



Estandarización de la línea del proceso de extruidos de la planta Yupi Itagiú considerando las normas vigentes de contenido de sodio en alimentos procesados

Tatiana García Álvarez

Informe final semestre de industria como requisito para optar el título de:
Ingeniero Químico

Asesor interno

Farlán Taborda Agudelo, Ingeniero Químico

Asesor externo

Henry Darío Ortiz Dulce, Gerente de Investigación y Desarrollo Productos Yupi S.A.S

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Química

Medellín, Antioquia, Colombia

2022

Cita	(García Álvarez, 2022)
Referencia	García Álvarez, T. (2022). <i>Estandarización de la línea del proceso de extruidos de la planta Yupi Itagüí considerando las normas vigentes de contenido de sodio en alimentos procesados</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Lina María González Rodríguez.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
1 Objetivos	11
1.1 Objetivo general	11
1.2 Objetivos específicos	11
2 Marco teórico	12
2.1 Proceso de extrusión	12
2.2 Definición de términos usados en la descripción del proceso	13
2.3 Materias primas	13
3 Metodología	15
3.1 Estandarización de dosis de sabor, cantidad de sabor/cantidad de producto extruido	15
3.1.1 Elaboración de listas de materiales y tablas de flujos	15
3.1.2 Preparación de mezclas aroma espolvoreo	16
3.1.3 Ejecución de pruebas industriales	16
3.2 Estandarización de la calidad del Grits de maíz	18
3.3 Determinación de la cantidad de agua y lecitina empleadas en el proceso	20
3.4 Elaboración de planes de calidad	20
4 Resultados	21
4.1 Determinación de la dosis de sabor, cantidad de sabor/cantidad de producto extruido	21
4.1.1 Listas de materiales y tablas de flujos	21
4.1.2 Preparación de mezclas espolvoreo	23
4.1.3 Pruebas en planta	25
4.1.3.4 Comportamiento del producto en la línea de proceso.	30

4.2 Calidad del Grits de maíz	33
4.3 Cantidad de agua y lecitina en el proceso	35
5 Análisis	37
6 Conclusiones	38
Referencias	39

Lista de tablas

Tabla 1 Especificación granulométrica para el Grits de maíz fino	33
Tabla 2 Especificación granulométrica para el Grits de maíz grueso	33
Tabla 3 Resultados de granulometrías para maíz referencia 6	34
Tabla 4 Cantidades de materia prima para una preparación	35

Lista de figuras

Figura 1	Diagrama de proceso de una línea de productos extruidos.....	13
Figura 2	Lista de materiales para una mezcla de espolvoreo.....	21
Figura 3	Lista de materiales para una mezcla slurry.....	22
Figura 4	Tablas de flujos.....	22
Figura 5	Pesaje de materias primas.....	23
Figura 6	Proceso de mezclado de las materias primas.....	24
Figura 7	Mezclas espolvoreo preparadas.....	24
Figura 8	Medición de flujo de producto extruido.....	25
Figura 9	Nuevo sistema de medición de flujo de producto extruido.....	26
Figura 10	Disposición de mezcla en el dosificador de espolvoreo.....	27
Figura 11	Medición de flujo de espolvoreo.....	27
Figura 12	Adición de mezcla slurry a la marmita.....	28
Figura 13	Medición de flujo de slurry.....	29
Figura 14	Variación de flujo de slurry para cada referencia.....	29
Figura 15	Adecuación del sistema de medición de flujo de slurry.....	30
Figura 16	Determinación de % de humedad.....	31
Figura 17	Medición de la densidad.....	31
Figura 18	Determinación de grasa.....	32
Figura 19	Extracción total del solvente.....	32
Figura 20	Proceso para verificar la especificación del Grits de maíz.....	34
Figura 21	Producto semielaborado.....	35
Figura 22	Producto semielaborado húmedo.....	36

Resumen

La compañía Productos Yupi SAS se encontraba en la reformulación de sus productos para dar cumplimiento a las Resoluciones 2013 y 810 emitidas por el Ministerio de Salud y Protección Social las cuales establecen los máximos contenido de sodio en alimentos procesados y el etiquetado nutricional y frontal de los empaques. La reformulación consistió en la adición de una sal baja en sodio, razón por lo cual fue necesario la creación de tablas de flujo que pudieran determinar la cantidad de sal y/o sabor que debían ser aplicados al producto extruido con el fin de cumplir con las normativas vigentes. A partir de las tablas de flujo se realizaron pruebas industriales para verificar su eficacia y el contenido de sodio que tendría el producto final se determinó mediante pruebas realizadas a través de un laboratorio externo. Adicionalmente, se realizó un seguimiento para estandarizar la cantidad de insumos en las preparaciones, llegando a una preparación de 5L de oleína de palma, 0.2L de lecitina y 15L de agua, esta preparación está sujeta a la vida útil de las herramientas de los equipos y a la calidad del grits de maíz, para el cual se estableció un estándar de calidad. Con los resultados obtenidos en los ensayos realizados por Innovación y Desarrollo, el área de Calidad tendrá los soportes para la realización de los planes de calidad donde quedarán establecidas las actividades de control del proceso de elaboración de los productos extruidos de la línea.

Palabras clave: extruidos, sodio, resoluciones, reformulación, estandarizar

Abstract

The company Products Yupi SAS was in the reformulation of its products to comply with Resolutions 2013 and 810 issued by the Ministry of Health and Social Protection which establish the maximum sodium content in processed foods and the nutritional and front labeling of the packaging respectively. The reformulation consisted of the addition of a low sodium salt, which is why it was necessary to create flow tables that could determine the amount of salt and / or flavor that should be applied to the extruded product in order to comply with current regulations, from the flow tables industrial tests were carried out to validate its effectiveness and the sodium content that the final product would have by means of an external laboratory since at the time the plant did not have a team that could do this analysis. Additionally, a follow-up was carried out to standardize the amount of inputs in the preparations, reaching a preparation of 5L of palm olein, 0.2L of lecithin and 15L of water, this preparation is subject to the useful life of the tools of the equipment and the quality of the corn grits which was established by granulometry. With the results obtained in the tests carried out by Innovation and Development, the Quality area will have the support for the realization of the quality plans where the control activities of the process of elaboration of the extruded products of the line will be established.

Keywords: extruded, sodium, resolutions, reformulation, standardize

Introducción

Productos YUPI S.A.S. es una empresa creada en el Valle del Cauca hace 43 años, su nombre nace de la expresión de alegría de los niños (YUPI SAS, 2022). La empresa se dedica a la producción y comercialización de productos alimenticios en Colombia y en otros países como Aruba, Ecuador, España, Panamá y Venezuela. La empresa cuenta con una planta de producción en Itagüí la cual tiene dos líneas de producción: extruidos y horneados.

Los productos fabricados en la línea de extruidos están hechos a base de maíz y sal. Teniendo en cuenta que, a partir de noviembre del presente año debe cumplirse la Resolución 2013 del 2020 emitida por el Ministerio de Salud y Protección Social la cual establece los máximos niveles de contenido de sodio en alimentos procesados. La empresa ha realizado una reformulación de la línea con el fin de reducir los niveles de sodio en sus productos para dar cumplimiento a la normativa y seguir ofreciendo snacks de buena calidad a sus consumidores.

Actualmente, la planta Yupi Itagüí cuenta con 4 equipos extrusores los cuales suelen operar en condiciones diferentes debido a las especificaciones de la materia prima principal el grits de maíz y por la vida útil de los equipos, que es aproximadamente de seis meses, esta vida útil está determinada por las horas de uso del tornillo sin fin de los extrusores. La empresa cuenta con dos proveedores de grits de maíz, los cuales a su vez compran maíz proveniente de Brasil, Argentina y Estados Unidos; la calidad de esta materia prima depende mucho de las condiciones y tiempo de cosecha. Por las razones anteriores, los lotes de maíz que llegan a la planta presentan condiciones de humedad y granulometría muy variada aun cuando sean del mismo proveedor, lo que lleva a que durante su preparación sea necesario emplear cantidades diferentes de insumos.

La granulometría del maíz es un factor determinante en la expansión y en la adherencia de sal y/o sabor del producto. Si el producto no tiene buena expansión, la sal y/o sabor no se va a adherir bien, esto afecta la calidad del producto, genera sobrecostos por desperdicio de sal y/o sabor y, tiene impactos negativos a nivel ambiental por la presencia de cloruros en las aguas residuales.

Además, el área de innovación y desarrollo ha evidenciado que la planta Itagüí no tiene estandarizada la dosis de sabor que se requiere según el flujo de producto extruido, tampoco cuenta con un plan de calidad para el slurry, espolvoreo ni para el proceso de extruidos.

Es así como en este trabajo se plantea realizar ensayos industriales con la nueva reformulación para dar cumplimiento a la Resolución 2013, y establecer las mejores condiciones de operación del proceso de extrusión con el fin de lograr la estandarización de la línea.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Estandarizar el proceso de extruidos de la planta Yupi Itagüí teniendo en cuenta las normativas que regulan y vigilan el cumplimiento de contenido de sodio en productos alimenticios procesados.

1.2 Objetivos específicos

- Estandarizar la calidad del grits de maíz, la cantidad de agua y Lecitina de soya empleada en el proceso y la dosis de sabor, cantidad de sabor/cantidad de extruido.
- Elaborar un plan de calidad basado en las cantidades requeridas de slurry y espolvoreo.
- Diseñar un plan de calidad de acuerdo con el proceso de extruidos.

2 Marco teórico

En la línea de extruidos de Yupi Itagüí se producen pasabocas hechos a base de maíz natural, comercialmente son conocidos como Ticos (Picante, Pollo, Queso y Salado), Yupis (Queso y Salado). El proceso de fabricación se describe a continuación:

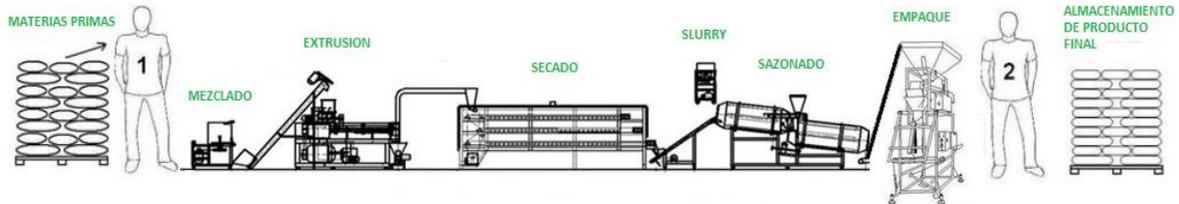
2.1 Proceso de extrusión

El proceso consiste en una máquina extrusora que se encarga de cocer la mezcla de maíz a temperatura, humedad y presión muy alta durante un periodo de tiempo muy corto. Al salir pasa por un molde que dará la forma al producto. Debido a la alta temperatura generada por el equipo, el maíz explota y se expande. Luego, el producto expandido pasa por un horno donde se elimina la humedad y finalmente se le adiciona una mezcla de aceite con aromas, sabores y sal para darle sabor (Mundo Sabor, 2022).

La producción de snacks extrusionados consta de las siguientes etapas:

- **Preparación de materia prima:** en esta etapa el grits de maíz es mezclado con agua, oleína de palma y lecitina de soya en la humectadora durante un tiempo establecido.
- **Extrusión:** proceso de moldeado de los snacks.
- **Secado:** extracción de la cantidad de agua presente en el producto extruido por medio de suministro de aire caliente.
- **Sazonado del producto:** proceso en el cual mediante un bombo sazonador se adicionan las mezclas de slurry y espolvoreo según la referencia (Picante, Pollo, Queso o Salados).
- **Empaque:** el producto es empacado según la referencia.
- **Almacenamiento:** lugar para almacenar el producto final.

En la **Figura 1** se puede observar el diagrama de proceso de una línea de producción de extruidos:

Figura 1*Diagrama de proceso de una línea de productos extruidos***2.2 Definición de términos usados en la descripción del proceso**

- **Producto extruido:** producto que sale de los equipos extrusores con la forma y longitud requerida.
- **Slurry:** mezcla de aceite, color y saborizante según la referencia con que se esté trabajando.
- **Sabor:** mezcla líquida resultante del proceso de slurry.
- **Espolvoreo:** mezcla de sal, fécula de maíz y aroma según el requerimiento de la referencia con que se trabaje. Sirve como resaltador de sabor en el producto extruido final.
- **Plan de calidad:** documento o diferentes documentos que conjuntamente, especifican la norma ISO 9001 de calidad, las prácticas, los recursos, las particularidades y la secuencia de las actividades pertinentes de un producto, servicio, proyecto o contrato (ISOTools EXCELLENCE. ISO 9001, 2022).

2.3 Materias primas

- **Grits de maíz:** Maíz amarillo molido (con granulometría que lo clasifica dentro la categoría Sémola, especificada para cada proceso). Este producto es utilizado principalmente en las industrias de Cereales extruidos y Snacks.
- **Oleína de palma:** Aceite líquido, amarillo transparente empleado en el proceso de sazonado y en la preparación del grits de maíz; en la preparación del maíz es usado para dar cuerpo y una mejor apariencia al producto extruido.
- **Lecitina de soya:** Grasa vegetal viscosa utilizada como aglutinante, emulsificante y mejorador de apariencia del extruido.

- Agua potable: Líquido empleado en la preparación o mezclado de grits de maíz.
- Colorante: empleado para dar el color deseado al producto.
- Fécula de maíz: Almidón derivado del grano de maíz que actúa como espesante y modificador de textura.
- Sal: empleada como resaltador de sabor.
- Sazonadores: son empleados para dar sabor y aroma al producto extruido.

3 Metodología

El desarrollo de las actividades se llevó a cabo mediante los siguientes pasos los cuales obedecen a procedimientos internos de la compañía:

3.1 Estandarización de dosis de sabor, cantidad de sabor/cantidad de producto extruido

Para dar cumplimiento a la resolución número 2013 de 2020 emitida por el Ministerio de Salud y Protección Social, la cual establece el reglamento técnico que define los contenidos máximos de sodio de los alimentos procesados y a la resolución número 810 de 2021 también emitida por el Ministerio de Salud y Protección Social que establece el reglamento técnico sobre los requisitos de etiquetado nutricional y frontal que deben cumplir los alimentos envasados o empacados para el consumo humano, el área de Investigación y Desarrollo ha realizado una reformulación en sus productos ya que superan los límites de sodio establecidos por la Resolución 2013.

La reformulación de productos consistió en la adición de una sal baja en sodio, eliminación de algunas materias primas que aportan sodio y actualización de las composiciones de las materias primas en la etapa de sazonado del producto extruido.

3.1.1 Elaboración de listas de materiales y tablas de flujos

Con la inclusión de la sal baja en sodio fue necesario realizar listas de materiales para cada referencia; en las listas de materiales se establecen las cantidades de cada materia prima para la mezcla de espolvoreo y para la mezcla de slurry, luego, se elaboran las tablas de flujos en las cuales se indica el porcentaje de aplicación de los flujos de aroma espolvoreo y aroma slurry que se debe aplicar según el flujo de producto extruido seco que ingresa al bombo sazonador.

Una vez se elaboran las listas de materiales se procede con la preparación de las mezclas aromas espolvoreo y de slurry para cada referencia.

3.1.2 Preparación de mezclas aroma espolvoreo

Después de tener las listas de materiales, se procede a llenar el formato de Fórmula ensayo innovación y el posterior pedido de las materias primas. Debido a que las diferentes mezclas requeridas para los ensayos industriales fueron por cantidades entre 25 y 100 kilogramos, fue necesario realizar el proceso de pesaje y mezclado en planta.

Las materias primas se pesaron en básculas de piso industrial y en balanzas de mesa según las cantidades requeridas. Las cantidades pesadas se adicionaron en la humectadora de la línea de horneados empezando por la materia prima en mayor proporción y, debido a que la sal baja en sodio presenta una alta volatilidad, la batidora es encendida una vez se hayan agregado todos los insumos a mezclar. Se mezcla durante 10 minutos aproximadamente hasta observar homogeneidad en la mezcla.

A cada mezcla preparada se le realizó análisis de humedad mediante la balanza de humedad con lámpara halógena Mettler Toledo y un análisis de contenido de sodio, el cual se efectuó en un laboratorio externo a la planta.

3.1.3 Ejecución de pruebas industriales

Se realizó una prueba industrial por cada referencia y se validó el comportamiento del producto en todas las etapas de la línea.

3.1.3.1 Medición de flujo de producto extruido. Para medir el flujo de producto extruido seco que ingresó al bombo sazoador fue necesario tarar la báscula con una bolsa plástica donde fue recogido el producto, luego se debió mover la banda transportadora que lleva el producto al bombo sazoador y con la bolsa plástica se recogió producto por un tiempo de 15 segundos, después, se pesó la bolsa con el contenido. Con el flujo de producto extruido obtenido se procedió a leer el flujo de espolvoreo y el flujo de slurry que se debe aplicar según las tablas de flujo.

3.1.3.2 Medición de flujo de espolvoreo. Las mezclas de espolvoreo previamente preparadas se dispusieron en el dosificador de espolvoreo según la referencia. Luego, se taró la

balanza con un recipiente plástico, posteriormente se tomó el flujo de espolvoreo por 15 segundos, el producto recolectado se pesó en la balanza y se verificó que correspondiese al valor indicado en la tabla de flujo según el flujo de producto extruido que ingresa al bombo sazonador. El flujo de espolvoreo se ajustó mediante la manipulación de un tornillo que permite el aumento o disminución de este.

3.1.3.3 Medición de flujo de slurry. La mezcla de slurry está conformada por una parte líquida (Oleína de palma y colorante) y una parte sólida (sazonadores y sal).

Las cantidades sólidas fueron pesadas y mezcladas de forma manual por un operario de la planta, luego, se mezclaron con oleína de palma y colorante en las marmitas, las cuales son recipientes de acero inoxidable con agitadores de aspas en constante movimiento.

Cuando la mezcla estuvo totalmente homogénea se procedió a medir el flujo, para ello, se taró una jarra plástica en la balanza, después se midió el flujo de slurry introduciendo la jarra dentro del bombo sazonador por 15 minutos. La cantidad recolectada fue pesada y se corroboró que dicho flujo correspondiera al de la tabla de flujo según la cantidad de producto extruido que ingresó al bombo sazonador. Si el flujo no coincidía se debía ajustar la bomba que da paso al slurry para repetir la medición hasta llegar a un valor de ± 4 del valor reportado en las tablas de flujo.

3.1.3.4 Medición de propiedades en la línea. Después de haber establecido los flujos de espolvoreo y de slurry, se comenzó la producción en la línea. Al producto se le midió humedad, densidad y porcentaje de grasa para que pudiera cumplir con los estándares de calidad. Los respectivos procedimientos se explican a continuación:

- **Determinación de porcentaje de humedad:** se tomó una muestra de producto de la línea y se trituró bien, luego se tomaron entre 1 y 3 gramos de producto triturado para depositarlo en el analizador de humedad Mettler Toledo, seguidamente, se cerró la unidad de calentamiento y el determinador de humedad inicia el modo automático de desecación y la respectiva medición.
- **Determinación de densidad:** se realizó mediante el llenado de recipiente de 2 litros, para ello, se taró la balanza con el recipiente, se llenó el recipiente con producto de la línea sin acomodar

el producto y finalmente se pesó. Este valor corresponde a la densidad (g/2L) aunque en realidad es el peso.

- **Determinación de porcentaje de grasa:** se realizó mediante el método Soxhlet, el cual consiste en pesar entre 3 y 5 gramos de producto previamente triturado en un papel filtro seco (peso 1). La muestra se envuelve bien en papel filtro y se lleva al horno por tres minutos a una temperatura entre 110 y 120°C, se extrae la muestra del horno y se pesa (peso 3). Posteriormente la muestra envuelta en el papel filtro se pone en la cámara de extracción, se adicionan 50 mL de éter de petróleo al balón. Se enciende la plancha de calentamiento a una temperatura de 80°C e inicia la circulación del agua. Se deja circular por 2 horas hasta que el solvente en que reposa la muestra se ponga traslúcido, luego se retira la muestra del equipo y se seca en el horno por 10 minutos con el fin de retirar cualquier residuo de éter presente en la muestra, pasado los 10 minutos se retira la muestra del horno y se ponen en el desecador, luego, pesar la muestra (peso 4). El contenido de grasa se determina mediante la ecuación 1:

$$\text{Contenido de grasa (\%)} = \frac{\text{Peso}_3 - \text{Peso}_4}{\text{Peso}_1} * 100 \quad \text{Ecuación. 1}$$

3.2 Estandarización de la calidad del Grits de maíz

La calidad del grits de maíz está determinada por la granulometría, porcentaje de humedad y porcentaje de grasa. Actualmente, la planta cuenta con dos proveedores de esta materia prima, los cuales compran el maíz en diferentes lugares como son Argentina, Brasil y Estados Unidos, razón por la cual los lotes de maíz que llegan a la planta presentan calidades diferentes aun cuando sean del mismo proveedor.

Dado que, la humedad del maíz depende de las condiciones climáticas y el porcentaje de grasa está ligado a las condiciones de cosecha como el tiempo o grado de maduración del grano de maíz, la calidad se basará básicamente en la granulometría.

La granulometría del maíz es un factor determinante en la expansión del producto y la adherencia de sal y/o sabor estará ligada a dicha expansión. Si el producto no tiene buena expansión, la sal y/o sabor no se va a adherir bien al producto, esto afecta la calidad del producto,

produce sobrecostos en la empresa por desperdicio de sal y/o sabor y, tiene impactos negativos a nivel ambiental por la presencia de cloruros en las aguas residuales. Se pudo evidenciar que cuando el maíz es más grueso requiere menos insumos y genera mayor presión en los equipos permitiendo una buena expansión del producto.

Ahora bien, considerando que en el último año la calidad del maíz ha llegado demasiado variable, se optó por analizar datos reales del año 2019 para establecer la calidad de maíz que se ajuste mejor al proceso. Para ello, fue necesario recurrir a la directora de planta para que facilitara información sobre los meses en los cuales el maíz tuvo mejor rendimiento, además, se le solicitó al área de calidad los resultados granulométricos del año 2019.

Con la información suministrada se pudo determinar la granulometría para el maíz grueso y maíz delgado, luego, se crearon las respectivas fichas técnicas internas con las nuevas especificaciones. Después, se contactó al Proveedor 1 para darle a conocer las nuevas especificaciones y poder establecer una misma granulometría ya que ambos escenarios trabajaron con mallas diferentes. El proveedor empleaba las mallas 10, 25 y 45 mientras que la planta trabaja con las mallas 18, 20, 30, 40, 50 y 60.

El proveedor adquirió las mismas mallas que se usan en la planta y procedió a establecer la nueva granulometría, para esto envió muestras de maíz Referencia 6 las cuales fueron verificadas mediante análisis granulométricos por parte de la planta, evidenciando el cumplimiento de las especificaciones y el buen desempeño en los equipos extrusores, es decir, esta nueva referencia de maíz genera buena presión en los equipos, no requiere cantidades excesivas de insumos y produce la cantidad esperada.

Para realizar el análisis granulométrico del maíz, se toma una muestra representativa del lote de maíz y se pesan 100 gramos de producto aproximadamente, se dispone el arreglo de tamices usando las mallas 18, 20, 30, 40, 50, 60 y fondo en orden descendente, luego, se enciende el equipo de tamizado por 10 minutos repartidos en dos tiempos de 5 minutos. Pasados los 10 minutos, se procede a la toma de datos de la masa retenida en cada tamiz. El procedimiento se realiza a tres muestras de producto con el fin de tener mejores resultados.

3.3 Determinación de la cantidad de agua y lecitina empleadas en el proceso

Para determinar la cantidad de agua y lecitina que se usarán durante la preparación del grits de maíz, es necesario realizar un seguimiento de las preparaciones de los tres turnos y tener en cuenta las condiciones del grits de maíz y de las horas de trabajo del tornillo sin fin de cada extrusor, este tornillo se va desgastando conforme pasa el tiempo y el desgaste lleva a que la cantidad de insumo requeridos en la preparación sea mayor. De este seguimiento se determinan las preparaciones que más se repiten y luego se procede a realizar ensayos para verificar el cumplimiento de dichas preparaciones. Además, se hace el seguimiento de la cantidad de oleína usada en la preparación ya que no se encuentran reportada en las diferentes bases de datos de la compañía.

Durante los ensayos se verifica la apariencia de forma visual y la densidad del producto extruido húmedo por llenado de recipiente de 2 litros.

3.4 Elaboración de planes de calidad

De acuerdo con las condiciones y/o especificaciones que se definan por el área de Innovación después de la realización de las pruebas industriales, el área de Calidad será la encargada de realizar la documentación correspondiente a los planes de calidad.

4 Resultados

4.1 Determinación de la dosis de sabor, cantidad de sabor/cantidad de producto extruido

4.1.1 Listas de materiales y tablas de flujos

Las listas de materiales se elaboran para cada una de las seis referencias de productos extruidos y en ellas se reportan las cantidades exactas a mezclar. En la **Figura 2** se muestra la lista de materiales para una mezcla de espolvoreo y en la **Figura 3** se observa la lista de materiales para una mezcla slurry. En la **Figura 4** se muestran tablas de flujo las cuales son determinadas mediante un modelo matemático proporcionado por la compañía el cual no será publicado en este trabajo por razones de confidencialidad. El modelo matemático involucra la cantidad de producto extruido, la cantidad de mezcla espolvoreo y de slurry a aplicar.

En la **Figura 2** los códigos obedecen a los códigos con que cada material es registrado en la base de datos de la compañía, la descripción es el nombre del producto, la unidad hace referencia a la unidad de medida, la cantidad corresponde al porcentaje de materia prima presente en la mezcla que para las listas de materiales se hacen por 1kg de producto. El suministro hace referencia al tipo de almacenamiento de la materia prima ya sea que se haga en planta o por fuera de esta.

Figura 2

Lista de materiales para una mezcla de espolvoreo

ARTICULO				Memorando Técnico		
Código	Descripción	Unidad	Peso neto			
PS	Mz AROMA TICOS/YUPIS QUESO BS	Kg	0			
COMPONENTES						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento	Suministro	Movimiento
MP1	SAL BAJA EN SODIO	Kg	0.0692	1.0000	Proceso Pull Producto Final	
MP2	SAL	Kg	0.1615	1.0000	Proceso Pull Producto Final	
MP3	FECULA DE MAIZ	Kg	0.0047	1.0000	Proceso Pull Producto Final	
MP4	SAZONADOR 1	Kg	0.5352	0.9750	Proceso Pull Producto Final	
MP5	SAZONADOR 2	Kg	0.2294	0.9750	Proceso Pull Producto Final	

Figura 3

Lista de materiales para una mezcla slurry

ARTICULO				Memorando Técnico			
Código	Descripción	Unidad	Peso neto	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO			
PS	Mz AROMA SLURRY TICOS/YUPIS QUESO BS	Kg	0				

COMPONENTES						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento	Suministro	Movimiento
MP6	OLEINA DE PALMA	Kg	0.8737	0.9250	Proceso Pull Producto Final	
MP7	COLORANTE NATURAL	Kg	0.0004	0.8760	Proceso Pull Producto Final	
MP4	SAZONADOR 1	Kg	0.0342	0.9750	Proceso Pull Producto Final	
MP5	SAZONADOR 2	Kg	0.0797	0.9750	Proceso Pull Producto Final	
MP1	SAL BAJA EN SODIO	Kg	0.0084	0.9750	Proceso Pull Producto Final	
MP2	SAL	Kg	0.0036	0.9500	Proceso Pull Producto Final	

Figura 4

Tablas de flujos

Pto TICOS QUESO BS	
Descripción	Cantidad
Pto EXTRUIDO TICOS QUESO	0.8500
Mz ESPOLVOREO TICOS QUESO BS	0.0200
Mz SLURRY TICOS QUESO BS	0.1300
	1.000

Pto TICOS QUESO BS		
Flujo de producto extruido (kg/15s)	Flujo de espolvoreo (g/15s)	Flujo de slurry (g/15s)
85	2	13
0.3	7.06	45.88
0.4	9.41	61.18
0.5	11.76	76.47
0.6	14.12	91.76
0.7	16.47	107.06
0.8	18.82	122.35
0.9	21.18	137.65
1	23.53	152.94
1.1	25.88	168.24
1.2	28.24	183.53
1.3	30.59	198.82
1.4	32.94	214.12
1.5	35.29	229.41
1.6	37.65	244.71
1.7	40.00	260.00
1.8	42.35	275.29
1.9	44.71	290.59
2.0	47.06	305.88

4.1.2 Preparación de mezclas espolvoreo

En la **Figura 5** se puede ver como se pesaron las cantidades de materia prima para preparar las mezclas espolvoreo en la planta, en la **Figura 6** se muestra la forma en que se realizaron las mezclas mediante una batidora y en la **Figura 7** se observan algunas mezclas preparadas.

Figura 5

Pesaje de materias primas



Figura 6

Proceso de mezclado de las materias primas



Figura 7

Mezclas espolvoreo preparadas



4.1.3 Pruebas en planta

4.1.3.1 Medición de flujo de producto extruido. La medición del flujo del producto extruido se hizo recolectando producto extruido seco por 15 segundos en una bolsa plástica y luego se pesó el contenido como se muestra en la **Figura 8**.

Figura 8

Medición de flujo de producto extruido



Considerando que la medición de este flujo requería del movimiento de una banda transportadora y generaba mucho desperdicio, se planteó una mejora para facilitar la medición.

En la **Figura 9** se puede observar el cambio realizado con ayuda del área de mantenimiento de la planta. Se dispuso de una banda movible que permite tomar el flujo en canastas plásticas, es más práctico y seguro.

Figura 9

Nuevo sistema de medición de flujo de producto extruido



4.1.3.2 Medición de flujo de espolvoreo. Primero se adicionó la mezcla preparada en el dosificador de espolvoreo como se muestra en la **Figura 10**, luego se midió el flujo por 15 segundos y finalmente se pesó la muestra recolectada **Figura 11**. A modo de ejemplo: si se toma como flujo de producto extruido 1.8 kg/15s correspondiente al flujo mostrado en la **Figura 8**, de la Figura 4 se tiene que el flujo de espolvoreo debe ser de $42.35\text{g}/15\text{s} \pm 4$.

Figura 10

Disposición de mezcla en el dosificador de espolvoreo



Figura 11

Medición de flujo de espolvoreo



4.1.3.3 Medición de flujo de slurry. Para medir el flujo de slurry primero se agregó la mezcla previamente preparada a la oleína contenida en la marmita la cual se encuentra en agitación constante (**Figura 12**). Después, se midió el flujo dentro del bombo sazonador por 15 segundos y luego se pesó la muestra como se observa en la **Figura 13**. El valor pesado corresponde al valor indicado en las tablas de flujo según el flujo de producto extruido que ingresa al bombo sazonador.

Figura 12

Adición de mezcla slurry a la marmita



Figura 13

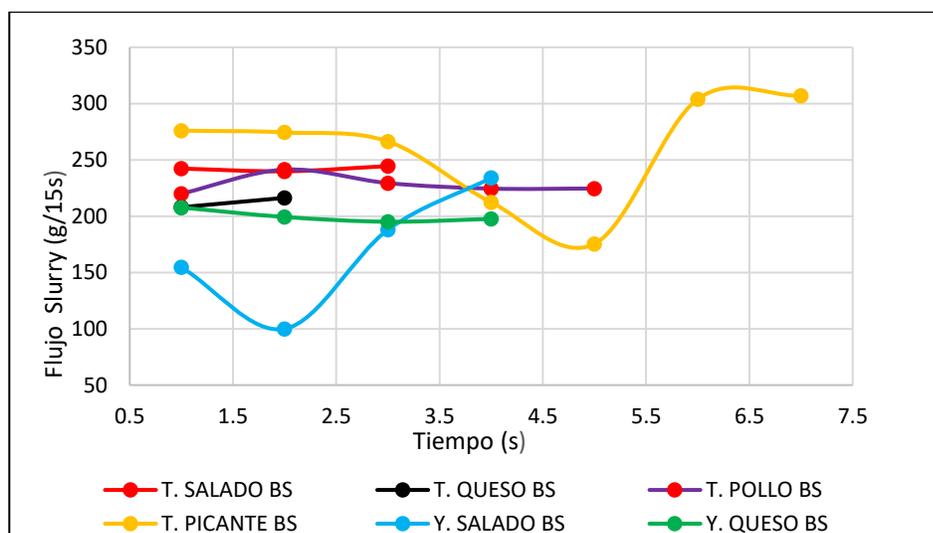
Medición de flujo de slurry



En la **Figura 14** se muestra el comportamiento del flujo de slurry para las diferentes pruebas realizadas. En las curvas amarilla y azul se puede ver que después de un tiempo el flujo disminuye, el incremento en estas curvas se debe a que fue necesario ajustar la presión de la bomba que permite el flujo de slurry para tratar de mantenerlo en el valor deseado según las tablas de flujos.

Figura 14

Variación de flujo de slurry para cada referencia

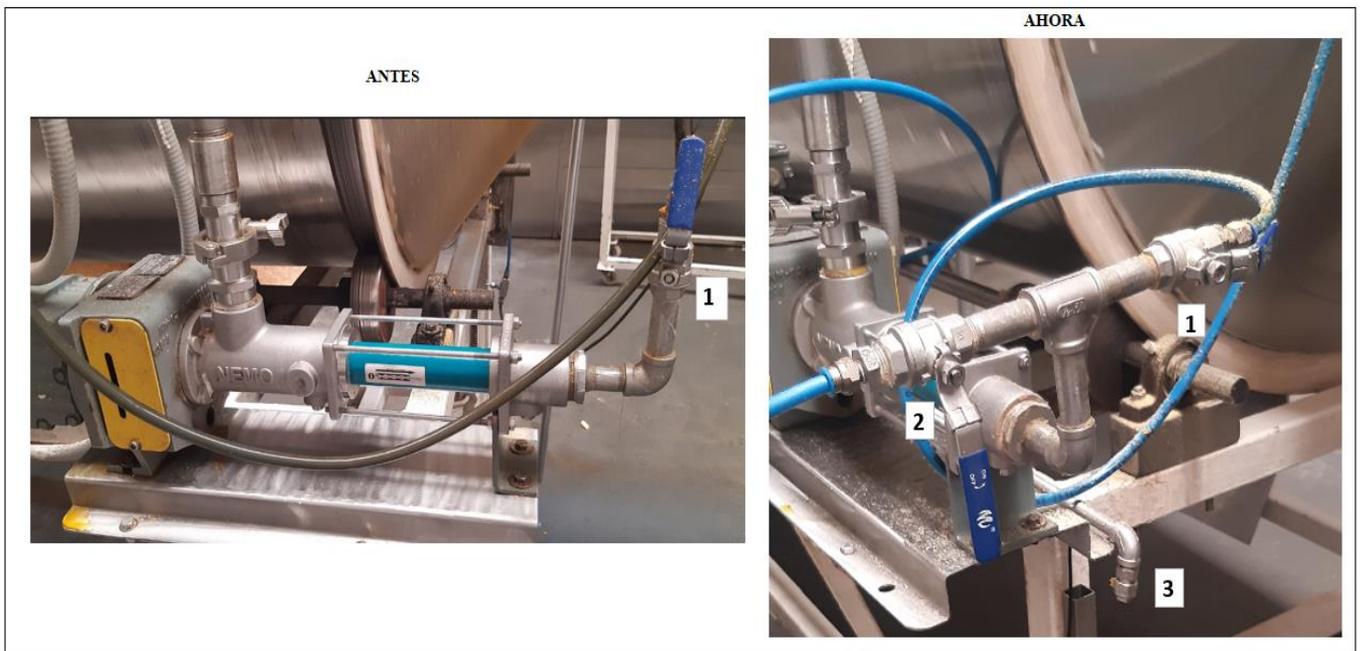


Por temas de seguridad para los operarios y facilidad en la medición del flujo de slurry, se recomendó adecuar el sistema para que la medición se hiciera por fuera del bombo sazonador.

En la **Figura 15** se puede apreciar que antes (lado izquierdo de la figura) se tenía una sola salida para el flujo de slurry. La modificación realizada, consistió en disponer de una especie de T para dividir el flujo de slurry (lado derecho de la figura). La válvula 1 da paso de slurry hacia el bombo sazonador, la válvula 2 da paso de slurry hacia la boquilla de aspersión 3. La medición se hace cerrando la válvula que da paso al bombo sazonador y abriendo simultáneamente la válvula exterior, se realiza la medición por 15 segundos y el flujo se recoge por la boquilla de aspersión.

Figura 15

Adecuación del sistema de medición de flujo de slurry



4.1.3.4 Comportamiento del producto en la línea de proceso.

- **Determinación de humedad.** La humedad se le determina al producto extruido seco y al producto extruido final con la balanza de humedad Mettler Toledo como se muestra en la **Figura 16**.

Figura 16

Determinación de % de humedad



- **Medición de la densidad.** Con una jarra de 2L previamente tarada se toma producto de la línea y luego se pesa, este peso corresponde a la densidad en unidades de g/2L. En la **Figura 17** se muestra la medición para el producto extruido seco (lado izquierdo) y para el producto sazonado (lado derecho).

Figura 17

Medición de la densidad



- **Medición de grasa.** La cantidad de grasa se le midió al producto extruido final con el fin de verificar que la cobertura de la mezcla de oleína sea la adecuada según los parámetros de la planta. El método es demorado ya que dura aproximadamente 2 horas en el extractor de solvente, después la muestra se debe llevar a un desecador. En la **Figura 18** y **Figura 19** se muestra el procedimiento realizado.

Figura 18

Determinación de grasa



Figura 19

Extracción total del solvente



4.2 Calidad del Grits de maíz

Considerando los análisis granulométricos de los meses en que el grits de maíz presentó un buen rendimiento para el año 2019, se establecieron las siguientes especificaciones para el maíz fino y para el maíz grueso **Tabla 1** y **Tabla 2** respectivamente.

Tabla 1

Especificación granulométrica para el Grits de maíz fino

Granulometría (%)	
Malla 18	18 – 28
Malla 20	29 – 36
Malla 30	30 – 45
Malla 40	4 – 14
Malla 50	Máximo 4
Malla 60	Máximo 3
Fondo	Máximo 2

Tabla 2

Especificación granulométrica para el Grits de maíz grueso

Granulometría (%)	
Malla 18	39.4 – 62.2
Malla 20	12.7 – 17.9
Malla 30	17.5 – 31.1
Malla 40	3.9 – 7.7
Malla 50	Máximo 2.7
Malla 60	Máximo 1
Fondo	Máximo 0.5

En la ficha técnica que entrega el proveedor al momento de la recepción de la materia prima se encuentra la granulometría. Para corroborar el cumplimiento de las especificaciones, al lote de maíz de Referencia 6 se le realizó granulometría en planta.

En la **Figura 20** se muestra la forma en que se realizó el análisis en la planta:

Figura 20

Proceso para verificar la especificación del Grits de maíz



Los resultados de granulometría proporcionados por parte del proveedor y los realizados en la planta para el maíz de Referencia 6, se muestran en la **Tabla 3**.

Tabla 3

Resultados de granulometrías para maíz referencia 6

Granulometría (%)	Proveedor	Planta
Malla 18	30.85	45.08
Malla 20	52.04	20.48
Malla 30	13.73	31.3
Malla 40	2.4	1,54
Malla 50	0.37	0.30
Malla 60	0.17	0.22
Fondo	0.19	0,32

Como se puede notar en la **Tabla 3** los resultados de los análisis granulométricos realizados por el proveedor y los realizados por la planta difieren entre sí, esto puede deberse al método y/o tiempo de tamizado, ya que en la planta se realiza por 10 minutos repartidos en dos tiempos de 5 minutos cada uno. Al comparar la tabla 3 con la 6 se evidencia que la malla 40 presenta mayor desviación, sin embargo, el maíz tuvo buen comportamiento en la línea.

4.3 Cantidad de agua y lecitina en el proceso

Después de realizar seguimiento a las preparaciones diarias de cada turno, se llega a la preparación mostrada en la **Tabla 4**.

Tabla 4

Cantidades de materia prima para una preparación

Materia prima (L)	Cantidad
Oleína	5.0
Lecitina	0.2
Agua	15.0

Con las cantidades de insumo establecidas en la **Tabla 4**, se realizaron ensayos para observar la apariencia del producto, los resultados se muestran en las figuras 21 y 22. Estas preparaciones estarán sujetas a las condiciones de las herramientas de los equipos extrusores y a la calidad del grits de maíz.

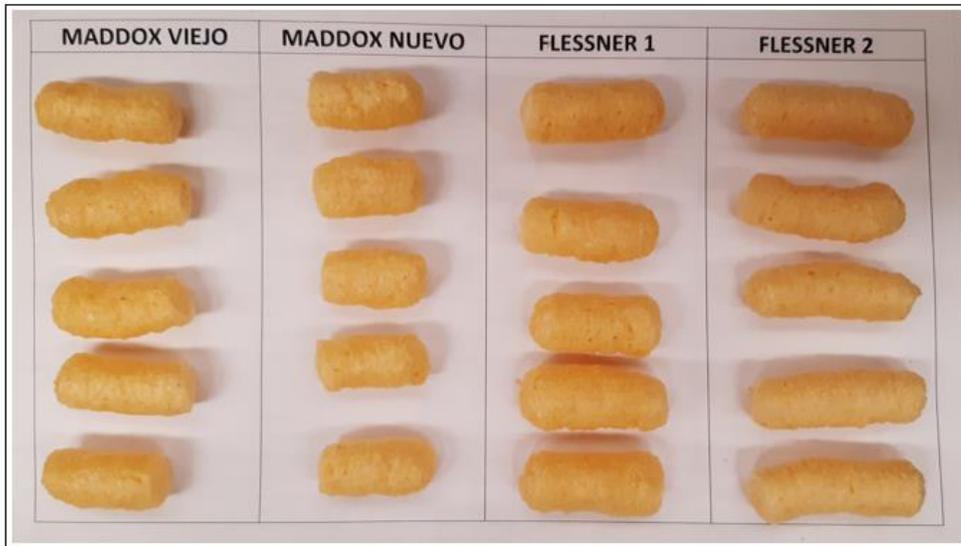
Figura 21

Producto semielaborado



Figura 22

Producto semielaborado húmedo



5 Análisis

Las mezclas de slurry y de espolvoreo fueron las principales fuentes de sodio en los extruidos y del modo de su uso depende el cumplimiento o no de la Resolución 2013. Durante el proceso de estandarización de la cantidad de sabor según la cantidad de producto extruido que ingresa al bombo sazonador se evidenció que el flujo previamente establecido disminuye conforme pasaba el tiempo lo que llevaba a que el producto final no tuviera el contenido requerido para cumplir con la norma. Se planteó la mejora para garantizar la estabilidad del flujo de slurry, se hizo seguimiento y se pudo evidenciar que el flujo permanecía prácticamente constante. Además de cumplir con sodio el producto debe cumplir con unos estándares de calidad de la planta como son la humedad, grasa y densidad, por tal motivo toda la estandarización se basa en el cumplimiento de todas las propiedades y la nueva variable que es el contenido de sodio en el producto final.

Dado que las condiciones del grits de maíz influyen considerablemente en la cantidad de insumos a emplear, es indispensable establecer su calidad y que los proveedores la puedan cumplir. Se logró establecer un estándar de calidad y concertar con uno de los dos proveedores para el cumplimiento de las nuevas especificaciones, se evidenció el cumplimiento de las condiciones y el buen desempeño en la línea pero aún siguen llegando referencias de maíz que no cumplen las especificaciones, en algunas ocasiones el área de calidad ha devuelto materia prima, pero debido a la situación actual de escasez en la oferta de maíz (provocada por los inconvenientes para la importación del maíz, las condiciones climáticas y problemas en las vías terrestres del país) la planta se ve obligada a recibir maíz que no cumple con las especificaciones lo que exige la realización de cambios en las preparaciones.

Después de realizar los ensayos industriales, incluir la variable contenido de sodio, validaciones de las propiedades del producto en la línea y realizar algunas adecuaciones en la línea por fallas o falencias evidenciadas durante los ensayos, el área de calidad tendrá el soporte para la realización de los planes de calidad.

6 Conclusiones

Los flujos de slurry y de espolvoreo son factores determinantes en el proceso e indispensables para dar cumplimiento a las normativas vigentes, por lo que se debe garantizar la aplicación de la dosis requerida según el flujo de extruido en el bombo sazonador, para poder garantizar dicha aplicación es necesario usar las tablas de flujo y contar con un buen sistema de medición que permita cumplir con la dosis de aplicación especificada. Al aplicar las dosis exactas de los flujos permite que no haya desperdicios de sabor en la línea lo que se puede traducir en ganancias.

Aunque la fuente del maíz procede de distintos lugares, es importante pedir a los proveedores el cumplimiento de la especificación granulométrica ya que esta requiere de un proceso mecánico que puede ajustarse para poder cumplir con los requerimientos de la planta y de esta forma las cantidades de insumo empleadas en las preparaciones podrán ser más estables.

Después de los ensayos industriales se tomaron pruebas de producto final y se enviaron a un laboratorio externo donde se pudo verificar el cumplimiento de la cantidad de sodio en las diferentes referencias.

Referencias

- ISOTools EXCELLENCE. ISO 9001. (19 de Febrero de 2022). *ISOTools EXCELLENCE*.
Obtenido de ISOTools EXCELLENCE: <https://www.isotools.com.mx/importancia-plan-de-calidad-bajo-iso-9001/>
- Mundo Sabor. (19 de Febrero de 2022). *Mundo Sabor*. Obtenido de <http://mundosabor.es/sabias-que/curiosidades/snacks-extrusionados.html>
- YUPI SAS. (19 de Febrero de 2022). *YUPI Sabor es lo que hay*. Obtenido de YUPI Sabor es lo que hay: <https://yupi.com.co/>