

Estandarización y uso de un coproducto: disminución de residuos en proceso industrial de cocción de pollo

Waste reduction in process of cooking chicken breast: Standardization and use of a Co-Product in food industry

Sebastian Camilo Ramos, Luz Indira Sotelo, Annamaria Filomena Ambrosio

Resumen

E Se evaluó la viabilidad técnico-económica de uso de un coproducto (caldo) en un proceso de cocción de pechugas de pollo, en una industria de cadena de restaurantes en Bogotá, Colombia. Fueron evaluados 560 lotes de producción durante 10 semanas. El coproducto fue estandarizado a través de los cambios en conductividad eléctrica para la cuantificación de la concentración de sal, descriptores sensoriales (olor, sabor y textura) y por inocuidad microbiológica. La concentración de sal obtenida por regresión lineal fue 2,08% p/p; los descriptores sensoriales para sabor y olor fueron definidos como salado, pollo, vegetales, pimienta y para aspecto grasoso. La inocuidad microbiológica se garantizó por las condiciones de proceso, temperatura de 85°C y tiempo de proceso 45 minutos. Con el coproducto, se logró sustituir en 5 SKU's (Stock Keeping Unit) para una materia prima; así, en un periodo de 10 meses fue reducido el costo de producción en 15.000 USD y fueron eliminados 61000 litros de residuos que representaron el 13% p/p de los residuos sólidos. El plan de producción calculado mediante método de suavizamiento exponencial arrojó un MAPE de 3,41%, garantizando el consumo total del coproducto y el abastecimiento para los SKU de base cárnica seleccionados.

Palabras clave: coproducto, desperdicio alimentos, comment analysis, concentración sal

Abstract

T The technical-economic viability of using a co-product (broth) in a chicken breast cooking process was evaluated in a restaurant chain industry in Bogotá, Colombia. 560 production batches were evaluated for 10 weeks. The co-product was standardized through electrical conductivity changes for the quantification of the salt concentration, sensory descriptors (odor, taste, and texture), and microbiological safety. The salt concentration obtained by linear regression was 2.08% w/w; the sensory descriptors for taste and odor were defined as salty, chicken, vegetables, pepper, and fatty appearance. The process conditions guaranteed microbiological safety, the temperature of 85 °C and process time of 45 minutes. With the co-product, it was possible to substitute 5 SKUs for raw material; Thus, in 10 months, the production cost was reduced by 15,000 USD, and 61,000 liters of waste were eliminated, representing 13% w/w of solid waste. The production plan calculated using the exponential smoothing method yielded a MAPE of 3.41%, guaranteeing the total consumption of the co-product and the supply for the selected meat-based SKU's

Keywords: coproduct, food waste, comment analysis, salt concentration

Recibido / Received: 20 de Septiembre de 2019 Aprobado / Approved: 15 de Octubre de 2019

Tipo de artículo / Type of paper: Investigación científica y tecnológica

Afiliación Institucional de los autores / Institutional Affiliation of authors: Universidad de la Sabana. Maestría en Diseño y Gestión de Procesos.

Autor para comunicaciones / Author communications: sebastiamos@unisabana.edu.co

Los autores declaran que no tienen conflicto de interés.

Introducción

Según el último reporte por parte de la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) emitido en el 2019, en el mundo se desperdician alrededor de 1,3 billones de toneladas de alimentos al año, lo que representa el 30% de la producción mundial [1]. Este fenómeno genera problemas económicos, ambientales y sociales [2].

Al realizar una revisión global se encontró que en la Unión Europea el 39% de los desperdicios son generados por las industrias procesadoras de alimentos, el 42% en los hogares y el 14% en catering [3]. El control de desperdicios de alimentos es una prioridad mundial; por ello, lograr reducir las pérdidas de alimentos a lo largo de la cadena de abastecimiento tiene un impacto positivo en lo ambiental, social y económico [4] especially of those in developing countries. This paper explores the structural inefficiencies that lead to postharvest losses and analyses how innovative collaboration could lead to more sustainable food supply chains (FSCs). Una de las mayores causas de desperdicio de alimentos en la industria es el descarte de productos no conformes por parámetros de calidad, embalaje o simples errores de proceso, sin embargo, estos productos son aptos para el consumo [5].

Por ello, la industria de alimentos tiene un rol crítico en la generación de desperdicios y por ello es responsable de plantear un cambio [6]. Así, es importante que estas industrias prevengan la generación de excedentes y administren de manera adecuada los residuos [7]. De esta forma, la gestión de residuos se debe convertir en una prioridad clave para la industria, con el fin de reducir, reciclar y/o reprocesar [8]. Algunos residuos son coproductos de los procesos principales de fabricación, el término coproducto en la industria y principalmente en el sector cárnico (donde más se genera) ha sido definido por [9] como los componentes que surgen del procesamiento y/o fabricación y que se generan en grandes cantidades, ya sean sólidos o líquidos.

En Colombia, una compañía de manufactura de alimentos desde 1980 en sus restaurantes ofrece comida preparada bajo la filosofía “Artesano”, con la cual busca satisfacer las necesidades gastronómicas de sus clientes

a precios asequibles. Al año 2019, la compañía en su planta de procesamiento transforma cerca de 18 toneladas de alimentos por día, de diferente origen biológico: materias primas cárnicas (aves de corral, res, cerdo y derivados de la pesca); vegetales, lácteos, cereales, entre otros. Mensualmente, este proceso genera alrededor de 40 toneladas de residuos sólidos, lo que representa el 8,5% de la producción.

Dentro del contexto de esta compañía y sus políticas de mejora continua, el cumplimiento de la resolución 631 de 2015 y la reducción de costos ha decidido implementar el concepto de las 3R's (reducir, reciclar y/o reutilizar) [10]. A diario, en esta planta se desechaba en promedio 200 litros de caldo de pollo (coproducto del proceso de cocción), el cual puede ser utilizado como base para la obtención de otros productos finales con base cárnica (carnes blancas y rojas).

La planta de procesamiento tiene certificación de calidad HACCP (Invima – 2013), dicho sistema de gestión incluye el programa de manejo de residuos sólidos y líquidos, responsable del manejo y disposición final de todos los residuos generados en el proceso, el cual está encargado de revisar y aplicar estrategias para aprovechar al máximo las materias primas en proceso. Así, se buscó, reducir la generación de residuos de alimentos, por lo tanto, en esta investigación se propuso impactar en el aprovechamiento de los residuos con el reúso de un coproducto (caldo de pollo), que además mejorará la calidad de los vertimientos generados y el cuidado del medio ambiente.

Dado que se pretendió aprovechar el caldo de pollo como materia prima, se debe ser muy responsable con la evaluación técnica del producto [11]. Por ello, es indispensable tener en cuenta la evaluación sensorial, físico química y la aptitud de uso microbiológico, como base para su proceso de estandarización y empleo, debido al impacto directo en los productos que se fabricarán posteriormente con este producto y que serán consumidos por el cliente final.

La medición y determinación de las propiedades sensoriales son importantes para la aceptación del consumidor final [12], por ello, al interior de la compañía los aspectos de color, olor y textura son criterios de aceptación en cuanto a calidad de producto, por lo que, el caldo de pollo debe cumplir con los requerimientos determinados

por la Dirección de Alimentos de la organización. Para ello y tal como lo han implementado algunos estudios, la aplicación de metodologías donde se enfoca el entender la percepción del usuario a través del análisis directo de sus percepciones y de sus libres comentarios constituye una herramienta válida para caracterizar un determinado tipo de producto [13] without specific training requirements, thus improving knowledge about consumer perceptions on various products. This study aimed to determine the sensory profile of different commercial samples of chocolate ice cream, labeled as conventional and light or diet, using the "comment analysis" and "pivot profile" methods, based on consumers' perceptions. In the comment analysis task, consumers responded to 2 separate open questions describing the sensory attributes they liked or disliked in each sample. In the pivot profile method, samples were served in pairs (consisting of a coded sample and pivot).

Por otro lado, la determinación de parámetros fisicoquímicos como la conductividad eléctrica del caldo de pollo e interpolado en concentración de NaCl, contribuyen a determinar una relación entre el valor cuantitativo de NaCl en función de las percepciones sensoriales del sabor salado determinados por panelistas semi entrenados en este tipo de productos. Autores como Hitomi Hayabuchi [14] han evaluado diferentes concentraciones de NaCl y su aceptación sensorial en sopas de pollo encontrando valores de preferencia para una determinada cultura.

Otro aspecto de vital importancia es la inocuidad del producto, que es fundamental para no generar contaminación cruzada a los productos terminados y al proceso productivo. Por lo anterior, según el Food Code de 2017, este tipo de productos, derivados de procesos de transformación de carnes blancas beneficiadas, deben ser sometidos a temperaturas mínimas de 74 °C durante 25 segundos, de esta forma el proceso de estandarización debe asegurar estos tiempos y temperaturas para obtener productos seguros.

Así, el objetivo de esta investigación fue estandarizar el coproducto generado en el proceso de cocción de pollo, para contribuir a la implementación de las políticas de reducción de residuos de la organización, reducir los costos operativos y contribuir con el mejoramiento del impacto ambiental y social en el desperdicio de alimentos.

La estandarización se realizó mediante la evaluación de parámetros sensoriales (color, olor, textura), fisicoquímicos (conductividad eléctrica) e inocuidad del producto para así garantizar un producto apto para su aprovechamiento como materia prima.

Objetivos

Estandarizar a partir de parámetros fisicoquímicos, sensoriales y microbiológicos, el coproducto (caldo de pollo), generado en el proceso de cocción de pechugas de pollo, para ser usado como materia prima en salsas con base cárnica.

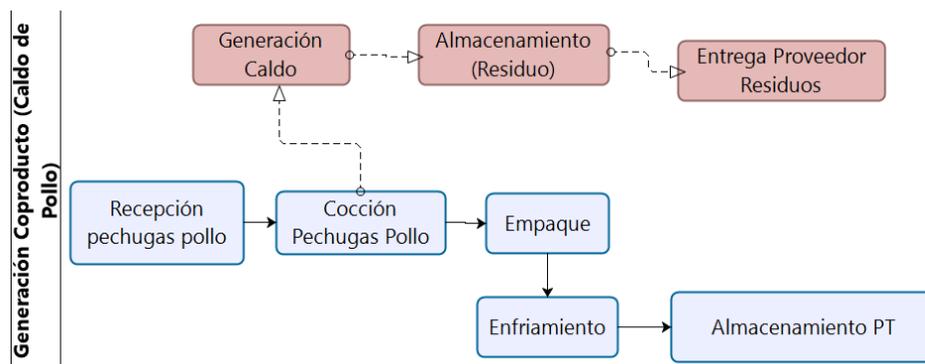
Metodología

La metodología se realizó siguiendo cinco etapas relacionadas de la siguiente manera: en la primera, se describe el proceso productivo de la cocción de las pechugas de pollo y en qué punto se genera el caldo de pollo. En la segunda, se presenta la estandarización del coproducto, la determinación de NaCl inicial y el ajuste a la concentración deseada. En la tercera, se presenta la evaluación sensorial. En la cuarta, se simuló la aptitud de uso microbiológico del coproducto con los tiempos y temperaturas de proceso de la etapa dos. Finalmente, en la quinta se determinó el impacto económico que generó el uso del coproducto.

Descripción del proceso

El proceso primario de cocción de pechugas de pollo se realizó durante siete horas, en ocho equipos (sartenes basculantes a presión atmosférica con una capacidad máxima de 50 kg/hora). Cada hora fueron retiradas del proceso de cocción las pechugas cocinadas e ingresa nueva materia prima cruda. En este proceso se generó el coproducto caldo de pollo. El caldo para ser usado como coproducto es retirado a las 4 y 7 horas de cocción por restricciones de proceso, en la Figura 1 se observa el proceso general de producción.

Figura 1. Mapa de proceso general de cocción de pechugas de pollo y generación del coproducto (caldo de pollo)



Este proceso fue evaluado con dos proveedores de mayor participación en compra (60%) de pechugas de pollo. Para ello, se muestrearon los ocho equipos de cocción, cuatro con proveedor (1) y cuatro con proveedor (2) en los tiempos de cocción 4 y 7.

Estandarización del coproducto

La estandarización del coproducto se llevó a cabo en dos subsecciones: primero toda la preparación de las muestras y la segunda en la determinación de la concentración de sal y los ajustes al proceso con esta evaluación.

Preparación de las muestras

Se tomaron muestras de 50 ml del coproducto caldo de pollo y fueron almacenados durante 24 horas a 4°C. Posteriormente se filtraron con un colador de malla 10 (escala U.S. STD), para retirar el exceso de grasa. Previo a los análisis fisicoquímicos y sensoriales todas las muestras se sometieron a calentamiento hasta 50 °C ± 5°C.

Determinación de concentración de sal

Se realizó una curva de calibración para la cuantificación de la concentración de NaCl (p/p), en función de la conductividad eléctrica en un equipo LAQUAact, en probetas de vidrio de 30 ml, el equipo se calibró con soluciones estándar a las mismas condiciones de medición. Fueron definidas las concentraciones (0%, 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2%) p/p de gramos de sal/ gramos de agua. Las mediciones fueron realizadas por triplicado a 50°C ± 2°C. Los datos se analizaron utilizando Microsoft Excel, se determinó la correlación lineal y el R2.

La evaluación de conductividad eléctrica del caldo de pollo se realizó en 5 diferentes días para cada estado de proceso (1,3,4 y 7 horas de cocción) del caldo de pollo en cada uno de los diferentes equipos de cocción. Adicional, se evaluó la conductividad eléctrica en los estados de proceso 4 y 7 del caldo de pollo con dos tipos de proveedores de pechugas de pollo mediante un experimento de diseño factorial 2². Todas las muestras fueron medidas en el equipo Hanna HI2020-01 en el laboratorio de físico químico de la compañía.

Los datos fueron analizados en el Software Minitab 18, se realizó un análisis de varianza (ANNOVA) entre las muestras y los grupos, se determinaron los p-values en cada experimento y se obtuvieron los histogramas de correlación e independencia de las muestras.

Al ser un coproducto para ser empleado en la elaboración de salsas de base cárnica, fue necesario estandarizar la concentración de sal a valores entre 1% y 2,5% de NaCl, aunque este valor es mayor al rango reportado de 0,3% a 0,6% [14] se formuló la cantidad a emplear con base al producto posterior para llegar a esta concentración final.

Igual que en la evaluación inicial, se realizó análisis de varianza (ANNOVA) y se realizó diseño factorial 2² con dos proveedores luego de ajustes.

Evaluación parámetros sensoriales

El proceso de evaluación de los parámetros sensoriales se realizó en dos subsecciones: selección de los panelistas y generación de los descriptores sensoriales mediante la metodología de *Comment Analysis*.

Selección de panelistas

Se seleccionaron los participantes teniendo en cuenta su pertinencia, facilidad y rapidez. Se escogieron 6 panelistas semi entrenados de la compañía involucrados en el proceso de producción (3 hombres y 3 mujeres, en edades de 28 a 50 años. Todas las pruebas fueron realizadas en un salón cerrado de la compañía con luz blanca y a una temperatura de $21 \pm 3^\circ\text{C}$.

Descriptorios sensoriales mediante Comment Analysis

A partir de la metodología del Comment Analysis, método que consiste en contar la frecuencia de mención de los términos utilizados por los participantes para describir la muestra y así generar una tabla de contingencia donde se pueden utilizar métodos estadísticos para determinar cuáles fueron las más repetidas [1]. En este caso los panelistas semi entrenados escribieron las características de las muestras dadas, respecto a olor, color, sabor y textura en boca.

Las muestras de caldo de pollo fueron servidas en vasos plásticos transparentes, a una temperatura de $50 \pm 5^\circ\text{C}$. Cada muestra se codificó como 279 y 614. Fue utilizado como pasante agua mineral y galletas de soda sin sal.

Los atributos otorgados por los participantes fueron transformadas mediante la metodología propuesta por Rostaing et al., (2013), dado que en su estado inicial no son explotables [16], cada respuesta se transformó en modalidades precisas del lenguaje.

Evaluación aptitud de uso microbiológico

La evaluación de aptitud de uso microbiológico se desarrolló mediante la aplicación de modelos de microbiología predictiva mediante el Software de libre uso Combase. Fue evaluado *Salmonella spp*, dado que este microorganismo, según el Codex Alimentarius es el patógeno que se presenta con mayor frecuencia en productos cárnicos derivados de pollo.

Se tomaron muestras del caldo de pollo en el estado 4 y 7 en vasos de plásticos desinfectados de 50 ml, se determinó el pH por medio de un pH metro Hanna HI

110. Fue registrada la temperatura promedio del caldo durante la cocción de las pechugas de pollo.

Con los gráficos y tiempos de reducción logarítmica establecidos en Combase bajo las condiciones iniciales del caldo de pollo, se verificó con los tiempos y temperaturas mínimos para eliminar o reducir a niveles seguros de salmonella spp, reportado en el Food Code de 2017 [17].

Evaluación económica del proyecto

La evaluación económica del proyecto se realizó mediante la recolección y análisis de los datos de producción de pechugas de pollo, caldo de pollo y los productos terminados que podrían tener el caldo de pollo como materia prima entre los periodos de enero de 2018 a marzo de 2019. Con esta información y mediante un pronóstico de suavizamiento exponencial se determinó la cantidad de caldo a generar hasta finales de 2019 y las necesidades a cubrir en los otros productos terminados.

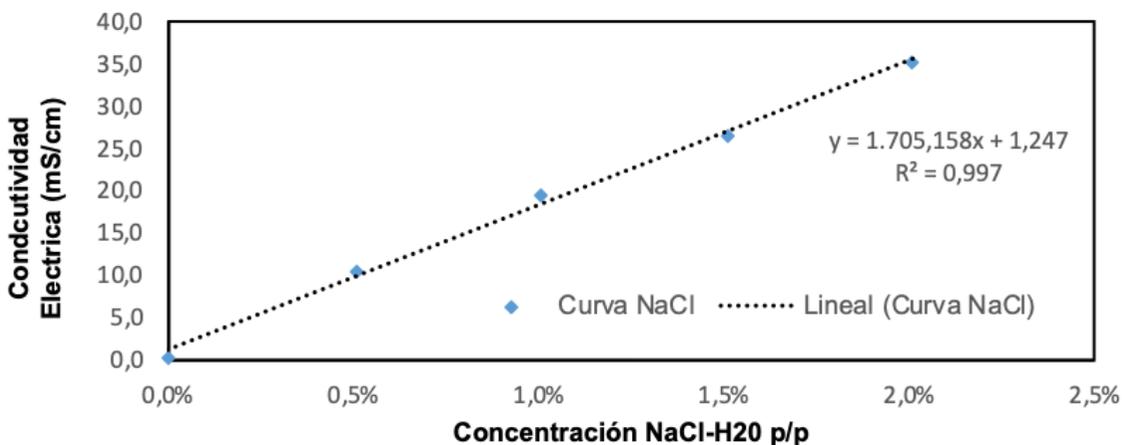
Resultados y Discusión

La estandarización del caldo de pollo fue el punto de partida para posteriormente realizar el análisis sensorial del caldo estandarizado y luego evaluar su aptitud de uso microbiológico. Por ello se partió de la elaboración de la determinación de sal inicial del proceso con el objetivo de establecer el punto de partida.

Determinación concentración sal (inicial)

La conductividad eléctrica en función de la concentración de NaCl p/p obtuvo tendencia lineal con un R^2 0.99 (figura 2). Esta curva de calibración fue utilizada para calcular las concentraciones de NaCl del coproducto en cualquier estado de proceso. La aceptación de esta curva fue determinada tal como lo determina Jurado et al., 2017 donde se analizaron los residuales mediante una prueba de normalidad, el p-value fue superior al 0,05% por lo que se rechaza la hipótesis nula (no hay normalidad en los datos obtenidos), así el modelo obtenido para uso en la interpolación de los datos de conductividad del co-producto es confiable para su uso.

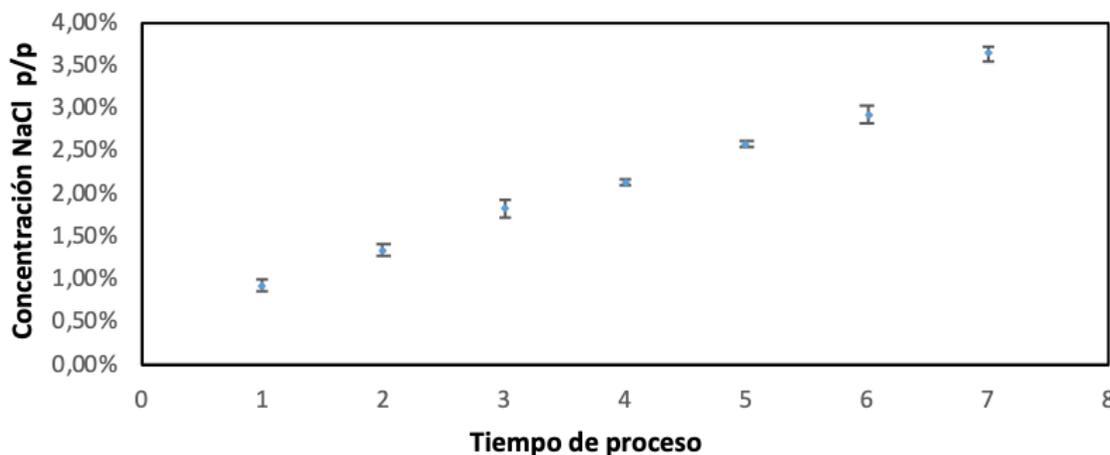
Figura 2. Curva calibración NaCl p/p a 50°C ± 2°C para determinación de concentración de sal de muestras de coproducto (Caldo de Pollo).



La concentración de NaCl en el coproducto aumenta durante el tiempo de cocción de las pechugas de pollo debido a que, durante las 7 horas de cocción, este coproducto permanece en el sistema de cocción. A medida que las pechugas de pollo son cocidas a temperaturas superiores a 85°C el coproducto se concentra, al evaporarse el agua, y la concentración de NaCl aumenta, esto se puede evidenciar

en la figura 3, donde a partir de la primera hora de cocción la concentración de NaCl supera el 1% (p/p) (se desean valores en PT de 0,3% a 0,6% [14]), para ello, y por condiciones de proceso (tiempo de set up de cada lote) se estima tener concentraciones del caldo de máximo 2,5% (este caldo será el concentrado para el producto terminado final, por lo que se desea llegar a la concentración entre 0,3% y 0,6%).

Figura 3. Concentración inicial de NaCl promedio en coproducto (caldo de pollo) a lo largo de los 7 estados de proceso en los 8 diferentes equipos de cocción de pechuga de pollo.



Se encontró que el factor tiempo de cocción tiene mayor efecto sobre la concentración de NaCl (de acuerdo con el gráfico de efectos estandarizados de Pareto) comparado con el tipo de proveedor de pechugas de pollo. Se

encontraron valores superiores al 2% de NaCl, por lo que fue necesario realizar ajustes en proceso (retirar parcialmente coproducto en el tiempo de cocción cuatro y adicionar agua hasta la séptima hora de cocción).

Tabla 1. Resultados diseño factorial dos efectos y dos niveles (tiempos de cocción= 4 y 7 h y tipo proveedor=1,2), los datos representan media con $n=6 \pm \sigma$ de NaCl p/p para cada efecto con su respectivo nivel en condiciones iniciales.

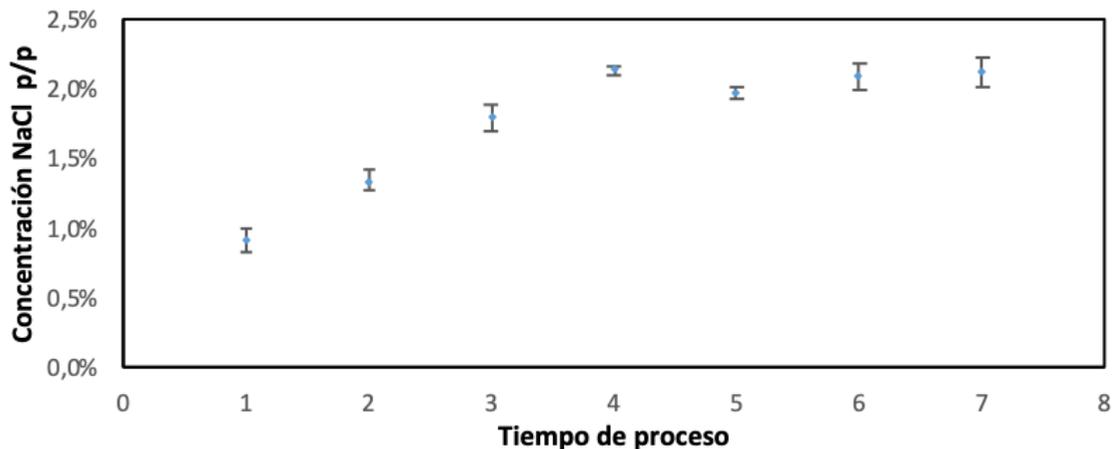
Tiempo Cocción /Proveedor	Proveedor 1	Proveedor 2
4 horas	2,11% \pm 0,06%	2,14% \pm 0,05%
7 horas	2,85% \pm 0,26%	2,90% \pm 0,12%

Fuente: Elaboración propia.

Determinación concentración sal (luego ajustes en proceso)

Fue necesario realizar ajustes operativos al proceso de cocción de pechugas de pollo, basados en retirar parcialmente coproducto a las 4 horas de cocción y adicionar 20% de agua para disminuir la concentración de NaCl en el coproducto que seguirá siendo el medio de cocción de las pechugas de pollo, a partir de la cuarta hora de cocción y hasta el final de la cocción de toda la materia prima (7 horas de cocción aproximadamente). Se logró disminuir la concentración de NaCl a partir de la cuarta hora, ya que, al adicionar agua, la concentración de NaCl se redujo, esto se observa en la figura 4, donde la concentración de NaCl en el estado 7 está cercana al 2% p/p, comparado con el 3% p/p del estado inicial.

Figura 4. Comportamiento luego de ajustes en proceso de NaCl promedio en coproducto (caldo de pollo) a lo largo de los 7 estados de proceso en los 8 diferentes equipos de cocción de pechuga de pollo.



Sensorialmente, un 3% p/p de NaCl se evidenció invasivo en exceso, por lo que no es aceptable. Como se observa en la tabla 2 este ajuste obtuvo valores cercanos al 2% p/p en los estados 4 y 7. Cabe resaltar que estos ajustes en proceso no afectaron la capacidad en horas hombres, equipos y tiempos de proceso, por lo que no se ve afectado el costo operativo, por el contrario, se utilizó tiempo muerto en proceso para dicha labor.

Tabla 2. Resultados diseño factorial dos efectos y dos niveles (tiempos de cocción= 4 y 7 h y tipo proveedor=1,2), los datos representan media con $n=6 \pm \sigma$ de NaCl para cada efecto con su respectivo nivel luego de ajustes en proceso.

Tiempo Cocción /Proveedor	Proveedor 1	Proveedor 2
4 horas	2,09% \pm 0,01%	2,08% \pm 0,01%
7 horas	2,10% \pm 0,01%	2,10% \pm 0,01%

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación parámetros sensoriales

A partir del Comment Analysis se generaron 30 palabras que describían las características sensoriales del caldo de

pollo. Posteriormente, el panel sensorial semi entrenado seleccionó 16 palabras con la frecuencia más alta de repetición para generar los descriptores sensoriales (atributos).

Tabla 3. Descriptores sensoriales definidos para el caldo de pollo obtenidos mediante panel sensorial bajo la metodología de comment análisis.

Descriptor	Definición
Pollo	Olor o sabor característico asociado a pollo cocido.
Vegetal	Olor o sabor característico asociado a vegetales frescos y aromáticos.
Pimienta	Olor asociado con picantes, producida principalmente por la piperina. Sensación que produce picor en la boca.
Grasoso	Olor o sabor asociado a grasas vegetales o animales.
Grasoso	Apariencia relacionada con la percepción de aceite superficial en un producto.
Salado	Olor o sabor característico de la sal de mesa (NaCl).
Verde	Apariencia relacionada con el color verde característico de los vegetales.
Uniforme	Homogeneidad y distribución de las partículas en el líquido.
Amarillo	Apariencia relacionada con el color amarillo característico de la grasa.
Beige	Apariencia relacionada con el color beige característico del pollo cocido.

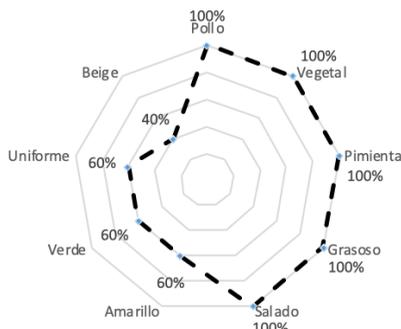
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del *Comment Analysis* generaron 10 principales atributos para el coproducto, de estos 5 fueron atribuidos al olor (pollo, vegetales, pimienta, grasoso y salado) y 5 atribuidos al aspecto (grasoso, verde, uniforme, amarillo y beige), base para definir las características básicas del coproducto al momento de la estandarización en planta. La intensidad de estos atributos se puede observar en la 5 donde los atributos de

olor tienen la mayor intensidad, por lo que la evaluación sensorial del olor de este coproducto en planta debe ser un parámetro fundamental para su aceptación o rechazo. De estos cabe resaltar el sabor salado, ya que este fue un parámetro para su estandarización mediante la conductividad eléctrica, en ninguna de las evaluaciones por parte de los panelistas determinaron un exceso de sal.

Figura 5. Resultados Comment Analysis para el coproducto Caldo de Pollo generado a partir de la evaluación de los panelistas semi entrenados de la compañía CW, se observa congruencia con las materias primas y el proceso de cocción de las pechugas de pollo.

Resultados Comment Analysis Caldo de Pollo



Evaluación aptitud de uso microbiológico.

Los datos referidos en la tabla 4 generan el gráfico de destrucción para *Salmonella spp.* La figura 6 muestra que el proceso y las condiciones de proceso son satisfactorias para tener una materia prima apta desde el punto de vista del concepto de aptitud de uso microbiológico. Adicional a esto, al realizar revisión del Food Code 2017, declara que para productos derivados de carnes blancas de pollo los tiempos de calentamiento son mínimo 76°C durante 25 segundos, por lo que el proceso supera tanto en tiempo como en temperatura estos dos parámetros.

Tabla 4. Datos en proceso tomados para el modelo en el Software Combase del coproducto (Caldo de Pollo) para el microorganismo patógenos salmonella spp.

Parámetro	Valor
pH	6,5
Temperatura final	88,8°C
Tiempo a temperatura final	5 minutos
Concentración% NaCl	2.10%
Carga inicial	>10 ⁶

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Parámetros iniciales y modelado predictivo de inactivación térmica para para salmonella spp en Software Combase con respecto al coproducto (Caldo de Pollo).



Tomados de <https://www.combase.cc/index.php/en/>

Impacto ahorro económico

Luego de la estandarización del coproducto mediante sus parámetros fisicoquímicos, sensoriales y la evaluación de su aptitud de uso microbiológico, se determinó

en conjunto con la Dirección de Alimentos de la compañía, las cantidades necesarias del caldo de pollo para las referencias de productos (1 a 10), donde este coproducto se empleó como materia prima, tal como se observa en la tabla 5.

Tabla 5. Litros de caldo necesario por unidad de envase en cada uno de los productos terminados de base cárnica. Cálculo realizado para llegar a concentraciones de sal entre 0,3% y 0,6%.

Referencia	Litros Necesarios (unidad)	Referencia	Litros Necesarios (unidad)
Producto 1	0,3	Producto 6	0,2
Producto 2	0,5	Producto 7	0,1
Producto 3	0,5	Producto 8	0,2
Producto 4	0,4	Producto 9	0,6
Producto 5	0,6	Producto 10	0,1

Fuente: Elaboración propia.

Según la determinación de los productos y la cantidad necesaria del caldo de pollo en formula, fue necesario la revisión de las tendencias de producción de cada una de estas referencias de producto para poder calcular la cantidad de caldo, el cual se realizó mediante el método de suavizamiento exponencial con datos de demanda real en el periodo de enero a septiembre de 2018. Se seleccionó este periodo de tiempo dado que, a partir de octubre de 2018, fue la fecha de finalización de la estandarización del caldo y la puesta en marcha del remplazo de la materia prima. Las figuras 7 y 8 muestran la demanda real en el tiempo analizado y los pronósticos en 9 periodos posteriores de los 10 productos donde se revisó el cambio de materia prima y la demanda de caldo que estos productos generarían.

Figura 7. Unidades producidas (●) y pronósticos (x) de demanda, calculado mediante método de suavizamiento exponencial de los 10 productos terminados determinados por la Dirección de Alimentos.

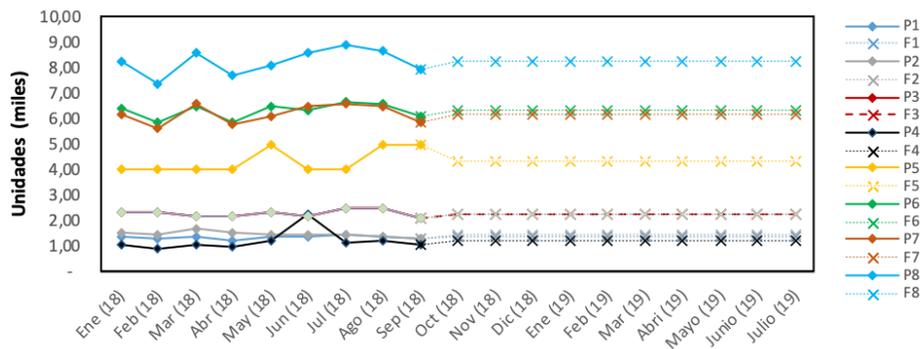
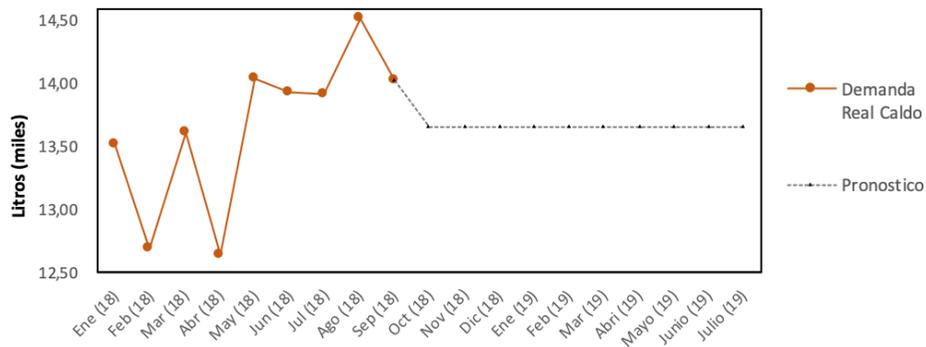


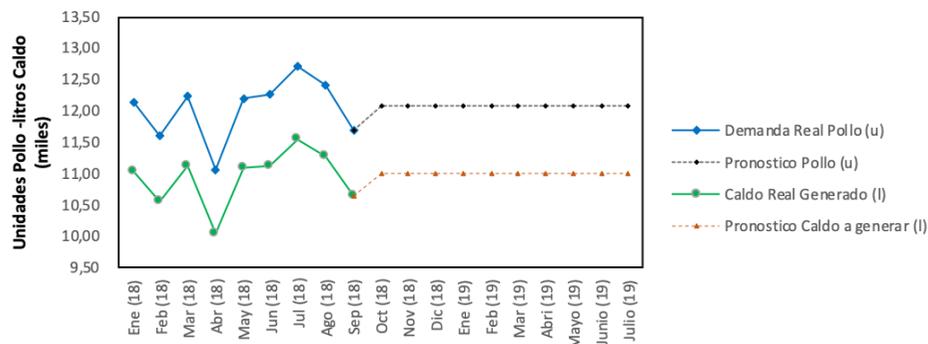
Figura 8. Cálculo de demanda real (●) y pronósticos (▲) del caldo de pollo en los periodos de enero 2018 a julio 2019.



De igual modo a la necesidad de caldo de pollo, se determinó la capacidad del proceso para generar el coproducto, mediante el método de suavizamiento exponencial de los datos de producción comprendidos entre enero a septiembre de 2018 y con pronósticos de 10

periodos posteriores. Este cálculo se puede determinar de esta manera ya que se tiene una relación directamente proporcional entre la cantidad de unidades de pollo procesadas y la generación del caldo de 0,9 litros/ unidad de pollo, tal como se puede observar en la figura 9.

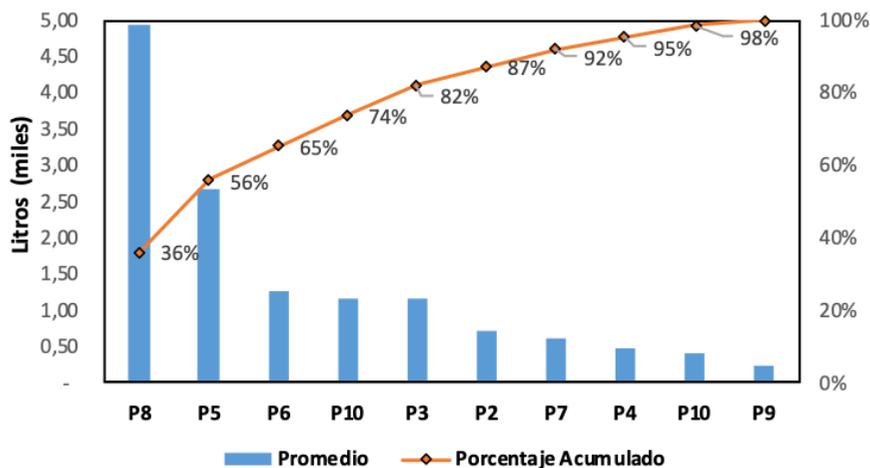
Figura 9. Comportamiento de demanda de pechuga de pollo y generación de caldo de pollo en los periodos de enero a septiembre de 2018. Pronósticos de producción y generación de caldo de pollo en los periodos de octubre de 2018 a julio 2019 mediante el método de suavizamiento exponencial.



Al comparar las figuras 9 y 8 se observa que tasa de generación del coproducto es menor a la demanda tanto en los datos reales como en los pronósticos calculados, por lo que no es posible reemplazar con el caldo de pollo la materia prima requerida para las 10 referencias de productos determinados por la Dirección de Alimentos, al realizar el cálculo

la demanda de coproducto solo se puede cumplir en un 81%. Por lo tanto, se realizó un gráfico de Pareto (figura 9), con el objetivo de priorizar y definir los productos a los cuales se les cambió la materia prima por el coproducto, así fueron seleccionados la referencia de productos P8, P5, P6, P10 y P3 que representan el 82% de la demanda del coproducto.

Figura 10. Gráfico de Pareto de promedio de litros de caldo necesario para cada de los 10 productos seleccionados, se encuentran que los productos P5, P5, P6 y P10 demandan el 74% del coproducto, por lo que son seleccionados ya que no superan el 81% necesario.



Teniendo en cuenta que la demanda de caldo promedio de estos 5 productos supera en 1% al caldo generado, para la referencia de producto P3, se crearon dos hojas de ruta de fabricación, (1) con el caldo de pollo y (2) con la materia prima anterior. La selección de la ruta depende de la cantidad de caldo disponible en inventario, con ello se asegura el consumo total del caldo mes a mes al 100%. Por lo anterior, se logró reducir la compra de materia prima, representando una disminución en el costo de producción

para las referencias de productos P8, P5, P6, P10 y P3. Por otra parte, con el objetivo de cuantificar la eficacia de los pronósticos, las decisiones tomadas y el ahorro económico al final del periodo de tiempo pronosticado (julio 2019), se recolectaron los datos de producción de pollo, generación, uso y desperdicio de caldo a lo largo del periodo comprendido entre enero de 2018 y julio de 2019, los cuales se observan en las figuras 11 y 12.

Figura 11. Unidades producidas de Pechuga de pollo en comparación con el pronóstico realizado mediante el método de suavizamiento exponencial en el periodo comprendido entre el año 2018 y el mes de julio de 2019. El MAPE del pronóstico calculado fue de 3.41%, aceptable y coherente con el comportamiento real de la demanda.

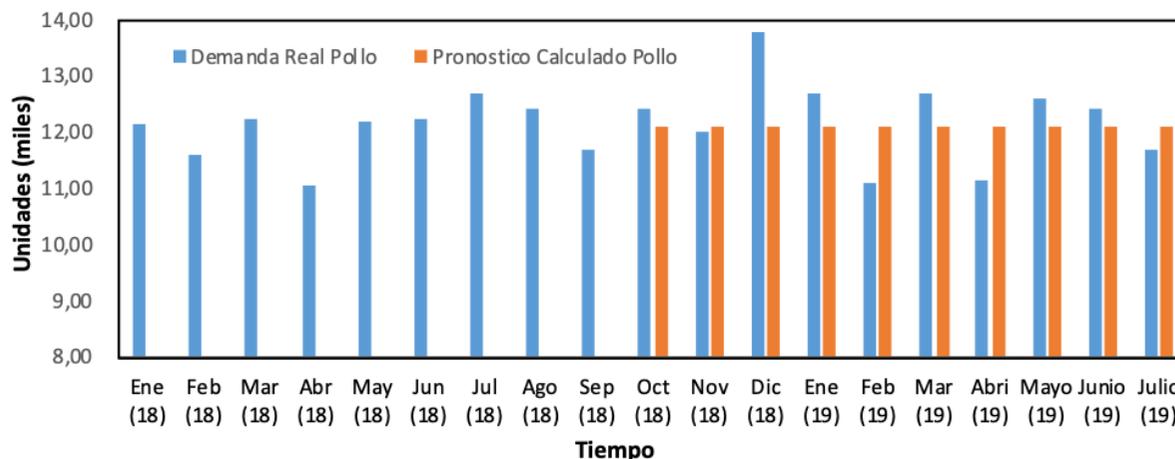
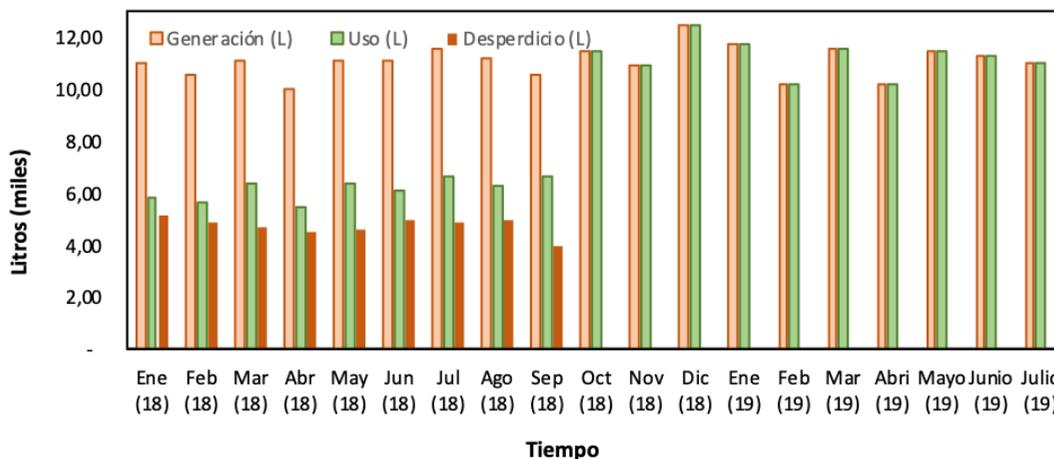


Figura 12. Comportamiento del Caldo de Pollo en cuanto a su generación, uso y desperdicio a lo largo de los periodos comprendidos entre el año 2018 y julio de 2019. Se observa eliminación del desperdicio a partir de octubre de 2018, mes donde se comenzó a aprovechar como materia prima en salsas de base cárnica.



Como se observa en la figura 12, a partir del mes de octubre de 2018, se eliminó el desperdicio del caldo de pollo, ya que se empleó al 100% en las 5 referencias de productos terminados seleccionados. Esto redujo alrededor de 61880 litros de caldo de pollo de desperdicio a lo largo de 10 meses, lo que representa una eliminación

del desperdicio en 238 litros diarios. Así, se infiere que los pronósticos realizados para la producción de pollo, caldo generado y en cada uno de los productos fue acertado, ya que se logró el objetivo de reducir el desperdicio al 100%.

Tabla 6. Resumen consumo (Kg) y costo de materia prima a cambiar por caldo de pollo en los periodos 2018 a 2019 (marzo).

Producto	MP sustituida (kg) x unidad necesaria	Unidades fabricadas (miles)	Ahorro \$ USD
P8	0,03	84,2	7977
P6	0,01	61,7	2339
P10	0,04	23,9	3886
P3	0,01	23,9	971
Total			15173

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, como se observa en la tabla 6, en un periodo de 10 meses el ahorro en materia prima fue de aproximadamente de 15.000 USD al año, lo que representa 1260 USD al mes. Aunque este ahorro es menos del 1% del costo de maquila, es significativo ya que disminuye en un 13% los residuos orgánicos que se generan en total la planta de producción.

Conclusiones

Mediante la implementación de la metodología Comment Analysis y la medición de conductividad eléctrica fue posible la estandarización del coproducto caldo de pollo en concentraciones de NaCl de 2% \pm 0,5 y 9 principales descriptores sensoriales, esto permitió entregar al personal de producción las bases para fabricar un producto estable a lo largo de los tiempos de cocción. Los tiempos y temperaturas de proceso son seguros para asegurar la inocuidad microbiológica del coproducto y su empleo en las bases de base cárnica. Aunque el coproducto es apto para ser empleado en 10 SKU, la capacidad del proceso solo permitió que fuera empleado en 5 SKU's, eliminando 61,000 litros de residuos y generando un ahorro de 15,000 USD en 10 meses. Finalmente, se

consiguió reducir un 13% los residuos sólidos generados en el proceso, lo cual va de la mano de la tendencia mundial en reducir los desperdicios de alimentos y de las políticas de ahorro de la compañía.

Agradecimientos

Queremos agradecer a la Universidad de La Sabana y a la compañía donde se realizó el presente proyecto, quienes nos proporcionaron los recursos necesarios para lograr los objetivos propuestos.

Referencias

- [1] A. Poças Ribeiro, J. Rok, R. Harmsen, J. Rosales Carreón, and E. Worrell, "Food waste in an alternative food network – A case-study," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 149, no. November 2018, pp. 210–219, 2019, doi: 10.1016/j.resconrec.2019.05.029.
- [2] G. Liu, "Food Losses and Food Waste in China: A First Estimate," no. 66, 2014, [Online]. Available: <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/5jz5sq5173lq.pdf?expires=1399902900>

- &id=id&accname=guest&checksum=827763753514AD7F847D436DEE7F24A0.
- [3] A. . Fallis, “Europe 2020 Flagship Initiative Innovation Union,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [4] C. Arias Bustos and E. H. M. Moors, “Reducing post-harvest food losses through innovative collaboration: Insights from the Colombian and Mexican avocado supply chains,” *J. Clean. Prod.*, vol. 199, pp. 1020–1034, 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.06.187.
- [5] P. Garrone, M. Melacini, and A. Perego, “Opening the black box of food waste reduction,” *Food Policy*, vol. 46, pp. 129–139, 2014, doi: 10.1016/j.foodpol.2014.03.014.
- [6] C. Martin-Rios, C. Demen-Meier, S. Gössling, and C. Cornuz, “Food waste management innovations in the foodservice industry,” *Waste Manag.*, vol. 79, pp. 196–206, 2018, doi: 10.1016/j.wasman.2018.07.033.
- [7] P. Garrone, M. Melacini, A. Perego, and S. Sert, “Reducing food waste in food manufacturing companies,” *J. Clean. Prod.*, vol. 137, pp. 1076–1085, 2016, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.07.145.
- [8] E. Papargyropoulou, N. Wright, R. Lozano, J. Steinberger, R. Padfield, and Z. Ujang, “Conceptual framework for the study of food waste generation and prevention in the hospitality sector,” *Waste Manag.*, vol. 49, pp. 326–336, 2016, doi: 10.1016/j.wasman.2016.01.017.
- [9] S. A. Lynch, A. M. Mullen, E. O’Neill, L. Drummond, and C. Álvarez, “Opportunities and perspectives for utilisation of co-products in the meat industry,” *Meat Sci.*, vol. 144, no. January, pp. 62–73, 2018, doi: 10.1016/j.meatsci.2018.06.019.
- [10] J. J. Escario, C. Rodriguez-Sanchez, and L. V. Casaló, “The influence of environmental attitudes and perceived effectiveness on recycling, reducing, and reusing packaging materials in Spain,” *Waste Manag.*, vol. 113, pp. 251–260, 2020, doi: 10.1016/j.wasman.2020.05.043.
- [11] D. Pleissner, “Recycling and reuse of food waste,” *Curr. Opin. Green Sustain. Chem.*, vol. 13, pp. 39–43, 2018, doi: 10.1016/j.cogsc.2018.03.014.
- [12] A. Physiological, “Introduction to Sensory Evaluation,” pp. 1–12, doi: 10.1016/B978-0-12-672480-6.50005-6.
- [13] F. G. A. Fonseca, E. A. Esmerino, E. R. T. Filho, J. P. Ferraz, A. G. da Cruz, and H. M. A. Bolini, “Novel and successful free comments method for sensory characterization of chocolate ice cream: A comparative study between pivot profile and comment analysis,” *J. Dairy Sci.*, vol. 99, no. 5, pp. 3408–3420, 2016, doi: 10.3168/jds.2015-9982.
- [14] H. Hayabuchi *et al.*, “Validation of preferred salt concentration in soup based on a randomized blinded experiment in multiple regions in Japan— influence of umami (l-glutamate) on saltiness and palatability of low-salt solutions,” *Hypertens. Res.*, vol. 43, no. 6, pp. 525–533, 2020, doi: 10.1038/s41440-020-0397-1.
- [15] H. Rostaing *et al.*, “Analyse de commentaires libres par la technique des réseaux de segments To cite this version : HAL Id : sic _ 00827215,” 2013.
- [16] R. Symoneaux, M. V. Galmarini, and E. Mehinagic, “Comment analysis of consumer’s likes and dislikes as an alternative tool to preference mapping. A case study on apples,” *Food Qual. Prefer.*, vol. 24, no. 1, pp. 59–66, 2012, doi: 10.1016/j.foodqual.2011.08.013.
- [17] FDA, “Food Code,” *US Public Heal. Serv.*, vol. 0001, no. 1, pp. 237–304, 2017.
- [18] J. M. Jurado, A. Alcázar, R. Muñoz-Valencia, S. G. Ceballos-Magaña, and F. Raposo, “Some practical considerations for linearity assessment of calibration curves as function of concentration levels according to the fitness-for-purpose approach,” *Talanta*, vol. 172, no. March, pp. 221–229, 2017, doi: 10.1016/j.talanta.2017.05.049.

Los Autores



Sebastian Camilo Ramos Lopez

Ingeniero de Producción Agroindustrial de la Universidad de la Sabana en el año 2014.

Estudiante Maestría Diseño y Gestión de Procesos de la Universidad de la Sabana.

sebastianralo@unisabana.edu.co



Annamaria Filomena Ambrosio

Ingeniera de Producción Agroindustrial de la Universidad de la Sabana en el año 2007.

Maestría Diseño y Gestión de Procesos de la Universidad de la Sabana 2012.

Anna.filomena@unisabana.edu.co



Luz Indira Sotelo Diaz

Ingeniera de alimentos por la Universidad Jorge Tadeo Lozano, especialista y doctora en Ciencia y Tecnología de alimentos por la Universitat Politècnica de València

indira.sotelo@unisabana.edu.co