pareto de la categoría A, se identificó que el modelo de proyección de la demanda que mejor se ajusta a las condiciones de la empresa es el ARMA (1,1). Entre los trece métodos de proyección evaluados, el ARMA (1,1) fue el modelo con menor error, obteniendo un MAPE de 16,16%. Se recomienda que Colárnicos evalúe periódicamente el comportamiento de sus ventas, ya que existe la posibilidad de que, al ingresar más datos de ventas, otro modelo de proyección se ajuste mejor a las condiciones de la empresa.

Para el año 2020, Colárnicos tuvo un crecimiento mensual entre el 1% y el 3%. La empresa se encuentra en una etapa de crecimiento y espera tener un aumento del 20% en sus ventas para el año 2021. Sin embargo, el gerente general considera que el factor que podría dificultar el crecimiento en ventas es la capacidad de la empresa. De modo que, por medio de un estudio de tiempos, se midió la capacidad y la eficiencia de Colárnicos. Se llegó a la conclusión que, si la empresa decidiera dedicar los cinco días de producción a las cinco referencias seleccionadas, podría aumentar significativamente la cantidad de paquetes producidos de cada una. Este escenario depende de que la demanda de los cinco productos aumente y que, por lo tanto, sea necesario generar una mayor utilización.

Con el fin de establecer una política de inventarios para el manejo de materia prima y los cinco productos, teniendo en cuenta el comportamiento actual de la demanda y la proyección de crecimiento de la empresa, se tuvieron en cuenta tres modelos. El manejo de la materia prima se evaluó con tres políticas de inventario, EPQ, Lote a Lote y BPF. El modelo EPQ no pudo ser aplicado debido a que cuenta con algunos puntos de reorden mayores al inventario máximo, esto quiere decir que el tamaño de pedido no cubre el consumo promedio diario. Por consiguiente, el modelo BPF propuesto es el recomendado para manejar la materia prima, ya que, al ser comparado con el costo de inventario total del Lote a Lote, se obtuvo un menor valor.

Para el manejo de producto terminado se compararon los modelos EOQ, Lote a Lote y BPF. Debido a que el costo de inventario de BPF es menor al costo del EOQ y del Lote a Lote para septiembre del 2020, la política de inventarios BPF es la que se sugiere utilizar. Se recomienda que Colárnicos realice un seguimiento de los costos por pedido, del porcentaje de costo de mantener y de los costos de materia prima por paquete, ya que son variables que determinan el costo de inventario.

Mediante FlexSim, se desarrolló una simulación que caracteriza el proceso de producción y abastecimiento, basado en la proyección de la demanda de los productos Pareto pertenecientes a la categoría A de Colárnicos. Al implementar la política de inventarios BPF para producto terminado, se obtuvo un costo de producción para el mes de septiembre del 2020 de \$33.486.580 COP, que tiene una diferencia de \$1.321.412 COP con el resultado de la herramienta de Excel. Es posible que esta diferencia se deba a que en la simulación no se lograron considerar todos los factores involucrados en el proceso de producción y abastecimiento de la empresa. Por lo tanto, FlexSim genera limitaciones que incluyen el impedimento a trabajar con toda la producción y el hecho de no poder incluir todos los costos directamente en la herramienta. Sin embargo, la propuesta simulada es favorable para la empresa, ya que el total de ingresos fue de \$57.635.200 COP, logrando obtener una ganancia operacional de \$24.147.620 COP.

Adicionalmente se diseñó una herramienta en Excel que le permite a Colárnicos planear el movimiento de inventarios de materia prima, producción y producto terminado de las cinco referencias seleccionadas, bajo un enfoque S&OP. La gráfica S&OP permite analizar el comportamiento de los ingresos, el costo de materia prima y el costo de inventario en los meses estudiados, y hace una comparación con el comportamiento pronosticado. La herramienta también incluye KPI's que le facilitan a la empresa medir determinadas variables y la productividad de las actividades que se realizan en la empresa, esto con el objetivo de tomar decisiones y determinar aquellas acciones que han sido más efectivas. Además, la herramienta apoya a la empresa en la planificación financiera necesaria para poder cumplir con la demanda proyectada.

A partir del análisis financiero y de eficiencia, se estableció que el modelo propuesto le facilita a Colárnicos anticipar los costos que deberá asumir para cubrir la demanda pronosticada, al igual que el porcentaje de utilización ligado a esta misma. Al realizar la comparación entre el estado de resultados real y el estado de resultados de la propuesta, se obtuvo un error del 2,75% con respecto al costo de materia prima real de junio, demostrando así una similitud entre los costos de ambos modelos. Por este motivo, el modelo propuesto es adecuado para realizar una planificación financiera, ya que le permite a Colárnicos planificar sus costos con anticipación. Además, teniendo en cuenta que el modelo propuesto permite pronosticar el porcentaje de utilización, la empresa podría tomar decisiones futuras frente al enfoque de producción. Si bien se esperaba un mayor impacto en cuanto al control de inventarios y aspectos financieros, el S&OP sigue siendo una herramienta de planeación importante para la empresa.

Finalmente, la herramienta diseñada para la correcta gestión de una pyme de productos cárnicos en Bogotá permitió apoyar tres de los 17 objetivos de desarrollo sostenible planteados por las Naciones Unidas. Estos objetivos hacen referencia al trabajo decente y crecimiento económico, a la industria, innovación e infraestructura, y a la producción y consumo responsable. El presente trabajo impulsó el desarrollo de los objetivos mencionados, puesto que busca minimizar el desperdicio de alimentos y material, al planificar las operaciones de almacenamiento, producción y abastecimiento dentro de Colárnicos. Además, la herramienta propuesta impulsa el uso de la tecnología en todos los eslabones de la cadena de suministro. Por esta razón, se le recomienda a la empresa utilizar la herramienta propuesta basada en S&OP, pues a partir de los resultados, fue posible implementar un modelo S&OP dinámico, el cual apoya la toma de decisiones operativas en Colárnicos y les permite reaccionar de manera oportuna a los cambios que ocurran en el mercado.

Referencias

- Alfaro Santa Cruz, A. K., Valverde Torres, F. H., y Ibanez, C. R. (2019). Sales and Operation Planning Model to Improve Inventory Management in Peruvian SMEs. *Proceedings of 2019 8th International Conference on Industrial Technology and Management, ICITM 2019*, 65–68. doi:10.1109/ICITM.2019.8710734
- Alvekrans, A. L., Lantz, B., Rosén, P., Siljemyr, L., y Snygg, J. (2016). From knowledge to decision – a case study of sales and operations planning in health care. *Production Planning & Control*, 27(12), 1019–1026. doi:10.1080/09537287.2016.1174892
- Apaza Meza, M. (2011). *Estados Financieros, formulación análisis e interpretación*. Perú: Pacifico editores, Instituto Pacifico.

- Arias, R., Alvarez, M., Quispe, G., Raymundo, C., Dominguez, F., y Moguerza, J. M. (2018). Modelo de interrelación basado en S&OP para pequeñas y medianas empresas del sector alimentario. *CISCI 2018 - Décima Séptima Conferencia Iberoamericana En Sistemas, Cibernética e Informática, Décimo Quinto Simposium Iberoamericano En Educación, Cibernética e Informática, SIECI 2018 - Memorias, 1*(Cisci), 37–39.
- Ávila, P., Lima, D., Moreira, D., Pires, A., y Bastos, J. (2019). Design of a sales and operations planning (S&OP) process – Case study. *Procedia CIRP, 81*(January), 1382–1387. doi:10.1016/j.procir.2019.04.048
- Benjumea, C., Carreño, M., Consuegra, C., Torrenegra, M. (2020). *Diseño de una herramienta aplicativa basada en la metodología DDMRP y estimación de la demanda para soportar decisiones logísticas en la empresa Colárnicos* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Bozkir, A. S., y Sezer, E. A. (2011). Predicting food demand in food courts by decision tree approaches. *Procedia Computer Science, 3*, 759–763. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2010.12.125>
- Cepyme. (2019). *La Ley de Pareto o Regla del 80/20 en la gestión empresarial*. Recuperado el 9 de mayo de 2020 de <https://cepymenews.es/la-ley-de-pareto-regla-80-20-gestion-empresarial/>
- Contreras, A., Atzir, C., Martínez, J. L., & Sánchez, D. (2016). Análisis de series de tiempo en el pronóstico de la demanda de almacenamiento de productos perecederos. *Estudios Gerenciales, 32*(141), 387-396.
- Dreyer, H. C., Kiil, K., Dukovska-Popovska, I., y Kaipia, R. (2018). Proposals for enhancing tactical planning in grocery retailing with S&OP. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 48*(2), 114–138. doi:10.1108/IJPDLM-01-2017-0018
- Escobar, J. W., Linfati, R., & Adarme Jaimes, W. (2017). Gestión de Inventarios para distribuidores de productos perecederos. *Ingeniería y desarrollo, 35*(1), 219-239.
- Facultad de economía Uniandes (2020). *Covid-19: Su efecto en la destrucción de empleos y tejido empresarial*. Recuperado el 20 de agosto de 2020, de <https://uniandes.edu.co/es/noticias/economia-y-negocios/covid19-su-efecto-en-la-destruccion-de-empleos-y-tejido-empresarial>
- Gascó, T. (2019). *Costo operacional*. Recuperado el 16 de marzo de 2020, de <https://numdea.com/costo-operacional.html>
- Granados, R. M. (2016). Modelos de regresión lineal múltiple. Granada, España: Departamento de Economía Aplicada, Universidad de Granada.
- González Garzón, J. C. (2019). *Modelo de inventario para la materia prima de la empresa Textiquim CIA. LTDA, ubicada en la ciudad de Quito* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Goh, S. H., y Eldridge, S. (2019). Sales and Operations Planning: The effect of coordination mechanisms on supply chain performance. *International Journal of Production Economics, 214*(February), 80–94. doi:10.1016/j.ijpe.2019.03.027
- Hanke, J. E., y Wichern, D. W. (2006). *Pronósticos en los negocios*. México: Pearson Educación. Recuperado el 20 de marzo de 2020 de https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=WaiOrL8oct4C&oi=fnd&pg=PR13&dq=hanke+wichern+pronosticos+en+los+negocios&ots=YehGqehcV1&sig=gE9ouckDeVloqbb-fhEcE11god8&redir_esc=y#v=onepage&q=hanke+wichern+pronosticos+en+los+negocios&f=false
- Hemeimat, R., Al-Qatawneh, L., Arafeh, M., y Masoud, S. (2016). Forecasting Spare Parts Demand Using Statistical Analysis. *American Journal of Operations Research, 06*(02), 113–120. <https://doi.org/10.4236/ajor.2016.62014>
- Hinkel, J., Merkel, O., y Kwasniok, T. (2016). Good Sales and Operations Planning Is No Longer Good Enough. *Bain & Company, Inc*, 12. Recuperado el 1 de Mayo de 2020 <https://www.bain.com/insights/good-sales-and-operations-planning-is-no-longer-good-enough/>
- Izar Landeta, J. M., Ynzunza Cortés, C. B., & Zermeño Pérez, E. (2015). Cálculo del punto de reorden cuando el tiempo de entrega y la demanda están correlacionados. *Contaduría y administración, 60*(4), 864-873.
- Ivert, L. K., Dukovska-Popovska, I., Kaipia, R., Fredriksson, A., Dreyer, H. C., Johansson, M. I., Chabada, L., Damgaard, C. M., y Tuomikangas, N. (2014). Sales and operations planning: responding to the needs of industrial food producers. *Production Planning & Control, 26*(4), 1–16. doi:10.1080/09537287.2014.897769
- Jie, F., y Gengatharen, D. (2019). Australian food retail supply chain analysis. *Business Process Management Journal, 25*(2), 271–287. doi:10.1108/BPMJ-03-2017-0065
- Kaivo-oja, J. R. L., y Lauraeus, I. T. (2018). The VUCA approach as a solution concept to corporate foresight challenges and global technological disruption. *Foresight, 20*(1), 27–49. doi:10.1108/FS-06-2017-0022
- Kumar, P. (2016). Sales and operations planning (S&OP) - an overview. *Discovery, 52*(243), 564-571.
- Miclo, R., Fontanili, F., Lauras, M., Lamothe, J., & Milian, B. (2015). *MRP vs. demand-driven MRP: Towards an objective comparison. 2015 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management (IESM), October, 1072–1080*. <https://doi.org/10.1109/IESM.2015.7380288>
- Ministerio de ambiente de Perú (2020). *Procesos misionales*. Recuperado el 31 de agosto de 2020 de <http://www.minam.gob.pe/manual-de-procedimientos/procesos->

- misionales/#:~:text=Procesos%20Misionales%3A%20Son%20los%20procesos,denominan%20procesos%20clave%20u%20operativos.
- Miño-Cascante, G., Saumell-Fonseca, E., Toledo-Borrego, A., Roldan-Ruenes, A., y Moreno García, R. R. (2015). Planeación de requerimientos de materiales por el sistema MRP. Caso Laboratorio Farmacéutico Oriente. Cuba. *Tecnología Química*, 35(2), 208-219.
- Mora Arquez, G. M. (2018). *Diseño de un modelo de inventario EPQ, considerando un sistema de producción imperfecto con demanda estocástica y dependiente de los esfuerzos de ventas en esquemas colaborativos* (Tesis de maestría). Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.
- Nielsen. (2019). *Tendencias del consumo en Colombia - Junio 2019*. Recuperado el 31 de agosto de 2020 de <https://www.nielsen.com/co/es/insights/article/2019/tendencias-del-consumo-en-colombia-junio-2019/>
- Noroozi, S., y Wikner, J. (2017). Sales and operations planning in the process industry: A literature review. *International Journal of Production Economics*, 188(March), 139–155. doi:10.1016/j.ijpe.2017.03.006
- Palacio Lozano, L. N., y Rosero Basante, A. M. (2017). *Diseño de un sistema de pronóstico de demanda y control de inventario de producto terminado para una empresa de alimentos prelistos y congelados en la ciudad de Cali* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana Cali, Santiago de Cali, Colombia.
- Ponce, H. (2006). La matriz FODA: una alternativa para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en las organizaciones productivas y sociales. *Contribuciones a La Economía*, 16.
- Portales-Zevallos, H., Yalan-Curo, J., Sotelo-Raffo, J., y Ramos-Palomino, E. (2019). S&OP impact on inventory management in a Peruvian textile company. 855, 5–8. doi:10.1109/CONITI48476.2019.8960897
- Pungil Jiménez, J. R. (2020). *Flujos de potencia probabilísticos considerando centrales fotovoltaicas empleando el método de montecarlo* (Bachelor's thesis, Quito, 2020.).
- Reinoso Peñafiel, N. A. (2016). *Uso de los paquetes informáticos de Excel y VBA, para automatizar el modelo del punto de equilibrio económico en el análisis financiero de un proyecto inmobiliario* (tesis de posgrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Rosas, J. (2018). *Inventario amortiguador / Inventario de seguridad*. Recuperado el 16 de noviembre del 2020 de <http://www.joserosas.com.co/amortiguadores-de-inventarios-stock-de-seguridad/>
- Sheth, J. (2020). Impact of Covid-19 on consumer behavior: Will the old habits return or die?. *Journal of Business Research*, 117.
- Stahl, R. A. (2010). Executive S&OP: Managing to achieve consensus. *Foresight*, 19(3), 34-38.
- Tohamy, N., Tarafdar, D., Kohler, J., & Pukkila, M. (2013). *Introducing the five-stage sales and operations planning maturity model for supply chain leaders*. Gartner Group report, Boston. Recuperado el 17 de agosto de 2020 de www.gartner.com/doc/2587021/introducing-fivestage-salesoperations-planning
- Universidad de Alicante. (2012). *Simulación de un proceso industrial mediante el software FlexSim*. Recuperado el 3 de Enero del 2021 de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20587/1/Simulacion_de_un_proceso_industrial_mediante_Flex_Sim.pdf
- Valencia, M., Osorno, V., y Salazar, J. C. (2017). Comparative of forecasting models: Classical, Bayesian and Combination Techniques. *Revista Facultad de Ciencias*, 6, 124–140. doi:10.15446/rev.fac.cienc.v6n2.66085
- Vereecke, A., Vanderheyden, K., Baecke, P. and Van Steendam, T. (2018), "Mind the gap – Assessing maturity of demand planning, a cornerstone of S&OP", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 38 No. 8, pp. 1618-1639. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-11-2016-0698>
- Voldrich, S., Wieser, P., y Zufferey, N. (2020). Optimizing the trade-off between performance measures and operational risk in a food supply chain environment. *Soft Computing*, 24(5), 3365–3378. doi:10.1007/s00500-019-04099-9
- Wabomba, M. S., Mutwiri, M. P., & Mungai, F. (2016). Modeling and forecasting Kenyan GDP using autoregressive integrated moving average (arima) models. *Science Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 4(2), 64-73.
- Yurt, Ö., Mena, C., y Stevens, G. (2010). Sales and operations planning for the food supply chain: case study. *In Delivering Performance in Food Supply Chains* (pp. 119–140). Elsevier. doi:10.1533/9781845697778.2.119