



LA FORMACIÓN DE INGENIEROS:
UN COMPROMISO PARA EL
DESARROLLO Y LA SOSTENIBILIDAD

15 al 18
DE SEPTIEMBRE

20
20

www.acofi.edu.co/eiei2020

PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA PANADERÍA CURITÍ CENTRO

Nelson Andrés Ardila Bayona, Orlando Federico Gonzales Casallas, María Teresa Mantilla Niño, María Fernanda Silva Rojas, Liseth Andrea Suárez Cordero

**Universidad Pontificia Bolivariana
Bucaramanga, Colombia**

Resumen

En el presente trabajo se desarrolla el diseño de un modelo de planeación y control de la producción (PCP), orientado a la industria alimenticia, tomando como referencia a la panadería Curití centro, la cual busca reducir sus ineficiencias de producción presentadas a diario, con el fin de mantener su posición privilegiada en la región Guanentina, donde ha perdurado por más de cincuenta años. Como propuesta de solución para la problemática detectada, se realizó una simulación de eventos y tiempos discretos, donde se plantearon diferentes escenarios de políticas de producción, para analizar y determinar una solución viable a los problemas presentados en la panadería, teniendo en cuenta el escenario real de la empresa y los costos dados, se determinó que la política más viable y que puede llegar a realizar una mejora en la empresa radica en la producción por cada dos días, en la cual se obtiene una disminución significativa en los costos de ordenar, lo que influye positivamente en el sistema total. De esta manera, se pudo evidenciar la importancia de tener un control adecuado en relación con el inventario, dado que incurre en menor medida en costos, y por ende mayores utilidades y ventajas competitivas en el sector.

Palabras clave: producción; planeación; recursos

Abstract

In the present work, the design of a production planning and control model (PCP), oriented to the food industry, is developed, taking as reference the Curití center bakery, which seeks to reduce its production inefficiencies presented daily, with in order to keep its privileged position in the Guanentina region where it has lasted for more than fifty years in the market. As a solution proposal for the problem detected, a simulation of discrete events and times was carried out,

where different production policy scenarios were proposed, to analyze and determine a viable solution to the problems presented in the bakery, taking into account the real scenario of the company and the costs given, it was detected that the most acceptable policy and that it can achieve an improvement in the company lies in the production for every two days, in which a significant decrease in the costs of ordering, which positively influences the total system. In this way, the importance of having an adequate control in relation to the inventory can be evidenced, due to this generate a lower cost, therefore a greater profits and competitive advantages in the sector.

Keywords: *production; planning; resources*

1. Introducción

La planeación y control de la producción es una función específica de gestión organizacional, que busca una ventaja competitiva frente a la dinámica del mercado, dado que a partir de técnicas cuantitativas y cualitativas se establecen escenarios de mejoramiento, al gestionar y controlar los costos e inventarios de materia prima y productos terminados; alcanzando mayor capacidad y cobertura frente al requerimiento del cliente. (Pérez & Torres, 2014). En el sector de alimentos, se presenta una demanda fluctuante, lo que infiere en un proceso de planificación de la producción. Un ejemplo es, la empresa Cereales el Líder que presenta una problemática basada en la ineficiencia de la planeación de la producción, el impacto de la vida corta de los productos, y el desconocimiento de la demanda, generando sobrantes y/o faltantes. Por tanto, se establece un sistema de gestión de producción concentrado en la realización de un MPS (Master Production Scheduling) y un MRP (Material Requirement Planning), permitiendo el mejoramiento de tiempos y maximizar los niveles de producción, para poder sobrevivir en un mercado competitivo. (Cortés & González David, 2013). Esta investigación formativa se asocia a un caso de estudio para el mejoramiento de las actividades de planeación de la producción de la empresa Panadería Curití Centro, considerando la aplicación de estructuras heurísticas del MPS y MRP, para proponer escenarios de simulación en la utilización de los recursos de producción, basado en la capacidad de la planta, los tiempos y maquinaria disponible en el área de producción, demanda de los productos y la tasa de deterioro variable del producto terminado. Finalmente, se evalúan indicadores de desempeño asociados a los costos de producción.

2. Revisión de literatura

En las operaciones de cualquier sector productivo, se requiere de una planeación y control de la producción (PCP), de tal forma que se pueda tener una visión general de las empresas, con cierto nivel de incertidumbre (Sippler & Bulfin, 1998), para así tomar decisiones estratégicas de largo plazo, en relación con factores como la distribución de planta y la planificación de recursos (Tarabi, Ebadian, & Tanha, 2010). Por medio de la planeación se satisface los interrogantes, ¿Cuántos productos terminados serán producidos? y ¿En qué período de tiempo? (Chapman, 2006), (Peña & René, 2012), y a partir de esto, se desarrolla un MRP, cuyo objetivo es responder a las preguntas ¿Qué?, ¿Cuánto? Y ¿Cuándo?, se debe aprovisionar una organización, por

medio de una gestión de inventarios. (Errasti, 2011). Ahora bien, Dukic, Dukic, & Duganzic (2016), afirman que para evitar las pérdidas de unidades y en efecto incremento en los costos por faltante o sobrantes en la producción, es importante desarrollar un plan de producción basado en el MPS. Krajewski, Ritzman, & Malhotra (1987) proponen una adaptación de un modelo exacto, mezclando la planeación agregada con un sistema de costeo en producción, considerando el factor ventas y plan de operaciones, lo cual permite alcanzar aspectos influyentes en la producción como la finalización a tiempo de los pedidos, satisfacción de clientes, a partir de la utilización de la capacidad eficiente de producción. Dicho programa según Chase, Jacobs, & Aquilano (2009) se considera una declaración de la producción futura planificada, en la cual, se especifican los productos a complementar, tiempo de finalización y las cantidades que se complementarán, teniendo como base los requerimientos de las diferentes áreas funcionales. Según Illescas, Zeled, & Zeledon (2016) para el MPS en la empresa Panadería y Repostería Belén, se desagrega la demanda a partir de porcentajes proporcionados por la organización, con el fin de adecuar la producción de la fábrica a la demanda por semanas; además la capacidad instalada satisface los requerimientos y el MPS se realiza sin inconvenientes. Por otro lado, Vidal (2019), propone una optimización en la utilización de los hornos para el centro de distribución de Pastelería Tante Lise, con la implementación de un MPS, considerando la regla del Pareto (80%-20%), para la selección de las referencias relevantes, y su respectiva lista de materiales (BOM). Para calcular el inventario y los elementos del MPS según Bulfin & Sipper (1998), se considera la lógica observada en la fig. 1.

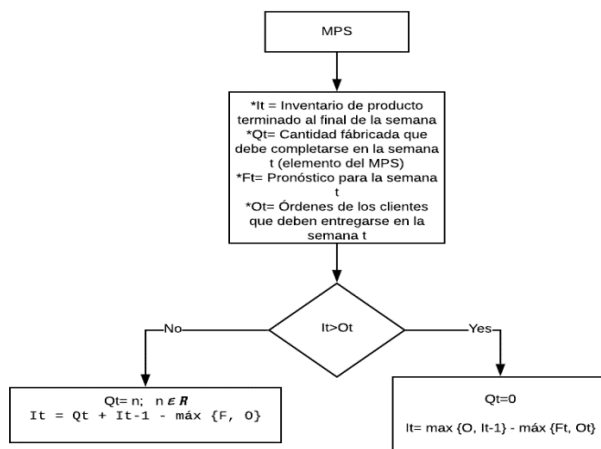


Fig. 1 Diagrama de flujo del MPS. (González Casallas, 2019)

El segundo componente de un plan de producción es el MRP, el cual gestiona la existencia de materia prima. Varios autores han propuesto diferentes modelos asociadas con el MRP. Algunos modelos se orientan hacia programación estocástica, donde se maneja la incertidumbre en la capacidad de fabricación, disponibilidad de inventarios o tiempo de entrega. (Arango, Cano, & Álvarez, 2012). Como caso particular, en una planta de producción de pastelería a base de productos de café, se consideró que el problema en la producción de productos perecederos, es la alta fluctuación de la demanda, debido a que no presenta un comportamiento estacionario, para lo cual se presenta un modelo de programación mixta entera (MILP), en donde tiene en cuenta los tiempos de alistamiento y tasas de reaprovisionamiento para minimizar el costo total



(Salas, Martínez Galindo, Montoya, & Bolivar , 2017). Por otra parte, en Cereales el líder, se llevó a cabo una programación lineal para definir restricciones y parámetros, para poder recudir costos en el plan de producción (Cortés & González David, 2013).

3. Caso de estudio

La empresa Panadería Curití Centro, es una empresa familiar encargada de la fabricación y distribución de productos alimenticios del sector de panadería y pastelería, fundada en 1970. Se encuentra en la Calle 9 #8-58 en Curití Santander, donde tiene su punto fijo de fabricación y venta. De acuerdo con su política de producción, la empresa ofrece variedades de productos a base de harina de trigo. El proceso de la cadena de suministros de la Panadería Curití centro, consta principalmente de cinco proveedores que se encargan del suministro de la materia prima para la elaboración de los productos. El proceso de negociación con dichos proveedores se efectúa de manera empírica, es decir, se realiza por reorden cada vez que la materia prima se agota. En algunas épocas del año, la demanda de pan se incrementa, lo que genera un nivel de faltantes. El proceso productivo consta de siete fases y una vez obtenido el producto terminado se procede a empacar las diferentes referencias. Posteriormente los productos son trasladados a una zona de almacenamiento convencional y, finalmente, los productos son distribuidos a los diferentes puntos de comercialización en la región Guanentina y al punto de venta fija. Cabe resaltar que todo este proceso se realiza de manera empírica, y sin un control pertinente, generando un desperdicio de insumos. Igualmente, el proceso de distribución se basa en la experiencia del empleado, sin un preventista, y sin planificación de ruta que minimice el recorrido.

4. Definición del problema

En la empresa Curití Centro, se debe considerar un procedimiento de control de los inventarios, para evitar faltante o sobrante del producto terminado, lo cual afecta el rendimiento y los costos de la empresa; un desconocimiento de la demanda diaria para establecer una producción adecuada, generando reprocesos o retardos en la programación de la producción e incumplimiento en las fechas de entrega a los clientes; inconvenientes en los procesos de adquisición de insumos, debido al desconocimiento del tiempo de anticipación y entrega de las órdenes solicitadas a los proveedores. Lo anterior genera un declive en la relación costo beneficio, debido a los reprocesos en el sistema logístico de adquisiciones, así como la generación de costos de faltantes asociados a la materia prima. Por tanto, se propone una expresión de costeo para una empresa manufacturera, tal como se presenta en (1)

$$CT = \sum_{i=1}^n \left[k \left(\frac{D_i}{Q_{p\ it}} \right) + (\delta_{CD\ i} + \delta_{CIF\ i}) Q_{p\ it} + \left(\frac{h_i \times Q_{p\ it}}{2} \right) \times \left(1 - \frac{D_{it}}{R_i} \right) + C_{d\ i} \times \beta_t \left(\frac{Q_{p\ it}}{2} \right) + \varepsilon_i \times Q_{p\ it} \right] \quad (1)$$

Dónde n representa el número de productos (Pan cáscara, pan de \$500 y pan de \$2000); k el costo de generar una orden de fabricación; D_i la demanda del producto i ; Q_{pit} la cantidad óptima de producción de producto i ; h_i el costo unitario de mantener inventario del producto i ; δ_{CDit} el costo directo de manufactura del producto i ; δ_{CIFi} el costo indirecto de manufactura del producto i ; C_{di} el costo de deterioro del producto i ; β_t la tasa de deterioro variable en el tiempo del producto; ε_i el costo de empaque del producto i ; R_i es la capacidad de fabricación de producto i . Con respecto a los costos del proceso de adquisición de insumos y materias primas, se considera el costo de ordenar y precio de compra, tal como se presenta en (2)

$$\sum_{i=1}^n [k(\frac{D_i}{Q_i}) + (P_i)Q_i] \quad (2)$$

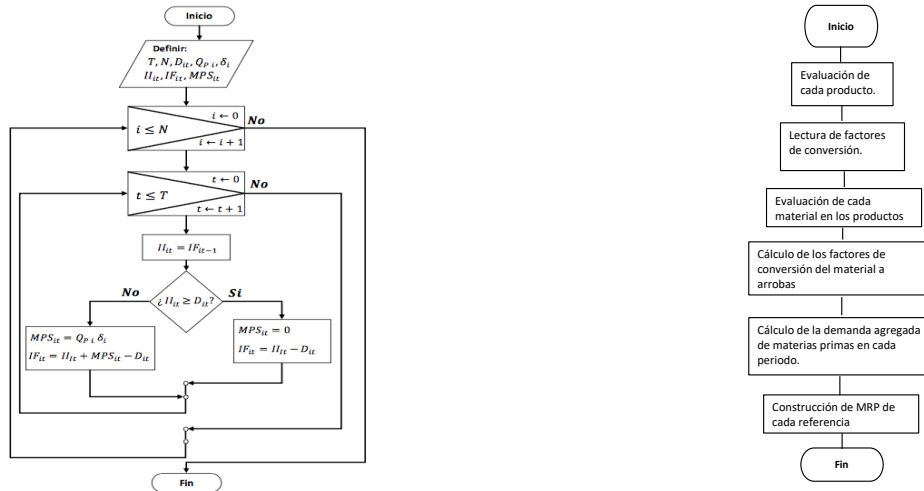
Donde k es el costo de generar una orden de compra; D_i la demanda de la materia prima i [Unidad]; Q_i la cantidad de compra de la materia prima i [Unidad]; P_i el precio establecido por el proveedor de la materia prima i .

5. Metodología

A partir de visitas realizadas a la empresa, se formuló un árbol de problemas, y se determinaron las causas raíces de los retrocesos, retardos e incumplimiento de fecha con los clientes. Adicionalmente, se realizó un diagrama de causa-efecto para clarificar el problema planteado expuesto en el apartado anterior. Considerando la planeación de la producción en la Panadería Curití Centro, se tuvo en cuenta: recursos humanos (planificación de mano de obra), producción (capacidad de inventarios) y actividades de compras (eficiencia de proveedores). Por tanto, en primer lugar, se recolectó información necesaria asociada con la distribución de planta, funcionamiento, secuencia de procesos, los costos asociados, tiempo de producción y la capacidad efectiva para 12 días de fabricación. Con la información de ventas se realizó un diagrama de Pareto, identificando que el 70% de las ventas estas dadas por el pan cáscara, rollo de \$500 y rollo de \$2000. Para conocer la demanda a utilizar se suministraron los datos de máximos y mínimos de sus ventas, determinado un comportamiento uniforme para el proceso de simulación. Adicionalmente para el análisis de la demanda, se consideró que los productos son perecederos, y por tanto se aplicaron técnicas asociadas a tasas de deterioro; estas se caracterizan por su vida fija y constante, deterioro constante y deterioro variable, de acuerdo al comportamiento de la referencia se determinó una tasa de deterioro variable, considerando que cada día que pasa el producto refleja gran deterioro en sus propiedades (Pérez & Torres, 2014). Dicha relación se generó bajo la noción de que el pan que se produce tiene como máximo un tiempo de 15 días para ser consumido, y bajo razón referente a $\frac{1}{2}$, que por su distinción debe tener un factor que le permita ir variando respecto al tiempo (β). Como propuesta de solución, se realizó una simulación de tiempos y eventos discretos para proponer escenarios -variación de la demanda- de mejoramiento. Se realizó la simulación de frecuencias distintas de la producción teniendo en cuenta que el problema se basa en tiempos caracterizados por un comportamiento discreto, y así estimar costos de producción. La simulación de desarrolló en lenguaje Visual Basic for Applications. Inicialmente se tiene como primer escenario, la condición actual de la empresa,

es decir, el desarrollo de una planificación de lote por lote, de manera que se venden todas las unidades producidas y no quedan en inventarios. Para efecto de la investigación, se propuso una política de producción por lote para ejecutar el sistema del MPS, como se muestra en fig. 2. Luego, se realiza el MRP, siguiendo la lógica que se observa en la fig. 3.

Fig.2. Diagrama de flujo de producción por lote Fig. 3. Diagrama de construcción de MRP.



Finalmente, con la información del MPS Y MRP se estiman los indicadores asociados con la política de producción (costos). Para evaluar los escenarios se realizó un análisis de varianza en donde se evaluaron los cambios en la demanda, y la cantidad producida a medida que se modificaron las combinaciones de la política de producción con los siguientes escenarios propuestos: Para el primer escenario se tuvo en cuenta la producción actual de la panadería Curití, la cual se basa en un sistema lote por lote, a partir de la disponibilidad de materia prima, considerando valores estándares semanales de producción por referencia. El segundo escenario fue un sistema lote por lote, donde se fabrica lo requerido, según las proyecciones de demanda. Así mismo, el tercer escenario, establece una tasa fija de producción utiliza con el valor máximo del horizonte de planificación de la demanda. En el cuarto escenario, se consideró una política de producción fija cada dos días, según las proyecciones de la demanda correspondiente. Y finalmente en el quinto escenario, se desarrolló, un modelo de cantidad económica de pedido (EOQ), con tasa de deterioro de producto terminado. Se realizaron 30 réplicas de la solución planteada (MPS y MRP) a cada escenario, teniendo en cuenta el teorema del límite central (Canal Díaz, 2016). Para llevar a cabo la prueba de validación, se tuvo en cuenta los costos totales, tomando como referencia el modelo establecido. Se realizó una prueba de hipótesis, basada en costos, con el objetivo de evaluar el modelo establecido. La hipótesis para probar es h_0 medida del modelo \approx la medida del sistema contrastada con h_0 medida del modelo \neq la medida del sistema. La prueba se desarrolló basado en un nivel de significancia del 5%. A partir de las entrevistas realizadas con el gerente se pudo conocer que actualmente la empresa costea su producción en \$18.000.000 (promedio de 12 días de fabricación). Ahora bien, utilizando el modelo se obtuvo un promedio de \$18.740.218, con lo que se evidencia la validación de la simulación.



6. Resultados

Para los escenarios se consideraron como dato de entrada los costos de ordenar, mantener inventario, fabricación, empaquetar, deterioro y faltantes, en un periodo de 12 días por arroba. Todas las unidades de fabricación se trabajan por arrobas en la empresa. La lista de materiales (basado en arrobas y mermas de producción), se presenta en la Tabla 1. Los lead times de adquisición de materia prima son de 1 día.

Listado MRP	Pan 2000 (arroba)	Pan 500 (arroba)	Cascara (arroba)
Harina	11340	11340	11340
Mantequilla	1361	1361	1361
Azúcar	2722	2722	2722
Levadura	10	10	10
Sal	150	150	150
% merma	0,0942	0,0942	0,1604
% merma agua	0,075	0,075	0,0769
% merma molido	0,16	0,16	0,055
masa mojada	14024	13900	13000

Tabla 1. Datos de diagrama de explosión: Fuente: Información suministrada

Como primera entrada del escenario real de la empresa, se tuvo en cuenta la política actual que se muestra en la tabla 2, por último, la empresa no cuenta actualmente con un registro de la demanda, sin embargo, cuenta con un estimado máximo y mínimo de cada referencia, presentados en la tabla 3, considerando una distribución uniforme de dicha variable. Con base en la política planteada para cada escenario y las variables de entrada, se determinó los costos de cada uno de los rubros del MPS y MRP para finalmente determinar los costos totales del sistema, y a partir de este se realizó un promedio de las 30 réplicas, que se pueden observar en la tabla 4.

MPS	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Pan 2000 (Arrobas)	2	2	3	1	2	2
Pan 500 (Arrobas)	3	3	3	2	4	2
Cascara (Arrobas)	4	4	4	4	4	4

Tabla 2. Política actual. Fuente: Información suministrada

Demanda	Pan Cascara	Pan de \$500	Pan de \$2000
Máxima	3	5	4
Mínima	0,9	0,42	0,34

Tabla 3. Datos de los mínimos y máximos de la demanda: Fuente: Información suministrada

Escenarios	Costos promedio totales del MPS	Costos promedio totales del MRP
Real	\$8.439.892	\$10.169.242
Lote x Lote proyectada	\$9.635.016	\$ 8.362.477
Demanda máxima	\$10.403.057	\$ 8.804.670
Cada dos días	\$9.488.067	\$ 8.500.639

Tabla 4. Datos de salida de escenarios propuestos

7. Discusión de los resultados

Actualmente la empresa realiza una política de producción sin considerar una proyección de demanda, y sin cuestionar los costos de fabricación, por tal motivo presenta un alto costo de faltantes, el cual se evidencia en el alto costo del MRP y por consiguiente el costo del sistema con un promedio de \$18.609.134. Ahora bien, se pudo observar que con la política de fabricación de demanda máxima como tasa fija, se observa que no le retribuye beneficios al sistema, a causa del aumento de los costos totales, que es dado a su vez por los inventarios y el alto costo de estos, impactando tanto en el MPS como en el MRP. Por otra parte, la política de lote por lote, de cada dos días y EOQ estimaron un costo del sistema menor al que posee la empresa actualmente, siendo la mejor opción una producción fija cada dos días, debido a que está reduce los costos de generar ordenes de producción y pedidos de insumos, generándose un ahorro en el costo del sistema, sin embargo, el costo de mantener inventario desfavorece dicho costo debido al alto rubro de mantener inventarios. De esta manera, se puede evidenciar que el mejor escenario lograría un equilibrio entre costos de ordenar y de mantener inventario, dado que se conciben como los costos de mayor influencia en el sistema.

8. Conclusiones

Actualmente la empresa Panadería Curití Centro, está incurriendo en costos elevados de producción, costos por faltantes y mal manejo de los recursos disponibles, debido al desconocimiento de la demanda y una política de producción ineficiente; por medio de un análisis de Pareto en el que se compararon las ventas de las referencias de la empresa y basados en la ley 70-30, se estableció que los productos de pan de 2000, pan de 1000 y pan cascara cumplen con el 70% de las ventas. Por medio de una simulación de eventos y tiempos discretos en la cual se varió la política de producción empleada y la frecuencia de la misma, Se establece análisis de costos, el cual permitió validar que la compañía incurre en gastos promedio de producción de \$18.000.000 cada doce días. Finalmente se comparó los costos de todos los escenarios planteados, concluyendo que la mejor política de producción es cada dos días, dado que tiene un valor de \$17.988.706, lo cual es inferior al escenario real y los demás escenarios planteados.

9. Referencias

- Arango, M., Cano, J. A., & Álvarez, K. (2012). Modelo de sistemas MRP cerrados integrando incertidumbre. *EIA*, ISSN 1794-1237(18), 61-76.
- Bulfin, R. L., & Sipper, D. (1998). Planeación de producción, capacidad de materiales. En *Planeación y control de la producción* (págs. 340-341). Ciudad de México: Mc Graw-Hill.
- Canal Díaz, N. (2016). *Distribuciones de probabilidad. El teorema central del límite*. Revistas Seden.
- Chapman, S. N. (2006). *Planeación y control de la producción*. México: Pearson Practice Hall.

- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). MPS. En *Administración de operaciones producción y cadena de suministros*. Arizona: Mc Graw Hill.
- Cortés, M., & González David. (2013). *SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE PANADERÍA DE LA EMPRESA CEREALES EL LÍDER S.C.A.* Bogotá D.C.: Universidad Libre de Colombia. Sede Bosque Popular.
- Dukic, S., Dukic, B., & Duganzic, S. (2016). THE MODEL OF UTILISING THE MARKET RESEARCH AND CRM POTENTIAL IN THE FUNTION OF PRODUCTION MANAGEMENT IN THE BAKING INDUSTRY. *Technologia Acta, Vol 9, 77-87.*
- Errasti, A. (2011). *Logística de almacenaje*. Madrid: McGrawHill.
- González Casallas, O. F. (2019). *Ayuda para el desarrollo del tercer laboratorio. Logística de Distribución.*
- Illescas, D. G., Zeled, & Zeledon, G. D. (2016). *Evaluación del plan de requerimiento de materiales utilizado en el proceso de produccion en Panadería y Repostería Belén.* Matagalpa.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (1987). *Operations Managment: Processes and Supply Chains*. Pearson.
- Peña, S., & René, I. (2012). *Modelo de planeación de la producción para una empresa*. San Pable. Bolivia: Universidad Católica Boliviana.
- Pérez, A., & Torres, F. (09 de agosto de 2014). Modelos de inventarios con productos perecederos: Revisión de la literatura. *Ingeniería.*
- Salas, J. P., Martínez Galindo, K., Montoya, C., & Bolivar , S. (2017). *Diseño de una herramienta para la planeación de requerimientos de insumos para una empresa productora de café*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Sippler, D., & Bulfin, R. (1998). *Planeación y control de la producción*. México D.F.: The McGraw-Hill.
- Tarabi, S., Ebadian, M., & Tanha, R. (2010). Fuzzy hierarchical production planning (with a case study). *Fuzzy Sets and Systems, 161(11), 1511-1529.*
- Vidal, J. I. (2019). *Propuesta de Plan Maestro de la Producción para centro de distribución de Pastelería Tante Lise*. Concepción, Chile: Universidad Andrés Bello.

Sobre los autores

- **Nelson Andrés Ardila Bayona:** Estudiante de Ingeniería industrial. Nelson.ardila.2016@upb.edu.co
- **Orlando Federico González Casallas:** Ingeniero Industrial, Máster en Ingeniería Industrial. Profesor titular. Orlando.González@upb.edu.co
- **María Teresa Mantilla Niño:** Estudiante de Ingeniería Industrial. Maria.mantilla.2016@upb.edu.co
- **María Fernanda Silva Rojas:** Estudiante de Ingeniería Industrial. Maria.silva.2016@upb.edu.co
- **Liseth Andrea Suárez Cordero:** Estudiante de ingeniería industrial. Liseth.suarez.2016@upb.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2020 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)