



## DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN EMPRESARIAL

“Escalamiento y construcción nueva línea de producción GRUPO HELPPO SAS”

Daniel Mauricio Vélez Ríos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN CREATIVIDAD EN INNOVACIÓN EN LAS ORGANIZACIONES

MANIZALES

2023

DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN EMPRESARIAL

“Escalamiento y construcción nueva línea de producción GRUPO HELPPPO SAS”

**Autor**

Daniel Mauricio Vélez Ríos

Maestría en Creatividad en Innovación en las Organizaciones

**Director**

Oscar Cardona Morales

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN CREATIVIDAD EN INNOVACIÓN EN LAS ORGANIZACIONES

MANIZALES

2023

## RESUMEN

Helppo SAS es una empresa del sector agroindustrial que busca transformar los mejores insumos del campo colombiano en productos con el suficiente valor agregado que reduzcan el tiempo de preparación de alimentos y bebidas, actualmente con 4 líneas de producción (bases para bebidas y cócteles, alimentos funcionales, zumos cítricos y salsas de frutas) y que llega a más de 12 ciudades del país. La empresa Helppo vio afectadas su producción y su rentabilidad debido al Covid 19, y desde ese momento, de manera incansable, ha buscado diversificar su portafolio de productos con el fin de ampliar su mercado a través de una transformación interna, el cual incluye la estructuración de un área de I+D y el desarrollo de productos nuevos como salsas, rellenos y cernidos. En el desarrollo del presente trabajo se involucran las diferentes áreas de la compañía, tales como producción, mantenimiento, proyectos, gerencia, área financiera, entre otros, además de equipos multidisciplinarios de áreas del conocimiento como ingeniería, automatización y diseño.

La escalabilidad de la línea de “salsas, rellenos y cernidos”, mediante la integración de diferentes tecnologías, y personas, permitió la generación de conocimiento colectivo a través de la búsqueda y generación de espacios de co-creación donde intervinieron de manera directa, colaboradores, proveedores, académicos y otros intervinientes interesados. Se possibilitó, además, a través de procesos de diseño y prototipado, poner a prueba posibles soluciones, integrando, de manera exitosa, posibilidades inexploradas para la empresa centrándose en la innovación en proceso desde la incorporación de tecnologías de la cuarta revolución industrial, como el internet de las cosas y analítica de datos para la automatización y estandarización de producción de salsas, cernidos y rellenos.

Como resultado del proyecto, se obtienen los siguientes resultados: Rediseño del flujo de procesos para el transporte interno de materia prima lo cual permitió el aumento de la producción o la eficiencia en los procesos y la reducción de contraflujos; Tabla con las variables de peso de macro-ingredientes y micro-ingredientes la cual sirvió como insumo para la estructuración de recetas en el equipo de formulación y producción asistida; y el Diseño de una metodología del proceso de producción con la cual se contribuye a la estandarización del proceso acompañado de equipos y un software de control.

Palabras claves: Innovaciones agrícolas; Gestión de procesos; Procesos de manufactura; Lean manufacturing.

## ABSTRACT

Helppo SAS is a company in the agroindustrial sector that seeks to transform the best inputs from the Colombian countryside into products with sufficient added value that reduce the preparation time of food and beverages, currently with 4 production lines (bases for drinks and cocktails, functional foods, citrus juices and fruit sauces) and that reaches more than 12 cities in the country. The Helppo company saw its production and profitability affected due to Covid 19, and since that moment, it has tirelessly sought to diversify its product portfolio in order to expand its market through an internal transformation, which includes structuring of an R&D area and the development of new products such as sauces, fillings and sifting. The different areas of the company are involved in the development of this work, such as production, maintenance, projects, management, financial area, among others, as well as multidisciplinary teams from areas of knowledge such as engineering, automation and design.

The scalability of the “sauces, fillings and sifting” line, through the integration of different technologies and people, allowed the generation of collective knowledge through the search and generation of co-creation spaces where collaborators intervened directly. . . , suppliers, academics and other interested parties. It was also made possible, through design and prototyping processes, to test possible solutions, successfully integrating unexplored possibilities for the company, focusing on innovation in process from the incorporation of technologies of the fourth industrial revolution, such as internet of things and data analysis for the automation and standardization of sauce, sifting and filling production.

As a result of the project, the following results are obtained: Redesign of the process flow for the internal transportation of raw materials, which allowed an increase in production or efficiency in the processes and the reduction of contraflows; Table with the weight variables of macroingredients and microingredients which served as input for the structuring of recipes in the formulation and assisted production team; and the Design of a methodology for the production process which contributes to the standardization of the process accompanied by equipment and control software.

Keywords: Agricultural innovations; Process management; Manufacturing processes.

## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN .....	8
2	VIABILIDAD DEL PROYECTO .....	10
3	OBJETIVOS.....	14
3.1	OBJETIVO GENERAL:.....	14
4	CARÁCTER NOVEDOSO DEL PROYECTO.....	15
5	MARCO TEÓRICO.....	18
5.1	METODOLOGÍA DE INNOVACIÓN - LEAN MANUFACTURING.....	19
5.2	ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE EN TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE SALSAS, CERNIDOS Y RELLENOS.....	20
6	METODOLOGÍA .....	26
6.1	REDISEÑO DEL FLUJO DE PROCESOS PARA EL TRANSPORTE INTERNO DE MATERIA PRIMA .....	28
6.2	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS TUBERÍAS DE TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA A PARTIR DEL NUEVO FLUJO DE PROCESOS.....	32
6.3	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES DE PESO DE MACRO-INGREDIENTES Y MICRO-INGREDIENTES.....	39
6.4	DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	43
7	REFLEXIÓN ACADÉMICA .....	48
8	CONCLUSIONES .....	50
9	RECOMENDACIONES .....	52
10	BIBLIOGRAFÍA.....	53

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1Marmita de laboratorio.....	16
Figura 2Producto inflado y devuelto por el cliente por calidad .....	16
Figura 3Ciudades en las cuales las líneas de salsas, rellenos y cernidos tiene presencia.....	17
Figura 4Taller de creatividad.....	27
Figura 5Planos de la planta actual .....	29
Figura 6Flujos de procesos de los productos actuales.....	30
Figura 7Diagrama de flujos de procesos en la planta de producción .....	30
Figura 8Plano de la ampliación de la planta de producción .....	31
Figura 9Flujos de procesos.....	31
Figura 10Plano de la ampliación de la planta de producción con detalles .....	33
Figura 11Localización del área para movimiento de producto .....	34
Figura 12Diseño de banderines .....	35
Figura 13Diseño altura de soportería.....	35
Figura 14Soportería para líneas de transporte de pared .....	36
Figura 15Soportería de líneas de transporte tipo pedestal .....	36
Figura 16Soportería de líneas de transporte .....	36
Figura 17Línea de vapor provisional a la marmita.....	37

Figura 18Marmita en ubicación provisional mientras se culmina el traslado de las máquinas .....	37
Figura 19Aumento de la altura del escaldador .....	38
Figura 20Primer tanque de lavado y desinfección.....	38
Figura 21Aumento de la altura de la despulpadora .....	38
Figura 22Inclusión de accionamientos eléctricos .....	38
Figura 23Mesas de trabajo en acción .....	39
Figura 24Ubicación de las marmitas en la nueva planta de producción .....	43
Figura 25Reubicación y adecuación de equipos.....	44
Figura 26Base de datos SQLSERVER.....	45
Figura 27Listado de ingredientes .....	46
Figura 28Orden de producción.....	46
Figura 29Ejemplo de reporte de listado de baches .....	47

## 1 INTRODUCCIÓN

Grupo Helppo SAS es una empresa del sector agroindustrial fundada en el año 2015 la cual busca transformar los mejores insumos del campo colombiano en productos con el suficiente valor agregado logrando con ello reducir el tiempo de preparación de alimentos y bebidas en hogares, restaurantes e industria de una forma natural y sabrosa.

Para el año 2025, la empresa Helppo será reconocida a nivel nacional por su compromiso con la innovación e impacto social logrando con ello aumentar la participación en el canal horeca y canal industria en un 150% con referencia a las ventas del 2021 en el territorio nacional, además de tener operaciones internacionales constantes y definidas.

La misión de la empresa es agregar valor a los productos del campo, transformando realidades del entorno, lo que se representa en apoyo no solo a unidades campesinas y proveedores sino también a todos los stakeholders que rodean la compañía.

Tal como quedó establecido en el plan estratégico de la compañía (Anexo 1), Resumir el foco comercial estará dirigido a los canales Foodservice regional, Industria e E-commerce, buscando garantizar el crecimiento y la sostenibilidad de negocio en el tiempo y garantizando inversiones para ello.

La empresa Helppo vio afectadas su producción y rentabilidad en el año 2020 debido a la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2, todo esto dado que su principal canal de comercialización para ese entonces estaba dirigido a Food Service (hoteles, bares, restaurantes), uno de los sectores más golpeados por los largos periodos de cuarentena. Tal como se refleja en los estados de resultados de la etapa inicial de la pandemia en el país, la reducción en ventas para Helppo llegó a ser del 98%, lo que obligó al equipo directivo de la compañía a buscar soluciones rápidas que le permitieran, no solo recuperar las ventas, sino también diversificar el portafolio y los canales. Es así como a través de una transformación interna, que incluye la estructuración de un área de I+D+I, inversiones en infraestructura, ampliación de la capacidad instalada y el desarrollo de productos nuevos como salsas, rellenos y cernidos, Helppo ha logrado sostener la operación y lograr un crecimiento constante durante los últimos años.

El presente proyecto de grado está enmarcado en el proyecto de innovación de proceso cofinanciado por Colombia Productiva y SENAINNOVA titulado “Fortalecimiento e innovación de la producción de salsas, cernidos y rellenos”, el cual fue beneficiado en la convocatoria. El proyecto marco está basado en la aplicación de tecnologías de la cuarta revolución industrial a través de la intervención de necesidades puntuales: i) Optimización en el transporte de insumos y materias primas a partir de procesos de automatización para mitigar la posible contaminación del producto, disminuir las pérdidas de materia prima y consumo de recurso hídrico; ii) Desarrollo de un modelamiento matemático del proceso de preparación para estandarizar el proceso productivo, teniendo en cuenta que en la fabricación intervienen diferentes variables, como la temperatura, los grados brix, la viscosidad, entre otros, las cuales requieren de monitoreo electrónico; iii) Desarrollo de un sistema de formulación asistida que permita regular la aleatoriedad en el producto obtenido actualmente, derivado de la dependencia del operario en el proceso. En consecuencia, el proyecto de grado aborda los objetivos de:

- Diseñar un flujo de procesos para el transporte interno de materia prima que permita el aumento de la producción o la eficiencia en los procesos.
- Identificar variables de peso de macro-ingredientes y micro ingredientes que permiten la reducción de pérdidas operativas de producto en el proceso productivo de salsas.
- Diseñar una metodología para la estandarización del proceso de producción que garantice requerimientos de calidad.

Con el desarrollo del proyecto, la empresa dinamizará sus procesos de innovación mediante la adaptación de soluciones que permiten escalar el producto y sostener en el tiempo su producción, mejorando los ingresos y el aumento de la productividad. Lo cual, a mediano y largo plazo, pretende impactar positivamente la región a través de la generación de más empleos y la transferencia del conocimiento generado a la comunidad educativa.

## 2 VIABILIDAD DEL PROYECTO

Helppo es una empresa que durante los últimos años ha crecido de manera exponencial. Este proyecto se articula con ese interés gerencial de seguir creciendo de una manera estructurada, donde, además, recobra importancia la estandarización de los procesos y la reducción de costos asociados a desperdicios.

Conscientes de que la generación de valor a través de apropiaciones tecnológicas, se definen posibilidades de posicionamiento y diferenciación en el mercado y, por lo tanto, la posibilidad de prolongar la sostenibilidad de la empresa. Helppo se ha dado a la tarea de implementar una nueva línea de producción de salsas, cernidos y rellenos a partir de pulpas de frutas y verduras.

La línea de pulpas a base de frutas y verduras es una línea preexistente en la compañía, que, de acuerdo con los requerimientos del mercado, se ha enfrentado a la necesidad de evolucionar y adaptarse. En este sentido, posterior a requerimientos del área comercial, desde el área de I+D se empieza a gestar una nueva línea de producción para la empresa, tomando como punto de partida la experiencia, el conocimiento, la infraestructura y el know how en la línea de pulpas de fruta, y de esta manera, se hace un recorrido técnico por las bases y principios requeridos para convertirlos en salsa, logrando así la formulación de un nuevo producto: salsas, cernidos y rellenos a base de frutas y verduras. Paso seguido, se realizan ensayos, simulaciones y estandarización de parámetros en laboratorio con la finalidad de reproducir el proceso productivo a escala.

El proceso de elaboración de salsas tiene diferentes variables y procesos productivos a controlar que intervienen de forma directa e indirecta en la calidad fisicoquímica del producto. Esto nos lleva al siguiente panorama, y es que en la actualidad el proceso de fabricación de salsas no está estandarizado ni tecnificado, por tanto, no se puede medir y no se pueden controlar parámetros.

Por condiciones de infraestructura hay un esfuerzo y un tiempo considerable de operarios de producción interviniendo, materias primas y producto terminado que no se pueden transportar, lo que nos lleva finalmente a una aleatoriedad en la calidad del producto final.

Esta aleatoriedad genera la imposibilidad de comercializar en masa el producto, puesto que en la forma en que se produce, es inviable financieramente por los altos costos asociados y por su calidad impredecible, que, como consecuencia, restaría competitividad ante la competencia. En este sentido, la línea de salsas requiere de un proceso de transformación en el cual se convierta la producción de su escala investigativa y de laboratorio a escala industrial, apropiando modelos matemáticos e incorporando tecnología que permitan automatizar y aumentar la productividad del proceso en un principio, y a largo plazo, garantizar la sostenibilidad de la empresa en términos económicos a través de la intervención de necesidades puntuales: i) como la falta de estandarización del proceso productivo, teniendo en cuenta que en el proceso de fabricación intervienen diferentes variables, como la temperatura, los grados brix, la viscosidad, entre otros, que requieren de monitoreo electrónico; ii) el bajo grado de automatización en el transporte de insumos y materias prima que propicia la contaminación del producto; y iii) la aleatoriedad en el producto obtenido actualmente, consecuencia de la dependencia del operario en el proceso y de la carencia de formulación asistida.

Es necesario aclarar que el proceso de transporte interno de materia prima entre los diferentes procesos de la planta representa en sí un punto crucial en la automatización de la producción. Para ello se deben considerar aspectos como que los mismos equipos se utilizan en la preparación de diferentes productos, así que la transferencia de material no puede ser completamente lineal o estática, lo que implica contar con la posibilidad de ajustar trayectorias en el flujo de material y modificar los volúmenes y tiempo de transferencia. De ese modo, con la instalación de sistemas autónomos de transporte se reducen múltiples riesgos asociados al personal y la calidad del producto, lo cual también puede verse reflejado en la reducción de costos económicos en la producción de múltiples productos. Asimismo, la reducción de la participación de personal en el transporte minimiza riesgos de contaminación en la materia prima, ya sea por microorganismos portados por los operarios, o por mal manejo de las herramientas determinadas en los manuales de buenas prácticas en producción de comida, como el uso de tapabocas o red para el cabello.

Adicionalmente, se consiguen mejorar las condiciones laborales del personal al evitar que carguen pesados baldes, carretas o recipientes con materia prima, lo que también conlleva una posible pérdida de material en caso de accidentes, que además de afectar la salud del empleado puede producir una interrupción parcial o total del proceso de tratamiento de frutas. Aunque existen múltiples ventajas al utilizar sistemas automatizados de transporte dentro de las estaciones de una planta, también existen limitaciones y factores a considerar. Por ejemplo, el estado de la fruta que se va a transferir. En etapas iniciales, las frutas tienen una consistencia clara, por lo que las bandas de rodillos o tornillos pueden ser utilizados sin problema, pero en procesos posteriores al despulpado de la fruta la consistencia se reduce considerablemente, llegando a ser una especie de puré o engrudo, por lo que se requiere transporte mediante tuberías o caños.

Los sistemas de transporte mediante tuberías suelen ser impulsados por bombas, las cuales requieren una serie de protecciones contra vacío y sobretensiones, además, que las propias tuberías requieren un diseño apropiado para la aplicación, donde se consideren factores como longitud, ángulo de inclinación, diámetro y material de la tubería, todos estos aspectos repercuten sobre la eficiencia del sistema de transporte y su costo económico. Otro elemento importante en la preparación de las salsas es la adición de macro-ingredientes como fruta, cubos y micro-ingredientes como espesantes y conservantes, operación que se realiza manualmente con la asistencia de una báscula para medir con precisión las cantidades adecuadas de cada aditivo. Esta forma de realizar el proceso puede traer problemas en cuanto a la precisión, pues no está exento de errores humanos (con los problemas de consistencia en la calidad del producto para diferentes lotes). Además, puede considerarse riesgoso desde el punto de vista del secreto industrial, ya que el operario encargado de la dosificación manual podría filtrar las fórmulas de elaboración de las salsas. Finalmente, en el proceso de elaboración de salsas de fruta a partir de pulpa de fruta, se deben monitorear diferentes variables que intervienen de forma directa e indirecta en la calidad fisicoquímica del producto final, entre ellas, la temperatura, los grados brix ( $^{\circ}\text{Bx}$ ), la viscosidad, presión de vapor. La temperatura es importante conocerla en todo el proceso, pues esta es el indicador que permite conocer el momento adecuado para la adición de ciertos ingredientes, de igual forma, nos indicará que el producto no tendrá una sobre- evaporación afectando la integridad sensorial y fisicoquímica del producto. Los  $^{\circ}\text{Brix}$

(sólidos solubles suspendidos) indican la concentración de azúcares que posee el producto y en qué punto se debe detener la evaporación. El buen manejo y control de esta variable garantiza que el producto será aceptado por los controles de calidad, tales como pruebas fisicoquímicas y sensoriales. La viscosidad mide la resistencia que poseen algunos líquidos durante su fluidez y deformación. En consecuencia, a mayor viscosidad mayor resistencia opondrá el fluido a su deformación, pues esta calcula el esfuerzo cortante que se ejerce para que el producto pueda fluir, por lo que este debe de permanecer un rango determinado por el área de calidad, permitiendo la estandarización del producto, indicando la adecuada dosificación de gelificantes y espesantes. Y la presión es la encargada de proporcionar la información de la temperatura del vapor que se está ingresando a la marmita, y así transferir energía calorífica al producto, generando la variación fisicoquímica deseada, permitiendo la elaboración del producto. No obstante, el seguimiento de estas variables se torna complejo porque si bien existen dispositivos que miden estos parámetros, su instalación o adaptación a las condiciones actuales de la planta no es factible. Para garantizar la sostenibilidad de la empresa en el futuro, se vuelve crucial la consolidación de nuevas líneas de productos, en el mercado de salsas a base de frutas y verduras, siendo este un mercado que está creciendo y exigiendo productos más naturales y con alto porcentaje de frutas y /o verduras. Para satisfacer las crecientes necesidades de alimentación de la sociedad a nivel mundial, se hacen necesarios mejorar los procesos productivos. Estos procesos pueden ser mejorados mediante procesos de innovación donde se logre la automatización total o parcial de las plantas de producción, permitiendo a las pequeñas empresas combatir problemas derivados de la globalización como el exceso de productos importados y la dependencia de mercados internacionales. Adicionalmente, la automatización de procesos contribuye a reducir las pérdidas de materia prima y reduce los costos de producción tras una inversión inicial, lo que hace a las empresas más competitivas y eficientes.

En la ejecución del proyecto se ha destinado una inversión cercana a los Mil millones de pesos (\$1.000.000.000) además de la estructuración de un plan comercial que garantice la sostenibilidad de la línea de salsas y por supuesto, de la compañía.

**Palabras clave:** Innovación, apropiaciones tecnológicas, sostenibilidad, mercado, reducción de pérdidas operativas

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL:

Estandarizar el proceso industrial de producción de salsas, cernidos y rellenos de pulpas de frutas y verduras mediante la incorporación de metodologías de innovación en proceso.

#### **Específicos:**

- Diseñar un flujo de procesos para el transporte interno de materia prima que permita el aumento de la producción o la eficiencia en los procesos.
- Identificar variables de peso de macro-ingredientes y micro ingredientes que permiten la reducción de pérdidas operativas de producto en el proceso productivo de salsas.
- Diseñar una metodología para la estandarización del proceso de producción que garantice requerimientos de calidad.

#### **4 CARÁCTER NOVEDOSO DEL PROYECTO**

La generación de valor a los productos ya existentes permite continuar creciendo de la mano del desarrollo de productos innovadores que se ajusten a las necesidades del mercado. Tal es el caso de la línea de salsas, rellenos y cernidos que parte de la base de la línea de pulpas de fruta y verdura preexistente y se convierten en un producto innovador adaptado a las tendencias actuales. Todo esto apoyado en la aplicación de tecnologías de la cuarta revolución industrial para la estandarización del proceso de preparación que permita tener una calidad uniforme en el producto, cambios en el proceso productivo desde la concepción de infraestructura, adaptaciones de tramos de tubería y la integración de un sistema de pesaje y control para la aplicación de micro-ingredientes y macro-ingredientes. De esta manera, pasar de un estado de maduración tecnológica TRL 5 a TRL 9 significa escalar del laboratorio un producto que se encuentra validado comercialmente, aumentando la producción a partir de la incorporación de componentes tecnológicos para la automatización de tareas mecánicas realizadas de forma manual, lo que permite mejorar la calidad y seguridad de los procesos, empleando los trabajadores en tareas que aporten más valor al producto y a la empresa, disminuyendo las pérdidas de materia prima por devoluciones de producto no conforme, y utilizando el recurso hídrico en los procesos de lavado de forma eficiente a través de la incorporación de tecnología y la estandarización del producto.

Este producto ha alcanzado un logro significativo en su desarrollo posterior a los primeros ensayos y se encuentra actualmente en el nivel TRL 5 (Technology Readiness Level 5), lo que representa un hito crucial en su camino hacia la comercialización. En este punto, el producto ha sido probado en un entorno relevante, los resultados de las pruebas han sido altamente satisfactorios, sin embargo, la aleatoriedad en la calidad y las deficiencias productivas, sumado a que este es producido en un laboratorio y a una escala reducida, indica que la tecnología subyacente es susceptible de mejoras antes de continuar su etapa de desarrollo. Este logro en el TRL 5 es un paso esencial que refuerza la confianza en la viabilidad y el potencial comercial de este producto innovador.

Figura 1 Marmita de laboratorio



Fuente: Elaboración propia

Figura 2 Producto inflado y devuelto por el cliente por calidad



Fuente: Elaboración propia

"TRL 9" se refiere a "Technology Readiness Level 9" o "Nivel de Preparación Tecnológica 9". En el contexto de desarrollo del proceso que tiene como fin último la producción de la línea de "salsas, rellenos y cernidos", ha sido completamente probada y está lista para continuar con su expansión comercial en el mercado nacional con miras a uno internacional. En este nivel, la tecnología ha sido demostrada en un entorno operativo real y se ha utilizado con éxito para el propósito previsto.

El producto con los cambios desarrollados en el proyecto de innovación de proceso ha logrado estabilidad en el proceso productivo. De la misma manera, el indicador de

confiabilidad del producto medido bajo la fórmula cantidad de producto producido/ la cantidad de producto devuelto ha mejorado, lo cual ha permitido un escalado comercial donde el producto tiene réplica comercial en más de 14 ciudades.

Figura 3 Ciudades en las cuales las líneas de salsas, rellenos y cernidos tiene presencia



Fuente: Elaboración propia

## 5 MARCO TEÓRICO

La innovación empresarial es un concepto clave en el mundo actual de los negocios. Para comprender su importancia, es esencial explorar las perspectivas de autores destacados en el campo de la gestión y la innovación. Autores como Peter Drucker, Clayton Christensen y Henry Chesbrough han dejado una huella imborrable en el estudio de la innovación empresarial, y sus ideas continúan siendo relevantes en el entorno empresarial actual. Peter Drucker afirmó que "la innovación es la herramienta específica de los empresarios, el medio por el cual explotan el cambio como una oportunidad para un negocio o un servicio diferentes" (Sánchez, 2006). Esta declaración subraya la idea de que la innovación empresarial es esencial para la supervivencia y el crecimiento empresarial. En un mundo en constante evolución, las empresas que no pueden adaptarse y evolucionar a través de la innovación están destinadas a quedar rezagadas.

Por su parte, Clayton Christensen (citado por Sánchez, 2006), conocido por su teoría de la "Innovación Disruptiva", destacó que las empresas a menudo fallan al centrarse demasiado en sus productos y servicios existentes, en lugar de buscar nuevas soluciones que satisfagan las necesidades cambiantes de los clientes. La innovación disruptiva implica la creación de soluciones radicalmente nuevas que pueden cambiar por completo las dinámicas del mercado. Empresas como Netflix y Uber son ejemplos notorios de cómo la innovación disruptiva puede alterar industrias enteras.

Por lo otro lado, Henry Chesbrough, popularizó el concepto de "Innovación Abierta". Argumentó que las empresas pueden y deben aprovechar las ideas y recursos externos, así como los internos, para impulsar la innovación empresarial (Sánchez, 2006). La colaboración con otras empresas, instituciones académicas y la comunidad en general puede acelerar el proceso de innovación y proporcionar acceso a recursos que de otro modo serían inaccesibles.

En resumen, la innovación empresarial es un imperativo en la economía moderna. Autores como Peter Drucker, Clayton Christensen y Henry Chesbrough nos enseñan que la innovación es la clave para mantenerse competitivo, adaptarse a los cambios del mercado y crear nuevas oportunidades de negocio. Las empresas que entienden y abrazan la

importancia de la innovación empresarial están mejor posicionadas para prosperar en un mundo en constante transformación. Por lo tanto, la innovación no debe ser vista como una opción, sino como una necesidad para el éxito empresarial a largo plazo. También es común escuchar a líderes empresariales, tecnológicos y políticos destacar la importancia de la innovación en discursos y entrevistas. Empresas como Apple, Google, Amazon y Tesla se han convertido en ejemplos destacados de cómo la innovación puede cambiar industrias enteras y la forma en que vivimos.

## **5.1 METODOLOGÍA DE INNOVACIÓN - LEAN MANUFACTURING**

El escalamiento productivo de la línea centrado en la innovación empresarial de procesos puede ser un desafío, pero varias metodologías de innovación son útiles para abordar este tipo de situación, sin embargo, con el objetivo de desarrollar de manera eficiente el proceso de innovación empresarial hemos enfocado los esfuerzos en una metodología de innovación denominada lean manufacturing.

Lean Manufacturing se centra en la eliminación de desperdicio y la optimización de procesos. Es particularmente útil para escalar procesos de manera eficiente, reduciendo costos y mejorando la calidad. El enfoque en el flujo de trabajo, la eficiencia y la eliminación de actividades que no agregan valor es esencial en la innovación de procesos [2]. Es un enfoque de gestión que se centra en minimizar el desperdicio mientras se maximiza la eficiencia y la calidad en los procesos de producción. Este enfoque se originó en Japón, particularmente en Toyota, y ha sido adoptado por muchas organizaciones en todo el mundo para mejorar la productividad y reducir costos.

El concepto clave detrás del lean manufacturing es identificar y eliminar el desperdicio en todas sus formas: tiempo, inventario, movimiento, defectos y sobreproducción. Al reducir o eliminar estas actividades no productivas, las empresas pueden mejorar la calidad de los productos, reducir los costos y mejorar la satisfacción del cliente.

Existen varios principios fundamentales en el lean manufacturing, que incluyen:

- Identificar el Valor desde la Perspectiva del Cliente: Determinar qué es valioso desde la perspectiva del cliente y enfocarse en crear ese valor mientras se eliminan actividades que no añaden valor.
- Mapeo del Flujo de Valor: Analizar y visualizar cada paso del proceso de producción para identificar dónde se generan desperdicios y retrasos, permitiendo así optimizar el flujo de trabajo.
- Creación de Flujo Continuo: Establecer un flujo de trabajo continuo y sin interrupciones para evitar la acumulación de inventario y minimizar los tiempos de espera.
- Producción "Pull": Producir solo lo que se necesita cuando se necesita, basado en la demanda del cliente, en lugar de producir en exceso y almacenar productos innecesarios.
- Perfeccionamiento Continuo (Kaizen): Fomentar una cultura de mejora continua, donde los empleados están constantemente buscando formas de hacer las cosas de manera más eficiente y efectiva.
- Respeto por las Personas: Reconocer y valorar las contribuciones de los empleados, involucrándose en el proceso de mejora y proporcionándoles las herramientas y el entrenamiento necesarios para hacerlo.

Lean manufacturing ha demostrado ser efectivo en una variedad de industrias, desde la fabricación hasta los servicios, y sigue siendo una metodología influyente en la optimización de procesos empresariales.

## **5.2 ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE EN TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE SALSAS, CERNIDOS Y RELLENOS**

En la última década se ha reportado un incremento en la producción y comercialización de frutas, hortalizas y productos derivados, siendo América Latina y el Caribe la principal zona productora de estos alimentos. En 2019 se alcanzó un nuevo máximo de 7.7 millones de toneladas de fruta exportadas a nivel mundial, con un incremento de 6.6% respecto al año anterior, y consolidando países como China en uno de los principales consumidores de frutas como mango, piña, aguacate y papaya (FAO, 2020). Se estima que el 99% del cultivo

y producción de frutas y hortalizas se realiza en países en desarrollo, principalmente por pequeños y medianos agricultores, los cuales cuentan menos de 10 hectáreas para su trabajo (Altendorf, 2017). Esto ha producido que, en muchos países como los latinoamericanos, se realicen procesos productivos y de empaque de manera artesanal con bajos índices de automatización o control sobre la calidad del producto (Guevara, 2015).

Las frutas con mayor producción en países como Perú, Ecuador, Argentina y Colombia son mango, piña, papaya, aguacate y naranjas (Herrera y Angüisaca, 2015; Castaño, 2009; Hurtado y López, 2019). Estos productos tienen un fuerte componente nutricional distribuido en líquidos, hidratos de carbono, fibras y vitaminas, lo que los hace especialmente recomendables para dietas saludables las cuales, según comunicados de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) deben incluir al menos 400 g de fruta al día (Arroyo et al., 2018). De acuerdo con las recomendaciones de la OMS y la creciente conciencia mundial sobre la necesidad de consumir alimentos más sanos, en países con grandes capacidades de producción, como Colombia, donde se estima que alrededor de 700.000 hectáreas puede ser utilizadas para el cultivo (Revollo y Suárez, 2009), se ha visto un crecimiento considerable de las exportaciones de fruta y productos derivados. Según los reportes del Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola (ASOHOFRUCOL) en los planes de desarrollo de 2010 a 2018, se ha experimentado un crecimiento en las exportaciones de piña, aguacate, fresa y papaya desde un 16% hasta un 26% (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2014 y s.f.).

Los incrementos en la demanda de frutas y productos derivados han llevado a un importante incremento de investigaciones para la automatización de procesos productivos en la región (Salvino, Colella y De Luca, 2021; Ávila y Balcázar, 2021; Triana y Núñez, 2004); Durán, Rojas y Santamaría, 2019) de las cuales se reporta una serie de beneficios como la reducción de pérdidas postcosecha, la disminución del desperdicio de recursos hídricos y el incremento en la producción de productos derivados (Gómez y Díaz, 2019). Estos procesos de automatización en procesado de productos con base de frutas como las salsas y las pulpas contribuyen a tener mejores sistemas de regulación y de seguridad alimentaria, según reportes realizados en países como Finlandia y Turquía donde se

compararon los procesos productivos y artesanales de la producción de salsas (Piira, Kosola, Hellsten, Fagerlund y Lund, 2021).

En Colombia y países de la región, los productos derivados más importantes son las pulpas de fruta, néctares, mermeladas y salsas (González y Ochoa, 2016; Vásquez, 2014; Barrenechea, Campos, Delgado, Jorge y Luján, 2017). Cada uno de estos productos puede ser preparado de manera artesanal o industrial (Chacón, 2006; Tomas, Beekwilder, Hall, Sagdic, Boyacioglu y Capanoglu, 2017; Rodríguez y Juárez, 2020). En los procesos industriales se recurren a una serie de herramientas y pequeños procesos como la desinfección, despulpado, escaldado (procesos de concentración), adición de ingredientes, entre otros (Moncayo, Casas, Cote y Delgado, 2017). Para estos procesos y la transición entre ellos se necesitan registrar una serie de variables como la temperatura, grados Brix, concentración, acidez, pH y viscosidad, dependiendo del producto deseado. También es importante resaltar que la transición de productos entre procesos es normalmente realizada mediante tuberías o bandas transportadoras diseñadas específicamente para garantizar la mayor eficiencia posible en el proceso y minimizar la posibilidad de contaminación del producto (Pazmiño, 2012; Salinero, 2013). En los procesos de limpieza se hace especial énfasis en los manuales de buenas prácticas en la industria alimentaria (León, 2009; Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua y FAO, s.f.), en los cuales se utilizan diferentes tipos de químicos y recipientes de limpieza para asegurar que bacterias, insectos y diferentes tipos de impurezas arrastrados desde el proceso de cosecha contaminen el producto final (Canet, Orihuel y Bertó, 2014).

En las plantas de procesamiento de frutas se deben considerar diferentes cuidados para el tratamiento de la materia prima, especialmente en los procesos de transporte de frutas y pulpas entre una etapa y otra. Estos mecanismos de transporte deben estar específicamente diseñados para maximizar la cantidad de materia transferida y en el menor tiempo posible, y los errores de diseño pueden conducir a pérdidas de hasta el 38% de la fruta recolectada (Duan et al. 2020). Tradicionalmente, el transporte de materia entre procesos se realizaba de manera manual, utilizando sistemas de despulpado y filtrado combinado, en algunos casos, con operarios encargados de pelar y despulpar las frutas con herramientas simples como cuchillos o en combinación con herramientas como despulpadoras de malla fina, y se

almacenaba en baldes o recipientes de poco volumen (Guevara, 2015; Triana y Núñez, 2004). Estos recipientes debían movilizarse entre los diferentes sectores de la planta utilizando la fuerza física de los operarios, por lo que, además, deben considerarse factores como la higiene personal, el estado de salud y su indumentaria, y que, en caso de accidentes, puede conducir a la pérdida de materiales (Moncayo, Casas, Cote y Delgado, 2017). En plantas con procesos de tratamiento más automatizados se utilizan diferentes mecanismos para el transporte de materia prima, uno de los más comunes son los sistemas con banda transportadora (Hussein, Fawole y Opara, 2020; Pérez, Vitor y Morabito, 2016; Pérez, Morabito y Vitor, 2018). Estos mecanismos permiten interconectar los procesos de desinfección, despulpado y procesamiento, entre otros, con mínima intervención humana (Castaño, 2009). Dependiendo del estado de la fruta, se pueden utilizar diferentes tipos de tornillos transportadores, la cinta transportadora, la transportadora de rodillos, entre otras (B & P Engineering, s.f.). En casos donde el tratamiento implica la pérdida de consistencia de la fruta, como la producción de néctares y pulpas, se utilizan cañerías o tuberías. En estos casos se deben considerar diferentes factores como las características fisicoquímicas, los elementos de conducción y almacenamiento, entre otros. Entre las características físicas cobran importancia la densidad, viscosidad y temperatura, dado que permiten seleccionar una cañería de diferente diámetro y material, permitiendo trabajar con materiales como acero, hierro o cobre, alterando considerablemente el costo económico del proceso (Pineda, Arenas y Santos, 2007).

En cuanto a la formulación asistida, es muy poca la documentación académica existente. Una referencia interesante es (Alba et al., 2020) donde se describe el diseño de una máquina dosificadora de aditivos para la industria alimentaria. A nivel comercial, existen empresas como PCM que ofrecen sistemas de dosificación de líquidos, que podrían usarse en la industria alimentaria, y otras nacionales como Pesa-pack que ofrecen soluciones para la dosificación de ingredientes. Finalmente, a nivel de protección de la propiedad intelectual se encuentran diversas patentes como multiple stream filling system (CN101668695A), aseptic dosing system (WO201112315A1), intermittent dosing (CN105121330A), de sistemas de llenado para micro-ingredientes en la industria de las bebidas carbonatadas, junto a otras de interés aplicables en otros campos como la formulación de cafés y comida para animales coffee formulation (WO2020236602A1) y

dissolvable micro-ingredient containers and methods for preparing animal feeds using such containers (WO2018194725A1), respectivamente.

Un poco más relacionada con este proyecto es la patente intelligent micro ingredient conveying system and control method thereof (CN104944173A) sobre un sistema de transporte de micro-ingredientes compuesto por una tolva, un cilindro de distribución, un sistema de transporte y de pesaje para obtener las proporciones justas de dichos aditivos. La generación de valor a los productos ya existentes nos permite continuar creciendo de la mano del desarrollo de productos innovadores que se ajusten a las necesidades del mercado. Tal es el caso de la línea de salsas, rellenos y cernidos que parte de la base de la línea de pulpas de fruta y verdura preexistente y se convierten en un producto innovador adaptado a las tendencias actuales. Todo esto apoyado en la aplicación de tecnologías de la cuarta revolución industrial para la estandarización del proceso de preparación que permita tener una calidad uniforme en el producto. Lo anterior se realizará mediante el desarrollo de un modelo matemático ajustado a las condiciones de la empresa que permitirá reducir la aleatoriedad en la calidad del producto y la alta intervención humana en el proceso de preparación. De esta manera, pasar de un estado de maduración tecnológica TRL 5 a TRL 9 significa escalar del laboratorio un producto que se encuentra validado comercialmente, aumentando la producción a partir de la incorporación de componentes tecnológicos para la automatización de tareas mecánicas realizadas de forma manual, lo que permite mejorar la calidad y seguridad de los procesos; empleando los trabajadores en tareas que aporten más valor al producto y a la empresa; disminuyendo las pérdidas de materia prima por devoluciones de producto no conforme, utilizando el recurso hídrico en los procesos de lavado de forma eficiente a través de la incorporación de tecnología y la estandarización del producto. En los últimos años, el mercado de alimentos procesados se ha convertido en uno de los más exigentes a nivel mundial y el caso de Colombia no es la excepción. Esto se puede evidenciar en un estudio acerca de tendencias y el potencial de consumo de los alimentos hechos a base de plantas y vegetales en Colombia y Latinoamérica de la empresa Ingredion y la consultora Opinaia (El Espectador, 2020), en donde encontraron que el 65% de los colombianos tienen interés en alimentarse de manera saludable, dejando en evidencia que las tendencias de consumo están orientados a productos más naturales que ayuden al consumidor a tener un bienestar físico y emocional, es por esto que, uno de los retos más

grandes de las empresas del sector es desarrollar productos que cuenten con las características nutricionales buscadas por el consumidor, pero sin afectar sus características organolépticas (sabor, olor, viscosidad, entre otros), es por esto que se identifica una oportunidad en el mercado de desarrollar salsas, cernidos y rellenos a partir de pulpas de frutas y verduras que cumplan con las exigencias de las tendencias actuales del mercado y que de esta manera tenga aceptación por los consumidores. La empresa Helppo identificó esta oportunidad en el mercado y realizó un proceso de validación con 10 empresas de la región que mostraron interés en adquirir los productos mencionados, especialmente con el fin de utilizarlos como insumos en sus procesos productivos de: yogurt, helados, repostería, sodas, cocteles, entre otros. En este proceso se encontró que las empresas buscan proveedores de salsas, cernidos y rellenos que tengan un alto porcentaje de fruta y que el consumidor final perciba que el producto es natural. En el mercado actual se encuentran diferentes productos sustitutos que buscan atender el mercado industrial.

## 6 METODOLOGÍA

Durante el desarrollo del presente trabajo de manera articulada con los diferentes actores internos (Áreas de la empresa) y externos (Proveedores) a través de talleres, comités y reuniones permitieron dar solución al problema planteado inicialmente. Con estos ejercicios y la ejecución del plan que derivó cada uno de los encuentros, sumado a la inversión realizada por la empresa Grupo Helppo SAS, se comprueba que la suma de conocimientos conlleva a procesos de innovación empresarial exitosos.

En la búsqueda del proceso de innovación se han desarrollado diferentes procesos creativos a través de herramientas o técnicas, en éstas, de manera estratégica intervienen los equipos, los cuales fueron definidos de manera intencionada, aportando desde la individualidad posibles soluciones que son procesadas de acuerdo con diferentes parámetros y consolidan la metodología de innovación de proceso. En el desarrollo de las técnicas creativas se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros para los equipos:

- Actividades de fluidez tales como brainstorming
  1. Todas las ideas son válidas
  2. Prima la cantidad sobre la calidad
  3. Se debe comunicar al equipo la idea en voz alta antes de ponerla en el tablero
- Actividades de enfoque:

Se proponen ideas de manera aleatoria pero concisa con el objetivo de desarrollar el ejercicio, en esta actividad genera una empatía especial pues todos los actores aportan soluciones y críticas desde su área de experticia

Posterior a todas las actividades, se comparten resultados, percepciones, y además las ideas se trabajan bajo el plano Cartesiano (Posible, Imposible, Poco creativo, Muy creativo).

Figura 4 Taller de creatividad



Fuente: Elaboración propia

La implementación de la metodología “Lean manufacturing” logra identificar algunos elementos de mejora en el proceso y elimina en todas sus formas movimientos ineficientes, defectos y sobreproducción. Al reducir estas actividades no productivas, y aplicando un proceso de reingeniería en el proceso productivo, la empresa logra mejorar la calidad de los productos, reducir los costos y mejorar la satisfacción del cliente, sumado a mejorar las condiciones de trabajo de los colaboradores intervinientes.

Al cuestionar y mejorar cada paso del proceso, la organización pudo encontrar maneras innovadoras de hacer las cosas de manera más eficiente y efectiva.

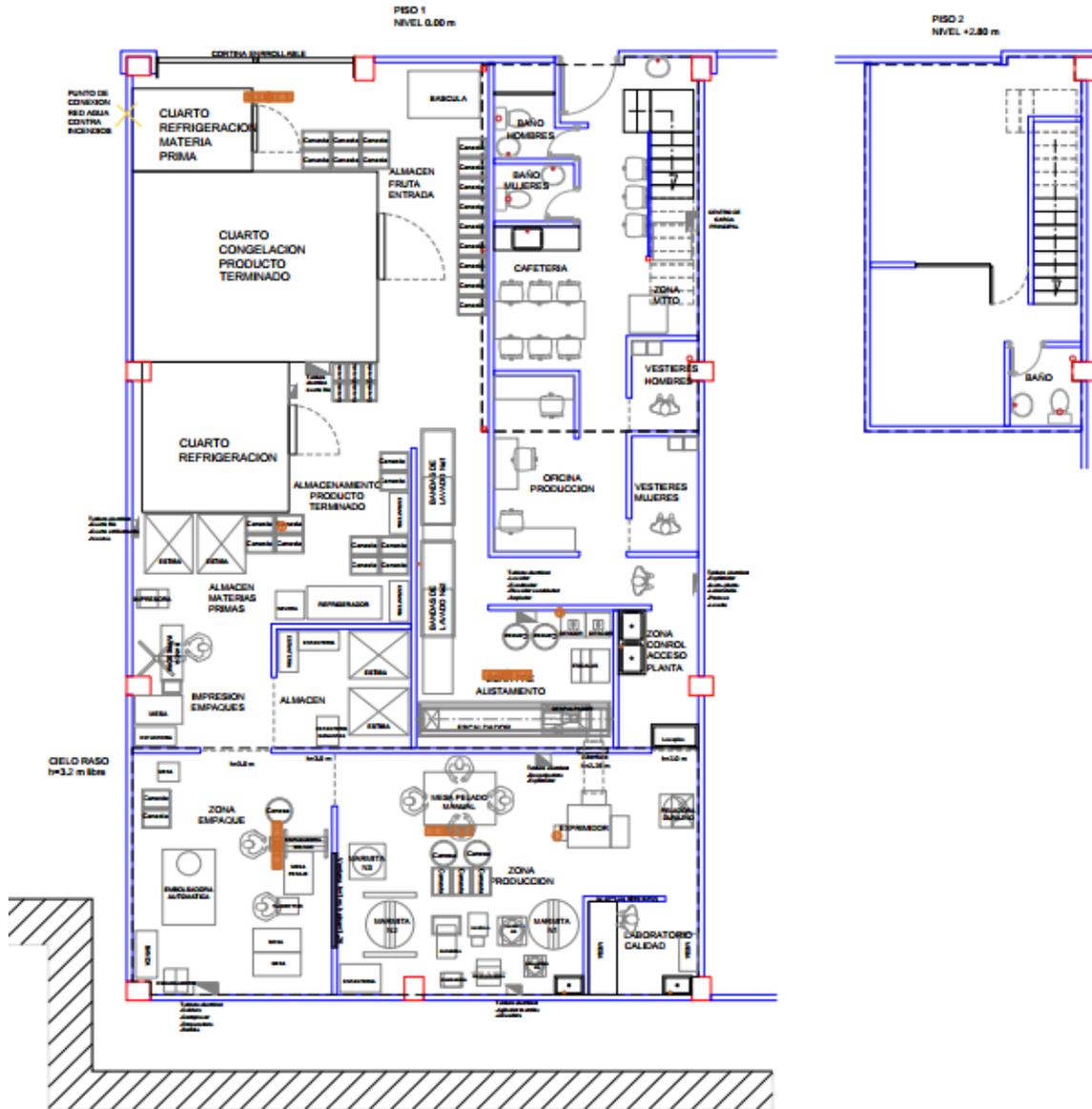
## **6.1 REDISEÑO DEL FLUJO DE PROCESOS PARA EL TRANSPORTE INTERNO DE MATERIA PRIMA**

El proceso de estandarización de los parámetros fisicoquímicos de calidad durante la preparación de las salsas, cernidos y rellenos es un proceso que abarca toda la línea de producción, desde la preparación de la materia prima hasta la etapa previa al empaque. Por tal razón, el análisis del flujo de procesos al interior de la planta conlleva en sí un paso fundamental para la estandarización de los productos que permita garantizar su calidad. En este sentido, el proceso de ampliación de la planta como estrategia de crecimiento comercial impacta directamente de forma positiva la estandarización del proceso de producción mejorando su velocidad, uso eficiente de los recursos, y la calidad de los productos. Además, permitirá identificar de manera precisa las estaciones donde se deberán realizar tareas como: dosificación de micro y macro ingredientes, seguimiento a los procesos de cocción de las mezclas, y evaluación de las condiciones del producto final.

La empresa tiene un área de 285 m<sup>2</sup>, con una planta de producción de 60 m<sup>2</sup>, como se muestra en la Figura 5. En esta planta se producen actualmente las cuatro líneas de producto (bases para bebidas y cócteles; salsas, rellenos y cernidos; zumos cítricos y alimentos funcionales). Las ineficientes instalaciones, además de los contraflujos impedían la producción en masa y limitaban el crecimiento comercial de la empresa, sumado a lo anterior, la poca tecnificación del proceso impedía medir y controlar variables lo que incentivaba al desorden, la baja productividad y a la volatilidad del producto.

Al realizar el análisis de flujo de procesos que se desarrollan en la empresa (Figura 6) se pudo evidenciar que actualmente se está desaprovechando la capacidad instalada debido a procesos planificados inapropiadamente, lo que se traduce en mayores tiempos de proceso de materia prima y menor eficiencia en la gestión de los recursos, como se puede evidenciar en la Figura 7. Sumado a lo anterior, no se definen procedimientos, zonas y líneas de tránsito; aumenta el desgaste osteomuscular de los colaboradores de la planta y los riesgos de derrame de producto por causas asociadas al rompimiento de recipientes, volcamiento de estos, entre otros

Figura 5 Planos de la planta actual



Fuente: Elaboración propia

Figura 6 Flujos de procesos de los productos actuales

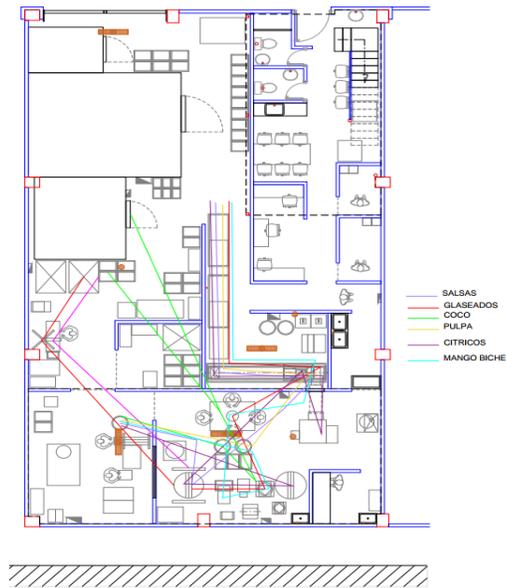
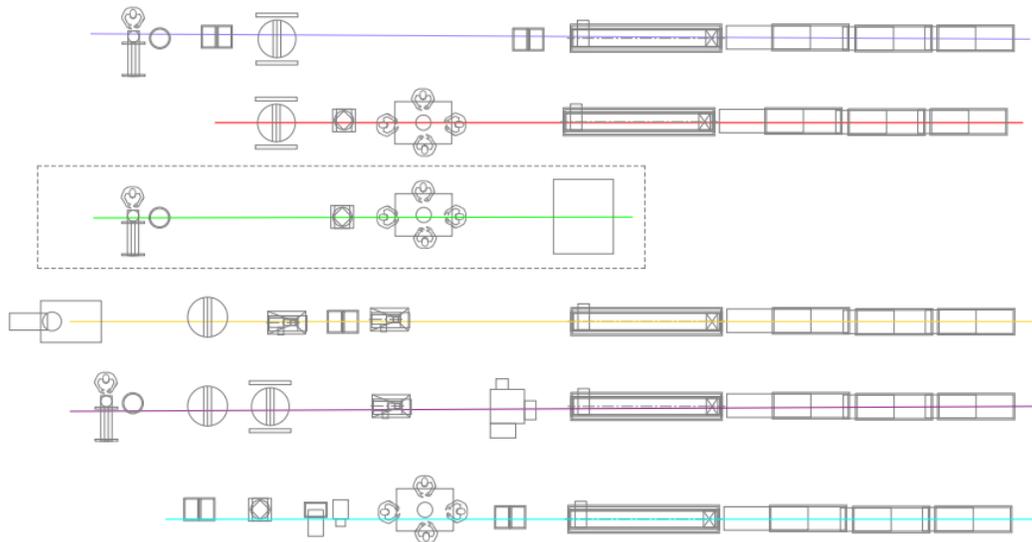
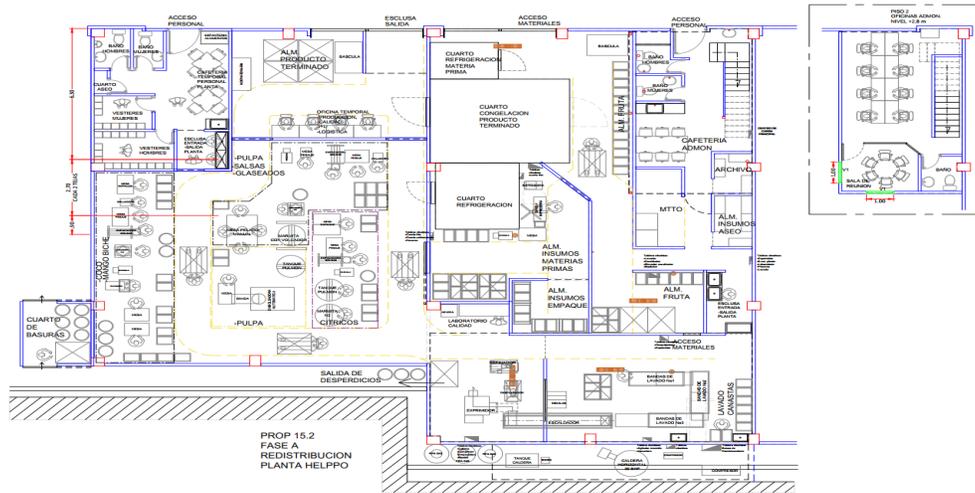


Figura 7 Diagrama de flujos de procesos en la planta de producción



El área nueva consta de 200 m<sup>2</sup> lo cual permite una ampliación de la planta de producción a 180 m<sup>2</sup>. En la Figura 8 se observa la redistribución de la planta.

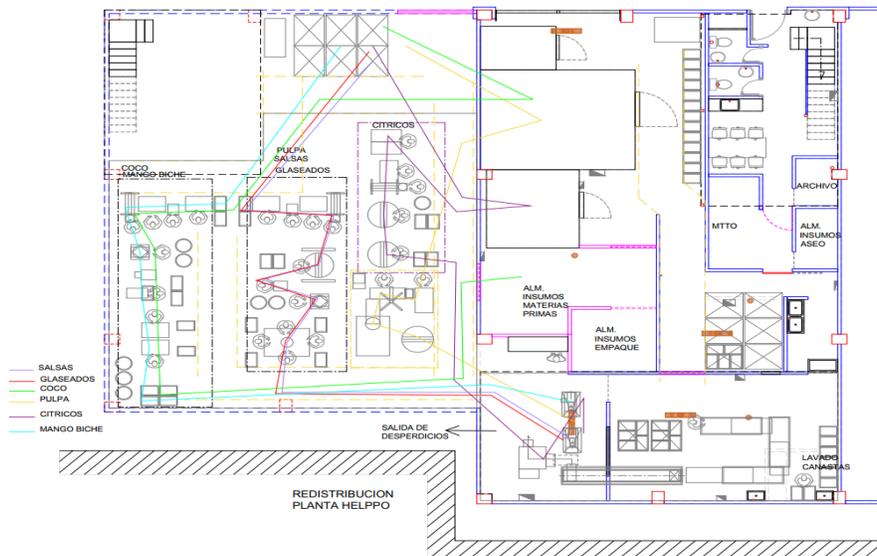
Figura 8 Plano de la ampliación de la planta de producción



Fuente: Elaboración propia

Con esta nueva distribución de los procesos en la planta de producción se logró mejorar el flujo de procesos, atendiendo así a la necesidad de estandarizar los procesos de producción. En la Figura 9 se observa cómo quedaron los flujos de procesos.

Figura 9 Flujos de procesos



Fuente: Elaboración propia

Mediante la reestructuración de procesos en la planta se reducen los contraflujos y separar las líneas de producción lo que permite consigo procesos más limpios y eficientes, reduciendo riesgos de contaminación, y mejorando la eficiencia.

Se integran, de manera estratégica, algunos procesos dando como resultado tres grandes líneas productivas: salsas, rellenos y cernidos; pulpas de fruta y bebidas especiales y zumos cítricos.

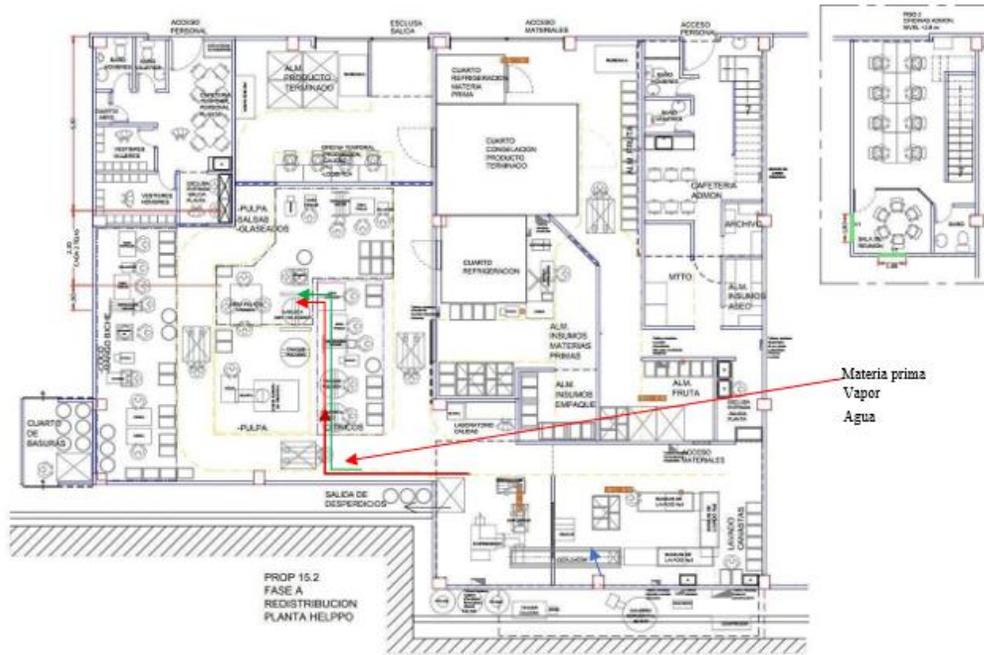
## **6.2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS TUBERÍAS DE TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA A PARTIR DEL NUEVO FLUJO DE PROCESOS**

La automatización de las líneas de transporte de materia prima incluye etapas que van desde el diseño hasta la implementación y pruebas de transporte, e incorpora diferentes elementos de tecnología como bombas hidráulicas para empujar la materia prima y válvulas de direccionamiento para determinar hacia qué marmita se dirige el producto inicial.

Debido a los cambios en la distribución de la planta y la ampliación, se contará con dos marmitas para la preparación de producto y diferentes espacios para procesar la materia prima. Por tanto, la línea de transporte que inicialmente era una de refinado y despulpado hacia marmita, y otra de marmita a empaque, se ha rediseñado aumentando el número de líneas y su respectiva longitud, lo que incrementa la dificultad y, por ende, inversión de la empresa en este producto.

Una vez se determinó cual es la nueva distribución de planta, como se observa en la Figura 10, cada una de las líneas de proceso deben ser alimentadas de producto preprocesado. El movimiento del producto se realiza por medio de bombas y tubería sanitaria, esta tubería va suspendida sobre banderines con lo que buscamos optimizar y aprovechar el espacio aéreo existente en la nueva planta.

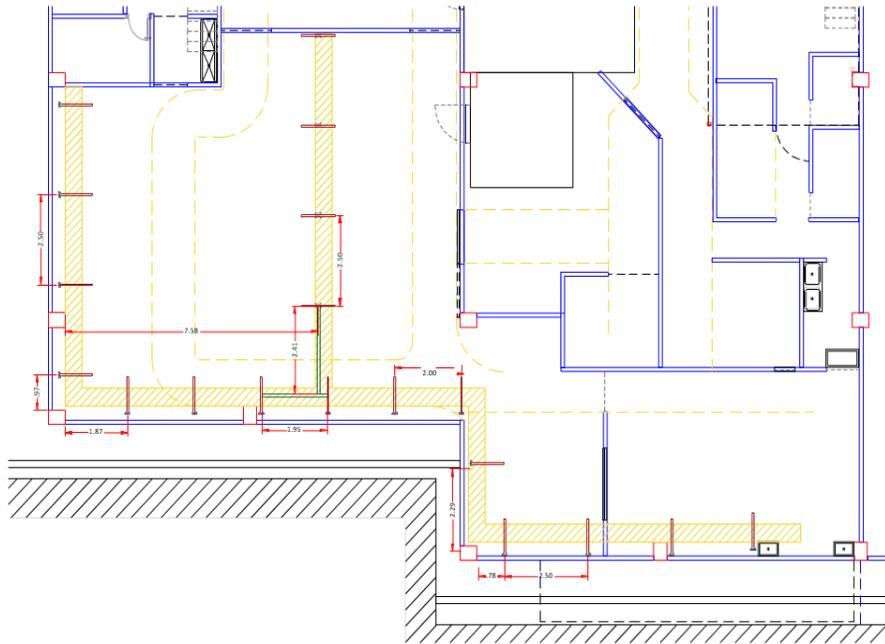
Figura 10 Plano de la ampliación de la planta de producción con detalles



Fuente: Elaboración propia

Lo primero es la parametrización y localización del área que se va a utilizar para el movimiento del producto preprocesado, según la nueva distribución de planta. Esta área se observa figura 11.

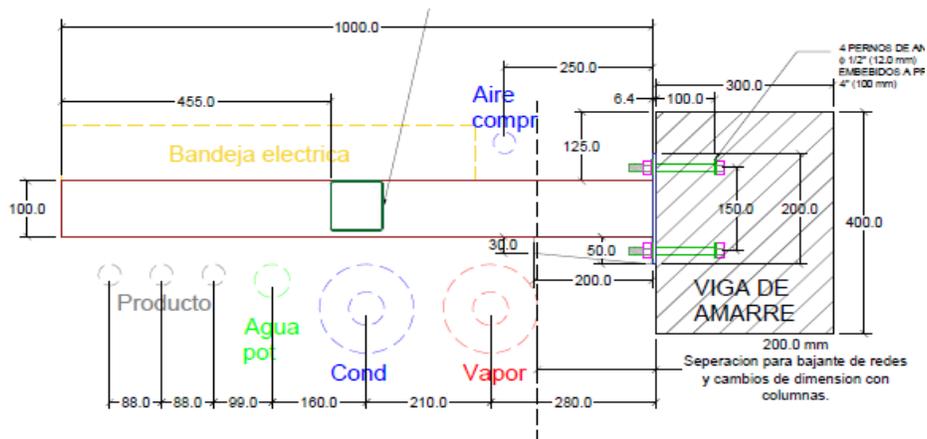
Figura 11 Localización del área para movimiento de producto



Fuente: Elaboración propia

Una vez determinada el área se realiza el diseño de los banderines según el peso de la tubería y el producto, en este mismo proceso de diseño se tomó la decisión de transportar todo lo que se permitiera por el aire para así aprovechar más la altura de la bodega adicionando vapor y condensado, líneas de agua, aire comprimido y bandeja eléctrica como se observa en la figura 9.

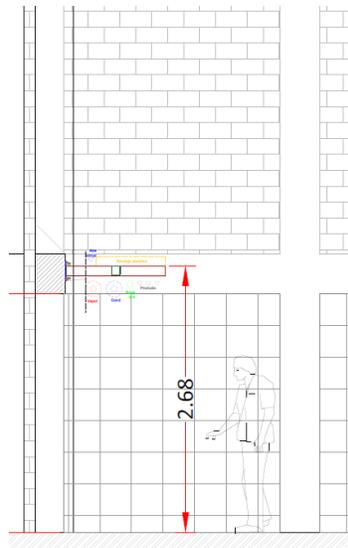
Figura 12 Diseño de banderines



Fuente: Elaboración propia

Por último, se diseña la altura adecuada para no afectar a ningún trabajador ni ningún proceso ni máquina, como se observa en la figura 13.

Figura 13 Diseño altura de soportería



Fuente: Elaboración propia

Algunas imágenes que muestran el estado de avance de la instalación de la soportería de las líneas de transporte se muestran a continuación:

Figura 14 Soportería para líneas de transporte de pared



Fuente: Elaboración propia

Figura 15 Soportería de líneas de transporte tipo pedestal



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta como quedaron las líneas de transporte:

Figura 16 Soportería de líneas de transporte



Fuente: Elaboración propia

El proceso de transporte de materia prima, vapor y agua para las etapas de producción y la transformación de la fruta en salsa, se encuentra en un avance significativo que ha permitido avanzar más de lo pensado en este producto. A continuación, se muestran detalles de la implementación.

Figura 17 Línea de vapor provisional a la marmitta



Fuente: Elaboración propia

Figura 18 Marmitta en ubicación provisional mientras se culmina el traslado de las máquinas



Fuente: Elaboración propia

La adecuación para el transporte de la materia prima también ha implicado algunos cambios la organización de las máquinas tales como el aumento de altura del escaldador y la despulpadora, y la inclusión de otro tanque de lavado, como se observa a continuación:

Figura 19 Aumento de la altura del escalador



Figura 20 Primer tanque de lavado y desinfección



Figura 21 Aumento de la altura de la despulpadora



Figura 22 Inclusión de accionamientos eléctricos



Fuente: Elaboración propia

### 6.3 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES DE PESO DE MACRO-INGREDIENTES Y MICRO-INGREDIENTES

La definición de los ingredientes y la dosificación de estos durante el proceso de preparación de salsas resulta de una actividad muy dispendiosa, de mucho cuidado, y que tiene un impacto fundamental en la calidad del producto. Esto a razón que de acuerdo con el proceso de dosificación se puede afectar la calidad del producto final, pero es importante tener en cuenta que la dosificación dependerá de las condiciones de entrada de la materia prima. Por tanto, los valores que se utilizan son determinados por rangos donde influye la calidad y cantidad de la materia prima procesada para lograr las condiciones del producto final. En este sentido se vuelve esencial disponer de un dispositivo que supervise y mida la cantidad de ingredientes que se utilizarán durante la preparación de una salsa, lo cual influye en el producto y en los costos de producción relacionados con inventarios de ingredientes. Para lograr medir correctamente, se requiere de un dispositivo y un software que permita automatizar parte del proceso, pero para el diseño e implementación del dispositivo, es indispensable dimensionar las variables y cantidades que se manejan de cada salsa, de forma que se puedan agrupar cantidades y optimizar el dispositivo a desarrollar.

Para este ejercicio de la mano del equipo de ingeniería de la empresa Grupo Helppo SAS y de la mano de los archivos de consumo en producción mediante un proceso de analítica se logra determinar de manera precisa las cantidades de producto, referencias de materias primas y consumos de estas identificando las variables que funcionan como insumo para el resultado del objetivo actual. (Tabla 1)

Figura 23 Mesas de trabajo en acción



Fuente: Elaboración propia

**Valores utilizados en la Tabla 1.**

Unidades: gramos

**Min:** Cantidad mínima a ser pesada

**Max:** Cantidad máxima a ser pesada

**Res:** Tolerancia o precisión (resolución) en la medida del peso

Tabla 1 Cantidades de micro y macro ingredientes por salsa

Ingrediente	Salsa	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Extremos	
1	Min	17260	17100	17100	17460	19665	17100	18405	18000	11200	13950	16650	11250	10350	9900	9000	12150	9000	
	Max	172575	171000	171000	174600	196650	171000	184050	180000	112000	139500	166500	112500	103500	99000	90000	121500	196650	
	Res	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	Min	4316	4388	4950	3006	4905	4500		4500										9006
	Max	43155	43875	49500	30000	49050	45000		45000										49500
	Res	100	100	100	100	100	100		100										100
3	Min	41	34,2	32	36	36	34,2	45	45	26,9	41	36	41	36	45	36	36	36	26,9
	Max	405	342	315	360	360	342	450	450	269	405	360	405	360	450	360	360	360	450
	Res	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	Min	23	31,5		70	52	31,5	11	90	8,88	25	135	17	13,5	18	67,5	90	90	8,88
	Max	225	315		698	516	315	113	900	88,77	248	1350	167	135	180	675	900	900	1350
	Res	0,1	0,1		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
5	Min	13,5	13,5			45			15,8										67,5
	Max	135	135			450			157,5										675
	Res	0,1	0,1			0,1			0,1										0,1
6	Min	4,5	4,5			9	9	45		44,79				45					4,5
	Max	45	45			90	90	450		447,9				450					450
	Res	0,1	0,1			0,1	0,1	0,1		0,1				0,1					0,1
7	Min		11,3			11	13,6												11
	Max		112,5			113	135												135
	Res		0,1			0,1	0,1												0,1
8	Min	450				480	450	225	135					225	315				135
	Max	4500				4500	4500	2250	1350					2250	3150				4500
	Res	1				1	1	1	1					1	1				1
9	Min			495															495
	Max			4950															4950
	Res			0,1															0,1
10	Min	86		92				23		89,58	315	67	315	22,5	22,5	180	315	22,5	
	Max	855		923				225		895,8	3150	696	3150	225	225	1800	3150	2250	
	Res	0,1		0,1				0,1		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
11	Min	495				653				2005	2340	1035	2835	1800	1800				1350
	Max	4950				6525				20050	23400	10350	28350	18000	18000				13500
	Res	1				1				1	1	1	1	1	1				1
12	Min	104																	104
	Max	1035																	1035
	Res	0,1																	0,1
13	Min	9						11,25						11,25		6,75			6,75
	Max	95						112,5						112,5		66,5			112,5
	Res			0,01				0,01						0,01		0,01			0,01
14	Min			54															54
	Max			540															540
	Res			0,1															0,1
15	Min							135						225					135
	Max							1350						2250					1350
	Res							0,1						0,1					0,1
16	Min								18		9		7						7
	Max								180		90		68						180
	Res								0,01		0,01		0,01						0,01
17	Min															90			90
	Max															900			900
	Res															0,01			0,01
18	Min															225			225
	Max															2250			2250
	Res															0,01			0,01
19	Min															225	0,9		0,9
	Max															2250	9		2250
	Res															0,01	0,01		0,01
20	Min															225	162		162
	Max															2250	1620		2250
	Res															0,01	0,01		0,01

Cómo resultado del análisis de dosificación de micro y macro ingredientes se identifica el sistema de dosificación requerido para la empresa, el cual constará de tres básculas considerando que se tienen ingredientes de alto peso y tolerancia de 100gr, y otros ingredientes que tienen muy bajo peso y tolerancia de 0.01 gr. Por tanto, los equipos para medir el peso serían:

- Una báscula de precisión, de 20000 gr de capacidad, resolución de 1g, comunicación por Puerto serial RS-232
- Una báscula de precisión, de 600g de capacidad, resolución de 0.01g, y comunicación por Puerto serial RS-232
- Una báscula de 200000gr de capacidad, resolución de 100gr, y comunicación por puerto serial RS-232

Todas las básculas estarán conectadas a un módulo de adquisición y control cuyas características principales serán:

- Memoria de 4GB,
- Procesador de 1 GHz,
- Puerto de comunicación Ethernet,
- Pantalla táctil a color de 15” Pesa Pack para operación y visualización de la operación en las básculas
- Un (1) módulo de entradas digitales
- Fuente de voltaje de 120VAC/24VDC.

Se contempla un gabinete para la instalación y protección de los equipos.

Finalmente, se determina que el sistema deberá estar conectado a un software para la recolección de los datos y su almacenamiento en una base de datos Postgres. Se plantea que el software sea desarrollado en Python y NodeJS para la parte de visualización.

## 6.4 DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

El proceso de estandarización de los parámetros fisicoquímicos de calidad durante la preparación de las salsas, cernidos y rellenos requiere de un monitoreo permanente. Este monitoreo debe conservar una serie de requisitos mínimos que brinden repetibilidad y trazabilidad a cada etapa durante la preparación con el fin de identificar partes del proceso susceptibles de mejora, y un modelo matemático que genere alertas a los operarios y ayude a tomar mejores decisiones para garantizar la calidad del producto. Para lograr este propósito es necesario intervenir la preparación en marmita con sistemas de monitoreo como presión y temperatura que brinden al personal de producción información necesaria para lograr la consistencia del producto.

A partir de la ampliación de la planta, se reubican las marmitas como se muestra en la Figura 17. Este proceso de reubicación implica cambios en la red eléctrica y el tablero de control como se muestra en la Figura 20.

Figura 24 Ubicación de las marmitas en la nueva planta de producción

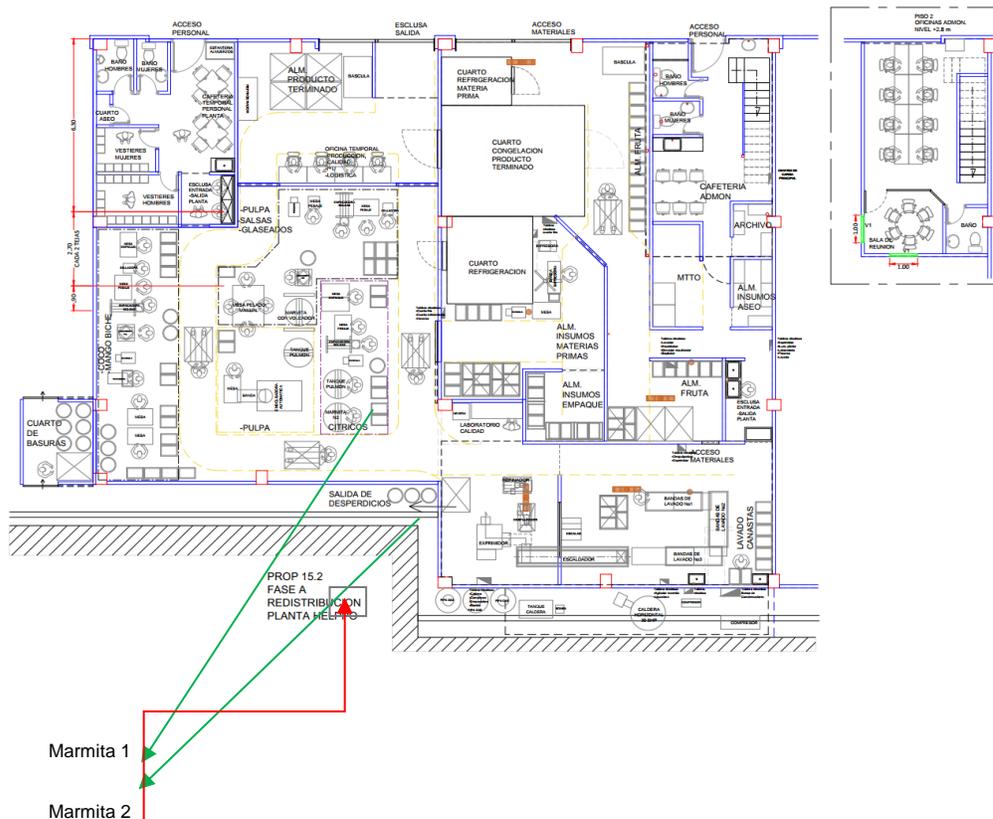


Figura 25 Reubicación y adecuación de equipos



Fuente: Elaboración propia

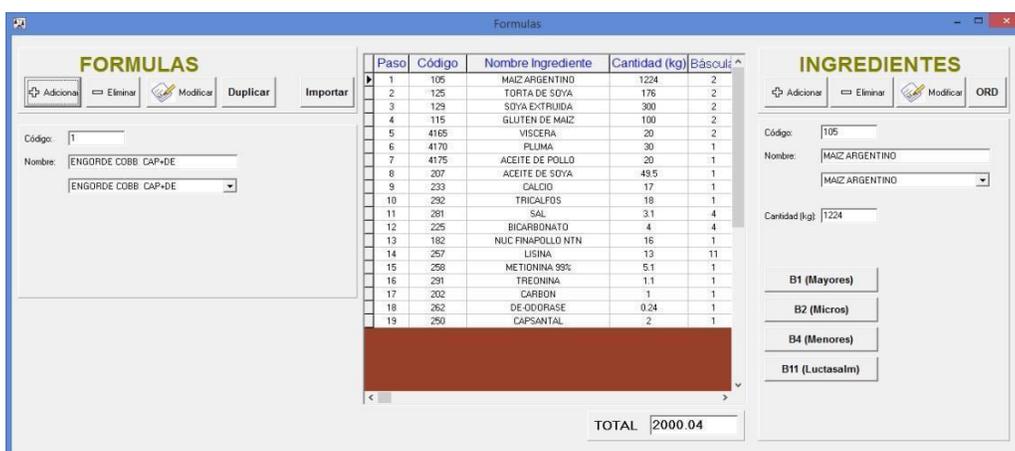
Debido a la necesidad de estructurar, de manera integral, una herramienta que redujera el margen de error durante el proceso productivo de la línea de “salsas, rellenos y cernidos” y posterior a los requerimientos dados por los resultados de los dos primeros objetivos, se plantea, mediante un proceso de trabajo articulado con el proveedor de servicio Pesa Pack el desarrollo e integración de una licencia de software de PC para el manejo de formulación y reportes de la línea del sistema de dosificación, con herramientas para realizar consultas por intervalos de fecha y hora de órdenes de producción, detalle de batch, consumo de materias primas. Lo anterior permite exportar las consultas a un archivo de Excel. Toda la información se almacena en base de datos SQLSERVER. Dicha licencia incluye menús para creación y edición de materias primas; fórmulas y órdenes de producción, tanto en

pesaje manual de micro-ingredientes como en dos marmitas de planta; asignación automática de materias primas a básculas de acuerdo con la inclusión en fórmula; cambio de orden de dosificación, etc.

En los requerimientos identificados por el equipo de trabajo siguiendo la metodología Lean Manufacturing se encuentra que, para la instalación de este software, se requiere un computador con las siguientes especificaciones: Procesador Core i5 o superior, 8 GB de memoria RAM o superior Mínimo 250 GB de espacio libre en disco. Y a partir del análisis de necesidades del proceso de producción, es necesario que el software incluya los siguientes módulos:

- **Creación y Edición de fórmulas:** Este módulo le permite al usuario crear hasta 100 millones de fórmulas las cuales se almacenan en una base de datos SQLSERVER. Los ingredientes de cada fórmula pueden ser ordenados según se desee y asignados a un número de báscula para ser pesados, ya sea automáticamente o por pesaje manual supervisado. El sistema arroja alarmas según las capacidades e inclusiones mínimas de cada báscula.

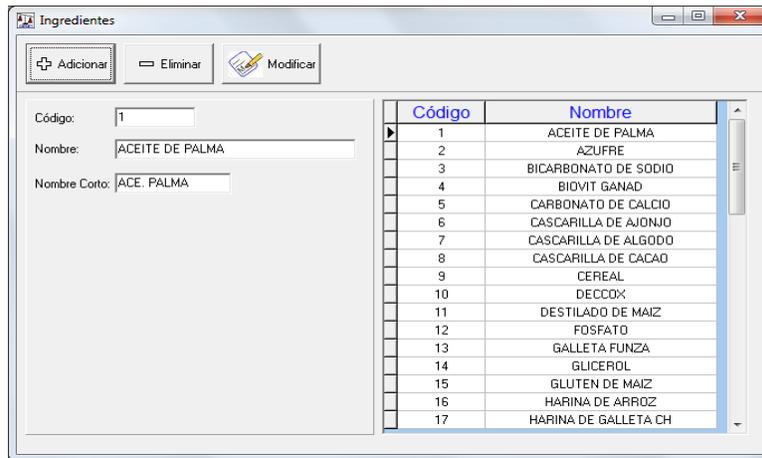
Figura 26 Base de datos SQLSERVER



Fuente: Elaboración propia

- **Creación de Ingredientes:** El usuario puede crear hasta 5000 ingredientes.

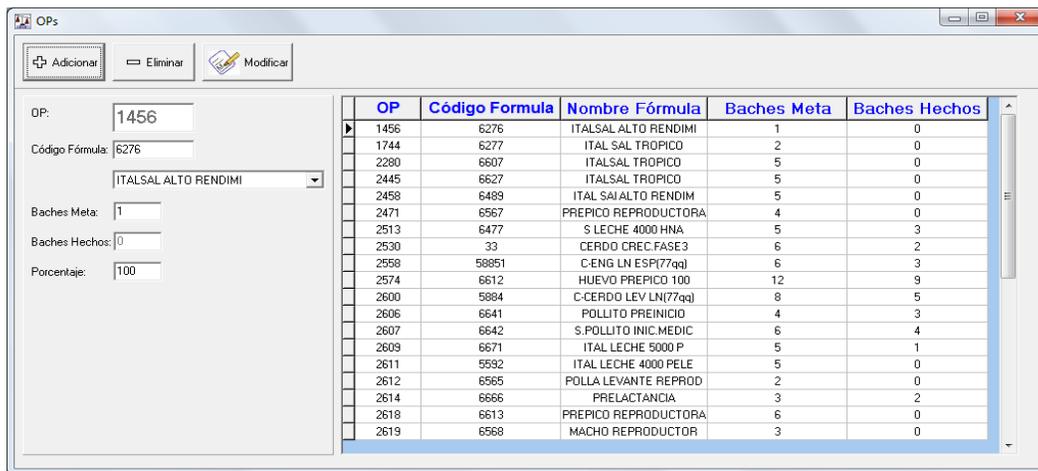
Figura 27 Listado de ingredientes



Fuente: Elaboración propia

- **Creación de Ordenes de Producción:** El usuario puede tener una tabla con todas las órdenes de producción del día, del mes, del año, etc. Cada orden de producción tiene asociado un número único de orden, una fórmula, un número de baches a pesar y el porcentaje del bache. Dichas órdenes pueden ser solicitadas desde el controlador o los controladores GSE en cualquier momento y en cualquier orden. Tiene la ventaja que, si una fórmula cambia, las órdenes de producción asociadas a esa fórmula no cambian.

Figura 28 Orden de producción



Fuente: Elaboración propia

- **Reportes:** Los reportes de los ingredientes pesados están disponibles en el PC en tiempo real y se pueden de hacer consultas por fecha, hora, bache a bache y por OP. Hay tres tipos principales de reportes que se pueden consultar:
  - El listado de baches, el cual es una información general de cada bache con fecha, hora, peso meta del bache, peso real del bache, OP, fórmula y número de bache.
  - El detalle de los baches, reporte donde informa en un bache específico lo que se pesó de cada materia prima, si fue automático o manual y el número de la tolva de la que se pesó.
  - El reporte de consumos, o sea la cantidad de cada materia prima que se ha consumido.

Además, para la confiabilidad de sistema se requiere que, en caso de falla en las comunicaciones, el controlador almacene los reportes en su propia base de datos hasta que las comunicaciones se reestablezcan y los reportes se envíen al PC. Y como criterio de usabilidad y facilidad el personal de producción tendrá la posibilidad de exportar las consultas a un archivo de Excel, lo que reduce las competencias ofimáticas para operar el sistema, conservando las prácticas que habitualmente domina el personal de producción.

Figura 29Ejemplo de reporte de listado de baches

Código Fórmula	Nombre Fórmula	OP	Bache	Peso Meta (kg)	Peso Real (kg)	Consecutivo	Fecha	Hora
10411	FASE II	5	1	1982,9	1983,7	168	2016-04-27	12:36:58
10411	FASE II	5	2	1982,9	1981,6	169	2016-04-27	13:28:14
10411	FASE II	5	3	1982,9	1983,7	172	2016-04-27	14:32:03
10411	FASE II	5	4	1982,9	1983,1	173	2016-04-27	14:42:47
10411	FASE II	5	5	1982,9	1985,7	174	2016-04-27	14:52:06
10411	FASE II	5	6	1982,9	1984,4	175	2016-04-27	15:10:03
10411	FASE II	5	7	1982,9	1988,8	176	2016-04-27	15:14:17
10411	FASE II	5	8	1982,9	1982,5	177	2016-04-27	15:17:54

Fuente: Elaboración propia

## 7 REFLEXIÓN ACADÉMICA

En el aporte realizado a la empresa mediante el presente trabajo se destaca la importancia de articulación universidad-empresa; es así como, de manera diferenciada, quedan resultados que pueden ser aprovechados para futuras intervenciones en proyectos similares.

En el objetivo 1 con el cual se inició el diseño del flujo de procesos para el transporte interno de materia prima, los resultados obtenidos son satisfactorios, tales como la reubicación de equipos, cambios en infraestructura, diseño de tuberías. Dentro de la estrategia descrita anteriormente, se pretendió que el modelo diseñado a través de herramientas de diseño fuera exacto a la hora de hacer ubicación de equipos y líneas de tubería. Sin embargo, este planteamiento tuvo que ser adaptado en tres ocasiones. Las medidas que pretendían replicar, de manera exacta, la realidad de la zona a impactar desconoció en las dos primeras intervenciones las áreas personales de trabajo, los pasillos útiles y demás. Consecuencia de esto, el laboratorio de calidad que, en los primeros planteamientos estaba ubicado en el intermedio del área productiva, tuvo que ser extraído de la planta y reubicado en una zona que no estaba pensada en las etapas tempranas del proyecto.

El diseño para el montaje de tubería desconoce en la primera etapa la posibilidad de continuar escalando industrialmente las líneas planteadas y con ello deja de lado la integración de un sistema adicional de frío, hecho que ocasiona que durante el tercer planteamiento se requiera un replanteo total. En este objetivo indiscutiblemente se requirió de una visión estructurada puesta, no en las capacidades y requerimientos actuales, si no una integración temprana con otras líneas productivas.

Durante el objetivo 2, cuya base fue identificar variables de peso de macro-ingredientes y micro-ingredientes que permiten la reducción de pérdidas operativas de producto en el proceso productivo de salsas, es de destacar la importancia de la integración de equipos de trabajo multidisciplinarios, las diferentes miradas de la empresa y la integración de los mismos que hicieron posible una herramienta profunda y útil para identificar variables, lo que conlleva al resultado de adquisición de un software que integra dichas variables y con

ello el desarrollo de modelos productivos eficientes y estandarizados, disminuyendo posibilidades de pérdidas económicas, devolución de producto y reprocesos costosos.

Para finalizar con la reflexión académica es importante destacar el cumplimiento del objetivo específico 3: “Diseñar una metodología para la estandarización del proceso de producción que garantice requerimientos de calidad”. Dentro de esta metodología se integran los dos primeros objetivos específicos del presente trabajo. Además, durante la ejecución del presente objetivo se desarrolla un sistema de pesaje de macro y micro ingredientes para el manejo de la formulación y reportes de la línea del sistema de dosificación, con herramientas para realizar consultas por intervalos de fecha y hora, de órdenes de producción, detalle de batch, consumo de materias primas. Lo anterior permite exportar las consultas a archivo de Excel facilitando el uso del sistema por parte del personal de producción, lo que se identificó en la etapa de necesidades como un factor esencial para la correcta adopción y uso de la nueva tecnología.

Es pertinente mencionar que, en el país, los bajos niveles de apropiación de la tecnología y la automatización retrasan procesos de desarrollo y no favorecen la generación de riqueza. Por ende, aportar desde la generación de conocimiento me llena de esperanza, encontrar en una ciudad empresas que le apuesten a la innovación abierta y a la construcción de espacios propicios para ello considero que es un resultado de mostrar.

Finalmente, la participación articulada en el proyecto de profesionales de diferentes disciplinas y proveedores de diferentes áreas es un logro significativo debido a que todos estuvieron dispuestos a ayudar en el crecimiento de una empresa que nació en Colombia y que cree infinitamente que el campo es el motor que mueve y transforma el país.

## 8 CONCLUSIONES

La innovación empresarial es un elemento que de manera directa o indirecta impacta en la sostenibilidad, viabilidad y éxito a largo plazo de las empresas, sin importar el sector económico y de manera transversal a las mismas, dinamiza procesos como competitividad, adaptación al Cambio, satisfacción del Cliente, eficiencia Operativa, Atracción y Retención del Talento, entre otros.

Impulsado por la necesidad de resolver problemas, dinamizar procesos y mejorar los indicadores e ingresos del Grupo Helppo SAS se plantean proyectos de innovación como el que se describe en el presente documento. Estos pueden obedecer a unos requerimientos de mercado o a una iniciativa puntual. En resumen, para esta y en general las compañías la innovación empresarial es esencial para la supervivencia y el crecimiento a largo plazo de las organizaciones

En términos generales, se destaca que durante el presente proyecto el producto que se encontraba en un TRL 5 cumple el objetivo de migrar a un TRL 9 y con ello aumentar sus ventas en más de un 200%, con ello logra una participación de un 9% en el total de las ventas de la compañía. Relevante, además, que el proceso ha reducido un 80% las devoluciones derivadas de la falta de estandarización del proceso al incorporar diferentes metodologías.

De manera más explícita, el diseño y puesta en marcha de un nuevo flujo de procesos para el transporte de materias primas conllevó a una disminución de la manipulación del operario y con ello una reducción en las incapacidades derivadas de problemas osteomusculares por cargar baldes y arrastrar de manera repetitiva baldes con materia prima o producto resultante del proceso.

Como resultado del cumplimiento del objetivo 1 en un 100% queda como sostenibilidad la integración de una línea de enfriamiento de producto lo que se traducirá en eficiencia en el proceso de empaque de la línea de “salsas, rellenos y cernidos”. El cumplimiento al 100% del objetivo específico número 2 “Identificar variables de peso de macro-ingredientes y micro-ingredientes que permiten la reducción de pérdidas operativas de producto en el

proceso productivo de salsas” permitió una matriz que sirvió como insumo para la integración de un software usado para la estandarización del proceso y con ello ser preciso en la compra de equipos de pesaje para integrarlos a un sistema de codificación previo al paso a producción, lo que logra reducir los desperdicios dados por el pesaje erróneo de materias primas específicas, lo que evitará la posibilidad de errores en el proceso productivo y con ello pérdidas en la estandarización del proceso.

El alcance del presente proyecto está dado bajo el escalamiento productivo de la línea de “salsas, rellenos y cernidos” lo que conlleva a la integración de diferentes factores y variables. Es importante resaltar que durante el proyecto se integran equipos de trabajo y como resultado se concluye que la línea es escalada impactando de manera positiva las ventas de la compañía, los márgenes de utilidad y la reducción de la rotación laboral en la planta productiva.

## 9 RECOMENDACIONES

La innovación como proceso sistémico requiere de la alimentación de conocimiento y posiciones no radicales, en donde la posición de la gerencia de la empresa es fundamental considerando aspectos como tiempos de dedicación del personal a los proyectos, recursos necesarios para el diseño y materialización de las ideas de innovación, y lo otro que se ocurra.

La innovación como proceso sistémico requiere de la alimentación de conocimiento y posiciones no radicales, en donde la posición de la gerencia de la empresa es fundamental considerando aspectos como tiempos de dedicación del personal a los proyectos, recursos necesarios para el diseño y materialización de las ideas de innovación.

La innovación debería estar incluida dentro de los pilares estratégicos de la compañía como elemento transversal permeando la cultura organizacional, cuya base estratégica motive y acepte el cambio y los cuestionamientos, dando espacio para el error, donde los liderazgos no coarten ideas y posiciones de ninguna clase.

Durante el desarrollo de este tipo de trabajos es esencial reconocer que hay temas que superan las capacidades de las áreas de conocimiento que habitualmente maneja el equipo de trabajo, y allí desarrollar procesos de innovación empresarial reconociendo capacidades de agentes externos lo que es prioritario para contribuir al cambio en una era que requiere cambios bajo una dinámica acelerada

El proceso de innovación empresarial que se ha desarrollado en la empresa Grupo Helppo SAS, ha involucrado de manera exitosa a diferentes actores del ecosistema en el que sobresalen algunos académicos, gubernamentales, y claramente talento de la misma organización. Esta interacción que además se apoyó en diferentes técnicas creativas logran acelerar resultados de innovación impactando positivamente los resultados económicos de la compañía y mejorando la calidad de trabajo de los colaboradores de la empresa

Es pertinente propiciar la solución de retos empresariales reales y a través de convenios fomentar esa relación estudiante de la maestría-empresa.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

- Alba, F., et al. (2014). A new device for dosing additives in the food industry using quality function deployment. *Journal of Food Process Engineering*, 37(4). Recuperado el 18 de septiembre de 2023 de [A New Device for Dosing Additives in the Food Industry Using Quality Function Deployment - Alba-Elías - 2014 - Journal of Food Process Engineering - Wiley Online Library](#)
- Altendorf, S. (2017). Perspectivas mundiales de las principales frutas tropicales. Recuperado el 8 de octubre de 2023 de [Tropical Fruits Spanish2017.pdf \(fao.org\)](#)
- Arroyo, P. et al. (2018). Informe de Estado de situación sobre frutas y hortalizas: Nutrición y salud en la España del S. XXI. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [\\_ \(fen.org.es\)](#)
- Ávila, D. y Balcázar F. (2013). Mejoramiento del proceso productivo y de servicio al cliente en una empresa del sector alimentos. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [Mejoramiento del proceso productivo y de servicio al cliente en una empresa del sector alimentos \(usb.edu.co\)](#)
- Barrenechea, F., Campos, Y.Y., Delgado, J., Jorge, C.K. y Luján, C.E. (2017). Elaboración y comercialización de pulpa de fruta congelada. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [Elaboración y comercialización de pulpa de fruta congelada \(usil.edu.pe\)](#)
- B & P Engineering, (s.f.). Complete lines for production of NFC juices, juice concentrates and fruit purees. Recuperado el 18 de septiembre de 2023 de [Complete technological lines for the production of NFC juices, juice concentrates and fruit purees \(engineering-bp.com\)](#)
- Canet, J.J., Orihuel, E. y Bertó, R. (2014). Desinfectantes utilizados en la industria alimentaria. Recuperado el 20 de septiembre de 2014 de [Desinfectantes utilizados en la industria alimentaria - Alimentación \(interempresas.net\)](#)

Castaño, E. (2009). Planta procesadora de jugos naturales. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de <https://ri.itba.edu.ar/handle/123456789/922>

Chacón, S.A. (2006). Procesamiento de frutas: Procesos húmedos y procesos secos. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [Microsoft Word - MANUAL PROCESAMIENTO FRUTAS - NIVEL ARTESANAL PM.doc \(iica.int\)](#)

Duan, Y. et al. (2020). Postharvest precooling of fruit and vegetables: A review. *Trends in Food Science & Technology vol. 100*. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [Postharvest precooling of fruit and vegetables: A review - ScienceDirect](#)

Durán, K.P.C., Rojas, H.S. y Santamaría, N. (2019). Construcción y puesta en marcha de una planta procesadora de productos derivados de frutas. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [\376\377\000T\000R\000A\000B\000A\000J\000O\000D\000E\000G\000R\000A\000D\000O\000-\000D\000U\000R\000A\000N\000,\000R\000O\000J\000A\000S\000,\000S\000A\000N\000T\000A\000M\000A\000R\000I\000A\000-\000G\000P\000V\0003\0000 \(unipiloto.edu.co\)](#)

El Espectador (2020). Tendencias de consumo de alimentos a base de plantas y vegetales en Colombia y Latinoamérica.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2020). Análisis del mercado de las principales frutas tropicales 2019. Recuperado el 9 de octubre de 2023 de <https://www.fao.org/3/ca9213es/ca9213es.pdf>

Gómez, D.L., Díaz G.L. (2019). Diseño de una planta de procesamiento de mango, limón, naranja, mora y maracuyá para la industrialización de la producción y comercialización de pulpas de fruta en el municipio de La Mesa Cundinamarca. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [Diseño de una planta de procesamiento de mango, limón, naranja, mora y maracuyá para la industrialización de la producción y comercialización](#)

[de pulpas de fruta en el municipio de la Mesa Cundinamarca - hdl:11349/14558](https://hdl.handle.net/11349/14558)  
([udistrital.edu.co](http://udistrital.edu.co))

González, N.A. y Ochoa, O.A. (2016). Estudio de mercado para la pulpa de fruta producida por la Asociación Coagronvalia. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [ESTUDIO DE MERCADO PARA LA PULPA DE FRUTA PRODUCIDA POR LA ASOCIACION COAGRONVALIA \(uis.edu.co\)](https://uis.edu.co)

Guevara, (2015). Elaboración de pulpas, zumos, néctares, deshidratados, osmodeshidratados y fruta confitada. Recuperado el 9 de octubre de 2023 de [Microsoft Word - Pulpas nèctares, merm desh, osmodes y fruta confitada \(lamolina.edu.pe\)](http://lamolina.edu.pe)

Herrera, W.X. y Angüisaca, J.D. (2015). Formulación del diseño del proyecto de una planta productora de pulpa de fruta derivada de mora y tomate de árbol en la ciudad de Cuenca. Recuperado el 9 de octubre de 2023 de [Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: Formulación del diseño del proyecto de una planta productora de pulpa de fruta derivada de mora y tomate de árbol en la ciudad de Cuenca \(ups.edu.ec\)](http://ups.edu.ec)

Hurtado, F. y López, B. (2019). Diseño e ingeniería del proyecto de una planta procesadora multipropósito para una cadena de bares de Tingo María, Perú. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [Diseño e ingeniería del proyecto de una planta procesadora multipropósito para una cadena de bares en Tingo María, Perú \(uchile.cl\)](http://uchile.cl)

Hussein, Z., Fawole, O.A. y Opara, U.L. (2020). Harvest and postharvest factors affecting bruise damage of fresh fruits. *Horticultural Plant Journal vol. 6 No. 1*. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [Harvest and Postharvest Factors Affecting Bruise Damage of Fresh Fruits - ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

León, E.F. (2009). Manual técnico sobre buenas prácticas de manufactura para empresas procesadoras de frutas de El Salvador.

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (Colombia) (2014). Discurso lanzamiento de la política industrial para el desarrollo productivo 2014-2018. Recuperado el 20 de

septiembre de 2023 de [Discurso Lanzamiento de la Política Industrial para el Desarrollo Productivo 2014 - 2018 | MINCIT - Ministerio de Comercio, Industria y Turismo](#)

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (Colombia) (s.f.). Programa de transformación productiva regional. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [Programa de transformación productiva regional | MINCIT - Ministerio de Comercio, Industria y Turismo](#)

Moncayo, D.C., Casas, N., Cote, S. y Delgado, C. (2017). Manual práctico de BPM y procesamiento de frutas. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [\(PDF\) MANUAL PRÁCTICO DE BPM Y PROCESAMIENTO DE FRUTAS FUNDACIÓN AGRARIA DE COLOMBIA PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS \(researchgate.net\)](#)

Pazmiño, I.E. (2012). Construcción de un prototipo de máquina clasificadora y transportadora de frutas de acuerdo con el tamaño para supermercados. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [Repositorio Digital - EPN: Construcción de un prototipo de máquina clasificadora y transportadora de frutas de acuerdo con el tamaño para supermercados](#)

Pérez, K., Morabito, R. y Vitor, E.A. (2018). A coupled process configuration, lot-sizing and scheduling model for production planning in the molded pulp industry. *International Journal of Production Economics* vol. 204. Recuperado el 18 de septiembre de 2023 de [A coupled process configuration, lot-sizing and scheduling model for production planning in the molded pulp industry - ScienceDirect](#)

Pérez, K., Vitor, E.A. y Morabito, R. (2016). Production planning in the molded pulp packaging industry. *Computers & Industrial Engineering* vol. 98. Recuperado el 18 de septiembre de 2023 de [Production planning in the molded pulp packaging industry - ScienceDirect](#)

- Piira, N., Kosola, M., Hellsten, C., Fagerlund, A. y Lund, J. (2021). Comparison of official food control results in Finland between food establishments with and without a certified food safety management system. *Revista Food Control Vol. 129*. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [Comparison of official food control results in Finland between food establishments with and without a certified food safety management system - ScienceDirect](#)
- Pineda, C.A., Arenas, O.A. y Santos, N. (2007). Evaluación del potencial de condensación de fluidos hidrocarburos en el sistema nacional de gasoductos: Planteamiento de esquemas de operación adecuados. *Ciencia, Tecnología y Futuro vol. 3*. Recuperado el 18 de septiembre de 2023 de [Evaluación del potencial de condensación de fluidos hidrocarburos en el sistema nacional de gasoductos: planteamiento de esquemas de operación adecuados \(redalyc.org\)](#)
- Revollo, I. y Suárez, J.D. (2009). Propuesta para el mejoramiento de la producción en alimentos SAS S.A. a través de la estructuración de un modelo de planeación, programación y control de la producción. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [Tesis263.pdf \(javeriana.edu.co\)](#)
- Rodríguez, R.A. y Juárez, M.A. (2020). Manual para elaboración de productos derivados de frutas y hortalizas. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [TEMA: MANUAL PARA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS DE FRUTAS Y HORTALIZAS. \(ues.edu.sv\)](#)
- Salinero, M. (2013). Diseño de una banda transportadora mediante guide de Matlab. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [Diseño de una banda transportadora mediante guide de Matlab \(uc3m.es\)](#)
- Salvino, R.A., Colella, M.F. y De Luca, G. (2021). NMR-based metabolomics analysis of Calabrian citrus fruit juices and its application to industrial process quality control. *Revista Food Control Vol. 121*. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [NMR-based metabolomics analysis of Calabrian citrus fruit juices and its application to industrial process quality control - ScienceDirect](#)

- Sánchez, A.J. (2006). Peter Drucker, innovador maestro de la Administración de Empresas. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración Vol II No. 2*. Recuperado el 8 de octubre de 2023 de <https://www.redalyc.org/pdf/4096/409634344005.pdf>
- Tomas, M., Beekwilder, J., Hall, R.D., Sagdic, O., Boyacioglu, D. y Capanoglu, E. (2017). Industrial processing versus home processing of tomato sauce: Effects on phenolics, flavonoids and in vitro bioaccessibility of antioxidants. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [Industrial processing versus home processing of tomato sauce: Effects on phenolics, flavonoids and in vitro bioaccessibility of antioxidants — Research@WUR](#)
- Triana, J.G. y Núñez, M.A. (2004). Factibilidad para el montaje de una planta procesadora de frutas en almíbar. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [Factibilidad para el montaje de una planta procesadora de frutas en almíbar \(unad.edu.co\)](#)
- Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua y FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (s.f.). Informe técnico de los cursos teórico-prácticos sobre tecnología de métodos combinados para la preservación de frutas y hortalizas a fin de evitar pérdidas en poscosecha y mejorar la seguridad alimentaria. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [OBJETIVOS: \(fao.org\)](#)
- Vargas, J. G., Muratalla, G. y Jiménez, M. (2016). Lean manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción? *Revista Actualidad y Nuevas Tendencias Vol. V No. 17*. Recuperado el 9 de octubre de 2023 de <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215049679011.pdf>
- Vásquez, T.M. (2014). Diseño de una planta piloto para el procesamiento de frutas en la Facultad de Ingeniería Química. Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de [DISEÑO DE UNA PLANTA PILOTO PARA EL PROCESAMIENTO DE FRUTAS EN INGENIERÍA QUÍMICA \(uce.edu.ec\)](#)