

Análisis de los procesos y la productividad: caso estudio en la producción de muffins

Analysis of the processes and productivity: case study in muffins production

Santamaría Hernández Lidia Lizbeth¹

lidia.santamaria.2018@upb.edu.co

Gómez Maldonado María Fernanda¹

mariaf.gomez.2018@upb.edu.co

Núñez Rodríguez Jairo¹

jairo.nunez@upb.edu.co

Rivera Otero Camilo José¹

camilo.rivera.2018@upb.edu.co

Monsalve Jerez Tatiana Alejandra¹

tatiana.monsalve.2018@upb.edu.co

Universidad Pontificia Bolivariana. Ingeniería Industrial (1)

Recibido: mayo 24 de 2023 – Aceptado: junio 14 de 2023

Resumen

Este trabajo se realizó con el objetivo de analizar los métodos implementados para la realización de muffins y así optimizar la utilización eficaz de los recursos y establecer estándares de rendimiento, tomando como base el estudio del trabajo. Otro objetivo es estudiar la producción del producto, en este caso de tres diferentes sabores como lo fueron chips de chocolate, banano canela y mora, tal como se muestra en la primera fase del artículo al analizar el comportamiento de la demanda junto con la estructura del producto, su ficha técnica y proceso productivo. En la segunda fase, se llevó a cabo un análisis de los tiempos que requiere cada proceso analizando la debida productividad de cada uno, para así identificar los problemas principales en la producción de muffins. Una vez analizados costos en relación con los procesos e insumos se plantean acciones de mejora para perfeccionar la productividad de la organización optimizando tiempos, evitando subproducto de materia prima para de esta manera reducir costos en cada proceso que conlleva a la producción de estos. Este estudio se llevó a cabo a partir de la recolección de datos basados en la experiencia y observación enfocándose en una metodología de estudio como lo son diagramas de Pareto los cuales analizan los diferentes productos para así mejorar su calidad; otra herramienta de referencia son los diagramas de proceso operativo y de flujo de proceso que representan secuencias cronológicas de cada una de las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y retrasos; todo lo anterior con el fin de plantear un mejoramiento continuo que aumente la demanda y optimice la productividad.

Palabras clave: análisis, diagrama de Pareto, estudio del trabajo, métodos, procesos, productividad, tiempos.

Abstract

This work was carried out with the objective of analyzing the methods used to make muffins and thus optimizing the efficient use of resources and establishing performance standards, based on the study of the work. Another objective is to study the production of the product, in this case three different flavors such as chocolate chips, cinnamon banana and blackberry, as shown in the first phase of the article when analyzing the behavior of demand along with the structure of the product, your technical data sheet and production process. In the second phase, he carried out an analysis of the time required by each process analyzing the proper productivity of each, to identify the main problems in the production of muffins. Once analyzed costs in relation to processes and inputs are proposed improvement actions to improve the productivity of the organization optimizing times, avoiding by-product of raw material to reduce costs in each process that leads to the production of these. This study was carried out based on the

collection of data based on experience and observation focusing on a study methodology such as Pareto diagrams which analyze the different products to improve their quality; another reference tool is operational process and process flow diagrams that represent chronological sequences of each of the operations, inspections, allowable times and delays; all of the above in order to propose a continuous improvement that increases demand and optimizes productivity.

Keywords: analysis, pareto diagram, work study, methods, processes, productivity, times.

I. INTRODUCCIÓN

LA gastronomía es considerada un arte, pero también una ciencia que se ha venido perfeccionando desde tiempos pasados en donde esta misma establece una correlación con los cinco sentidos y una efectividad al momento de analizar el sistema hombre-operación [1]. Existe una tendencia gastronómica que se encuentra vigente en los mercados de las diferentes ciudades como lo son los muffins, estos últimos son un tipo de torta pequeña con presentación individual para diferentes eventos especiales. El origen de este alimento proviene de la cocina inglesa desde 1703, su nombre viene del francés *moufflet*, que traduce pan suave. Años más tarde se conocieron los muffins en América, específicamente en Estados Unidos, en donde la receta y la elaboración sufrieron algunos cambios, llegando hasta la gran variedad de sabores de muffins que se conocen en la actualidad[2] y se consumen en todo el mundo.

Esta investigación está direccionada hacia la creación de valor agregado en la fabricación de muffins o ponquecitos. Se buscará identificar los diferentes procesos que llevan a la transformación de la materia prima desde la preparación de la mezcla hasta el producto terminado. Por medio de la ejecución del proyecto se tendrá como objetivo enfrentar uno de los retos más importantes para la industria en la actualidad, conseguir una buena productividad. La productividad conlleva mejorar el proceso productivo, lo que significa una relación favorable entre la cantidad de recursos y la cantidad de bienes o servicios producidos. Por lo tanto, la productividad es un indicador que compara lo producido por un sistema (salidas o producto) con los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos)[3], siendo un indicador base que permite medir el rendimiento de una empresa, producto o servicio.

A pesar de que se han hecho diferentes estudios o investigaciones relacionadas a la medición de la productividad en la industria de alimentos, se evidencia una falta de información referente a la producción de muffins. De hecho, la mayoría de los estudios se enfocan en la industria manufacturera de manera genérica o en la producción de alimentos más comunes o comerciales como el pan tal como se evidencia en diferentes diseños de sistemas de gestión como el ejecutado por Huaman para una panadería en 2017[4]. Por ende, este artículo busca ampliar el estudio y proporcionar un enfoque más detallado en el cálculo de la productividad al estudiar la producción de muffins.

En el caso de los muffins es importante optimizar los

métodos y tiempos de trabajo para apuntar a una producción eficiente y rentable. Para ello se plantean objetivos como evaluar los métodos para calcular la productividad de los mismos. Identificar y analizar los factores que influyen en la producción de muffins y proponer estrategias y mejoras para aumentar los índices de productividad[5].

Teniendo como enfoque la elaboración de muffins y los procesos que esto conlleva se evidencia que el estudio del trabajo es el examen sistemático de todos los métodos que pueden llevar al cumplimiento de objetivos, realizando todas las actividades de la manera más eficaz posible en cuanto a recursos como tiempo, materia prima, mano de obra, y demás; estableciendo siempre normas de rendimiento con respecto a cada una de los movimientos o acciones que se realizan[6]. Es decir, en el estudio del trabajo se da a conocer de qué manera se está realizando una actividad con el fin de tomar acciones de mejora como la reducción del trabajo innecesario o excesivo, el uso de los recursos y fijar el tiempo estándar para la realización de determinada actividad. También va de la mano con los métodos para poder realizar actividades con el fin de mejorar la utilización de los recursos y poder establecer normas de rendimiento de la actividad que se está llevando[7].

Hoy en día la mayoría de las grandes y medianas empresas realizan estudios para poder aumentar la productividad[8]. El estudio del trabajo presenta diferentes técnicas tales como estudio de métodos y tiempos para lograr este objetivo. El estudio de métodos permite mejorar un proceso al analizarlo y determinar el método más adecuado de hacer el trabajo, en la actualidad las organizaciones se enfrentan a mercados altamente competitivos en los que se debe satisfacer a los clientes de una manera eficiente con respecto a los costos de las actividades. Mediante este trabajo, se podrá analizar los procesos involucrados en la transformación de la materia prima para incrementar la eficacia, mejorar la calidad, reducir los costos y los tiempos de producción y entrega del producto[9], para continuar con un análisis de esos resultados plasmados en planes de mejoramiento basados en datos.

Por otro lado, el estudio del trabajo también involucra el análisis de tiempos, usando técnicas de medición de trabajo para hacer el registro y determinar su proporción con respecto a los recursos o elementos de una tarea específica y las condiciones en las que es efectuada[8]. Se examinan los datos con el propósito de determinar el tiempo estándar necesario para efectuar la función según la norma de ejecución[9] analizando las capacidades productivas. La productividad de una organización se ve afectada si esta no tiene una estrategia clara, definida y compartida[10].

La investigación se llevará a cabo usando un enfoque mixto, se utilizarán métodos cualitativos y cuantitativos. Se realizará un análisis al hornear varias veces las tres referencias estudiadas con el fin de recopilar los datos necesarios referente a los métodos, los tiempos de producción y los diferentes factores que afectan la productividad. Por ende, la investigación también tendrá un índole exploratorio y experimental.[11]

Según Ferjani, los sistemas de fabricación se caracterizan por un comportamiento incierto en el que pueden ocurrir cambios frecuentes y eventos imprescindibles con el tiempo [12]. Así mismo, se refleja un entorno de producción dinámico que provoca tiempos de operación estocásticos en empresas que trabajan en función de la producción intensiva. Por esto, las empresas deben aplicar el estudio de tiempos y movimientos para asignar de forma adecuada las tareas a los operarios y eliminar o mejorar elementos que podrían afectar la productividad, seguridad, y calidad de la producción. De esta manera, contarán con un informe detallado de sus actividades, para analizarlas y mejorarlas[13].

Esta investigación tiene importantes aspectos que impactarían tanto a nivel científico como social. Por una parte, los resultados obtenidos brindarían una base sólida para futuras investigaciones en esta área y podrán ser aplicados en otros procesos productivos que se asemejen. Desde el punto de vista científico, la medición de la productividad en la industria alimentaria estaría siendo estudiada y complementada con datos específicamente en la repostería, como los muffins. Teniendo en cuenta el aspecto social, el estudio podría brindarle a emprendedores emergentes o pequeñas empresas dedicadas a la repostería estrategias y mejoras específicas relacionadas al aumento de la productividad. Como se ha mencionado, una producción eficiente y planeada se verá reflejada en la reducción de costos, incremento en la competitividad y en el crecimiento económico de una industria.

II. METODOLOGÍA

Mediante la investigación se puso en práctica las diferentes temáticas vistas en clase, desarrollando un estudio del trabajo en la producción de muffins de diferentes sabores, en este caso chips de chocolate, banano con canela y mora, basándose en una empresa simulada para la recopilación de datos bajo condiciones normales de producción. En la primera fase se identificaron las referencias que se producen y se toma como punto partida la demanda que a su vez los ingredientes y las cantidades necesarias para producir los muffins. A su vez, se analizaron los procesos involucrados en la transformación de materia prima hasta llegar al producto terminado, teniendo el tiempo requerido en cada uno de ellos para posteriormente estimar la mano de obra. Al mismo tiempo, se discriminaron los recursos necesarios en cada uno de los procesos con el fin de establecer una estructura de costos. Todo esto se hará de forma

experimental al hacer los muffins 10 veces. Es decir, se repetirá el proceso varias ocasiones para que la toma de datos sea más acertada, estos serán analizados estadísticamente mediante intervalos de confianza con el fin de que los resultados tengan un sustento sólido.

Las variables estudiadas para la investigación detalladas específicamente en la fase dos, serán el tiempo de preparación requerido para llegar al producto terminado, teniendo en cuenta el alistamiento de los ingredientes y la ejecución de tareas previas a la producción de muffins, factor que influye en la eficiencia del proceso. Asimismo, es indispensable tener en cuenta el tiempo de cocción, variable que a su vez determina la capacidad de producción. Finalmente, y también teniendo en cuenta el proceso de empaque se busca llegar a un tiempo de producción estándar con el fin de calcular la cantidad de muffins producidos por unidad de tiempo para así plantear una capacidad de producción, eficiencia de cumplimiento con relación a la demanda del producto y el número de operarios necesarios para cumplir una jornada laboral bajo las condiciones de ley. Este estudio permite evaluar y analizar los factores importantes en relación con la productividad en la elaboración de las tres referencias de muffins, brindando una visión holística de los aspectos que intervienen en el proceso.

A. Primera fase

1) Comportamiento de la demanda

Analizar, estimar y entender la demanda se ha ido convirtiendo en una de las prioridades de diferentes organizaciones[14]. El enfoque estratégico de las empresas recae sobre el estudio de la demanda, midiendo el mercado actual y el potencial de las ventas de los productos o servicios ofrecidos. Entonces, se podría definir la demanda por el volumen de lo que fue o será adquirido por cierto grupo de consumidores en determinado periodo de tiempo, según las condiciones del entorno y el mercado, con el fin de obtener una relación favorable entre los compradores y lo que se oferta [15].

Al no tener un conocimiento conciso de las unidades demandadas del producto, se hizo uso de un histórico de demanda como instrumento para conocer la demanda real de los tres sabores de muffins con el fin de obtener una estimación de la cual partir. A continuación, se presentará la demanda correspondiente de cada tipo de muffin en los tres últimos meses elaborada mediante el sistema de aleatoriedad de Excel con el fin de dar un punto de partida a la investigación.

Tabla 1. Demanda Histórica

	Cantidad vendida a 3M	Acumulado	%Def	%Def acum

Muffins Chips chocolate	324	324	34,7%	35%
Muffins BananoCanela	307	631	32,8%	67%
Muffins Mora	304	935	32,5%	100%

En la tabla 1. Se observa la demanda de un trimestre para cada una de las referencias estudiadas. Una vez identificada, se calcula el acumulado de ventas, en donde se suma un sabor de muffin con el siguiente y este nuevo resultado se le suma a referencia posterior. También, se procede a calcular el porcentaje de participación de cada uno de los sabores en las ventas. Por ejemplo, de los 935 muffins consumidos en el trimestre, que porcentaje corresponde a cada referencia. Finalmente, se hace el acumulado de los porcentajes, si en la última fila el resultado es 100%, significa que los cálculos se realizaron de manera correcta. A continuación, se hizo un diagrama de Pareto para analizar los datos y establecer acciones de mejora:

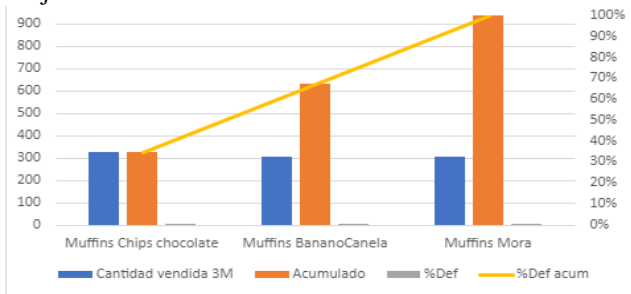


Fig 1. Diagrama de Pareto- Demanda histórica (3Meses)

Cómo se observa en el diagrama de Pareto los muffins de chips de chocolate y de banano canela representan en los tres meses un acumulado de 67% de las ventas totales. Con lo anterior se puede concluir que los muffins menos vendidos son los de mora con un acumulado del 33% representando cantidad en ventas de 304 unidades en el trimestre. Los planes de mejoramiento se deben centrar en los dos primeros productos, como aumentar la calidad del muffin con el fin de mejorar la productividad. Por otro lado, se podría ajustar el modelo de inventario para reabastecerse siempre y poder cumplir con la demanda de los productos más vendidos. Con respecto a los muffins de mora se puede incentivar su compra mediante estrategias de marketing y publicidad en las redes sociales.

A partir de la demanda se pudo tener una visión más clara del mercado y estimar una demanda base con respecto a los porcentajes de participación de cada muffin. Por lo tanto, se debe plantear los tiempos estimados para cada muffin y así no planear la producir para no entrar en pérdidas.

2) Análisis del producto

a) Estructura del producto

Tabla 2. Boom de materiales Muffins chocolate

Nivel 0.	Nivel 1.	Nivel 2.
Muffin	Masa	Harina
		Huevo
		Azucar
		Polvo para hornear
		Mantequilla
	Esencia de vainilla	
	Chocolate	

Tabla 3. Boom de materiales Muffins Banano-Canela

Nivel 0.	Nivel 1.	Nivel 2.
Muffin	Masa	Harina
		Huevo
		Azucar
		Polvo para hornear
		Mantequilla
	Esencia de vainilla	
	Banano y canela	

Tabla 4. Boom de materiales Muffins de mora

Nivel 0.	Nivel 1.	Nivel 2.
Muffin	Masa	Harina
		Huevo
		Azucar
		Polvo para hornear
		Mantequilla
	Esencia de vainilla	
	Mora	

Cada muffin tiene la misma masa base que consta de harina, huevo, azúcar, polvo para hornear, mantequilla y esencia de vainilla. Es en los toppings en donde se diferencia. Se tendrán tres variedades de producto: Chips de chocolate, banano y canela, y mora.

b) **Ficha técnica general**

Tabla 5. Ficha técnica del producto

Cantidad de compra			
Ingredientes	Cantidad	Unidades	Precio
Harina	1000	gr	\$6.600
Huevo	30	und	\$12.000
azúcar	1000	gr	\$2.900
Polvo para hornear	80	gr	\$6.390
Mantequilla	1000	gr	\$23.520
Esencia de vainilla	60	ml	\$3.190
Chips de chocolate	1000	gr	\$24.760
Banano	750	gr	\$2.250
Canela en polvo	112	gr	\$25.300
Mora	500	gr	\$1.500
FICHA TÉCNICA MUFFINS			
Nombre del producto		Muffin	
Descripción del producto			
Deliciosos muffins hechos de masa tradicional mezclada con diferentes toppings como chocolate, banano con canela y la mora, sabores muy atractivos para el paladar, proporcionando el sabor y la textura perfecta del muffin.			
ingredientes			
Descripción del producto	Cantidad	Unidades	
Harina	150	gr	
Huevo	2	und	
azúcar	150	gr	
Polvo para hornear	2	gr	
Mantequilla	160	gr	
Esencia de vainilla	2	gr	
Preparación del producto			
Una vez esté lista la mezcla se añade el determinado topping y se hornean a 180°C de 23 a 25 minutos			

Tabla 6. topping seleccionados para lote de 12 muffins

Topping	Cantidad	Unidades
Chips de chocolate	125	gr
Banano	130	gr
Canela	15	gr
Mora	50	gr

c) **Cantidad de compra**

Tabla 7. Cantidad de Compra de Materia Prima

d) **Fichas de costo de producto y proceso**

Una vez se identificó la materia prima, los procesos con sus respectivos tiempos, los servicios, los utensilios y demás recursos involucrados, se procedió a hacer un costeo por procesos en el que se estableció el costo de cada uno de ellos, el valor unitario y el precio de venta para la docena y la unidad de cada producto. Cabe resaltar que el proceso es el mismo para cada uno de ellos, lo único que varía es el topping que se añade. Es por esto, que prácticamente la única variación en los costos de un muffin con respecto al otro recae sobre la materia prima. En este orden de ideas, el muffin más caro sería el de banano, luego el de chocolate y por último el de mora.

Tabla 8. Costo Total Muffins de Chocolate.

Materia prima	\$9,349.28
Servicios	\$1,738.77
Mano de obra	\$2,437.54
Depreciación	\$10.7
Otros	\$4,000.00
Total Costo	\$17,536.25
Precio de venta docena (30%)	\$22,797
Precio de venta unitario (30%)	\$1,900

Tabla 9. Costo Total Muffins de Banano Canela

Materia prima	\$10,033
Servicios	\$1,741.52
Mano de obra	\$2,437.54
Depreciación	\$10.7
Otros	\$4,000.00
Total Costo	\$18,222
Precio de venta docena (30%)	\$23,689
Precio de venta unitario (30%)	\$1,974

Tabla 10. Costo Total Muffins de Mora.

Materia prima	\$6.40
Servicios	\$1,742
Mano de obra	\$2,438
Depreciación	\$11
Otros	\$4,000.00
Total, Costo	\$14.594.52
Precio de venta docena (30%)	\$18.973
Precio de venta unitario	\$1,581

(30%)

En cada uno de los casos se estableció un margen de utilidad del 30% el cual permite una buena participación en el mercado ya que el valor de venta tiende a ser estándar. Con este margen se permite brindarle al cliente el domicilio gratis a partir de 12 muffins, ya que sería pertinente incentivar la compra por docena y aumentar la demanda establecida. Se pueden usar diferentes estrategias de marketing y promociones en las redes sociales para lograr este objetivo.

e) **Graficas de Pareto de insumos**

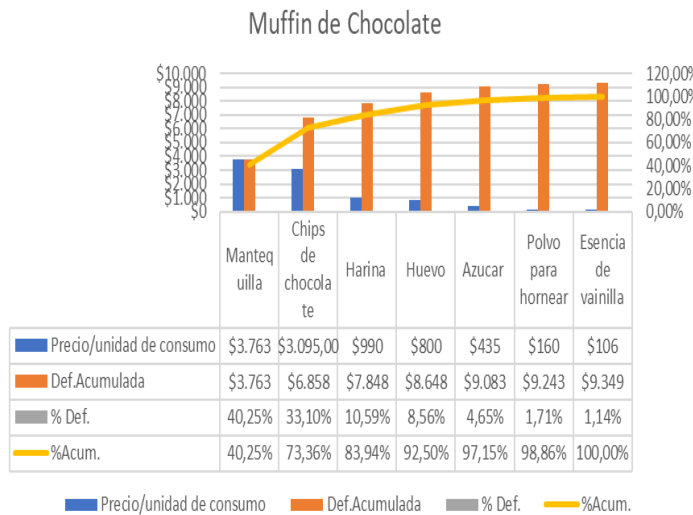


Fig 2. Diagrama de Pareto Muffin de Chocolate

Se observa que la mantequilla, los chips y la harina corresponden al 43% de los ingredientes requeridos y conforman el 84% de las compras de materia prima.

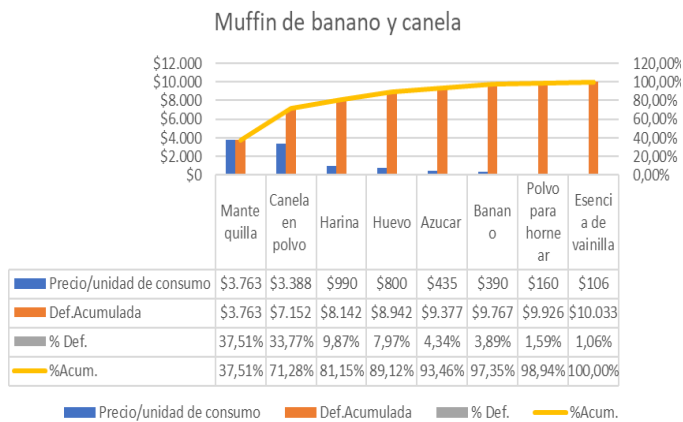


Fig 3. Diagrama de Pareto Muffin Banano Canela

Se observa que la mantequilla, la canela en polvo y la harina corresponden al 38% de los ingredientes requeridos y

conforman el 81,15% de las compras de materia prima.

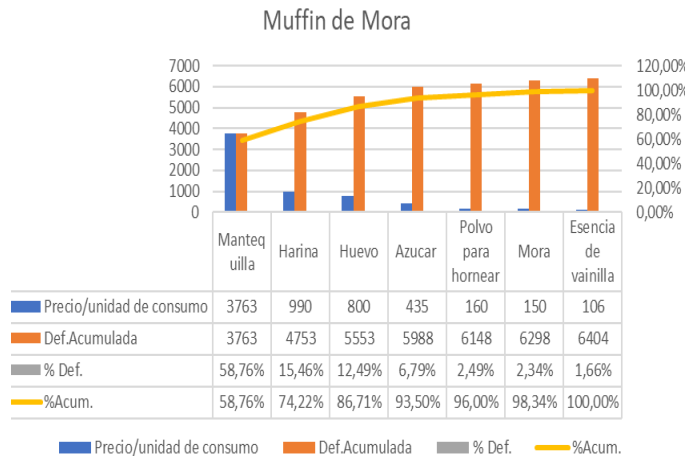


Fig 4. Diagrama de Pareto Muffin de Mora.

Se observa que la mantequilla y la harina corresponden al 29% de los ingredientes requeridos y conforman el 74% de las compras de materia prima.

Se concluye de las diferentes graficas que si se eliminan las causas que generan los altos valores se podría disminuir la estructura de los costos. Se deben tomar acciones de mejora, como seleccionar proveedores especialistas en materia prima para pastelería que vendan al por mayor y que tengan buenos precios. A su vez, sería pertinente centrarse en insumos como la mantequilla, los chips de chocolate y la canela para disminuir los costos y poder aumentar la productividad con respecto a las ventas.

3) **Productividad**

La productividad está relacionada con la cantidad de productos obtenidos mediante un sistema productivo y los recursos empleados. También se puede decir que es un indicador de la eficiencia, ya que puede medirse en función del tiempo, entre menos tiempo se emplee en obtener un producto determinado, se considera que el sistema es más productivo. Y entre mayor productividad con respecto a los recursos, resulta ser mayor la rentabilidad para la empresa. A continuación, se observa la productividad calculada en un ensamble en el que salen 12 muffins de cada sabor, involucrando los diferentes recursos e insumos.

Tabla 11. Productividad Muffin de Chocolate

(Producto/Materiales)	2.43838257
(Producto/Mano de obra)	9.35252130
(Producto/Servicios)	13.11106326
(Producto/Depreciación)	2138.30021776
(Producto/Otros recursos)	5.69928239
Productividad Total	1.30000000
Multifactorial	1.93412017

Tabla 12. Productividad Muffins de Banano Canela

(Producto/materiales)	2.36119568
-----------------------	------------

(Producto/ mano de obra)	9.71845693
(Producto/servicios)	13.60256712
(Producto/Depreciación)	2221.96538366
(Producto/ otros recursos)	5.92227793
Productividad Total	1.30000000
Multifactorial	1.89965550

Tabla 13. Productividad Muffin de Mora

(Producto/materiales)	2.96252863
(Producto/ mano de obra)	7.78362011
(Producto/servicios)	10.89121570
(Producto/Depreciación)	1779.59675781
(Producto/ otros recursos)	4.74321818
Productividad Total	1.30000000
Multifactorial	2,14581037

Dentro del factor mano de obra se identificó como componente crítico el proceso batir mantequilla, azúcar y vainilla, ya que se observa que se está consumiendo el tiempo a mayor razón, debido a que en comparación con la productividad de los otros procesos es el que menor resultado arroja. Esto quiere decir que en el proceso productivo es la actividad que más requiere tiempo, por lo que se puede analizar o sugerir estandarizar las tareas para eliminar tiempos ociosos. Por otro lado, en el proceso de alistar materia prima se puede observar que los tiempos están siendo eficientes ya que la productividad es la más alta de los componentes estudiados.

En la productividad de materia prima se identificó como insumo crítico la mantequilla en los tres productos ya que su relación entre las salidas y entradas es la más pequeña de los demás materiales empleados. Con respecto a los muffins de banano, la canela es uno de los ingredientes que genera mayores costos y que se utiliza en menor proporción. Por otro lado, en los muffins de chips este es otro insumo que debe entrar dentro de las acciones de mejora debido a su elevado precio. Por lo tanto, es necesario analizar el comportamiento del uso de estos productos y proponer estrategias de mejora para eliminar posibles desperdicios y mejorar la productividad.

En cuanto a la productividad de todos los recursos se vuelve a visualizar que el proceso batir mantequilla, azúcar y vainilla está siendo el costo más alto de la producción, pues al contemplar la suma de los costos indirectos de fabricación sigue disminuyendo la productividad en la misma proporción que lo hace cuando se analiza solo en el comportamiento del factor mano de obra.

Al analizar la productividad de los tres meses para cada producto se concluye que para todos los casos en el segundo mes la productividad se ve afectada ya que el numerador (salidas) disminuye a mayor razón que el denominador (entradas), por ende, la productividad no va a ser óptima. Con respecto al tercer mes la productividad es óptima porque el

numerador aumenta a mayor razón que el denominador, haciendo que la productividad mejore. Finalmente, la productividad para la demanda estimada es óptima ya que las salidas aumentan en mayor proporción que las entradas.

4) Estudio de métodos

El estudio de métodos consiste en el registro y examen crítico de la manera en cómo se realiza un trabajo o como es proyectada. De esta forma, se cataloga como un medio para idear métodos y técnicas más sencillas con el fin de reducir los costos. Se centra en reducir la cantidad de trabajo necesario para obtener cierta producción, eliminando completamente movimientos innecesarios de los materiales o del personal, sustituyendo así, los métodos de trabajo por unos más eficientes[16].

Con respecto al caso de estudio, el proceso para la elaboración de los muffins comienza alistando la materia prima, posteriormente se pesan los ingredientes que requieren medidas exactas previamente expuestas y se engrasa el molde para evitar que se peguen los muffins. Se bate la mantequilla, el azúcar y la esencia de vainilla por 778 segundos en promedio. Se añaden los huevos uno por uno y se bate la mezcla de nuevo por 108 segundos y se verifica que su textura sea homogénea, se incorpora la harina y el polvo para hornear y se bate por 58 segundo más. Una vez lista la mezcla se añaden los respectivos toppings y se verifica que todo haya quedado bien. Se vierte la mezcla al molde, se introduce al horno y se emplea un tiempo de cocción de 17 minutos, se inspecciona el estado de los muffins y por último se sacan del horno, se dejan enfriar y se desmoldan.

En el presente ítem se llevó a cabo el diseño del flujo de proceso para los Muffins, con el topping correspondiente de cada uno. En esta sección se define como se integran las partes, el orden de ensamble y el patrón global del flujo de materiales del proceso a llevar a cabo. Por consiguiente, se desean registrar los detalles y hechos del trabajo mediante el diagrama de proceso operativo debido a que es una herramienta utilizada para representar la secuencia cronológica, las inspecciones, los tiempos permitidos y los materiales usados en el proceso de manufactura (Muffins), mediante símbolos gráficos con el fin de hacer un análisis de la operación [17]. Por lo mismo, los diagramas expuestos para la elaboración de los tres tipos de muffins van enlazados con la toma de tiempos que se realizó en la segunda fase.

De igual manera, se realiza un diagrama de flujo de proceso que presenta mayor detalle ya que muestra todos los retrasos de movimiento y almacenamientos temporales a los que se ven expuestos los productos[18]. En forma general, debe representar a grandes rasgos la información sobre el recorrido de actividades principales de modo que se incluyan todas las operaciones y puntos de decisión [3]. De esta manera, se presentan los diagramas en el anexo de Excel.

B. Segunda fase

1) Análisis de tiempos

En esta fase del trabajo se hizo un estudio de tiempos a lo largo de todo el proceso de elaboración de cada sabor de muffins. Para esto, se hicieron 10 ciclos de fabricación de cada producto, se tomaron los tiempos de corrido mediante videos en donde se grababa al operario desde que comenzaba hasta que terminaba toda la operación. Posteriormente, en la hoja de tiempos anexa en el Excel se registraron los datos obtenidos que correspondían a cada proceso. De la misma forma, fue posible analizar y discriminar los tiempos regulares, irregulares y extraños que se evidenciaron en los 10 ciclos[8].

Una vez se contaba con el registro de los tiempos de cada proceso en 10 ciclos. Se procedió con la evaluación de los límites de control en cada operación, mediante esta se definían los datos que eran aceptados con los cuales se hallaría el tiempo estándar. Para esto fue necesario analizar la frecuencia lógica, se obtuvo que en una observación salen 12 muffins; por ende, en 0,083 observaciones se tiene una unidad del producto. Posteriormente se calculó el tiempo base. De la misma forma se trabajó con un coeficiente de Westinghouse de 1,25 en los 3 casos y así poder obtener el tiempo normal. Con respecto a los suplementos, se calculó un valor del 15% en el caso de los muffins de chocolate ya que se contaba con un operario hombre. Por otro lado, en el caso de banano-canela y mora el suplemento obtenido fue del 20% ya que eran operarias mujeres. Finalmente se obtuvo el tiempo estándar.

Al tener definidos los tiempos estándar fue posible adecuarlos al diagrama de proceso operativo como se muestra a continuación.

- Diagrama planteado Muffins de Chips de Chocolate:

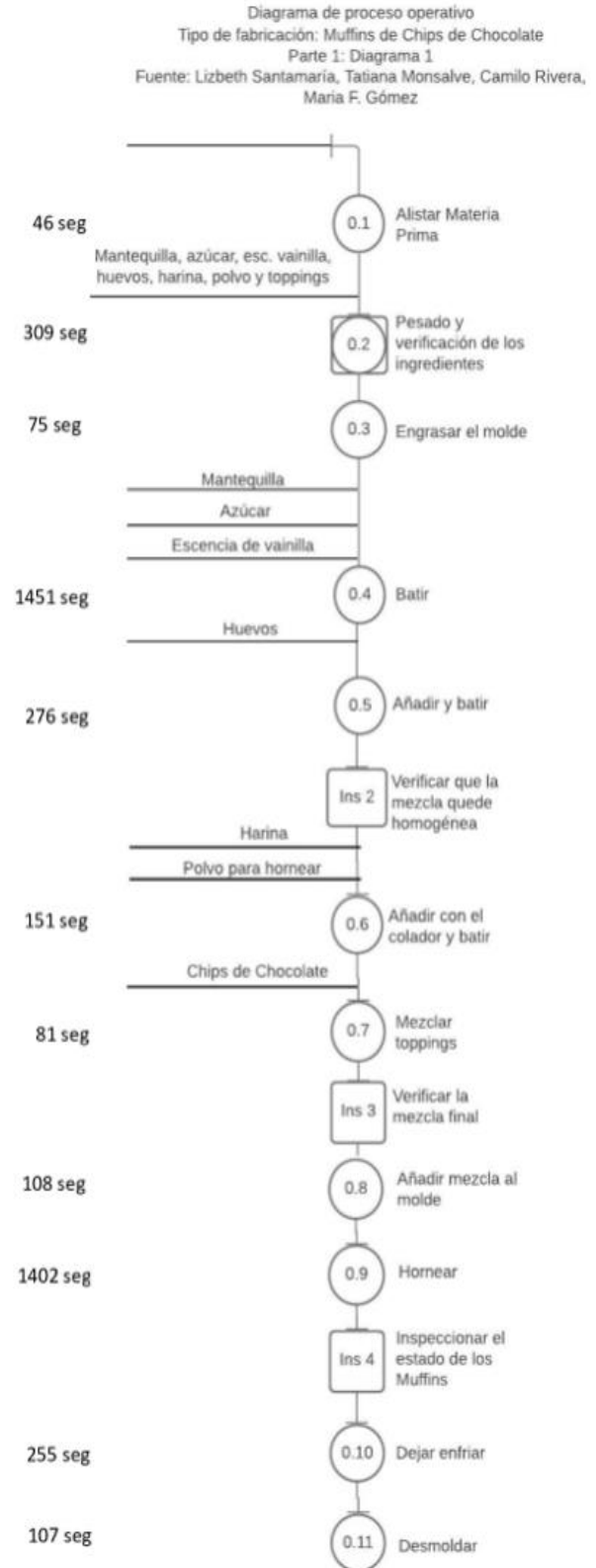


Fig 5. Diagrama de proceso operativo Muffin de Chocolate

- Diagrama planteado Muffins de Banano y Canela:

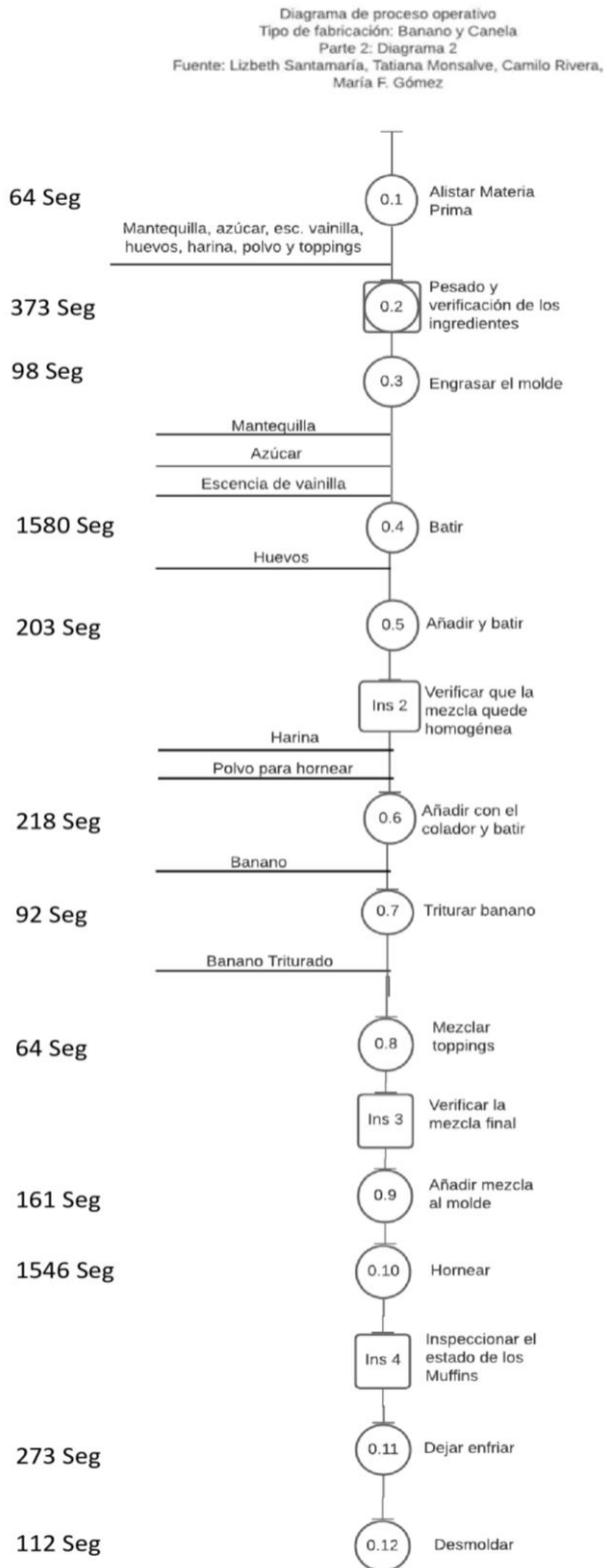


Fig 6. Diagrama de proceso operativo Muffin de Banano-Canela

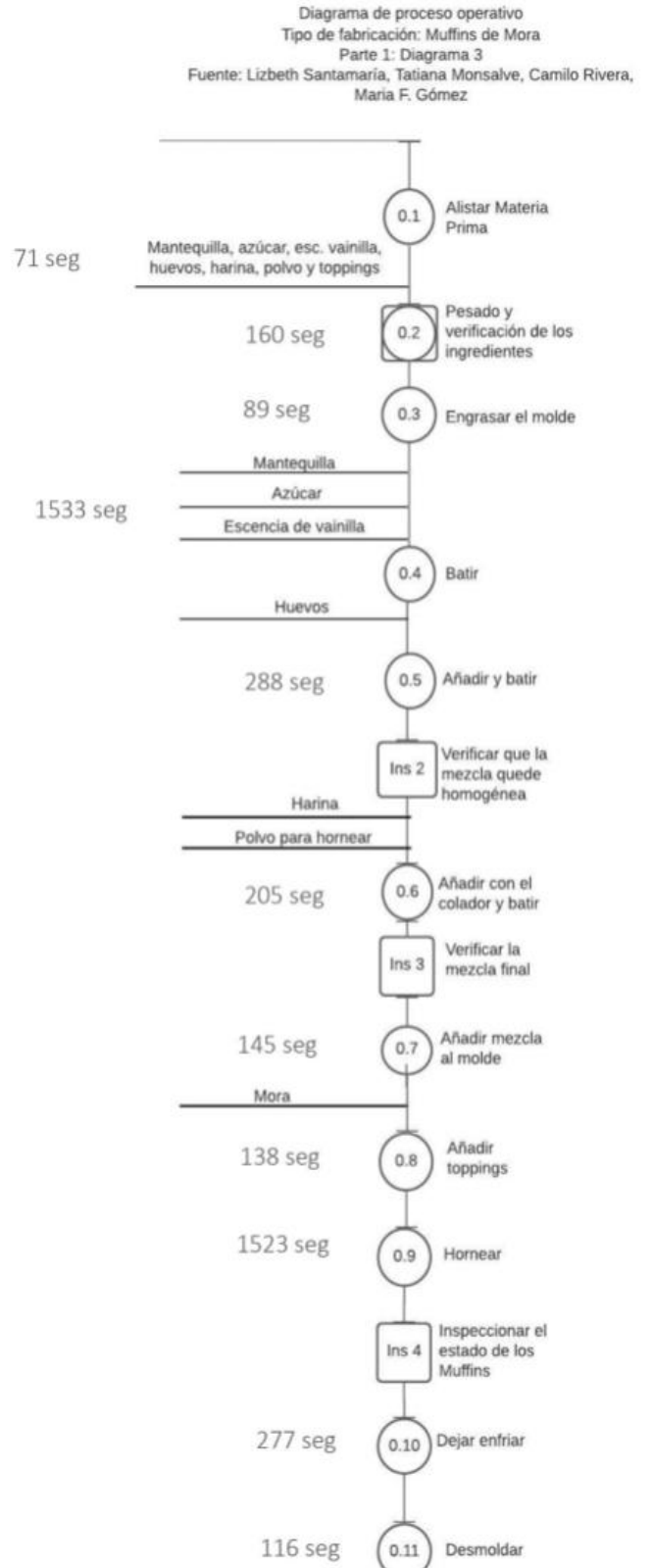


Fig 7. Diagrama de proceso operativo Muffin mora

- Diagrama planteado Muffin de Mora:

III. RESULTADOS

A. Análisis de tiempos

Como se dijo en la metodología, gracias al análisis de tiempos de cada uno de los procesos a lo largo de 10 ciclos, fue posible determinar el tiempo estándar tanto para la elaboración de una unidad como para la fabricación de un lote de 12 muffins de cada sabor.

Tabla 14. Tiempo Estándar

Sabor	Tiempo estándar para producir una unidad(seg)	Tiempo estándar para lote de 12 M.(seg)
Chocolate	355	4261
Banano-Canela	399	4783
Mora	379	4544

Al analizar los datos se observa que la fabricación de un lote de 12 unidades de chocolate requiere de 1:11:01. En el caso de banano-canela 1:19:43 y finalmente 1:15:44 para mora, cada tiempo en horas, minutos y segundos respectivamente.

De la misma forma, se identifican los tiempos irregulares en cada ciclo y/o operación. Se evidenciaron diferentes tipos de estos tales como el desplazamiento a la despensa por los ingredientes en el alistamiento, destapar cada ingrediente para poder pesarlo, tomar mantequilla cada que se requería en el engrasado, cambiar las velocidades o pausar la batidora en los procesos que la involucraban, ayudarse de cucharas o utensilios para manipular la mezcla con facilidad y finalmente el más importante el precalentado del horno.

Por otro lado, también se evidenciaron tiempos extraños como, devolver algún ingrediente al tarro cuando se pesaba mal, buscar recipientes o ingredientes que se olvidaban o se acababan. Además de demoras en el batido de mezcla debido a que el huevo o la harina no se incorporaban con facilidad, también inconvenientes presentados con el bolw en donde se mezclaba. Asimismo, acontecían cosas inesperadas como llamadas al celular del operario las cuales tenían que ser atendidas, o errores causados por el mismo como no leer las instrucciones. La incorrecta manipulación de implementos como el colador en la incorporación de la harina también retrasaban el proceso. En el caso del desmoldado se llegaron a quedar algunos muffins pegados haciendo el proceso más extenso.

Actividades como lavar la loza u organizar la cocina no interferían en el proceso de transformación del producto, pero aun así eran necesarios para que el operario trabajara en condiciones adecuadas. Es por esto, por lo que en los procesos

de horneado y enfriado se aprovechó el tiempo en el que el operario estaba libre, destinándose a limpieza.

B. Producción máxima y restricciones

1) Producción máxima por producto

Teniendo en cuenta una jornada laboral de 8 horas o 28800 segundos y el tiempo estándar en segundos para producir un lote de cada sabor (4261 para chocolate, 4783 para banano 4544 para mora), se analiza que si un día de trabajo se destinara únicamente a la preparación de un tipo específico de muffin se obtendrían 7 lotes o 84 unidades de chocolate, 6 lotes o 72 de banano-canela y por último 6 lotes o 72 muffins de mora. Este calculo se obtiene al dividir los segundos de la jornada laboral entre el tiempo estándar de producción de cada referencia.

Tabla 15. Producción máxima por muffin

Producto	Lotes máximos al día	Producción día (Und)
Chocolate	7	84
Banano Canela	6	72
Mora	6	72

De la misma manera se tomó el máximo de unidades que se pueden producir diariamente y se dividió entre las unidades demandas por día obtenido en el histórico de ventas. Se obtiene como resultado la necesidad de 0,055 operarios, razón por la cual se redondea a un solo operario y no se incurren en gastos de despido o contratación. La distribución de la jornada laboral por cada referencia de muffin será plasmada en siguientes apartados.

2) Restricción del tiempo de cocción

Al involucrar el proceso de horneado para la elaboración de cada producto se consideraría como un factor restrictivo. Se maneja un molde para 12 unidades, que al mismo tiempo ocupa la capacidad del horno y no deja espacio para algún molde extra.

En el caso de los muffins de chocolate, 34,08% de una jornada laboral de 8 horas sería destinada al horneado. Si solo se dedicara el día a hornear se produciría un total de 252 muffins (21 lotes). Por otro lado, el horneado de los muffins de banano-canela ocupa un 32,21% de la jornada laboral y siguiendo con la lógica anterior se producirían 228 muffins al día (19 lotes). Finalmente, para la producción de mora el horneado ocupa 31,73% del tiempo destinado y si solo se ejecutara el proceso de horneado se tendría una producción de 228 (19) muffins de mora por día.

C. Jornada laboral destinada a la elaboración de los tres muffins.

Al partir del porcentaje de participación obtenido gracias al histórico de demanda evidenciado en la Tabla 1 (34,7%

Chocolate, Banano-canela 32.8% y Mora 32,5%), se distribuyeron los 28.800 segundos de la jornada laboral propuesta para la elaboración de los tres productos dependiendo de su participación en el mercado. Teniendo como resultado 9980 seg para chocolate, 9456 seg para banano-canela y 9364 seg para mora. Al dividir el tiempo estándar para la producción de un lote de cada referencia de muffin entre el tiempo destinado para su preparación se obtuvo que se podría producir máximo 2 lotes de cada sabor, que, a su vez, serían 24 muffins de cada tipo. Teniendo en cuenta que al mismo tiempo sería la capacidad de producción de un operario y por ende su tiempo de trabajo que sería 7 horas, 32 minutos y 56 segundos.

Para producir los tres sabores de muffins en un día, se contaría con la siguiente jornada laboral. Comenzando a las 7:00AM y finalizando a las 4:00 PM. Para las 9:22 AM ya se contaría con los dos lotes de chips de chocolate terminados. Posteriormente el operario tomaría un descanso de 15 minutos lo que quiere decir que el trabajo sería retomado a las 9:37 AM. A las 12:17 PM se tendrían terminados dos lotes de banano-canela y se continuaría con una hora de almuerzo. Una vez el operario continuo con la producción, a las 3:17 se tendría un lote de mora terminado y quedaría pendiente la finalización de uno que se ejecutaría a las 3:28 una vez el trabajador vuelva de la pausa activa de 11 minutos. Finalmente, a las 4:00 PM se da por terminada la jornada.

Cabe recalcar que hay un espacio de tiempo de 1 minuto y 5 segundos en el cual no se produce, pero serviría para que el operario se desplazara de un proceso a otro.

1) Capacidad

Teniendo en cuenta que la capacidad diaria de un operario es 24 muffins de cada referencia en 8 horas por día, se obtiene que al trabajar 26 días al mes se tendría una producción de 624 muffins de su respectivo sabor. En total se elaborarían 1872 muffins por mes. Por esta razón, es necesario replantear la capacidad propuesta en el apartado del comportamiento de la demanda.

Tabla 16. Capacidad

Capacidad diaria de un operario (unds/día)	Producción al mes (unds/mes)	Tiempo para producir cada lote
24	624	1:11:01
24	624	1:19:43
24	624	1:15:44

D. Cumplimiento de la demanda establecida

Tomando como referencia el histórico de demanda al mes se venden en promedio 94 muffins de chocolate, 89 de banano-canela y 88 de mora dando un total de 270 unidades vendidas.

Lo que lleva a la conclusión de que es posible cumplir con la demanda establecida.

IV. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS

De acuerdo con los problemas vividos en la fabricación de los Muffins, en cuanto a la entrada de la materia prima, el proceso de transformación y finalmente el producto terminado, se reflejaron diversos inconvenientes en el mismo. De esta manera, se planteó un árbol de problemas como herramienta para presentar mejor la información, identificando las situaciones negativas en el desarrollo productivo, las cuales se intentan solucionar analizando la relación de causa-efecto.

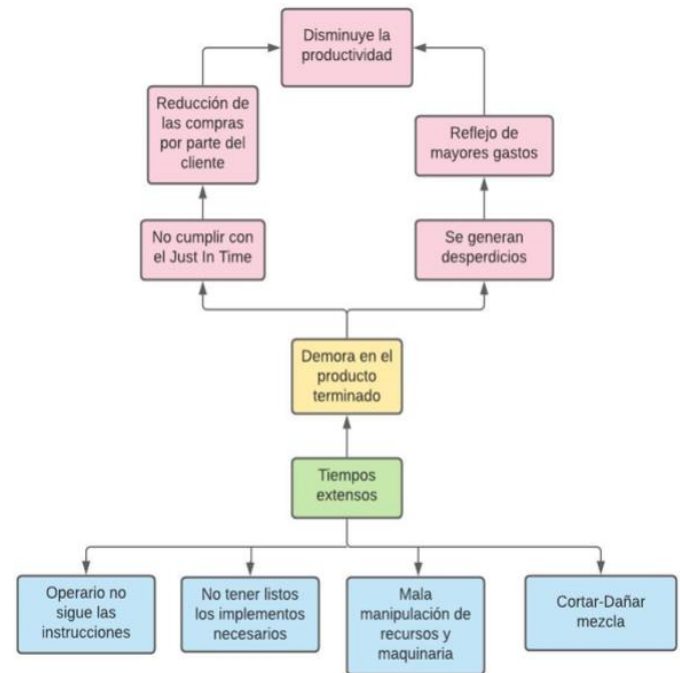


Fig 8. Árbol de problemas
Fuente: Autores

1) Acciones de mejora o planes de mejoramiento.

Teniendo como referencia todos los costos y empezando por un análisis histórico de los 3 meses, se ve reflejado que el muffin menos vendido fue el de mora. Debido a esto, la organización se ve en la obligación de crear nuevas estrategias que impulsen las ventas de este producto, manejando plataformas como redes sociales que incentiven a la audiencia a adquirirlo. De la misma manera, se pueden implementar diferentes métodos de compra. Otra estrategia que resultaría efectiva en cuanto a ventas es el marketing de recomendación basado en la prueba social que básicamente se logra con las referencias, opiniones y experiencias de los clientes satisfechos para difundirlas entre los clientes potenciales y así generar una mayor demanda.

Otro aspecto importante es la sobre producción mensual, para que esto no se vea reflejado como inconveniente en la productividad de la organización se hace necesario optimizar el tiempo de horneado; una alternativa de solución es implementar

un horno con mayor potencia y capacidad que brinde un mejor rendimiento al momento de poner en marcha la producción. Si se hace énfasis en la materia prima se observa que después de la mantequilla el insumo que menos productividad genera es la canela ya que su uso es mínimo y su costo es elevado; por lo anterior un plan de mejora para este aspecto es lograr alianzas con distribuidores netamente de insumos de pastelería que suministren grandes cantidades con excelente relación calidad-precio para así lograr disminuir costos. Por otro lado, si se habla de utensilios una estrategia de mejora para suplir la demanda sería implementar moldes que tengan más capacidad para así generar una productividad mucho más rentable en el proceso.

Un detalle para analizar es la óptima distribución de espacios y materiales que requiere el operario a la hora de ejecutar los diferentes procesos y así poder aprovechar adecuadamente las ocho horas laborales. Se hace necesario implementar un área de trabajo en donde todos los insumos y materia prima estén al alcance del trabajador, para así no generar inconvenientes o retrasos en la producción.

a) *Relación de la jornada laboral con la demanda*

Como se menciona en apartados anteriores del artículo si se trabaja una jornada de 8 horas diarias por 26 días al mes se obtendría una producción de 624 muffins de cada sabor. No obstante, al tener un histórico de demanda como estimador de ventas sería óptimo adecuarse al mismo para no sobre producir o tener productos estancados. Por esta razón, una acción de mejora podría ser adecuar la jornada laboral a los requerimientos del mercado.

Al tener el promedio de la demanda mensual por producto fue posible estimar las ventas por semana (24 unidades de chocolate, 22 de banano-canela y 22 de mora). De la misma forma, al contar con una capacidad diaria de 24 muffins de cada sabor fue posible proponer una jornada laboral más productiva y que se ajustaba a las ventas proyectadas.

Para cumplir con la demanda semanal y al mismo tiempo brindarles a los consumidores muffins frescos y de calidad, es necesario establecer una jornada laboral de 4 horas diarias en las cuales se produciría un lote de cada sabor, se trabajaría los lunes y jueves. Comenzando a las 7:00 AM, terminando a las 11:00 AM e incluyendo un descanso de 13 minutos que podría ser negociado con el operario.

V. CONCLUSIONES

Al observar la forma en la que varía la productividad mes a mes se puede observar que con respecto a la medida parcial la materia prima arroja el valor más bajo en cada uno de los productos. Detalle que afectaba la medida parcial total de la materia prima y por ende la productividad multifactorial y total. Se tomaron las acciones de mejora estipuladas anteriormente y se consiguieron nuevos proveedores que brindan productos de calidad a un mejor precio. En los tres muffins había ingredientes críticos como la mantequilla y la harina, afectando la estructura

de costos y por lo tanto la productividad. Razones que llevaron a la cotización con Coopasan, una empresa especializada en desarrollar y ofrecer productos, servicios y soluciones integrales al sector alimentario del país. Como conclusión el mejoramiento del insumo materia prima mejoró notablemente las diferentes medidas de la productividad y al mismo tiempo las ganancias de la empresa, como se muestra a continuación para cada sabor de muffin:

La productividad parcial de materia prima para los muffins de chocolate era 2,43. Factor que lleva a la revisión del diagrama de Pareto establecido anteriormente, en el que se concluyó que la harina, los chips de chocolate y la mantequilla correspondían al 43% del total de los ingredientes y que conformaban el 84% de las compras de materia prima. Gracias a Coopasan se obtuvieron precios mucho más bajos para la harina y la mantequilla, lastimosamente tras una ardua búsqueda de un mejor proveedor para los chips de chocolate se encontró que es muy difícil encontrarlos a un menor precio. Con los cambios establecidos en la materia prima de los muffins de chips de chocolate se encontró que la productividad parcial de la mantequilla aumentó de 6,05 a 10,25 y que la de la harina aumentó de 23,03 a 69,10. Factores que influyeron en que la productividad parcial de materia prima pasara de 2,43 a 3,18. Del mismo modo, estos cambios también se proyectaron en la medida multifactorial con un valor de 2,38. Finalmente, gracias a estos cambios la productividad total para una horneada de 12 muffins aumenta de 1,30 a 1,50.

Por otro lado, se analizaron las productividades de los muffins de banano y canela. Al tener como referencia el diagrama Pareto se llegó a la conclusión de que la mantequilla, la canela en polvo y la harina representan el 38% de la materia prima y que conforman el 81,15% de las compras totales para llevar a cabo la ejecución de los muffins. Una vez analizados los factores expuestos con anterioridad, se cotizó con la empresa de alimentos y bebidas McCormick, que ofrece precios mucho más asequibles en cuanto a la canela en polvo. Con los cambios de proveedores se observa que la productividad de la mantequilla aumentó de 6,29 a 10,66, la de la harina de 23,92 a 71,78 y la de la canela finalmente pasó de 6,99 a 32,31; arrojando como consecuencia un aumento en la productividad parcial total de la materia prima de 4,57. Finalmente se cuenta con una nueva y mejorada medida factorial de 3,11 y una productividad total para una horneada de 12 muffins que aumenta de 1,30 a 1,77.

El procedimiento realizado para los muffins de mora fue exactamente el mismo que se expuso anteriormente. La diferencia radica en que al analizar la materia prima de los muffins de mora se encontró que la harina y la mantequilla correspondían al 29% del total de ingredientes y que conforman el 74% de las compras de materia prima. Entonces, con las acciones de mejora previamente nombradas se concluyó lo siguiente. La productividad de la mantequilla aumentó de 5,04 a 8,53 y que la harina aumentó de 19,16 a 57,49. Factores que

hicieron que la productividad parcial de la materia prima pasara de 2,96 a 4,51. Con respecto a la multifactorial, se tiene un nuevo valor de 2,86. Finalmente, la productividad total para una horneada de 12 muffins aumenta de 1,30 a 1,53.

Por último, se concluye entonces que los nuevos proveedores mejoraron la relación entre salidas y entradas, disminuyendo la estructura de costos sin afectar la calidad del producto. Permitiendo entrar a la empresa al mercado con buenos precios y productos ricos en sabor, textura y calidad. Además, se recalca el plus del domicilio gratis tan atractivo para el consumidor.

Comparando las condiciones planteadas en el estudio de métodos, donde se partía de estimaciones de tiempos teniendo una receta como referencia. Se intuía que cada tipo de muffin al compartir una misma masa requeriría de la misma cantidad de tiempo. No obstante, se concluye que al diferir las condiciones en las que se encuentra el operario, además de ligeros cambios en la receta dependiendo del sabor, se llega a un tiempo estándar completamente diferente para cada uno de los productos.

De esta manera se concluye que el valor de 2808 segundos que se habían propuesto inicialmente para la elaboración de 12 muffins independientemente del sabor era un dato no muy exacto. No obstante, gracias al correcto análisis de tiempos expuesto con anterioridad se tiene que para elaborar 12 muffins de chocolate se debe disponer de un tiempo estándar de 4261 segundos, 4783 segundos para banano y canela y 4544 segundos para mora.

Ciñéndose a estos tiempos, se concluye que gracias al cálculo del tiempo estándar es posible llegar a una capacidad máxima mucho más exacta y veraz. Como se explicó con anterioridad se cuenta con una producción máxima de 624 muffins de cada sabor al mes, con un operario que labora 8 horas diarias y seis días a la semana. Lo que hace que se debe replantear la producción expuesta en las condiciones iniciales en las que se contaba con una capacidad máxima de 1028 muffins de chocolate, 974 de banano-canela y 965 de mora al mes.

De la misma forma es pertinente tomar como referencia la demanda establecida en meses anteriores con el fin de planificar cuidadosamente la producción requerida y no entrar en pérdidas. Se concluye que llegado el caso en que se implemente una jornada fiel a las proyecciones es oportuno establecer jornadas laborales más cortas y por menos días a la semana como se propone con anterioridad. Esto llevaría a la empresa a mantener su productividad y a entregarle a sus clientes productos frescos y de excelente calidad.

REFERENCIAS

[1] “Ergonomía en la cocina.”
 [2] “Chef Norberto Petryk, asesor en gastronomía: Muffins, un poco de historia y su receta.”
<http://petryknorberto.blogspot.com/2013/09/muffins->

un-poco-de-historia-y-su-receta.html (accessed Feb. 10, 2021).
 [3] “Administración Operaciones de las PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD.”
 [4] L. Del Pilar, H. Sandoval, and A. Vásquez Ruiz, “UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA,” 2017.
 [5] V. Borsellino, E. Schimmenti, and H. El Bilali, “Agri-Food Markets towards Sustainable Patterns,” *Sustainability* 2020, Vol. 12, Page 2193, vol. 12, no. 6, p. 2193, Mar. 2020, doi: 10.3390/SU12062193.
 [6] “Estudio del trabajo: ¿En qué consiste y cómo se hace?” <https://ingenioempresa.com/estudio-del-trabajo/> (accessed Feb. 26, 2021).
 [7] J. Antonio and T. García, “INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO.”
 [8] B. W. Niebel and A. Freivalds, “Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo, 12va Edición.”
 [9] “Métodos y tiempos. El estudio del trabajo para la productividad • gestiopolis.” <https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tiempos-el-estudio-del-trabajo-para-la-productividad/> (accessed Feb. 22, 2021).
 [10] “Conceptos de administración estratégica, 9na edición fred r david fl by JMMG - issuu.” https://issuu.com/jaimemeneses4/docs/conceptos_de_administracion_estrat (accessed Feb. 10, 2021).
 [11] M. C. en Roberto Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, D. Pilar Baptista Lucio, and M. de la Luz Casas Pérez, “METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN,” 1991.
 [12] A. Ferjani, A. Ammar, H. Pierreval, and S. Elkosantini, “A simulation-optimization based heuristic for the online assignment of multi-skilled workers subjected to fatigue in manufacturing systems,” *Comput Ind Eng*, vol. 112, pp. 663–674, Oct. 2017, doi: 10.1016/j.cie.2017.02.008.
 [13] A. D. Karaoglan, M. A. B. Ocaktan, D. Gonen, A. Oral, and S. S. Kundakci, “Scheduling Customized Orders by Considering the Ergonomic Constraints: A Case Study at YEMTAR Company”, doi: 10.11159/icmie18.112.
 [14] “Organización Internacional del Trabajo.” <https://www.ilo.org/global/lang-es/index.htm> (accessed Apr. 16, 2023).
 [15] “La demanda. Una perspectiva de marketing: reflexiones conceptuales y aplicaciones.” http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1994-37332011000200008&script=sci_arttext&tlng=en (accessed Feb. 25, 2021).
 [16] “(No Title).” https://guiasjuridicas.wolterskluwer.es/Content/Documento.aspx?params=H4sIAAAAAAAAAEAMtMSBf1jTAAASNjcwMTtbLUouLM_DxbIwMDS0NDA1OQQGZapUt-ckhlQaptWmJOcSoAh4vkGzUAAAA=WKE (accessed Feb. 26, 2021).

- [17] “Diagrama de Flujo (Flujograma) de Proceso - Blog de La Calidad.” <https://blogdelocalidad.com/diagrama-de-flujo-flujograma-de-proceso/> (accessed Feb. 26, 2021).
- [18] K. Balkey *et al.*, “Ejemplos de uso de códigos y normas para los estudiantes de ingeniería mecánica y otros campos.” [Online]. Available: <http://www.asme.org/about-asme>

Camilo José Rivera Otero. Estudiante de ingeniería industrial. Universidad Pontificia Bolivariana. camilo.rivera.2018@upb.edu.co

Tatiana Alejandra Monsalve Jerez. Estudiante de ingeniería industrial. Universidad Pontificia Bolivariana. tatiana.monsalve.2018@upb.edu.co

Lidia Lizbeth Santamaría Hernández. Estudiante de ingeniería industrial. Universidad Pontificia Bolivariana. lidia.santamaria.2018@upb.edu.co

María Fernanda Gómez Maldonado. Estudiante de ingeniería industrial. Universidad Pontificia Bolivariana. mariaf.gomez.2018@upb.edu.co

Jairo Núñez Rodríguez. Ingeniero Industrial. Universidad Pontificia Bolivariana. Máster en Ingeniería Avanzada de Producción, Logística y Cadena de Suministro. Universidad Politécnica de Valencia. jairo.nunez@upb.edu.co