

Diseño de alimentos: de la reflexión al proceso de formulación

Food Design: from reflection to formulation process

Juan Sebastián Ramírez-Navas^a  juan.ramirez@javerianacali.edu.co; Patricia López-Ramírez^a  patricia.lopez@javerianacali.edu.co;

Leidy Marcela Montoya-Devia^a  leidy.montoya@javerianacali.edu.co;

Sandra Patricia Betancourt-Botero^a  sandra.betancourt@javerianacali.edu.co

^aGrupo de Investigación en Ciencias Básicas y Clínicas de la Salud. Departamento de Alimentación y Nutrición, Facultad de Ciencias de la Salud. Pontificia Universidad Javeriana Cali. Calle. 18 #118 – 250, Barrio Pance, Cali, Valle del Cauca, Colombia.

Recibido: 01/02/2024 Aceptado: 30/04/2024

Citar, APA: Ramírez-Navas, J. S., Betancourt-Botero, S. P., Montoya-Devia, L. M. y López-Ramírez, P. (2024). Diseño de alimentos: de la reflexión al proceso de formulación. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 11 (1), 57–79. <https://doi.org/10.23850/24220582.6221>

Resumen En este artículo se presenta un ejercicio de reflexión, que parte del análisis del trabajo realizado durante varios años por el equipo de investigadores de la línea de Ciencia y Tecnología de Alimentos y desemboca en la estructuración de un protocolo educativo innovador enfocado en el diseño de alimentos mediante el aprendizaje basado en retos (ABR), el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y el *design thinking* (DT). Se detalla cada una de las partes del protocolo y su fundamentación en la literatura científica. Se destaca la importancia de la adecuada estructuración de un equipo de trabajo diverso y cohesionado, la selección cuidadosa del mercado objetivo, y la formulación y prototipado basados en necesidades reales de los consumidores. Esta metodología pedagógica no solo busca innovar en el ámbito alimentario, sino también preparar a los estudiantes para enfrentar desafíos reales, promoviendo competencias como el liderazgo, pensamiento crítico y habilidades prácticas, integrando conocimientos técnicos y prácticos, buscando futuros profesionales que contribuyan de manera significativa a la industria alimentaria y a la mejora de la salud pública.

Palabras clave: Aprendizaje basado en proyectos, desarrollo de productos alimenticios, educación multidisciplinaria, innovación en alimentos, pensamiento de diseño.

Abstract In this paper, a reflection exercise is presented, which stems from the analysis of the work carried out over several years by the team of researchers in the Food Science and Technology field, leading to the structuring of an innovative educational protocol focused on food design through Challenge-Based Learning (CBL), Project-Based Learning (PBL), and *Design Thinking* (DT). Each part of the protocol is detailed along with its grounding in scientific literature. The importance of properly structuring a diverse and cohesive team, carefully selecting the target market, and formulating and prototyping based on real consumer needs was highlighted. This pedagogical methodology not only aims to innovate in the food industry but also prepares students to face real challenges, promoting competencies such as leadership, critical thinking, and practical skills, integrating technical and practical knowledge, seeking future professionals who contribute significantly to the food industry and public health improvement.

Keywords: Design thinking, food innovation, food product development, multidisciplinary education, project-based learning.

Introducción

La alimentación, como pilar fundamental de la salud humana, constituye un campo de estudio esencial que abarca múltiples disciplinas, incluyendo diversas ingenierías, la nutrición, la gastronomía, la química, entre otras. Los alimentos no solo son fuente de energía y nutrientes esenciales para el buen funcionamiento del organismo, sino también elementos clave en la educación alimentaria y en el desarrollo de hábitos alimenticios saludables (Codex, 1997).

Lograr productos alimenticios procesados, para una adecuada alimentación, requiere del diseño de alimentos, campo que abarca la modificación, mejora y optimización de las interacciones alimentarias, siendo un área compleja e interdisciplinaria que requiere un profundo conocimiento de los productos alimenticios, la tecnología y el comportamiento del consumidor (Schifferstein, 2023). Sin embargo, actualmente se requiere que los profesionales involucrados en el diseño de alimentos consideren, además de las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas, el impacto nutricional y funcional de sus creaciones. También es importante la evaluación de las tendencias culturales y sociales en el diseño alimentario, con un enfoque en las prácticas sostenibles y los beneficios para la salud del consumidor (Klimenko y Lychagina, 2020; Schifferstein *et al.*, 2020).

En la actualidad, la humanidad enfrenta grandes retos en materia de salud pública, como la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles, incluyendo la obesidad, la diabetes, la hipertensión arterial y el cáncer (Hamid y Abbasi, 2020). Ante este escenario, resulta primordial que los departamentos dedicados a la Investigación, Desarrollo e

Innovación (I&D+i), tanto del sector alimentario como en el del académico, asuman un enfoque holístico en el diseño de alimentos (Bordewijk y Schifferstein, 2020). En este contexto, diversos estudios han examinado el carácter interdisciplinario del diseño de alimentos. Por ejemplo, investigaciones realizadas por Liu *et al.* (2022) y McClements (2020), resaltan la importancia de estos componentes (impacto nutricional y funcional) en el desarrollo de productos alimenticios buscando que no solo sean más saludables sino también sostenibles.

La meta será crear productos que no solo sean agradables al paladar y viables desde el punto de vista comercial, sino que también presenten un perfil nutricional equilibrado (Batista *et al.*, 2022; Trejo-Osti *et al.*, 2021). Este equilibrio nutricional es clave para contribuir efectivamente a mejorar el bienestar general de la población. Por otro lado, Comber *et al.* (2012) señalan que, para diseñar interacciones significativas y positivas, entre la naturaleza omnipresente de los alimentos, las diferencias socioculturales en las prácticas alimentarias y un panorama alimentario global en constante cambio, es esencial identificar las prácticas alimentarias diarias y las oportunidades para el diseño de tecnología que apoye dichas prácticas. No obstante, se reconoce la necesidad de ampliar la investigación en este campo, tal como señalan Lewis y Burton-Freeman (2010) y Latino *et al.* (2019).

Los docentes de las disciplinas relacionadas con la alimentación deben enfrentar el reto de impartir a los estudiantes un conocimiento amplio y profundo integrando diversas áreas del conocimiento. Debido a la necesidad de los estudiantes por conocer los avances realizados en el área de los alimentos, es recomendable que se incorporen en los planes de estudio universitarios las investigaciones y avances más recientes en nutrición, tecnología de los alimentos y salud pública para fomentar una

perspectiva completa en el diseño de alimentos. Este enfoque preparará a los estudiantes para afrontar y solucionar los retos contemporáneos del sector alimenticio, impulsando la elaboración de productos que sean tanto seguros y nutricionales como accesibles para la población. Esto demanda un compromiso firme con la innovación responsable enmarcada en un trabajo multidisciplinar, que tenga en cuenta los efectos de los productos alimenticios en la salud a largo plazo. Es así que, desde el punto de vista docente, la aplicación de la metodología educativa propuesta propende, no solo por enriquecer la formación de los futuros especialistas del ámbito nutricional, sino que también puede influir de manera significativa en la sociedad al promover patrones de consumo saludables y reducir la incidencia de enfermedades derivadas de la alimentación.

En este artículo se presenta un ejercicio de reflexión, que nace del análisis del trabajo realizado en el diseño de alimentos durante varios años por el equipo de investigadores de la línea de Ciencia y Tecnología de Alimentos y culmina en la consolidación de un protocolo educativo innovador enfocado en el diseño de alimentos, que integra metodologías como el aprendizaje basado en proyectos (ABP), el aprendizaje basado en retos (ABR) y el *design thinking* (DT). Se tomaron en consideración estas metodologías de aprendizaje, debido a que fomentan el pensamiento creativo, el respeto por las opiniones ajenas, la autogestión, el trabajo colaborativo, el aprendizaje activo, el pensamiento crítico y acerca a los estudiantes a contextos reales (Tsybulsky y Muchnik-Rozanov, 2023), fortaleciendo de ese modo, sus competencias tanto técnicas como transversales.

Asimismo, en el presente artículo se expone el proceso seguido por los estudiantes/investigadores (EI) a lo largo del semestre académico en la puesta en marcha de dicho protocolo, que va desde la conceptualización hasta la presentación final de productos

alimenticios saludables. Este recorrido pedagógico demuestra la aplicabilidad de los conocimientos teóricos en escenarios reales y resalta la importancia de la educación práctica y el aprendizaje activo en la formación de profesionales capaces de contribuir significativamente al campo de la alimentación y nutrición. Este esfuerzo colectivo refleja el compromiso de la academia con la promoción de una alimentación saludable y sostenible, proponiendo una hoja de ruta clara para futuras innovaciones en el diseño de alimentos.

Fundamentos teóricos

Aprendizaje basado en proyectos (ABP) y aprendizaje basado en retos (ABR)

Son enfoques educativos que se basan en la presentación de desafíos reales y significativos a los estudiantes como punto central del proceso de aprendizaje. En estas metodologías, los estudiantes se involucran activamente en la resolución de problemas y situaciones auténticas que reflejan escenarios del mundo real. Estos retos estimulan el pensamiento crítico, la creatividad y la colaboración, alentando a los estudiantes a aplicar conocimientos y habilidades adquiridas para encontrar soluciones innovadoras.

El ABR promueve la adquisición de competencias prácticas y valiosas para la vida, lo que impulsa el desarrollo integral de los estudiantes y su capacidad para enfrentar situaciones complejas y variadas en su futuro profesional, fortaleciendo las competencias en liderazgo, trabajo en equipo y pensamiento crítico (Tsybulsky y Muchnik-Rozanov, 2023), y potenciando el aprendizaje profundo no solo desde lo técnico, sino desde la interrelación (Ceh-Varela *et al.*, 2023).

Design thinking (DT)

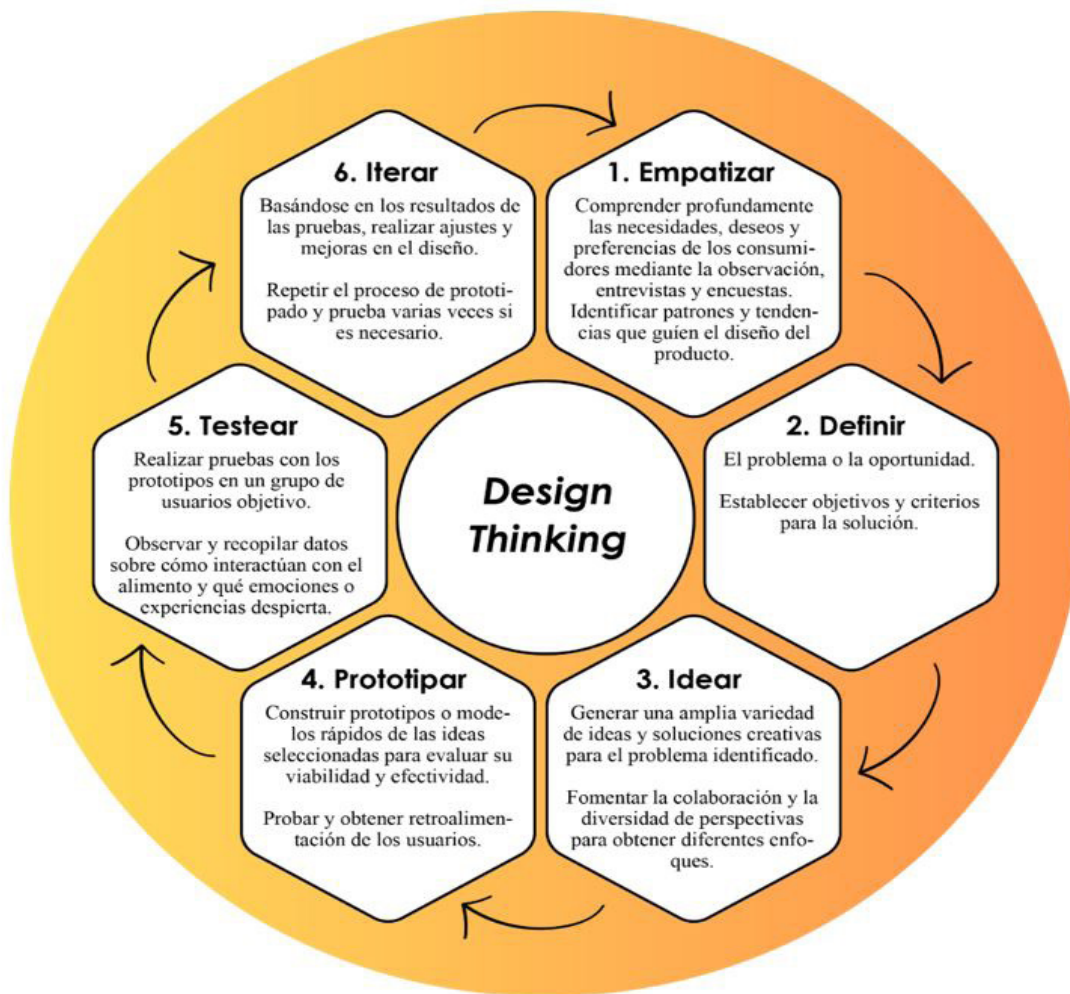
De forma general, se define como un enfoque metodológico que busca resolver problemas y generar soluciones innovadoras a través de un

proceso centrado en el usuario y la empatía. Se basa en la creatividad, el pensamiento iterativo y la colaboración entre equipos multidisciplinarios (Batat, 2021). En lugar de centrarse únicamente en la tecnología o la viabilidad económica, el DT pone el énfasis en las necesidades y deseos reales de las personas para quienes se está

diseñando un producto o servicio. En el diseño de alimentos, el DT se utiliza para desarrollar productos alimenticios que satisfagan las necesidades y preferencias de los consumidores de manera innovadora. El proceso de aplicación del DT, para la formulación de un alimento, se resume en los siguientes pasos (Figura 1):

Figura 1

Proceso de aplicación del Design Thinking



Objetivos del ejercicio académico

La Pontificia Universidad Javeriana Cali se posiciona en la vanguardia de este esfuerzo educativo al implementar un protocolo para

la formulación de alimentos en sus cursos de Tecnologías de los alimentos (TA) y Fundamentos de diseño de nuevos productos alimenticios (FDNPA). Mediante la aplicación de metodologías activas como el ABR y ABP,

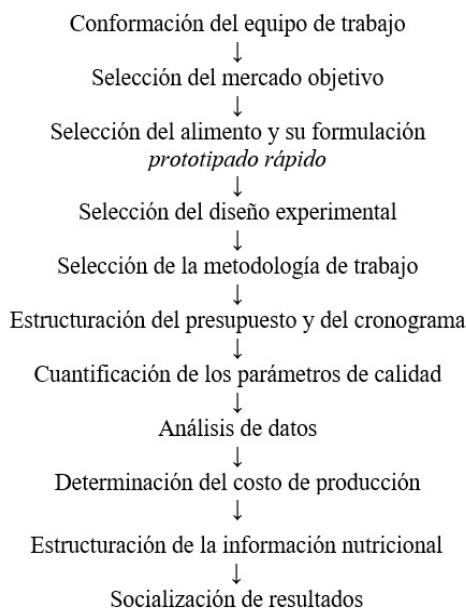
complementadas con el enfoque de DT, se busca equipar a los estudiantes con las herramientas necesarias para el diseño innovador y consciente de alimentos. En los cursos se propone, en el protocolo, como objetivo general del ejercicio: “Desarrollar habilidades y competencias metodológicas, conceptuales y prácticas en los estudiantes del Programa de Nutrición y Dietética para innovar en el diseño de productos alimenticios que satisfagan las necesidades y expectativas de la población objetivo”. Y como objetivos específicos: 1) aplicar los principios del *Design Thinking* (DT); 2) desarrollar habilidades de prototipado y pruebas de concepto; y, 3) fomentar la creatividad y el trabajo colaborativo. Este ejercicio se hace tomando como base el ABR o ABP según el caso.

Protocolo educativo para diseñar alimentos

A continuación, se presenta un protocolo dirigido a los **Estudiantes/Investigadores (EI)** para diseñar un producto alimenticio. Además, se aportan ejemplos y se recomienda literatura científica que permite ampliar las temáticas relacionadas en la **Figura 2**.

Figura 2

Actividades propuestas en el protocolo para formular un alimento



Conformación del equipo de trabajo

En la primera semana de trabajo, los EI deben conformar un equipo de trabajo. Esta conformación es de suma importancia en cualquier proyecto o actividad, ya que un equipo cohesionado y diverso puede potenciar la eficiencia, creatividad y productividad en la resolución del problema planteado. Un equipo bien conformado puede combinar una variedad de habilidades, conocimientos y experiencias que se complementan entre sí, lo que permite abordar los desafíos desde diferentes perspectivas y generar soluciones más completas y robustas. Además, lograr un buen equipo fomenta la colaboración, la comunicación efectiva y la motivación entre sus miembros, lo que contribuye al logro de metas comunes de manera más efectiva y eficiente (Sánchez-Pérez y Otálora, 2006).

La conformación de un equipo de trabajo debe realizarse de manera cuidadosa y estratégica. Para ello, se pueden seguir los siguientes pasos:

1) Definir los objetivos y tareas del proyecto, esto permitirá identificar las habilidades y conocimientos necesarios en los miembros del equipo.

2) Identificar las competencias requeridas: evaluar las habilidades, conocimientos y experiencia necesarios para llevar a cabo las tareas del proyecto de manera exitosa.

3) Fomentar la diversidad: buscar la inclusión de miembros con diferentes experiencias, antecedentes culturales y habilidades, ya que esto enriquecerá la perspectiva y creatividad del equipo.

4) Definir roles y responsabilidades claras a cada miembro del equipo con base en sus habilidades y competencias.

5) Establecer una comunicación efectiva: promover la comunicación abierta y clara entre los miembros del equipo para asegurar una buena coordinación y flujo de información.

6) Fomentar el trabajo en equipo: promover el espíritu de colaboración, confianza y respeto entre los miembros del equipo para garantizar una dinámica positiva y productiva.

7) Evaluar el progreso y resultados: realizar seguimientos para identificar oportunidades de mejora y retroalimentación constructiva.

Selección

Una vez que los EI han definido cuál es su equipo de trabajo, el siguiente paso será seleccionar 1) el mercado objetivo, 2) el producto alimenticio con el que trabajarán, 3) la formulación base. 4) el diseño experimental (DoE) que mejor se ajusta a su requerimiento, 5) la metodología de trabajo. A continuación, se describen brevemente cada uno de estos puntos.

Selección del mercado objetivo

En la fase preliminar del desarrollo de productos, se debe abordar la identificación de una necesidad específica en el mercado o un requerimiento nutricional puntual de cierto segmento poblacional. La meta consiste en definir claramente el grupo objetivo del producto y la razón de su importancia para dicho grupo. Es crucial recurrir a fuentes fidedignas que proporcionen datos estadísticos sólidos sobre salud, tales como la Organización Mundial de la Salud (OMS, www.who.int), la Encuesta Nacional de Situación Nutricional (ENSIN 2005, 2010 y 2015) (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2024), así como organizaciones enfocadas en enfermedades no transmisibles específicas, entre otras.

El EI debe recopilar datos generales sobre el estado nutricional de la población, seleccionando aquellos pertinentes a su proyecto. Por ejemplo, para la creación de una barra de cereales rica en hierro destinada a las loncheras escolares, es necesario investigar estadísticas que evidencien carencias de este micronutriente (Covino *et*

al., 2015; Nathiya y Vigasini, 2012). Además, es importante analizar las tendencias de mercado y de consumo que guarden relación con el producto, incluyendo características valoradas por los consumidores. Hay múltiples tendencias asociadas al consumidor que están relacionadas con algunas de estos tres grupos, salud, placer o conveniencia (Dornblaser, 2017).

Si el objetivo es desarrollar una barra de cereales que, además de aportar hierro, sea libre de conservantes y azúcares añadidos, dado que se ha identificado que las madres valoran estos aspectos al elegir productos para sus hijos, el análisis debe incluir datos que respalden la inclinación de los consumidores hacia alimentos sin azúcar añadido, con reducido contenido de azúcar, sin conservantes, sin colorantes o sin saborizantes artificiales (Principal *et al.*, 2022; Wandeka *et al.*, 2022).

Algunas de las herramientas usadas para establecer estadísticas relacionadas con el mercado y el consumidor corresponden a aquellas brindadas por Mintel, conocida en español como la agencia de inteligencia de mercado líder a nivel mundial (MINTEL, 2024) y por Euromonitor International o también llamado proveedor mundial de inteligencia empresarial, análisis de mercado y perspectivas del consumidor (Euromonitor International, 2024).

Selección del alimento

La elección del alimento a diseñar, así como la selección de las materias primas e ingredientes utilizados en su formulación, es un proceso complejo y multifacético (Jonkman *et al.*, 2017; Schifferstein, 2016), influenciado por una intrincada combinación de factores, entre los que incluyen aspectos nutricionales (Prosekov *et al.*, 2022), económicos (Lee *et al.*, 2020), culturales (Klimenko y Lychagina, 2020), tecnológicos, geográficos (Jarma-

Arroyo *et al.*, 2020), ambientales (Vermeir *et al.*, 2020), conductuales y psicológicos (Spence *et al.*, 2020). Adicionalmente, en su elaboración se deben considerar aspectos como la densidad nutricional de los ingredientes, las pérdidas nutricionales durante el proceso y las características de manejo y almacenamiento.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que existen factores que dictan las elecciones de los consumidores en la vida diaria, tales como el costo, la conveniencia, las preferencias culturales, las influencias sociales, entre otras. Sin embargo, lo importante es lograr un equilibrio entre satisfacer las expectativas del consumidor y adaptarse a consideraciones prácticas como la calidad del producto (físicoquímica, microbiológica, nutricional, sensorial, etc.).

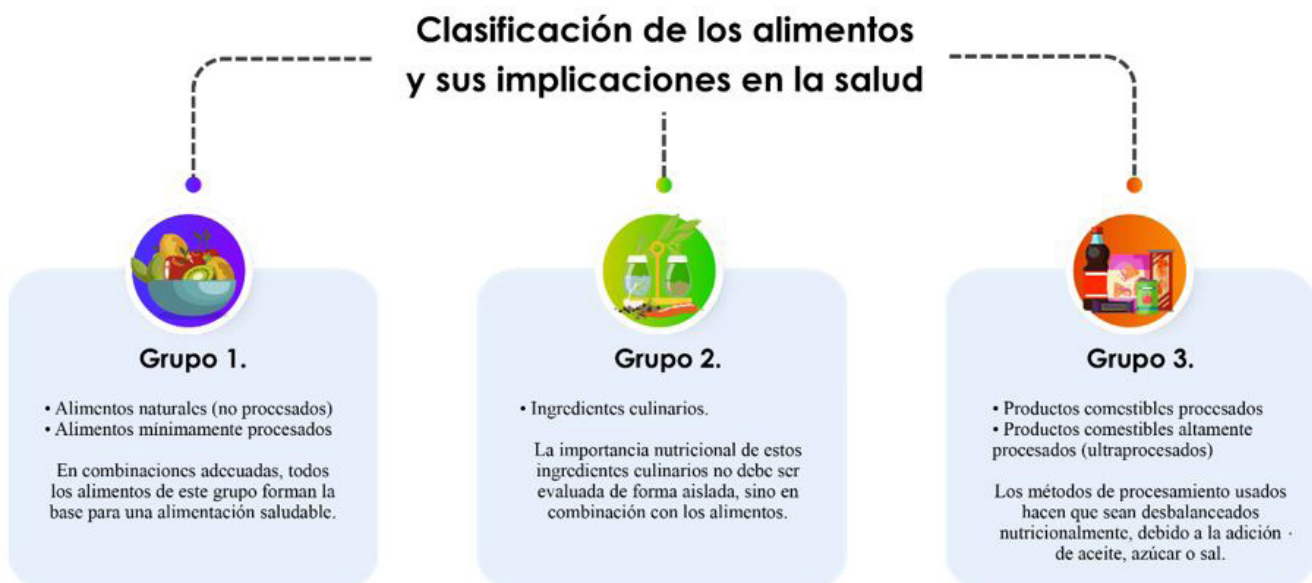
Lo anterior, llevará a los EI a focalizar su decisión en la elección del alimento a diseñar

en los tipos de productos enmarcados en el concepto de generación de impacto en la salud de los consumidores (Figura 3), (Organización Panamericana para la Salud [OPS], 2024). Posteriormente, se realizará el proceso de ideación a través de una lluvia de ideas y, por medio de procesos de investigación de antecedentes, discusión y trabajo en equipo, generando así la definición de los productos a desarrollar. Una vez definidos los productos, se realiza una consulta de la toda normativa vigente relacionada con el producto seleccionado y se evalúa su comportamiento en el mercado, las tendencias de consumo, venta y marcas líderes de productos en la misma línea.

Finalmente, con base en la información recopilada, se deberá precisar el producto, sus características principales, nicho de mercado y su promesa de valor, definiendo el concepto del producto a desarrollar.

Figura 3

Clasificación de los alimentos y sus implicaciones en la salud



Formulación básica y exploración de materias primas

En esta etapa del proceso, se deberá generar un prototipado rápido que permite a los EI realizar un acercamiento a las diferentes materias primas y productos desarrollados para el mercado de alimentos. De este modo, se conoce de manera dinámica el comportamiento del producto, dirección de los ajustes y respuesta inicial de los posibles consumidores, presentando un acercamiento rápido al producto que planean desarrollar y que posteriormente tendrá una formulación optimizada a través de la realización del diseño experimental (Olsen, 2015).

Selección del diseño experimental

El diseño de experimentos (DoE) es una metodología estadística que se utiliza para planificar, conducir y analizar experimentos con el fin de obtener información precisa y relevante sobre el efecto de diferentes variables en un proceso o sistema (Gutiérrez-Pulido y de la Vara Salazar, 2012). El DoE permite identificar las variables clave que afectan el resultado del experimento y optimizar los factores de interés para lograr el mejor resultado posible con el menor número de pruebas.

En el diseño de productos alimenticios, el DoE se aplica para mejorar la calidad del producto, optimizar las formulaciones y procesos de fabricación, y desarrollar alimentos más competitivos en el mercado (Miranda-Ackerman y García-Lechuga, 2020). La aplicación del DoE en el diseño de productos alimenticios permite una toma de decisiones basada en datos, mejora la eficiencia en el desarrollo de nuevos productos y ayuda a optimizar los procesos de fabricación para obtener alimentos de alta calidad y con características deseables para los consumidores (Hidalgo-Piamba *et al.*, 2024; Hidalgo-Piamba *et al.*, 2018).

El DoE en el diseño de alimentos es un proceso complejo y multifacético, con una variedad de metodologías y estrategias adaptadas a

diferentes aspectos del desarrollo de productos alimenticios.

La elección de un DoE se lleva a cabo considerando diversos factores, entre ellos el propósito específico de la investigación, la complejidad del sistema de alimentos bajo estudio, el número de variables y sus distintos niveles a analizar, así como los recursos a disposición tales como tiempo, presupuesto y equipamiento. Además, la precisión que se busca alcanzar en los resultados influye significativamente en esta elección. Un diseño factorial completo se selecciona para realizar un análisis exhaustivo que contemple todas las posibles interacciones entre las variables implicadas.

Sin embargo, cuando se busca minimizar el número de pruebas manteniendo un nivel aceptable de información vital, se opta por diseños factoriales fraccionados o diseños de bloques. Este último enfoque permite una simplificación de los experimentos sin comprometer en exceso la calidad y el valor de los resultados obtenidos. Esta decisión estratégica requiere de un cuidadoso equilibrio entre la amplitud y profundidad del análisis deseado y la eficiencia en el aprovechamiento de los recursos disponibles, buscando siempre maximizar los beneficios de la investigación dentro de las limitaciones existentes (Gutiérrez-Pulido y de la Vara Salazar, 2012).

Considerando estos antecedentes, para este ejercicio, los pasos para aplicar el DoE en el diseño de productos alimenticios son los siguientes:

- 1) Establecer claramente el objetivo del experimento, como mejorar la textura, sabor, vida útil, valor nutricional u otros atributos del producto.

- 2) Identificar las variables o factores que pueden influir en el atributo que se desea mejorar, como los ingredientes, proporciones, tiempos y temperaturas de procesamiento.

3) Utilizar técnicas de DoE para planificar las pruebas de manera eficiente. Esto implica seleccionar un diseño apropiado, como el diseño factorial o el diseño de superficie de respuesta, que permita evaluar múltiples variables simultáneamente.

4) Llevar a cabo las pruebas según el diseño planificado, controlando cuidadosamente las variables y registrando los resultados de cada ensayo.

5) Aplicar métodos estadísticos para analizar los datos obtenidos y determinar qué variables tienen un impacto significativo en el atributo del producto.

6) Utilizar los resultados del análisis estadístico para identificar las mejores combinaciones de variables que conduzcan al mejor resultado deseado.

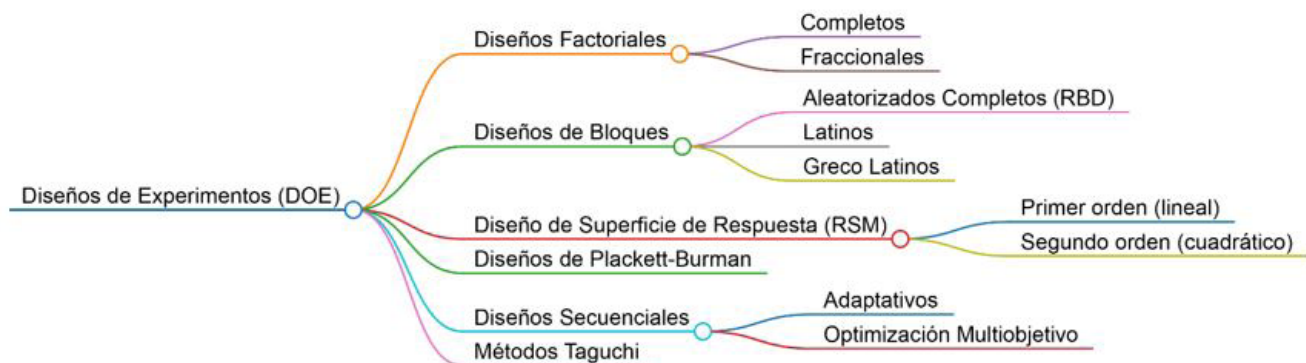
7) Verificar los resultados obtenidos y validar que las optimizaciones realizadas en el diseño

del producto conducen a mejoras significativas en la calidad del producto alimenticio (Bower, 2013; Gutiérrez-Pulido y de la Vara Salazar, 2012; Hidalgo-Piamba *et al.*, 2024).

En el diseño de productos alimenticios, existen varios que se aplican para investigar y optimizar diferentes aspectos del proceso de fabricación y las características del producto. La elección del DoE dependerá de los objetivos específicos del estudio, las variables a investigar y la complejidad del proceso de fabricación del alimento. Cada uno de estos DoE proporciona una estructura estadística sólida para obtener conclusiones precisas y respaldar la toma de decisiones informadas en el diseño y optimización de productos alimenticios. Algunos de los comúnmente utilizados en la industria alimentaria se observan en la **Figura 4**.

Figura 4

Tipos de diseños de experimento



● **Diseño Factorial:** Es uno de los diseños más utilizados en el diseño de alimentos. Permite estudiar el efecto e interacción de dos o más variables independientes (factores) de manera simultánea (Hidalgo-Piamba *et al.*, 2024). Por ejemplo, en la formulación de un nuevo producto alimenticio, se pueden estudiar cómo

la concentración de diferentes ingredientes, el tiempo de cocción y la temperatura afectan la textura, el sabor y el color del producto final. Al analizar varios factores simultáneamente, se puede ahorrar tiempo y recursos, obteniendo una comprensión más completa de la influencia de cada variable en el producto.

● **Diseño Factorial Fraccionado:** Este diseño examina simultáneamente el impacto de varios factores, reduciendo la cantidad de pruebas a realizar. Esta estrategia resulta ventajosa cuando existen restricciones de tiempo, recursos o capacidad para experimentar (Gutiérrez-Pulido y de la Vara Salazar, 2012). A diferencia de los diseños completos que exigen ejecutar todas las posibles combinaciones de niveles de factores, los diseños fraccionados escogen solo una parte de estas combinaciones. Por ejemplo, frente a tres factores con dos niveles cada uno, en lugar de efectuar ocho experimentos, se podrían llevar a cabo únicamente cuatro, escogiéndolos aquellos que eficazmente cubran el espacio de estudio. Esto se fundamenta en que no todas las interacciones entre factores tienen la misma relevancia, lo que permite simplificar el estudio sin sacrificar datos esenciales (Gutiérrez-Pulido y de la Vara Salazar, 2012).

● **Diseño de Superficie de Respuesta:** Este diseño se utiliza para optimizar las condiciones de procesamiento y encontrar el punto óptimo donde se maximiza o minimiza una respuesta específica para obtener el mejor resultado posible (Yolmeh y Jafari, 2017). Por ejemplo, en la formulación de una cocada, se evalúan diversas variables de proceso y su relación con parámetros de calidad. Aplicando este tipo de diseño, se generan modelos matemáticos que representan la relación entre las variables y la respuesta, permitiendo identificar las condiciones ideales para el producto (Morelo *et al.*, 2024).

● **Diseño Central Compuesto:** Este diseño es una extensión del Diseño Factorial que incluye puntos centrales adicionales para estudiar la curvatura de la respuesta en el espacio de las variables. Esto significa que además de explorar los efectos de los factores, también se evalúan las interacciones entre ellos. Es especialmente útil cuando no se conocen las relaciones lineales exactas entre las variables y la respuesta, lo que

permite obtener un panorama más completo del comportamiento del producto (Yolmeh y Jafari, 2017).

● **Diseño de Mezclas:** Es relevante en el caso de productos alimenticios que se formulan mediante la combinación de diferentes ingredientes, como en la elaboración de bebidas o alimentos procesados. Se busca determinar la proporción óptima de cada ingrediente para obtener la mejor combinación de características del producto, como el contenido de grasa, proteínas, azúcares, y otros componentes (Campo-Quintero *et al.*, 2022; Hidalgo-Piamba *et al.*, 2024).

● **Diseño Aleatorio:** Es aplicable cuando existen factores que pueden afectar el experimento de manera no controlable o aleatoria, como variaciones ambientales. Se utiliza para estudiar el efecto de estos factores y comprender cómo pueden afectar el resultado final del producto. Esto permite identificar fuentes de variabilidad y mejorar la consistencia y calidad del producto (Ortiz-Álvarez *et al.*, 2017).

● **Diseño en Bloques:** En algunos casos, ciertos factores pueden afectar el experimento de manera diferente en distintas condiciones. El diseño en bloques divide los factores en bloques homogéneos para estudiar su efecto dentro de cada bloque por separado (Hidalgo-Piamba *et al.*, 2024). Por ejemplo, en un estudio sobre diferentes lotes de un ingrediente, cada lote se consideraría un bloque, y se evaluaría cómo influyen en la calidad del producto las diferentes fuentes de variabilidad.

● **Diseños vecinos (neighbor designs):** Se utilizan para analizar el impacto de pequeños cambios en las variables sobre los resultados de

un proceso. Este método asume que variaciones mínimas en los parámetros pueden provocar diferencias significativas o despreciables en los resultados (Mulla *et al.*, 1990). Se aplican principalmente para perfeccionar procesos y productos, buscando las condiciones óptimas que mejoren la eficiencia, la calidad o cualquier otra variable relevante. Son especialmente valiosos para ajustar aspectos críticos como la eficacia productiva, las características sensoriales de los alimentos o la accesibilidad de nutrientes.

Se han propuesto una variedad de DoE para el diseño de alimentos, con un enfoque en la optimización y la eficiencia. A manera de ejemplo, Draper y Pukelsheim (1996) y Steinberg y Hunter (1984) ofrecen una visión integral del DoE, enfatizando el papel de los diseños de superficie de respuesta (*response surface designs*), los diseños por bloques (*block designs*) y los diseños vecinos (*neighbor designs*). Estos diseños son particularmente relevantes en el contexto de la innovación alimentaria, donde factores como la evaluación sensorial, las preferencias del consumidor y el análisis nutricional influyen a la hora de elegir y consumir un producto.

La integración de consideraciones de sostenibilidad y medio ambiente en el DOE es una tendencia en crecimiento. Roosen y Marette (2011) y Squeo *et al.* (2021) destacan el potencial del uso de DoE para la reducción de residuos, la eficiencia de recursos y soluciones de envases sostenibles. Lewis y Tuck (1985) y Arteaga *et al.* (1994) enfatizan en el uso de diseños factoriales balanceados y diseños experimentales sistemáticos, respectivamente, para reducir el tiempo y los recursos en la investigación de la fabricación de alimentos. Mertens *et al.* (2012) y Hanrahan y Lu (2006) compararon y examinaron críticamente diferentes DoE. Por su parte, Mertens *et al.* (2012) sugirió el uso de diseños factoriales completos y diseños de cuadrado latino aplicados a la microbiología predictiva de alimentos.

En cuanto a la discusión de la aplicación de alimentos, Fearn (2017) se centra en diseños factoriales 2k y Ruohonen y Kettunen (2004) proponen el uso de la metodología de superficie de respuesta para optimizar alimentos para peces. Noguera *et al.* (2020) proponen el diseño 2k para analizar los factores en la tasa de crecimiento de los buñuelos durante la fritura. Campo-Quintero *et al.* (2022) emplean el diseño de mezclas para evaluar la influencia de los ingredientes del estabilizante utilizando en la formulación de un helado con licor. Por último, Antony (2003) y Antony (2014) resaltan el uso de diseños factoriales fraccionales para estudiar características críticas de calidad y parámetros del proceso en el diseño de alimentos.

En los ejercicios previos realizados por los EI, generalmente se ha optado por el Diseño Factorial y el Diseño Aleatorio. Aunque también se han detectado casos en los que se aplicó satisfactoriamente el Diseño de Mezclas.

Metodología de trabajo

Una vez se tiene claro el producto alimenticio con el que se trabajará, su formulación base, las modificaciones o innovaciones a realizar y el DoE adecuado, los EI deben establecer la parte logística de su trabajo respondiendo a las siguientes preguntas:

- 1) ¿cuál será el lugar de trabajo?,
- 2) ¿dónde se adquirirán las materias primas?,
- 3) ¿qué cantidades se deben comprar?,
- 4) ¿qué equipos y materiales se requieren?,
- 5) ¿cuál es el proceso de elaboración? (diagrama de flujo, detalle de las variables de proceso, etc.).
- 6) ¿qué ensayos se realizará al alimento con el fin de evaluar las características esperadas? (químicos, fisicoquímicos, microbiológicos, sensoriales, etc.) Es importante redactar la respuesta a cada una de estas preguntas, porque servirá para la construcción del informe final.

Actividades administrativas

Posteriormente a la realización de las actividades anteriores, es importante estructurar el presupuesto y construir el cronograma de trabajo.

Presupuesto

Los EI deben elaborar un presupuesto, estimando detallada y organizadamente los recursos financieros necesarios para llevar a cabo el proyecto de manera exitosa. Esta es una herramienta esencial en la gestión de proyectos, ya que proporciona una visión clara de los costos y permite planificar y controlar el uso adecuado de los recursos durante todas las etapas del proyecto. Elaborar un presupuesto tiene como objetivo estimar los ingresos y gastos del proyecto para un periodo futuro específico, correspondiente al periodo de ejecución.

El presupuesto debe estar bien documentado y basarse en estimaciones realistas. Los componentes del presupuesto se pueden resumir así:

1) Gastos estimados, que representan los costos de producción, costos operativos, gastos de administración, marketing, y otros gastos.

2) Ingresos estimados, que no es más que la proyección del dinero que se requiere para la ejecución del proyecto. Es importante revisarlo y ajustarlo periódicamente durante la ejecución del proyecto para mantener el control sobre los costos y garantizar que los recursos se utilicen de manera eficiente y efectiva para lograr los objetivos del proyecto (Hernández-Romero *et al.*, 2011).

En la estructuración de un presupuesto se suele incluir los siguientes elementos:

1) Costos de personal: incluye los salarios y beneficios de todos los miembros del equipo del

proyecto, así como los honorarios de consultores o contratistas externos involucrados en el proyecto.

2) Costos de materiales: comprende los gastos relacionados con la adquisición de materiales, suministros y equipos necesarios para la ejecución del proyecto.

3) Costos de servicios: incluye los gastos de servicios externos contratados para llevar a cabo actividades específicas, como servicios de consultoría, análisis de laboratorio, servicios técnicos, entre otros.

4) Costos de viaje y viáticos: contempla los gastos de transporte, alojamiento y alimentación asociados a desplazamientos necesarios para el desarrollo del proyecto.

5) Costos indirectos: son gastos generales que no se pueden atribuir directamente a una actividad específica del proyecto, como el alquiler de instalaciones, servicios públicos, entre otros.

6) Contingencias: un margen de reserva para imprevistos o riesgos que puedan surgir durante la ejecución del proyecto.

7) Gastos administrativos: comprende los costos asociados con la gestión y administración del proyecto, como el personal administrativo y los gastos de oficina.

8) Financiamiento y recursos propios: si el proyecto cuenta con fuentes de financiamiento externas, se debe incluir en el presupuesto. También se pueden incluir los recursos propios que aporta la organización para llevar a cabo el proyecto (Hernández-Romero *et al.*, 2011). A manera de ejemplo se presentan una tabla resumen que puede emplearse para estructurar un presupuesto (**Tabla 1**), cada rubro deberá ser detallado en otra tabla adicional.

Tabla 1*Ejemplo de presupuesto global del proyecto*

Rubros	Recursos (\$)			Total (\$)
	IES		Contrapartida	
	Efectivo	Especie ^[1]		
Personal				
Equipos y software				
Materiales bibliográficos, publicaciones, insumos y servicios técnicos				
Salidas de campo				
Viajes				
Total				

Nota. [1] Se refiere a valores cancelados por la Instituciones de Educación Superior (IES), como son: salarios de docentes y/o empleados que participan en el proyecto, equipos, servicios públicos, consumo de Internet.

Cronograma

Los EI deben elaborar un diagrama de Gantt. Esta es una herramienta gráfica utilizada en la gestión de proyectos para planificar, programar y controlar las tareas y actividades a lo largo del tiempo. Es una representación visual de las diferentes actividades del proyecto dispuestas en el eje vertical, mientras que en el eje horizontal se muestra el tiempo, dividido en unidades de días, semanas o meses, dependiendo de la duración del proyecto (Gantt y Clark, 2015).

Para elaborar un diagrama de Gantt, se deben seguir los pasos detallados a continuación:

1) determinar el alcance global del proyecto y listar todas las actividades requeridas;

2) organizar estas actividades en un orden secuencial y estimar la duración de cada una;

3) identificar las relaciones de dependencia entre las diferentes tareas para asegurar una secuenciación lógica;

4) asignar los recursos necesarios para cada tarea;

5) para la creación del diagrama, se puede emplear un software especializado en gestión de proyectos o utilizar una plantilla prediseñada de Excel®, disponiendo las actividades en el eje vertical y el marco temporal en el eje horizontal (Tabla 2). Es necesario revisar y ajustar el diagrama de Gantt conforme avanza el proyecto, para asegurar que refleje con precisión el estado actual y los ajustes en la planificación (Gerald et al., 2012).

Tabla 2*Ejemplo de Diagrama de Gantt*

Actividad	Inicio	Duración	Porcentaje de cumplimiento	Periodos														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Act. 01	1	5	25%	■	■	■	■	■										
Act. 02	1	6	100%	■	■	■	■	■	■	■								
Act. 03	2	4	35%		■	■	■	■	■									
Act. 04	4	8	10%				■	■	■	■	■	■	■	■				
Act. 05	4	2	85%				■	■	■	■	■	■	■	■				
Act. 06	5	11	40%					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

Cada actividad se representa mediante una barra horizontal en el diagrama (Tabla 2), cuya longitud indicará la duración estimada de la tarea. Las barras pueden estar interconectadas para mostrar relaciones de dependencia entre las actividades, como precedencias o restricciones temporales. Esto permite visualizar de manera clara y concisa la secuencia de actividades, su duración y la superposición de tareas en el tiempo. Lo cual, facilitará la planificación y asignación de recursos, la identificación de posibles cuellos de botella o retrasos en el proyecto, y el seguimiento del avance a medida que se completan las tareas.

Este tipo de diagrama es muy útil para comunicar el plan del proyecto a los miembros del equipo y a los interesados, ya que proporciona una visión general del cronograma y las fechas clave de manera fácilmente comprensible. Asimismo, cualquier modificación o ajuste necesario puede reflejarse rápidamente en el diagrama, lo que permite mantener el proyecto actualizado y gestionar de manera efectiva los cambios que puedan surgir durante el desarrollo del proyecto (Pons, 2015).

Análisis de datos

Finalizado el proceso de elaboración de prototipos y cuantificación de parámetros de calidad de éstos, se obtiene una considerable cantidad de información (datos) que deben ser analizados de manera correcta, ahí es donde entra la estadística como una herramienta fundamental para la investigación. La estadística es una disciplina matemática que se enfoca en recopilar, organizar, analizar, interpretar y presentar datos numéricos (Rees, 2018). Su objetivo principal es extraer información útil y significativa a partir de los datos para tomar decisiones informadas y realizar inferencias sobre una población o muestra en particular (Rees, 1987). Desempeña un papel fundamental en el diseño y desarrollo de productos alimenticios al permitir la toma de

decisiones basadas en datos objetivos y precisos, asegurando la calidad, seguridad y aceptabilidad del producto final (Alkarkhi y Alqaraghuli, 2019; Rossi y Mirtchev, 2016).

La estadística juega un papel crucial en varias etapas del proceso de diseño de productos alimenticios, participando por ejemplo en:

1) El muestreo y recopilación de datos: para diseñar un nuevo producto o mejorar uno existente, es necesario realizar estudios de muestreo para obtener datos representativos de la población (Barreto-Varón y Ramirez-Navas, 2015, 2016; Gherezgihier *et al.*, 2017). Estos datos pueden incluir propiedades físicas y químicas del alimento, características sensoriales, preferencias del consumidor y datos relacionados con la calidad y seguridad del producto.

2) Análisis sensorial: la estadística permite evaluar y analizar los resultados de pruebas sensoriales determinando las preferencias de los consumidores en términos de sabor, textura, aroma y apariencia (Spence *et al.*, 2020). En el análisis de las pruebas orientadas al consumidor, las pruebas estadísticas de Friedman y de Wilcoxon se emplean comúnmente para evaluar el grado de preferencia y aceptación (Ramirez-Navas *et al.*, 2021). En las pruebas orientadas al producto, se utilizan el análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de comparación múltiple para identificar diferencias significativas entre las muestras evaluadas (Ramirez-Navas, 2012; Ramirez-Navas *et al.*, 2021).

3) Control de calidad: en la producción de alimentos, la Estadística se aplica para monitorear y controlar la calidad del producto en diferentes etapas del proceso. El control estadístico de procesos (SPC) se utiliza para detectar desviaciones y variaciones no deseadas, permitiendo realizar ajustes y correcciones en tiempo real para garantizar la uniformidad y consistencia del producto final (Lim y Antony, 2019).

4) Diseño de experimentos (DoE): la estadística experimental se emplea para optimizar la formulación y procesos de producción de alimentos. A través de diseños de experimentos adecuados, se pueden identificar los factores más influyentes en la calidad del producto y encontrar las condiciones óptimas para lograr los resultados deseados (Hidalgo-Piamba *et al.*, 2024).

5) Análisis de vida útil: la estadística se utiliza para evaluar la vida útil y estabilidad de los productos alimenticios, determinando el tiempo en el cual el producto mantiene sus características y calidad adecuadas para su consumo (Si *et al.*, 2011).

6) Investigación de mercado: en el desarrollo de nuevos productos, la estadística se emplea para realizar análisis de mercado y obtener información sobre las preferencias y hábitos de consumo de los consumidores, lo que ayuda a diseñar productos que satisfagan las necesidades del mercado (Sarstedt y Mooi, 2019).

Asesorías y componente interdisciplinario

Para el caso de estudio, el profesor titular (asesor) de la asignatura realiza el seguimiento y acompañamiento del grupo de EI en el desarrollo de su producto durante el transcurso del tiempo asignado para dicha tarea. Adicionalmente, los EI tienen a su disposición asesorías constantes con expertos de diferentes áreas:

1) Ingenieros expertos en procesamiento de alimentos y desarrollo de nuevos productos.

2) Nutricionistas clínicos para el apoyo de interacciones que puedan suceder en la matriz alimentaria propuesta durante su consumo.

3) Nutricionistas expertos en etiquetado nutricional para validar la normatividad vigente en el desarrollo de sus proyectos.

4) Gastrónomos que facilitan conocimientos relacionados con las preparaciones gastronómicas asociadas al producto.

5) Diseñadores gráficos y estudiantes de Diseño de Comunicación Visual que dan a los productos una imagen llamativa y un etiquetado dinámico, además de dar cumplimiento a la normatividad vigente.

Estructuración de la información nutricional

Dado que el reto que se planteó al inicio del ejercicio es la formulación de un producto alimenticio saludable, los EI deben construir, con base en la legislación vigente, la tabla nutricional, así como la información nutricional que deberá llevar el etiquetado de su producto. Por lo cual, se deberán usar bases de datos nacionales que albergan las tablas de composición nutricional de instituciones como el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2018) o internacionales como las tablas de composición de la *U.S. Department of Agriculture*, USDA, (Haytowitz *et al.*, 2019).

Los cálculos de las tablas nutricionales son teóricos. Se realizan las declaraciones nutricionales y los sellos frontales de advertencia teniendo en cuenta la normatividad vigente que para este caso incluyen: la Resolución 810 de 2021 (Ministerio de Salud y Protección Social, 2021), la Resolución 2492 de 2022 (Ministerio de Salud y Protección Social, 2022) y la Resolución 254 de 2023 (Ministerio de Salud y Protección Social, 2023).

Determinación del costo de producción del alimento

Para el cálculo de los costos de producción es necesario definir los costos fijos y variables. Dentro de los costos fijos se encuentran, por ejemplo, los costos de nómina, consumo

energético, consumo de agua, alquiler, costos de comunicación, como el teléfono o el servicio de internet, entre otros. Dentro de los costos variables se pueden mencionar los costos de materias primas e insumos para la elaboración del producto. Cuando se hayan definido los costos, se podrá aplicar la fórmula de Milton Friedman (Friedman, 2011), representada en la **Ecuación 1:**

Ec 1.

$$\text{Costo por unidad} = \frac{\text{Costos fijos totales} + \text{costos variables totales}}{\text{Producción total estimada}}$$

Finalmente, para obtener el costo por unidad producida es necesario determinar el porcentaje de utilidad que se espera obtener y sumar este porcentaje al valor obtenido en la ecuación de Friedman.

Construcción del informe

Para el caso de estudio, una vez finalizado el trabajo, el equipo deberá estructurar el informe final, presentando los resultados de su proyecto. La estructura más recomendada es la llamada: IMRD (Introducción, Metodología, Resultados y Discusión) la cual incluye:

1) un título (español e inglés).

2) un resumen que debe contar con introducción, materiales y métodos, resultados, conclusiones y palabras clave (entre tres a cinco, en español e inglés).

3) Introducción: documentar la justificación del porqué se elaborará ese producto teniendo en cuenta el estado nutricional de la población y las tendencias del mercado y consumidor, evidenciando el grado de innovación de este producto.

4) Metodología: a) Encuesta de evaluación de concepto: describir la metodología usada en la elaboración de la encuesta de evaluación del concepto de producto (número de personas evaluadas, si fue presencial o virtual), incluir

como anexo la encuesta elaborada. b) Materia prima: describir las materias primas utilizadas y la justificación de los ingredientes escogidos. Indicar donde se adquirieron los ingredientes y, si es posible, incluir las fichas técnicas de los proveedores. c) Elaboración del producto: realizar una descripción de las formulaciones elaboradas, incluyendo fotografías y los porcentajes (%) de cada ingrediente. Colocar la formulación final estandarizada del producto (ingredientes y %). Incluir el diagrama de flujo y la descripción de cada etapa de elaboración del producto, con fotografías de las etapas de elaboración. d) Mediciones y normatividad: indicar qué metodologías se utilizaron para medir las características sensoriales (grupos focales, consumidores, número de personas, etc.) y la normatividad usada para el etiquetado y para el desarrollo del producto. Si realizaron mediciones fisicoquímicas del producto (actividad de agua, pH, sólidos solubles, etc.) describir la metodología empleada en la cuantificación.

5) Resultados: a) Evaluación del concepto: elaborar tablas y figuras que permitan consolidar los resultados y explicarlos. b) Rotulado general del producto: colocar las imágenes de la etiqueta general y nutricional del producto con todos los requerimientos solicitados de acuerdo con la normatividad vigente. c) Consideraciones nutricionales y de salud: explicar las declaraciones nutricionales y de salud que tiene el producto, así como la importancia de su desarrollo. d) Resultados sensoriales: si se realizó un análisis sensorial, presentar y explicar los resultados. e) Resultados fisicoquímicos: si se realizaron mediciones fisicoquímicas, presentar y explicar los resultados. La discusión debe incluir la comparación del producto formulado con otros productos existentes en el mercado o con información expuesta en literatura científica de productos similares.

6) Conclusiones y recomendaciones: las conclusiones deben basarse en los objetivos establecidos. En el caso de presentar recomendaciones es importante incluirlas en el documento.

7) Referencias bibliográficas: presentarlas siguiendo el estilo Vancouver (Ramirez-Navas, 2013, 2021). Un ejemplo de informe de trabajo se presenta en Camacho-Franco *et al.* (2023).

Socialización de resultados

Para la socialización de resultados, el equipo de trabajo puede construir un póster (Young *et al.*, 2019) o realizar una ponencia oral (Seals, 2022). Generalmente la ponencia oral tiene una duración 20 minutos y se realiza en un auditorio donde han sido convocados todos los asesores y EI de todos los cursos de la tecnología de alimentos (TA) y Fundamentos de diseño de nuevos productos alimenticios (FDNPA). Por su parte, el póster tiene medidas de 90 cm de ancho por 110 cm de alto y se presenta de forma vertical durante una sesión especial de pósteres, acompañado de una muestra comercial.

Ponencia

Una ponencia oral es una presentación donde investigadores comparten resultados y metodologías de sus estudios ante una audiencia (Flamez *et al.*, 2017). Pedagógicamente, las ponencias fomentan el aprendizaje colaborativo, el desarrollo de habilidades comunicativas y la actualización de conocimientos de los EI. El contenido de la ponencia debe seguir el orden del informe que los EI presentaron (usando la IMRD). Como recomendaciones generales, los EI deben:

1) Centrarse en la claridad y precisión del contenido, asegurándose de que cada diapositiva y sección del discurso aporte valor al tema tratado y sea fácilmente comprensible para el público.

2) Practicar la presentación varias veces para garantizar un flujo coherente y la correcta duración del discurso, ajustándose al tiempo asignado.

3) Utilizar recursos visuales efectivos, como gráficos y tablas, que complementen y clarifiquen la información verbal, evitando sobrecargar las diapositivas con texto excesivo.

4) Numerar todas las diapositivas.

5) De ser necesario, incluir en cada diapositiva las referencias bibliográficas pertinentes de forma condensada, máximo tres referencias por diapositiva.

6) Prepararse para responder preguntas del público, revisando posibles interrogantes y teniendo un dominio profundo del tema para manejar discusiones y retroalimentaciones.

Póster

Esta herramienta de divulgación debe contener:

1) Título.

2) Integrantes.

3) Filiación.

4) Introducción: Justificación del desarrollo de producto de acuerdo con el estado nutricional de la población y tendencias del mercado. Aquí se incluye la población objetivo a la que está dirigido el producto.

5) Metodología: Se elabora un párrafo o tabla que resuma los ensayos elaborados (con fotografías). Se coloca la formulación final (%), ingredientes y su importancia, diagrama de flujo del proceso de elaboración (fotografías), explicación de los cálculos que se realizaron, normatividad utilizada, metodología de las encuestas realizadas.

6) Resultados: se incluye el etiquetado general y nutricional, vida útil estimada del producto, declaraciones nutricionales y de salud, resultados de encuestas realizadas y, en algunos casos, la ficha técnica del producto.

7) Conclusiones y recomendaciones.

8) Referencias. Además del póster, los EI presentan el producto elaborado con su respectiva etiqueta (muestra comercial). Para facilitar el trabajo a los EI se les provee una plantilla de póster.

Muestra comercial

A través de la muestra comercial, los EI tienen la oportunidad de presentar sus productos ante propios y visitantes, con el fin de brindar información más profunda sobre las virtudes y beneficios de sus productos, recibiendo retroalimentación de manera directa de los consumidores. Para esta muestra comercial, se realizan actividades en articulación con estudiantes del programa de Diseño de Comunicación Visual, quienes brindan a cada equipo una identidad de marca, estrategias de marketing, diseño de etiquetado y tipos de empaque apropiados para el producto.

De este modo, se logra generar un impacto visual a los consumidores y se acerca a los estudiantes a una experiencia real de diseño de nuevos productos, al presentarse la necesidad de comunicar de manera clara y específica los requerimientos legales desde la nutrición a estudiantes de diseño para, de este modo, lograr etiquetas en concordancia con la normatividad vigente, mostrando de manera agradable y diferencial el producto desarrollado por cada grupo de trabajo.

Perspectivas finales

En el contexto académico y profesional del diseño de alimentos, la adopción de metodologías como el DT, el ABR y el ABP es fundamental, dado que estas estrategias potencian la creatividad e innovación, el pensamiento crítico y la resolución de problemas reales, habilidades que se requieren para la formulación de alimentos, sobre todo cuando se espera responder no solo a necesidades nutricionales sino también a expectativas sensoriales y de sostenibilidad desde la responsabilidad social que impacta la salud y la calidad de vida de las personas a través de la alimentación y la nutrición.

La implementación de estas metodologías fomenta una formación académica que

trasciende el conocimiento teórico y busca enfrentar a los estudiantes a situaciones que los lleven a rescatar, comprender y aplicar aquello que aprenden como una herramienta para resolver problemas o proponer mejoras en los espacios en donde se desenvuelven e interactúa el nutricionista en formación, articulados en procesos creativos y de toma de decisiones, preparándolos para enfrentar y liderar los desafíos del sector alimenticio en un entorno global, en contexto con la cultura alimentaria y gastronómica.

Esto se refleja en la capacidad de integrar conocimientos de diversas áreas, como la microbiología, la química, la farmacología, la toxicología, la ingeniería de procesos, la clínica nutricional, la salud pública, entre otras, para desarrollar propuestas innovadoras de alimentos o experiencias destinadas a atender necesidades y crear oportunidades en el campo de la alimentación y la nutrición con una mirada desde lo local a lo global, destacando la relevancia de una visión integral que considera los determinantes sociales de la salud.

Por otro lado, la estructuración de este protocolo para el diseño de alimentos, como se describe en el documento, no solo sistematiza el proceso educativo, sino que también garantiza la reproducibilidad y la eficacia en la innovación alimentaria. Al aplicar este protocolo, los estudiantes experimentan un aprendizaje significativo que simula desafíos profesionales auténticos, como la selección de materias primas o la optimización de procesos a través del diseño experimental. Esto permitirá a los futuros profesionales contribuir eficazmente al sector, enfocándose en la producción de alimentos seguros, nutritivos y accesibles.

De igual manera, la aplicación de este protocolo revela un incremento notable en la comprensión y aplicación de conceptos complejos, evidenciando la utilidad del DT, ABP y ABR para la formación integral y la habilidad

para abordar problemas de manera estratégica en la futura vida profesional de los estudiantes. De tal manera, que al finalizar el ejercicio planteado a través de los cursos de la línea de ciencia y tecnología de alimentos se evidencia que en los estudiantes se ha forjado una postura crítica ante la defensa de una alimentación adecuada y responsablemente pensada.

Conclusiones

En este documento, se reflexionó sobre el proceso de diseño de alimento y se presentó un protocolo educativo, como metodología para la creación de alimentos innovadores mediante un enfoque centrado en el aprendizaje basado en retos (ABR), aprendizaje basado en proyectos (ABP) y el *Design Thinking* (DT), aplicado en los cursos de Tecnologías de los Alimentos y Diseño de Nuevos Productos Alimenticios.

El empleo de metodologías prácticas en la enseñanza facilita que los EI interactúen con escenarios diseñados para replicar condiciones reales. El enfoque educativo propuesto en el protocolo robustece competencias técnicas, administrativas y comerciales, permitiendo a los EI aplicar de manera integrada los conocimientos adquiridos de diversas disciplinas, lo que aumenta su capacidad de innovación y colaboración. Tal aprendizaje interdisciplinario no solo mejora habilidades individuales, sino que también equipa a los EI para afrontar los retos del entorno laboral actual, incrementando su competencia y versatilidad para futuros roles profesionales.

Además, esta metodología enfatiza en la importancia de la creatividad, el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y la construcción de conocimiento a partir de los procesos prácticos, de reflexión y autocrítica durante el desarrollo de un alimento a fin de cumplir con las expectativas y necesidades nutricionales de la población objetivo. Implementar este

modelo pedagógico no solo brinda a los EI las competencias para enfrentar desafíos prácticos en el sector alimentario, sino que también fomenta el desarrollo de alternativas alimentarias que sean sostenibles y saludables, en línea con los objetivos globales de salud pública.

Referencias

- Alkarkhi, A. F. M., y Alqaraghuli, W. A. A. (2019). *Easy Statistics for Food Science with R*. Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/C2017-0-01357-5>
- Antony, J. (2003). Fractional Factorial Designs. En J. Antony (Ed.), *Design of Experiments for Engineers and Scientists* (1 ed., pp. 73-92). Elsevier Ltd. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/b978-075064709-0/50008-9>
- Antony, J. (2014). Fractional Factorial Designs. En J. Antony (Ed.), *Design of Experiments for Engineers and Scientists* (2 ed., pp. 87-112). Elsevier Ltd. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/b978-0-08-099417-8.00007-9>
- Arteaga, G. E., Li-Chan, E., Vazquez-Arteaga, M. C., y Nakai, S. (1994). Systematic experimental designs for product formula optimization. *Trends in Food Science & Technology*, 5(8), 243-254. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0924-2244\(94\)90017-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0924-2244(94)90017-5)
- Barreto-Varón, M. A., y Ramirez-Navas, J. S. (2015). Inspección y muestreo de las materias primas y los materiales de envase y empaque (Parte 1). *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 89(1), 48-53.
- Barreto-Varón, M. A., y Ramirez-Navas, J. S. (2016). Inspección y muestreo de las materias primas y los materiales de envase y empaque (Parte 2). *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 90(1), 56-61.
- Batat, W. (2021). *Design Thinking for Food Well-Being*. Springer Nature. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-54296-2>
- Batista, M. F., de Carvalho-Ferreira, J. P., Thimoteo da Cunha, D., y De Rosso, V. V. (2022). Front-of-package nutrition labeling as a driver for healthier food choices: Lessons learned and future perspectives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 22(1), 535-586. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1541-4337.13085>
- Bordewijk, M., y Schifferstein, H. N. J. (2020). The specifics of food design: Insights from professional design practice. *International Journal of Food Design*, 4(2), 101-138. https://doi.org/https://doi.org/10.1386/ijfd_00001_1

- Bower, J. A. (2013). Experimental Design. En *Statistical Methods for Food Science* (pp. 155-178). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781118541593.ch7>
- Camacho-Franco, M. A., Ariza-Piedrahita, J. A., Castaño-Rivas, M. d. M., Londoño-Gómez, I., Velásquez-Lozano, L. M., Jiménez, I., Osorio-Londoño, M., Celis-Rozo, E. E., Vargas-Rojas, N. A., y Ramirez-Navas, J. S. (2023). Diseño de un alimento cárnico con inclusión de harina de quinua y ajonjolí de alto valor nutricional. *Salutem Scientia Spiritus*, 9(4), 15-22. <https://revistas.javerianacali.edu.co/index.php/salutemscientiaspiritus/article/view/1346>
- Campo-Quintero, V., Rojas-Gaitán, J. J., y Ramirez-Navas, J. S. (2022). Efecto de la adición de carragenina, goma guar y metilcelulosa en los parámetros de calidad de un helado con licor. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 23(2). https://doi.org/https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num2_art:2209
- Ceh-Varela, E., Canto-Bonilla, C., y Duni, D. (2023). Application of Project-Based Learning to a Software Engineering course in a hybrid class environment. *Information and Software Technology*, 158. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.infsof.2023.107189>
- Codex. (1997). *Manual de procedimiento*. Comisión del Codex Alimentarius. <https://www.fao.org/3/w5975s/w5975s00.htm#Contents>
- Comber, R., Ganglbauer, E., Choi, J. H.-j., Hoonhout, J., Rogers, Y., O'Hara, K., y Maitland, J. (2012). *Food and interaction design CHI '12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*
- Covino, R., Monteiro, A. R. G., Scapim, M. R. S., Marques, D. R., Benossi, L., y Monteiro, C. C. F. (2015). Manufacturing cereal bars with high nutritional value through experimental design. *Acta Scientiarum. Technology*, 37(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v37i1.20732>
- Dornblaser, L. (2017). Why Understanding Trends Is Important to Product Success. En *Accelerating New Food Product Design and Development* (pp. 29-46). John Wiley & Sons Ltd & the Institute of Food Technologists <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1002/9781119149330.ch3>
- Draper, N. R., y Pukelsheim, F. (1996). An overview of design of experiments. *Statistical Papers*, 37(1), 1-32. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/bf02926157>
- Euromonitor International. (2024). *2024 Consumer Trends*. Euromonitor International. <https://lp.euromonitor.com/white-paper/2024-global-consumer-trends/overview>
- Fearn, T. (2017). Design of Experiments 3: 2k Factorial Designs. *NIR news*, 18(4), 18-18. <https://doi.org/https://doi.org/10.1255/nirn.1026>
- Flamez, B., Lenz, A. S., Balkin, R. S., y Smith, R. L. (2017). *A Counselor's Guide to the Dissertation Process Where to Start & How to Finish*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1002/9781119375500>
- Friedman, M. (2011). *Price Theory*. Aldine Transaction.
- Gantt, H. L., y Clark, W. (2015). *The Gantt Chart, a Working Tool of Management*. Creative Media Partners, LLC.
- Geraldi, J., Söderland, J., y Lechter, T. (2012). Gantt charts revisited. *International Journal of Managing Projects in Business*, 5(4), 578-594. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/17538371211268889>
- Gherezghier, G., Mahmud, A., Samuel, M., y Tsighe, N. (2017). Methods and application of statistical analysis in food technology. *Journal of Academia and Industrial Research*, 6(5), 78-84.
- Gutiérrez-Pulido, H., y de la Vara Salazar, R. (2012). *Análisis y diseño de experimentos*. McGraw-Hill.
- Hamid, F., y Abbasi, M. U. (2020). Competitive Advantage through New Product Development Capabilities. *Archives of Business Research*, 8(3), 202-209. <https://doi.org/https://doi.org/10.14738/abr.83.7933>
- Hanrahan, G., y Lu, K. (2006). Application of Factorial and Response Surface Methodology in Modern Experimental Design and Optimization. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 36(3-4), 141-151. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10408340600969478>
- Haytowitz, D. B., Ahuja, J. K. C., Wu, X., Somanchi, M., Nickle, M., Nguyen, Q. A., Roseland, J. M., Williams, J. R., Patterson, K. Y., Li, Y., y Pehrsson, P. R. (2019). *USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Legacy Release*. Nutrient Data Laboratory, Beltsville Human Nutrition Research Center, ARS, USDA. Dataset. <https://doi.org/https://doi.org/10.15482/USDA.ADC/1529216>
- Hernández-Romero, J. S., Almirall-Hernández, P. J., y Gravalosa-Cruz, A. J. (2011). Caracterización del presupuesto para los proyectos de investigación. *Revista cubana de salud y trabajo*, 12(2), 56-62.
- Hidalgo-Piamba, J. A., Motato-Guerra, J. S., Latorre-Castaño, D., y Ramirez-Navas, J. S. (2024). Experimental designs applied in research and development of dulces de leche. En J. S. Ramirez-Navas (Ed.), *Sweetened Concentrated Milk Products* (pp. 209-220). Woodhead Publishing, ELSEVIER. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-823373-3.00009-7>

- Hidalgo-Piamba, J. A., Motato-Guerra, J. S., y Ramírez-Navas, J. S. (2018). Diseños experimentales aplicados en Investigación y Desarrollo de dulces de leche. En J. S. Ramírez-Navas (Ed.), *Leches concentradas azucaradas: de la tradición a la ciencia* (pp. 273-292). Editorial Universidad Santiago de Cali. <https://doi.org/10.35985/9789585522466.10>
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2018). *Tabla de Composición de Alimentos Colombianos*. ICBF. <https://www.icbf.gov.co/bienestar/nutricion/tabla-alimentos>
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2024). *ENSIN: Encuesta Nacional de Situación Nutricional*. ICBF. <https://www.icbf.gov.co/bienestar/nutricion/encuesta-nacional-situacion-nutricional>
- Jarma-Arroyo, S. E., Hogan, V., Ahrent-Wisdom, D., Moldenhauer, K. A. K., y Seo, H.-S. (2020). Effect of Geographical Indication Information on Consumer Acceptability of Cooked Aromatic Rice. *Foods*, 9(12). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods9121843>
- Jonkman, J., Bloemhof, J. M., van der Vorst, J. G. A. J., y van der Padt, A. (2017). Selecting food process designs from a supply chain perspective. *Journal of Food Engineering*, 195, 52-60. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.09.015>
- Klimenko, V., y Lychagina, A. (2020). Movements and trends in modern food design. *Technical Aesthetics and Design Research*, 1(3), 30-36. <https://doi.org/https://doi.org/10.34031/2687-0878-2019-1-3-30-36>
- Latino, M. E., Menegoli, M., y Corallo, A. (2019). Food label design – exploring the literature. *British Food Journal*, 122(3), 766-778. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/bfj-06-2019-0452>
- Lee, Y., Breuer, C., y Schifferstein, H. N. (2020). Supporting Food Design Processes: Development of Food Design Cards. *International Journal of Design*, 14(2). <https://www.ijdesign.org/index.php/IJDesign/article/view/3467/909>
- Lewis, K. D., y Burton-Freeman, B. M. (2010). The Role of Innovation and Technology in Meeting Individual Nutritional Needs. *The Journal of Nutrition*, 140(2), 426S-436S. <https://doi.org/https://doi.org/10.3945/jn.109.114710>
- Lewis, S. M., y Tuck, M. G. (1985). Paired Comparison Designs for Factorial Experiments. *Applied Statistics*, 34(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/2347467>
- Lim, S. A. H., y Antony, J. (2019). *Statistical process control for the food industry: a guide for practitioners and managers*. Wiley.
- Liu, F., Li, M., Wang, Q., Yan, J., Han, S., Ma, C., Ma, P., Liu, X., y McClements, D. J. (2022). Future foods: Alternative proteins, food architecture, sustainable packaging, and precision nutrition. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(23), 6423-6444. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2033683>
- McClements, D. J. (2020). Future foods: a manifesto for research priorities in structural design of foods. *Food & Function*, 11(3), 1933-1945. <https://doi.org/https://doi.org/10.1039/c9fo02076d>
- Mertens, L., Van Derlinden, E., y Van Impe, J. F. (2012). Comparing experimental design schemes in predictive food microbiology: Optimal parameter estimation of secondary models. *Journal of Food Engineering*, 112(3), 119-133. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.03.018>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (16 de Junio de 2021). Resolución 810. *Reglamento técnico sobre los requisitos de etiquetado nutricional y frontal que deben cumplir los alimentos envasados o empacados para consumo humano*. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%20810de%202021.pdf
- Ministerio de Salud y Protección Social. (13 de Diciembre de 2022). Resolución 2492. *Modificación de los artículos 2, 3, 16, 25, 32,,37y 40 de la Resolución 810 de 2021*. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%202492de%202022.pdf
- Ministerio de Salud y Protección Social. (21 de Febrero de 2023). Resolución 254. *Corrección de un yerro en la Resolución 2492 de 2022, modificatoria de la Resolución 810 de 2021*. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%20254%20de%202023.pdf
- MINTEL. (2024). *Tendencias globales del consumidor 2024*. Mintel Group Ltd. <https://es.mintel.com/tendencias-globales-del-consumidor>
- Miranda-Ackerman, M. A., y García-Lechuga, A. (2020). An Overview of the Design of Experiment Workflow. En *Design of Experiments for Chemical, Pharmaceutical, Food, and Industrial Applications* (pp. 204-217). <https://doi.org/https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1518-1.ch009>
- Morelo, K. J. G., Castillo, P. M. M., Correa, D. A., y Ramírez-Navas, J. S. (2024). Cocadas and coconut sweets. En *Sweetened Concentrated Milk Products* (pp. 133-142). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-823373-3.00003-6>
- Mulla, D. J., Bhatti, A. U., y Kunkel, R. (1990). Methods for Removing Spatial Variability from Field Research Trials. En *Soil Restoration* (pp. 201-213). https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4613-8982-8_10

- Nathiya, M., y Vigasini, N. (2012). Formulation of Cereal Based Nutricookies Prepared Incorporating Garden Cress Seeds (*Lepidium Sativum*) – A Protein And Iron Rich Snack. *International Journal of Scientific Research*, 3(2), 225–226. <https://doi.org/https://doi.org/10.15373/22778179/feb2014/74>
- Noguera, J., Jiménez-Cabas, J., Álvarez, B., Caicedo-Ortiz, J., y Ruiz-Ariza, J. (2020). Analysis of Buñuelos Growth Rate Using 2k Factorial Design. *Procedia Computer Science*, 177, 267–275. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.10.037>
- Olsen, N. V. (2015). Design Thinking and food innovation. *Trends in Food Science & Technology*, 41(2), 182–187. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.10.001>
- OPS. (2024). Clasificación de los alimentos y sus implicaciones en la salud. Organización Panamericana de la Salud. <https://www3.paho.org/ecu/1135-clasificacion-alimentos-sus-implicaciones-salud.html>
- Ortiz-Álvarez, J. R., Cortés-Jiménez, A., y Ramírez-Navas, J. S. (2017). Estandarización de una formulación de panelitas de leche: estudio preliminar. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(1), 60–69. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22267/rcia.163302.48>
- Pons, D. (2015). Project Management for the Development of New Products. En C. Schwindt y J. Zimmermann (Eds.), *Handbook on Project Management and Scheduling* (Vol. 2, pp. 983–1046). Springer, Cham. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-05915-0_15
- Principal, A., Ottombrino, A., Picariello, A., Oliviero, A., y Rossi, M. (2022). Formulation of a Sugar-Free Cereal-Based Bar with Improved Nutritional Value: Biological and Sensory Analysis. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Science and Technology*, 78(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.15835/buasvmcn-fst:2021.0018>
- Prosekov, A. Y., Vesnina, A. D., y Kozlova, O. V. (2022). The methodology of food design. Part 2. Digital nutritiology in personal food. *Theory and practice of meat processing*, 6(4), 328–334. <https://doi.org/https://doi.org/10.21323/2414-438x-2021-6-4-328-334>
- Ramírez-Navas, J. S. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Revista RECITEIA*, 12(1), 83–102. <http://revistareciteia.es.tl/10203.htm>
- Ramírez-Navas, J. S. (2013). *Guía para desarrollar un Anteproyecto de Trabajo de Grado* (1ed.). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.3607.4322>
- Ramírez-Navas, J. S. (2021). *Mini guía para hacer informes* (1 ed.). Documento de trabajo. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.12147.04647>
- Ramírez-Navas, J. S., Aristizabal-Ferreira, V. A., Aguirre-Londoño, J., y Castro-Narváez, S. (2021). Correlation between sensory and instrumental measurements of saltiness in Queso Molido Narinense. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 99, 44–51. <https://doi.org/https://doi.org/10.17533/udea.redin.20200580>
- Rees, D. G. (1987). *Foundations of statistics*. Chapman and Hall.
- Rees, D. G. (2018). *Essential Statistics*. CRC Press.
- Roosen, J., y Marette, S. (2011). Making the 'right' choice based on experiments: regulatory decisions for food and health. *European Review of Agricultural Economics*, 38(3), 361–381. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/erae/jbr026>
- Rossi, F., y Mirtchev, V. (2016). *Statistics for food scientists : making sense of the numbers*. Academic Press, Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/C2013-0-00261-7>
- Ruohonen, K., y Kettunen, J. (2004). Effective experimental designs for optimizing fish feeds. *Aquaculture Nutrition*, 10(3), 145–151. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2004.00277.x>
- Sánchez-Pérez, J., y Otálora, J. (2006). *Fundamentos de trabajo en equipo para equipos de trabajo*. McGraw-Hill.
- Sarstedt, M., y Mooi, E. (2019). *A Concise Guide to Market Research*. Springer. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-662-56707-4>
- Schifferstein, H. N. J. (2016). What design can bring to the food industry. *International Journal of Food Design*, 1(2), 103–134. https://doi.org/https://doi.org/10.1386/ijfd.1.2.103_1
- Schifferstein, H. N. J. (2023). Supporting food design with consumer research: from inspiration and validation to participation and integration. *Current Opinion in Food Science*, 51. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.cofs.2023.101020>
- Schifferstein, H. N. J., Kudrowitz, B. M., y Breuer, C. (2020). Food Perception and Aesthetics – Linking Sensory Science to Culinary Practice. *Journal of Culinary Science & Technology*, 20(4), 293–335. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/15428052.2020.1824833>
- Seals, D. R. (2022). Talking the talk: tips for effective oral presentations in biomedical research.

- American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 323(4), R496-R511. <https://doi.org/https://doi.org/10.1152/ajpregu.00179.2022>
- Si, X.-S., Wang, W., Hu, C.-H., y Zhou, D.-H. (2011). Remaining useful life estimation – A review on the statistical data driven approaches. *European Journal of Operational Research*, 213(1), 1-14. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.11.018>
- Spence, C., Youssef, J., y Kuhn, G. (2020). Magic on the Menu: Where Are All the Magical Food and Beverage Experiences? *Foods*, 9(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods9030257>
- Squeo, G., De Angelis, D., Leardi, R., Summo, C., y Caponio, F. (2021). Background, Applications and Issues of the Experimental Designs for Mixture in the Food Sector. *Foods*, 10(5). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods10051128>
- Steinberg, D. M., y Hunter, W. G. (1984). Experimental Design: Review and Comment. *Technometrics*, 26(2), 71-97. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00401706.1984.10487928>
- Trejo-Osti, L. E., Ramírez-Moreno, E., y Ruvalcaba-Ledezma, J. C. (2021). Efecto del etiquetado frontal de advertencia de alimentos y bebidas. La experiencia de otros países de América Latina. *Journal of Negative & No Positive Results*, 6(7). <https://doi.org/https://doi.org/10.19230/jonnpr.4176>
- Tsybulsky, D., y Muchnik-Rozanov, Y. (2023). The contribution of a project-based learning course, designed as a pedagogy of practice, to the development of preservice teachers' professional identity. *Teaching and Teacher Education*, 124, 104020. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104020>
- Vermeir, I., Weijters, B., De Houwer, J., Geuens, M., Slabbinck, H., Spruyt, A., Van Kerckhove, A., Van Lippevelde, W., De Steur, H., y Verbeke, W. (2020). Environmentally Sustainable Food Consumption: A Review and Research Agenda From a Goal-Directed Perspective. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01603>
- Wandeka, C. M., Kigozi, J., Mugabi, R., y Ainebyona, P. (2022). Optimization of Raw Materials for Production of a Nutritious Snack Bar for Children Aged Between 5 To 13 Years. *International Journal Of Scientific Advances*, 3(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.51542/ijscia.v3i4.40>
- Yolmeh, M., y Jafari, S. M. (2017). Applications of Response Surface Methodology in the Food Industry Processes. *Food and Bioprocess Technology*, 10(3), 413-433. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1007/s11947-016-1855-2>
- Young, J., Bridgeman, M. B., y Hermes-DeSantis, E. R. (2019). Presentation of scientific poster information: Lessons learned from evaluating the impact of content arrangement and use of infographics. *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, 11(2), 204-210. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cptl.2018.11.011>