

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

Desarrollo de un aperitivo libre de gluten y lactosa para una empresa
nacional de alimentos saludables

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingenieras en Alimentos

Presentado por:

Aracely Jenniffer Arrata Parrales

María Isabel Calderón Remache

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios, por bendecirme a diario y darme la oportunidad de culminar una etapa de mi vida. Además, le dedico este proyecto a mis padres Tomas Arrata y Vilma PARRALES por ser siempre mi motivación y apoyo incondicional, a mis hermanos Tomás Arrata, Gary Arrata y David Arrata por sus enseñanzas y consejos para ser mejor cada día. Les agradezco de todo corazón ya que sin ellos no hubiera cumplido mis objetivos, los amo y admiro mucho.

Aracely Jenniffer Arrata PARRALES

DEDICATORIA

A mi familia, amigos y docentes que me apoyaron en cada etapa.

María Isabel Calderón Remache

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por todas las bendiciones que me ha otorgado para seguir adelante en esta etapa universitaria.

A mis padres Tomas Arrata y Vilma Parrales ya que siempre me demuestran su amor mediante su esfuerzo y

dedicación para que cumpla mis metas y a mis hermanos Tomás, Gary y David por siempre estar presentes apoyándome en cada decisión.

También agradezco a Mauricio Valarezo por su compañía y dedicación en esta etapa de estudio, además por motivarme a obtener juntos, nuevos logros.

A mi compañera M. Isabel Calderón por su apoyo en este proyecto, a nuestro tutor MSc. Patricio Cáceres y al docente MSc. Galo Chuchuca por guiarnos, brindarnos confianza y por contribuir en este proceso.

Aracely Jenniffer Arrata Parrales

AGRADECIMIENTOS

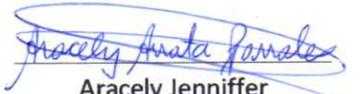
A Dios que me ha cuidado y protegido siempre. A mi familia que son mi motor y fortaleza; a mi papá por enseñarme el valor de la responsabilidad, a mi mamá por su ternura e infinito amor, a mis hermanas por su apoyo incondicional. A todos mis amigos que directa o indirectamente me motivaron a continuar; a cada profesor por sus enseñanzas.

A mi compañera Aracely Arrata por su paciencia y apoyo.

María Isabel Calderón Remache

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Aracely Jenniffer Arrata Parrales* y *María Isabel Calderón Remache* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"


Aracely Jenniffer
Arrata Parrales


María Isabel
Calderón Remache

EVALUADORES

MSc. Galo Chuchuca Morán
PROFESOR DE LA MATERIA

PhD. Patricio Cáceres Costales
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Los snacks saludables forman parte de la dieta puesto que ayudan a mantener los niveles de energía óptimos para el desarrollo de actividades diarias. El presente proyecto describe el desarrollo de un producto tipo snack satisfaciendo el requerimiento de una industria ecuatoriana.

El desarrollo del snack inició con la conceptualización de las características deseadas del prototipo y se utilizó como materia prima: harina de almendra, almidón de yuca, chía y sal. Luego, mediante la herramienta solver se ajustó la formulación maximizando el contenido proteico. Para determinar el tiempo y temperatura en la etapa de horneado, se llevó a cabo un diseño factorial cuyas variables respuestas fueron humedad, dureza y masticabilidad. Además, se realizó un estudio de vida útil acelerado, donde se midió la humedad y actividad de agua para analizar como influyen en la textura del snack. Finalmente, se calcularon los costos y se realizó una distribución de planta utilizando CORELAP.

Los resultados mostraron que la formulación escogida obtuvo un máximo de 8.24% de proteína, debido al aporte de la harina de almendra y la chía. El proceso de horneado a 185°C por 15 min fue óptimo para obtener un bajo porcentaje de humedad y valores de textura acordes a estudios reportados en diferentes snacks. Por último, se estimó un tiempo de vida útil de 5 meses. El producto final desarrollado es un alimento sano, de baja humedad y muy crujiente, que podrá ser consumido por personas intolerantes a compuestos como el gluten y lactosa.

Palabras clave: Snack, gluten, lactosa, chía, harina de almendra.

ABSTRACT

Healthy snacks are part of the diet since they help maintain optimal energy levels for the development of daily activities. This project describes the development of a snack-type product to meet the requirements of an Ecuadorian industry.

The development of the snack began with the conceptualization of the desired characteristics of the prototype and the raw materials used were almond flour, cassava starch, chia and salt. Then, using the solver tool, the formulation was adjusted to maximize the protein content. To determine the time and temperature in the baking stage, a factorial design was carried out, whose response variables were humidity, hardness and chewiness. In addition, an accelerated shelf-life study was carried out, where humidity and water activity were measured to analyze how they influence the texture of the snack. Finally, costs were calculated, and a plant layout was performed using CORELAP.

The results showed that the chosen formulation obtained a maximum of 8.24% protein, due to the contribution of almond flour and chia. The baking process at 185°C for 15 min was optimal to obtain a low percentage of moisture and texture values in accordance with studies reported in different snacks. Finally, a shelf life of 5 months was estimated. The final product developed is a healthy food, with low moisture and very crunchy food, which can be consumed by people intolerant to compounds such as gluten and lactose.

Key words: *Snack, gluten, lactose, chia, almond flour.*

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| RESUMEN | I |
| ABSTRACT..... | II |
| ÍNDICE GENERAL..... | III |
| ABREVIATURAS | V |
| SIMBOLOGÍA..... | VI |
| ÍNDICE DE FIGURAS | VII |
| ÍNDICE DE TABLAS | VIII |
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 Descripción del problema | 2 |
| 1.2 Justificación del problema | 2 |
| 1.3 Objetivos | 3 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 3 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos..... | 3 |
| 1.4 Marco teórico | 3 |
| 1.4.1 Intolerancia a la lactosa | 3 |
| 1.4.2 Intolerancia al gluten..... | 4 |
| 1.4.3 Harina de almendra | 5 |
| 1.4.4 Almidón de yuca | 6 |
| 1.4.5 Semillas de Chía..... | 7 |
| CAPÍTULO 2 | 9 |
| 2. METODOLOGÍA..... | 9 |
| 2.1 Definición del concepto | 9 |
| 2.2 Formulación | 11 |
| 2.2.1 Método de Programación Lineal | 12 |
| 2.3 Información nutricional | 14 |
| 2.4 Definición de parámetros de procesos. | 14 |

| | | |
|------------------|---|----|
| 2.4.1 | Diseño factorial | 14 |
| 2.5 | Validación del prototipo | 16 |
| 2.6 | Vida útil | 17 |
| 2.7 | Análisis de costo | 18 |
| 2.8 | Distribución de planta | 19 |
| CAPÍTULO 3 | | 20 |
| 3. | RESULTADOS Y ANÁLISIS | 20 |
| 3.1 | Definición del concepto | 20 |
| 3.2 | Formulación | 20 |
| 3.3 | Información nutricional | 20 |
| 3.4 | Definición de parámetros del proceso | 22 |
| 3.4.1 | Dureza | 22 |
| 3.4.2 | Masticabilidad | 22 |
| 3.4.3 | Humedad | 23 |
| 3.5 | Validación del prototipo | 24 |
| 3.5.1 | Prueba de normalidad..... | 25 |
| 3.5.2 | Prueba de signos para mediana | 25 |
| 3.6 | Vida útil | 26 |
| 3.7 | Análisis de costo | 27 |
| 3.8 | Distribución de planta | 27 |
| 3.8.1 | Descripción del proceso de producción | 27 |
| CAPÍTULO 4 | | 31 |
| 4. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 31 |
| 4.1 | Conclusiones..... | 31 |
| 4.2 | Recomendaciones..... | 31 |
| BIBLIOGRAFÍA | | |
| APÉNDICES | | |

ABREVIATURAS

| | |
|---------|---|
| ANFAB | Asociación Nacional de Fabricantes de Alimentos y Bebidas |
| CORELAP | <i>Computerized Relationship Layout Planing</i> |
| ESPOL | Escuela Superior Politécnica del Litoral |
| SLP | <i>Systemic Layout Planning</i> |
| TIR | Tasa Interna de Retorno |
| VAN | Valor Actual Neto |
| TMRA | Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento |
| VPN | Valor Presente Neto |
| P.V.P | Precio de Venta al Público |
| MP | Materia prima |
| PT | Producto terminado |

SIMBOLOGÍA

| | |
|------|-------------------------|
| g | Gramos |
| mg | Miligramos |
| kg | Kilogramos |
| \$ | Dólares estadounidenses |
| N | Newton |
| kJ | Kilo joules |
| mJ | Mili joules |
| Kcal | Kilo calorías |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2.1 Descomposición del problema..... | 10 |
| Figura 3.1 Información y semáforo nutricional del producto final | 21 |
| Figura 3.2 Réplicas según los tratamientos para la variable Dureza | 22 |
| Figura 3.3 Réplicas según los tratamientos para la variable Masticabilidad | 23 |
| Figura 3.4 Réplicas según los tratamientos para la variable Humedad | 24 |
| Figura 3.5 Histograma de la prueba afectiva | 25 |
| Figura 3.6 Prueba de signos para la muestra de snack..... | 25 |
| Figura 3.7 Diagrama de flujo del proceso para la elaboración del snack | 28 |
| Figura 3.8 Diagrama de recorrido sencillo | 29 |
| Figura 3.9 Lay-out de la planta..... | 30 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1.1 Información nutricional de la harina de almendra | 5 |
| Tabla 1.2 Comparación de los carbohidratos complejos entre tipos de almidones | 7 |
| Tabla 1.3 Composición nutricional de la chía | 8 |
| Tabla 2.1 Categorías seleccionados para el filtrado de conceptos | 11 |
| Tabla 2.2 Ponderación y puntuación utilizadas en la matriz de evaluación de concepto | 11 |
| Tabla 2.3 Composición nutricional de los ingredientes del snack | 12 |
| Tabla 2.4 Variables definidas para la formulación | 12 |
| Tabla 2.5 Límites establecidos para la formulación | 14 |
| Tabla 2.6 Nutrientes de declaración Obligatoria | 14 |
| Tabla 2.7 Factores y niveles con sus valores respectivos | 15 |
| Tabla 2.8 Corridas experimentales obtenidas en Minitab | 15 |
| Tabla 2.9 Puntuación de la escala hedónica | 17 |
| Tabla 2.10 Criterios financieros de evaluación de proyectos | 18 |
| Tabla 3.1 Formulación del producto | 21 |
| Tabla 3.2 Macronutrientes y micronutrientes del producto final | 21 |
| Tabla 3.3 Valores de actividad de agua para snacks SC y CC | 26 |
| Tabla 3.4 Valores de humedad para snacks SC y CC | 26 |
| Tabla 3.5 Flujo de caja | 27 |
| Tabla 3.6 Actividades de la empresa | 29 |

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, se estima que el mercado ecuatoriano de snacks ha crecido ya que un reporte de Agrocaldad demostró en sus registros un reflejo del 25% de estos productos en nuestro país (El Universo, 2022). Además las personas dan prioridad a la información que muestran las etiquetas debido a que buscan productos sostenibles y nuevas experiencias en texturas (FEDEXPOR, 2021). Las tendencias de consumo son una gran oportunidad de mercado para la industria de alimentos, puesto que pueden incrementar sus ingresos al satisfacer las nuevas necesidades de los clientes que buscan mejorar su condición física y mental a través de la alimentación.

Las intolerancias del consumidor a ciertos compuestos como el gluten y la lactosa es otro factor clave que promueve alternativas del desarrollo de nuevos productos, sustituir estos componentes que afectan la salud de ciertos consumidores por otros que brinden igual o mejores beneficios nutricionales es un desafío para la investigación, un ejemplo de ello es incluir la harina de almendras en las formulaciones, esta es una opción que se ha vuelto viable como remplazo de la harina de trigo puesto que presenta un mayor contenido de grasas y proteínas (Hopkin et al., 2022). Otro ejemplo es el uso de almidón de yuca en el procesamiento de snacks extruidos como espesante, agente aglutinante y aromatizante, es más al combinarlo con otros ingredientes como la harina de almendra se puede mejorar su valor nutritivo, textura, color, sabor y apariencia (Laswai et al., 2017).

Abordar las necesidades del consumidor y abrir mercado en la categoría de los snacks es una gran oportunidad de negocio. Debido a lo expuesto previamente, el objetivo de este proyecto es desarrollar un snack que permita abordar un mayor mercado incluyendo cierto grupo poblacional con requerimientos alimentarios especiales.

1.1 Descripción del problema

Una empresa nacional que elabora y distribuye alimentos saludables ubicada en el cantón Samborondón, requiere incluir snacks como parte de su cartera de productos, puesto que, en Ecuador, las alternativas de productos libres de gluten y lactosa son limitadas, por lo que esta empresa requiere explorar ese mercado importante para su crecimiento, además se ha reportado un incremento en la demanda de estos refrigerios a nivel mundial.

1.2 Justificación del problema

Los snacks saludables se han vuelto clave en la industria alimentaria alrededor del mundo, debido a que tienen doble impacto en la salud humana, contribuye a controlar el hambre y a disminuir el exceso de ingerir calorías. La Asociación Nacional de Fabricantes de Alimentos y Bebidas (ANFAB) reporta un incremento del 37.3% a inicios del año actual, en el consumo de snacks nutritivos puesto que las personas buscan alimentos que les permita cuidar su salud. Además, se muestra un mayor interés por las etiquetas que presenten términos tales como: “libre de”, “reducido”, “sin azúcar”, entre otras (Expreso, 2022). Cabe destacar, que en la actualidad el mercado de los snacks es de suma importancia a nivel mundial, debido a que presentó ingresos alrededor de \$2000 millones en 2021, y se estima un crecimiento del 2.44% por año en el periodo 2021-2025. Entre los principales países que lideran este mercado se encuentran a Estados Unidos, China y Japón (FEDEXPOR, 2021).

Las nuevas tendencias de alimentación adoptadas por los consumidores han motivado a mantener a la industria en constante innovación, por ello, nace la idea de desarrollar de un snack a dirigido para personas que tengan un estilo de vida saludable o presenten intolerancias alimentarias. Este producto busca ser sostenible, debido a que sus ingredientes se adquieren de pequeños productores ubicados en la Amazonía y Esmeraldas, lo que incentiva una mayor producción en el país y fomenta el comercio interno.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un snack libre de gluten y lactosa empleando harina de almendra, almidón de yuca y chía como complemento nutricional para personas que mantienen un estilo de vida saludable o padecen intolerancias alimentarias.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Formular un snack utilizando harina de almendra, almidón de yuca y chía.
- Evaluar el nivel de aceptación del producto mediante pruebas sensoriales.
- Estimar los costos de producción del producto.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Intolerancia a la lactosa

La leche de vaca es uno de los alimentos con mayor importancia en el sector alimentario, debido a sus propiedades fisicoquímicas y a su valor nutricional. En la actualidad, la leche se consume como producto lácteo o bebida, además se la puede incluir en una variedad de alimentos, sin embargo, la intolerancia a la lactosa es la principal limitación de la ingesta de estos productos en las personas. (Rosado, 2016). En el mundo, la mayor parte de la población adulta no produce una cantidad suficiente de la enzima lactasa, esta deficiencia puede generar intolerancia a la lactosa y según la cantidad ingerida junto con los elementos que la acompañan, ocasiona malestares gastrointestinales y extraintestinales en las personas (Facioni *et al.*, 2020).

El tratamiento para la intolerancia a la lactosa se basa fundamentalmente en disminuir o suprimir la lactosa de la dieta hasta que los síntomas desaparezcan, por lo cual es importante fijarse en la lista de ingredientes de los productos que se ingieren ya que si presentan lactosa pueden incluir, leche, suero, cuajada, leche en polvo o subproductos lácteos (Villanueva, 2017).

El enfoque dietético tiene un rol primordial para el manejo de las personas intolerantes a la lactosa. Actualmente, ha incrementado el consumo de sustitutos no lácteos y el sector alimentario ha respondido, ya que existe un aumento en la disponibilidad de estos productos en el mercado. Entre estos productos se

encuentran fundamentalmente los derivados de las plantas, como arroz, soja, coco, almendra y avena, es más este tipo de alimentos se pueden fortificar con vitamina A, vitamina B12, vitamina D, riboflavina, calcio u otros. Además, es importante para los consumidores conocer la diferencia nutricional entre los productos lácteos y los sustitutos no lácteos, para que así se orienten y escojan las alternativas saludables que más les convenga según su tipo de intolerancia (Szilagyi, 2018).

1.4.2 Intolerancia al gluten

El gluten es una proteína que está presente en el trigo, cebada y centeno, es la encargada de otorgar propiedades aglutinantes y viscoelásticas a los productos de panadería, sin embargo, la industria de alimentos ha buscado limitar su uso en ciertos productos debido a que su ingesta está relacionada con problemas gastrointestinales (Hopkin *et al.*, 2022).

La intolerancia al gluten, o también llamada sensibilidad al gluten, es una enfermedad donde el cuerpo reacciona desfavorablemente al ingerir esta proteína (Martinez, 2017). La intolerancia es similar a la celiaquía, sin embargo, la enfermedad celiaca es un trastorno autoinmune que provoca un daño en la mucosa intestinal induciendo a una reducción en la absorción de nutrientes en personas genéticamente predispuestas, es una de las enfermedades genéticas más usuales en el mundo. Las principales molestias que experimenta una persona intolerante al gluten son: dolor abdominal, náuseas, estreñimiento, hinchazón, ansiedad, erupción cutánea, entre otras (Mandile & Troncone, 2021).

El número de personas que padecen intolerancia al gluten ha incrementado (New Food, 2020). Se estima que un 82% de consumidores han adoptado esta dieta sin ser diagnosticados, mientras que hacen pruebas para conocer si son sensibles a la ingesta de esta proteína, esto ha llevado a una creciente demanda de productos libres de gluten en el mercado global, en el año 2019 la venta de estos alimentos se valoró en 9.57 mil millones de dólares, y se estima un crecimiento anual del 5.5% hasta el 2027 (Hopkin *et al.*, 2022).

1.4.3 Harina de almendra

La almendra es el fruto de un árbol de almendro dulce, cuyo nombre científico se conoce como *Prunus dulcis L.* Este fruto está compuesto por un núcleo o semilla (10.31%) con un atractivo olor y sabor, y un característico color blanco, una cobertura fibrosa (8.96%), una cáscara (34.08%) que conserva sus propiedades intactas y un endocarpio duro (46.59%) (Candendo, 2018).

Las almendras tienen un alto contenido de proteínas que benefician al organismo humano, grasas y ácidos grasos esenciales, minerales como calcio, magnesio, zinc, cloro, hierro y vitaminas A, B, E y F, la información nutricional se presenta en la Tabla 1.1. Además, en la composición de este fruto seco se encuentra una sustancia llamada amigdalina que se conoce como vitamina B17, que cumple un rol fundamental en la lucha contra el cáncer y logra reducir de forma exitosa el riesgo de desarrollar esta enfermedad (Yildiz & Gocmen, 2020). Según un estudio realizado por Stoin *et al.*, 2018, indica que el perfil nutricional de las almendras disminuye enfermedades cardiovasculares, por lo tanto, reduce la mortalidad que estas causan, sin ocasionar otro tipo de efectos en los consumidores.

Tabla 1.1 Información nutricional de la harina de almendra [Martínez et al., 2017]

| Composición de la harina de almendra (valor 100g) | |
|--|---------|
| Energía | 2359kj |
| Proteína | 20.74g |
| Carbohidratos | 19.26g |
| Fibra | 11.5g |
| Azúcar | 4.68g |
| Grasa | 49.4g |
| Grasa Saturada | 3.786g |
| Grasa Poliinsaturada | 11.916g |
| Grasa Monoinsaturada | 31.371g |
| Colesterol | 0mg |
| Sodio | 1 mg |
| Potasio | 710mg |

Entre los productos que se pueden obtener a partir de este fruto, tenemos la harina de almendra, que se adquiere de la pulpa de la almendra entera sin que esta se procese dando como resultado un polvo fino. Debido a que esta harina no contiene gluten, es una excelente opción para las personas que padecen intolerancia, celiaquía o simplemente las que quieren evitar el gluten a causa de su dieta diaria (De Almeida *et al.*, 2019).

1.4.4 Almidón de yuca

La yuca, también conocida como mandioca o tapioca, es un arbusto leñoso que presenta raíces tuberosas y pertenece a la familia *Euphorbiaceae*. En la actualidad, la yuca es la tercera fuente de calorías más importante en el mundo, luego del arroz y maíz, se cultiva en las regiones tropicales y subtropicales de África, Asia y América Latina (Zhu, 2015). Por lo general, este alimento se considera una buena fuente de magnesio, tiamina, fibra dietética, citrato y ácido nicotínico, sin embargo, su porcentaje de proteína es limitado. Además, la yuca no solo se consume como alimento y piensos, sino que tiene diferentes aplicaciones industriales como la producción de biocombustibles y etanol. El principal componente de la yuca es el almidón, ya que representa el 80% del peso seco de la raíz, por lo tanto, la calidad de los productos elaborados a base de yuca se determina según la calidad del almidón (Zhu, 2015). El almidón es una combinación de dos polisacáridos, la molécula lineal de amilosa y polímeros ramificados de amilopectina (Imbachí, 2017). La yuca contiene un almidón altamente digerible, si se compara con otro tipo de almidón, como por ejemplo el maíz, su nivel de amilopectina es más alto como se muestra en la tabla 1.2, lo que indica que el almidón de yuca se digiere con mayor facilidad (Morgan & Choct, 2016).

El almidón de yuca tiene una gran demanda por su disponibilidad, propiedades funcionales singulares y bajo costo. En la industria alimentaria se usa para influir o controlar características como humedad, textura, consistencia y estabilidad durante el almacenamiento, también se utiliza para producir recubrimientos blandos o crujientes en ciertos tipos de alimentos, incluso estabiliza emulsiones o da paso a la formación de películas resistentes al aceite. El almidón nativo limita su aplicación ya que no es capaz de tolerar condiciones de procesamiento como temperatura extrema, cambios de pH, alta resistencia de cizallamiento, elevada capacidad de

retrogradación, sinéresis, pérdida de viscosidad y efecto espesante luego de la cocción y al almacenarlo particularmente a un pH bajo, por ende, existiría una disminución de la vida útil (Sumardiono *et al.*, 2017).

El almidón de yuca se modifica con el objetivo de mejorar sus propiedades funcionales y contrarrestar sus limitaciones. Esta modificación altera las características físicas y químicas, e incrementa el contenido de amilopectina del almidón nativo, por lo que se vuelve más estable y también reduce su digestibilidad (Wang *et al.*, 2022).

Tabla 1.2 Comparación de los carbohidratos complejos entre tipos de almidones [Morgan & Choct, 2016]

| Tipo de almidón | Contenido de Amilosa | Contenido de Amilopectina |
|-----------------|----------------------|---------------------------|
| Almidón de yuca | 17% | 83% |
| Almidón de maíz | 28% | 72% |

1.4.5 Semillas de Chía

Las semillas de chía provienen de la planta *Salvia hispanica* L., se ha demostrado que previenen enfermedades como la obesidad, diabetes, trastornos en el sistema nervioso, entre otras, puesto que es fuente de ácidos grasos poliinsaturados, aminoácidos esenciales, fibra, vitaminas y minerales. Las propiedades de este alimento han hecho que se considere como “funcional” y crezca su demanda a nivel mundial (Katunzi-Kilewela *et al.*, 2022).

Investigadores manifiestan que el consumo de alimentos altos en fibra promueve resultados positivos en la salud ya que reducen el colesterol y modifican la respuesta glucémica (Hsieh *et al.*, 2022). Además, un estudio realizado por Zare indica que la chía es una de las fuentes vegetales con mayor contenido de omega-3, el cual es esencial para el mantenimiento de la función cerebral en personas adultas. Los ácidos grasos presentes también poseen propiedades antiinflamatorias, antivirales y antifúngicas, por lo tanto, es una buena opción para incluir en una dieta saludable (Zare *et al.*, 2019).

En la tabla 1.3 se observa que la semilla de chía está constituida por 29.2g de proteínas, no contiene gluten, además, muestra un alto contenido en fibra el cual ayuda a mantener una buena digestión intestinal y reduce la glucemia en diabéticos, convirtiéndolo en una gran opción para incluir en la dieta para perder peso. Contiene antioxidantes que disminuyen el estrés oxidativo, elimina radicales libres promoviendo un lento envejecimiento en personas. Todos los beneficios anteriormente mencionados que otorga la chía ha dado paso a un mayor consumo en su forma cruda, harinas u otras preparaciones (Carrillo *et al.*, 2018).

La incorporación de estas semillas a alimentos y bebidas se ha tornado muy popular debido a su composición nutricional y además, pueden ser usada como un aditivo alimentario por su capacidad espesante, emulsionante o estabilizantes (Din *et al.*, 2021). Estas propiedades son relacionadas con su cantidad de fibra soluble que en presencia de agua forma un mucílago proporcionando alta retención de agua (266.55 g de peso de agua/ g peso de muestra) (Hsieh *et al.*, 2022) permitiendo adicionarlas a recetas que no contienen gluten.

Tabla 1.3 Composición nutricional de la chía [Carrillo et al., 2018]

| Composición nutricional de la chía (100g) | |
|--|----------|
| Proteínas | 29.2g |
| Lípidos | 49g |
| Colesterol | 0 g |
| Fibra | 18-30g |
| Vitamina C | 1.6 mg |
| Niacina | 6.1mg |
| Fósforo | 1067 mg |
| Calcio | 714.0 mg |
| Potasio | 700.0mg |

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Como primer paso se realizó la conceptualización del producto considerando una técnica de dos etapas, filtrado y evaluación. Esta metodología es apoyada por las matrices de decisiones planteada por Ulrich & Eppinger (2013).

Para determinar la formulación se utilizó programación lineal cuya función objetivo fue maximizar el contenido de proteína, además se usó un diseño factorial para determinar los parámetros del proceso de horneado. Posteriormente, se validó el prototipo mediante un panel sensorial para establecer el nivel de aceptación del snack.

La información nutricional del producto se determinó mediante el cálculo de los nutrientes para cada materia prima, y se seleccionó únicamente los nutrimentos obligados a declarar como se indica en la normativa respectiva (NTE INEN 1 334-2, 2011). Finalmente, se analizaron los costos de producción, e inversión para determinar cuan factible era el proyecto, donde se calculó la tasa interna de retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN) para aplicar criterios de evaluación (Laprea & Yépez, 2021).

2.1 Definición del concepto

La generación del concepto de un producto alimenticio es parte integral del proyecto puesto que se exponen las características aproximadas del snack y se establece una descripción de cómo se satisfacen las necesidades del cliente. En esta etapa se realizó una exploración de las alternativas de atributos tangibles e intangibles propios del alimento a desarrollar. Entre las características deseables de la fundadora de la empresa productora y distribuidora de alimentos saludables tenemos:

- Un producto que pueda ser consumido por personas de todas las edades que padecen intolerancias alimentarias o tengan tendencias de consumo saludable.
- Conservación del producto a temperatura ambiente.
- Aprovechamiento de la materia prima usada en su cartera de productos.

- Línea de producción sencilla y alcanzable a las posibilidades de la empresa.

Para elegir un buen concepto fue fundamental realizar la descomposición del problema tal como indica Ulrich & Eppinger (2013). Los subproblemas más sencillos obtenidos luego de la descomposición se muestran en la figura 2.1.

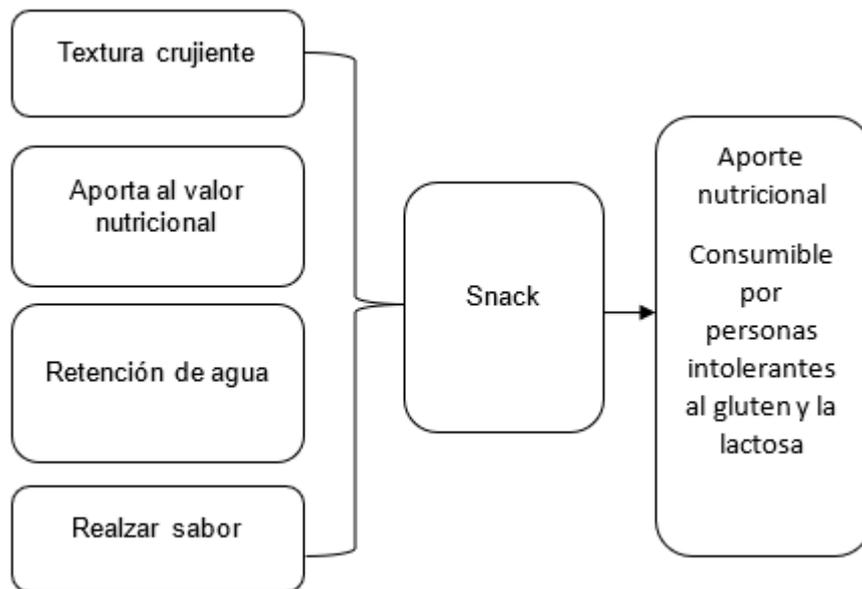


Figura 2.1 Descomposición del problema

Luego se realizó la generación de conceptos mediante un análisis matricial descrita por Schnarch (2005). Este método permitió tomar las dimensiones más importantes del producto. Los criterios seleccionados fueron: tratamiento térmico, tipo de harina y semillas.

Posteriormente, se realizó el proceso de filtrado donde se buscó ordenar y reducir el número de conceptos como se observa en la tabla 2.1. Los conceptos fueron depurados en base a criterios de selección, tales como; aporte energético, de proteínas, entre otros.

Tabla 2.1 Categorías seleccionados para el filtrado de conceptos [Elaboración propia]

| Dimensión | Concepto | Definición |
|----------------------------|-----------------|---|
| Tratamiento térmico | Horneo | Se somete a la masa a altas temperaturas en un horno |
| | Fritura | Se somete la masa a contacto con aceite a altas temperaturas |
| | Ambos | Se combinan los procesos de horneado y fritura. |
| Tipo de Harina | Maíz | El ingrediente para realizar la masa es la harina de Maíz |
| | Almendra | El ingrediente para realizar la masa es la harina de almendra |
| | Coco | El ingrediente para realizar la masa es la harina de coco |
| Semillas | Chía | Se adiciona semillas de chía a la formulación |
| | Sésamo | Se adiciona semillas de sésamo a la formulación |
| | Calabaza | Se adiciona semillas de calabaza a la formulación |

Luego de la filtración se llevó a cabo la evaluación de conceptos con la ayuda de la matriz de evaluación. En esta herramienta se ponderaron los criterios de selección y se evaluó cada concepto usando una escala del 1 al 5 tal como se señala en la tabla 2.2

Tabla 2.2 Ponderación y puntuación utilizadas en la matriz de evaluación de concepto [Elaboración propia]

| Criterio de selección | Ponderación | Calificación |
|------------------------------|--------------------|----------------------------------|
| Color | 5% | 1- Mucho peor que la referencia |
| Sabor | 15% | 2- Peor que la referencia |
| Crocancia | 20% | 3- Igual a la referencia |
| Aporte energético | 20% | 4- Mejor que la referencia |
| Proteínas | 20% | 5- Mucho mejor que la referencia |
| Lípidos | 10% | |
| Carbohidratos | 10% | |

Finalmente, luego de obtener los conceptos con el puntaje más alto se analizó y se realizó una descripción de las características del producto final teniendo en cuenta las necesidades del consumidor.

2.2 Formulación

Para el desarrollo de este proyecto se implementó un método de programación lineal y se utilizó como herramienta Solver, donde se definió una función objetivo, con el fin de desarrollar la mejor formulación y obtener las proporciones de harina de

almendra, almidón de yuca modificado, chía, sal y agua, que representen un mayor contenido de proteína.

2.2.1 Método de Programación Lineal

En la actualidad se presentan una diversidad de técnicas para obtener formulaciones en la industria alimentaria, por lo que uno de los métodos más aplicados es el de programación lineal ya que logra optimizar una función objetivo, al minimizar el costo de un ingrediente o al maximizar un componente nutricional requerido (Prada, 2016).

La composición nutricional de la harina de almendra, almidón de yuca, semillas de chía, sal, y agua se puede observar en la tabla 2.3.

Tabla 2.3 Composición nutricional de los ingredientes del snack [Elaboración propia]

| Formulación | Proteína | Grasa | Carbohidratos | Almidón | Fibra | Agua |
|--------------------|----------|-------|---------------|---------|-------|------|
| Harina de Almendra | 21% | 54% | 21% | 0% | 7% | 0% |
| Almidón de yuca | 0,2% | 0% | 0% | 85% | 0% | 0% |
| Agua | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 100% |
| Semillas de Chía | 17% | 31% | 42% | 0% | 34% | 6% |
| Sal | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |

Se estableció como función objetivo, maximizar el contenido de proteína por cada gramo en la formulación del snack, para ello se utilizó Excel y se implementó como herramienta estadística, Solver, y se aplicó el método Simplex LP. En la tabla 2.4 se presentan los parámetros que se definieron para la función objetivo.

Tabla 2.4 Variables definidas para la formulación [Elaboración propia]

| Variables | Harina de Almendra | Almidón de yuca | Sal | Agua | Semillas de Chía |
|------------------------------------|--------------------|-----------------|----------------|----------------|------------------|
| Gramos | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₅ |
| Proteína (%) /g del snack | 0.21 | 0 | 0 | 0 | 0.17 |
| Máximo de proteína (%) /g de snack | | | - | | |

Función objetivo:

Contenido de proteína máximo = $0.21 X_1 + 0 X_2 + 0 X_3 + 0 X_4 + 0.17 X_5$

Variables:

X₁: Gramos de harina de almendra por cada gramo del snack

X₂: Gramos de almidón de yuca por cada gramo del snack

X₃: Gramos de sal por cada gramo del snack

X₄: Gramos de agua por cada gramo del snack

X₅: Gramos de semillas de chía por cada gramo del snack

Se establecieron las restricciones para cumplir la optimización de la función objetivo como se presenta en la tabla 2.5, además, se realizaron pruebas preliminares con diferentes combinaciones de los ingredientes para obtener la formulación con mejores características sensoriales, debido a estos ensayos y a experimentaciones realizadas en diferentes investigaciones, se lograron establecer los límites en las restricciones.

Según un estudio realizado por Alvis et al., 2011, recomiendan un máximo de 40% de harina sin gluten para elaborar productos que se hornean. Por otro lado, para la formulación de snacks horneados se ha utilizado hasta un 80% de almidón de yuca en combinación con otros tipos de harinas, pero se sugiere incorporar desde un 20% hasta máximo 60% para que el producto sea aceptable (Laswai et al., 2017). En cuanto al agua, se utilizó la cantidad de acuerdo con las pruebas preliminares mencionadas anteriormente, de igual forma se determinó la cantidad de sal en el snack, sin embargo, las dosis permitidas de sodio a concentraciones bajas no deben superar los 120 mg de sodio en 100g (MSP, 2013). Por último, un estudio realizado por Masood, 2022, menciona que las semillas de chía se deben incorporar desde un 5% hasta 10% en productos horneados ya que así se previene algún efecto que perjudique la calidad del alimento, además un exceso de este ingrediente podría darle una mala apariencia.

Tabla 2.5 Límites establecidos para la formulación [Elaboración propia]

| Ingredientes | Límite mínimo | Límite máximo |
|---------------------------|----------------------|----------------------|
| Harina de almendra | 20% | 35% |
| Almidón de yuca | 30% | 60% |
| Agua | 15% | 25% |
| Semillas de chía | 5% | 10% |
| sal | 1% | 2% |

2.3 Información nutricional

La información nutricional del snack se obtuvo mediante la composición de cada uno de los ingredientes, el aporte nutritivo se calculó en base a la formulación seleccionada. Además, se realizó la etiqueta nutricional reportando los datos basado en la normativa NTE INEN 1334-2:201 (NTE INEN 1 334-2, 2011).

Los nutrientes de declaración obligatoria se detallan en la tabla 2.6

Tabla 2.6 Nutrientes de declaración Obligatoria [NTE INEN 1334-2:2011, 2011]

| Nutriente | Unidad | VDR Adultos |
|--------------------------------|---------------|--------------------|
| Energía | kJ | 2000-8380 |
| Grasa total | g | 65 |
| Ácidos grasos saturados | g | 20 |
| Colesterol | mg | 300 |
| Sodio | mg | 2400 |
| Carbohidratos totales | g | 300 |
| Proteína | g | 50 |

2.4 Definición de parámetros de procesos.

Para la definición de los parámetros del proceso se realizó un diseño experimental y se usó como herramienta el software estadístico Minitab, donde se propuso un diseño factorial 2^k para que se evalúe el contenido de humedad y la textura del snack.

2.4.1 Diseño factorial

Se llevó a cabo un diseño experimental factorial 2^k , cuyo factor $k=2$, lo que genera 4 tratamientos experimentales. Los factores que se definieron para este diseño fueron tiempo y temperatura, la tabla 2.7 muestra la matriz con los factores y niveles que se experimentaron, además en la tabla 2.8 se presentan los tratamientos por duplicado del diseño.

Cuando los productos horneados llegan a una temperatura de 100°C, el agua se evapora, por lo que la superficie del snack se seca y da paso a reacciones como la caramelización a los 130°C y a las reacciones de Maillard en rangos de 110°C a 120°C, luego a temperaturas entre 160°C a 190°C se forman dextrinas cafés, que generan sabor y color particulares del alimento, razón por la cual se debe establecer rangos de temperaturas (Chiquito & Pino, 2020). Según un estudio realizado por Cuartas, 2005, menciona que para snacks que contienen almidón de yuca y son horneados a una temperatura de 150°C por 10 minutos no alcanzan una textura crocante y a 197°C al mismo tiempo produce una carbonización parcial del alimento, por lo cual recomienda realizar ensayos utilizando un nivel intermedio de temperatura y a tiempos aproximados a 10 minutos. Por consiguiente, se realizaron pruebas preliminares para tiempo y temperatura, sin embargo, es importante indicar que el tiempo de horneo no es directamente proporcional a la temperatura, dicho de otra forma, el tiempo de horneo es menor, en tanto más se eleve la temperatura.

Tabla 2.7 Factores y niveles con sus valores respectivos [Elaboración Propia]

| Factores | Valor inferior | Valor superior |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| Tiempo | 12 minutos | 15 minutos |
| Temperatura | 170°C | 185°C |

Tabla 2.8 Corridas experimentales obtenidas en Minitab [Elaboración propia]

| Tratamiento | Tiempo (min) | Temperatura (°C) |
|--------------------|---------------------|-------------------------|
| T1 | 12 | 170 |
| | 12 | 170 |
| T2 | 15 | 170 |
| | 15 | 170 |
| T3 | 12 | 185 |
| | 12 | 185 |
| T4 | 15 | 185 |
| | 15 | 185 |

Las variables de respuestas establecidas para el estudio de este diseño fueron: humedad, masticabilidad y dureza, se midieron por duplicado según el tiempo y temperatura definidos.

Para la variable respuesta humedad, las mediciones se realizaron con una termobalanza marca KERN MLB 50-3, en el platillo de aluminio se colocaron 5g de la muestra a temperatura ambiente hasta alcanzar una temperatura de 130°C en un tiempo promedio de 10 minutos según como indica el estudio de Cepeda & Moreira, 2015.

Las variables respuesta masticabilidad y dureza se midieron con un texturómetro marca Ametek Brookfield modelo CT3 4500. Para la experimentación se midió el punto de rotura a una muestra de snack con un diámetro aproximado de 4.2 cm, para esto se usó una sonda TA-DE con una deformación del 75%.

Una vez obtenido los resultados se realizó una prueba de normalidad, donde se definieron las siguientes hipótesis:

H₀: Los datos siguen una distribución normal.

H_a: Los datos no siguen una distribución normal.

2.5 Validación del prototipo

Luego de haber escogido la formulación, se realizó una prueba afectiva para valorar el nivel de aceptación del snack. El panel sensorial se desarrolló en la universidad ESPO, a 40 panelistas no entrenados con edades entre 18 a 30 años, donde un moderador les daba las instrucciones y además se guiaban con un formulario (Apéndice A).

A todos los panelistas se les proporcionó una muestra de 2g como recomienda Lepe (2017) y un vaso de agua como limpiador de paladar. Para esta prueba de aceptación se usó una escala hedónica de nueve puntos que se presenta en la tabla 2.9.

Tabla 2.9 Puntuación de la escala hedónica [Elaboración propia]

| Valor | Nivel de grado |
|--------------|----------------------------|
| 1 | Me disgusta extremadamente |
| 2 | Me disgusta mucho |
| 3 | Me disgusta moderadamente |
| 4 | Me disgusta levemente |
| 5 | No me gusta ni me disgusta |
| 6 | Me gusta levemente |
| 7 | Me gusta moderadamente |
| 8 | Me gusta mucho |
| 9 | Me disgusta extremadamente |

Por lo general, los datos que se obtienen en una prueba de aceptación no siguen una distribución normal, por lo cual se tiene que realizar una prueba de normalidad, el software estadístico Minitab sirve para esta verificación, por lo que se definieron las siguientes hipótesis:

H₀: Los datos siguen una distribución normal.

H_a: Los datos no siguen una distribución normal.

Además, se realizó una prueba de signos para mediana y se estableció que el snack es aceptable si el nivel de grado es superior a “Me gusta levemente”, lo que representa una calificación de 6 como se muestra en la tabla 2.10. Para esta prueba se definieron las siguientes hipótesis:

H₀: La muestra se considera aceptable si la calificación es igual o mayor a “Me gusta levemente” (puntaje mayor o igual a 6).

H_a: La muestra no se considera aceptable si la calificación es menor a “Me gusta levemente” (puntaje menor a 6).

2.6 Vida útil

Para determinar la vida útil del snack, se realizaron pruebas aceleradas y se utilizaron 18 muestras, de las cuales 9 se prepararon con la formulación obtenida sin

conservante (SC) y al resto de muestras se le adicionó 1g del conservante bicarbonato de amonio (CC). Las muestras se empacaron en fundas PET doy pack y se controlaron a temperaturas de 28°C y 55°C, a una humedad relativa del 80% durante 0, 3, 6, 9 y 12 días, tal como indicó la metodología de Puma et al., 2018. Para someter el producto a una temperatura extrema de 55°C se usó una cámara de climatización, y las muestras a 28°C se ubicaron en una vitrina. Las variables de respuesta medidas fueron humedad y actividad de agua, puesto que el producto al absorber humedad del ambiente puede alterar sus características sensoriales e incrementar las posibilidades de deterioro. Por último, se usó la ecuación de Arrhenius 2.1, para analizar como depende la constante aparente de velocidad según la temperatura y la ecuación 2.2 para estimar el tiempo en meses de vida de anaquel.

$$K_T = K_0 \exp \left(-\frac{E_a}{RT} \right) \quad (2.1)$$

$$T \text{ semanas} = \frac{\ln Q_e - Q_0}{K_{shelf} (sem^{-1})} \quad (2.2)$$

2.7 Análisis de costo

Primero se calcularon los costos de inversión, materia prima y fabricación. Luego, se realizó un análisis financiero donde se obtuvo un flujo de caja proyectado que permitió determinar si es recomendable amparar la inversión.

Para el análisis financiero se eligió un TMAR del 13% teniendo en cuenta una tasa de inflación en Ecuador del 3.42% y un 10% de riesgo del proyecto, puesto que el producto presenta una competencia considerable. Se calculó el valor actual neto y la tasa interna de retorno, las cuales fueron los criterios de toma de decisiones de aceptación o rechazo del proyecto basándonos en la tabla 2.10

Tabla 2.10 Criterios financieros de evaluación de proyectos [Laprea & Yépez, 2021]

| Criterio | Aceptación o rechazo |
|---------------------|--------------------------------------|
| VPN ≥ 0; TIR ≥ TMAR | El proyecto es viable, se acepta |
| VPN < 0; TIR < TMAR | El proyecto no es viable, se rechaza |

2.8 Distribución de planta

Para realizar el diseño de plantas se usó el método *Systematic Layout Planning*, para ello se definió la información específica del producto y la cantidad prevista de producción.

Las etapas abordadas mediante el método SLP fueron: definición, análisis y síntesis. La definición constó de dos diagramas, de recorrido y relación de actividades. En el análisis se evaluó la necesidad de espacio y finalmente se realizó la síntesis de los datos cualitativos y cuantitativos en el software CORELAP.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Definición del concepto

Las ideas fueron puntuadas según la ponderación especificada en la tabla 2.2, la calificación más alta la obtuvo la harina de almendra, semillas de chía y la tecnología de horneado, puesto que es una combinación que presenta un alto potencial de éxito y cumple con las expectativas del cliente. En cuanto a las especificaciones del producto, los tres niveles de estructura se detallan a continuación:

- Esencial: Snack horneado de harina de almendra, almidón de yuca y semillas de chía.
- Ampliado: Empaque PET con cierre hermético.
- Plus: Producto libre de gluten, lactosa y azúcar añadida. Elaborado con productos 100% ecuatorianos.

Como paso final, el concepto elegido fue: “Snack horneado a base de harina de almendra, almidón de yuca y chía, es un alimento elaborado con materia prima ecuatoriana, que busca brindar una opción de alimentación para personas con intolerancias alimenticias puesto que es libre de gluten, lactosa y azúcares añadidas”.

3.2 Formulación

Después de definir las variables e identificar las restricciones, se obtuvo la mejor formulación maximizando el contenido proteico del producto (Apéndice B). La cantidad en gramos, el costo y el porcentaje de proteína por cada ingrediente del snack se observan en la tabla 3.1, obteniendo un costo total de materia prima de \$0.46 por 100g, además se logró alcanzar un contenido proteico de 8.67%.

3.3 Información nutricional

La composición química del producto se presenta en la tabla 3.2 y en la figura 3.1 se muestra que, para 40g de producto, el contenido de proteínas es de 3.47g, cumpliendo así con la norma NTE INEN 2085 que indica que el porcentaje debe ser mayor al 3% (NTE INEN 2085, 2005).

Tabla 3.1 Formulación del producto [Elaboración propia]

| Ingrediente | Cantidad (g) | Costo por g | % Proteína |
|--------------------|--------------|-------------|------------|
| Harina de almendra | 35 | \$ 0.35 | 21 |
| Almidón de yuca | 33 | \$ 0.05 | 0 |
| Agua | 24 | \$ 0.01 | 0 |
| Semillas de chía | 7 | \$ 0.05 | 17 |
| Sal | 1 | \$ 0.012 | 0 |
| Total | 100 | \$ 0.46 | 8.67 |

Tabla 3.2 Macronutrientes y micronutrientes del producto final [Elaboración propia]

| Compuesto | Cantidad (100g) |
|---------------|-----------------|
| Calorías | 246.47 [kcal] |
| Proteínas | 8.67 [g] |
| Grasa | 20.89 [g] |
| Carbohidratos | 35.19 [g] |
| Fibra | 4.89 [g] |
| Hierro | 1.79 [mg] |
| Sodio | 1.5[mg] |
| Magnesio | 23.45 [mg] |
| Calcio | 127.27[mg] |
| Potasio | 266.16[mg] |
| Vitamina C | 0.112 [mg] |



Figura 3.1 Información y semáforo nutricional del producto final [Elaboración propia]

3.4 Definición de parámetros del proceso

3.4.1 Dureza

En la figura 3.2 se muestra los valores alcanzados en la variable dureza según los diferentes tratamientos, donde los datos que se obtuvieron variaron de 3.86 a 6.67N, estos se encuentran dentro del rango de un estudio realizado por Valderrama *et al.*, 2021 para un snack elaborado con harina de maíz, chía y quinua, ya que sus mediciones fueron oscilaban entre 1.45 a 17.16N. Por otro lado, Vera & Villaprado, 2017 obtuvieron un valor de 5.01N para snacks horneados de zanahorias. La dureza en este tipo de alimentos está sujeta a como se distribuyen las celdas de aire y la humedad (Lepe, 2017). Los valores de textura en snacks deben ser altos, ya que esto incide en la crocancia, siendo este factor importante para que el consumidor acepte sensorialmente el producto (Lucas *et al.*, 2012). Por lo tanto, se seleccionó el T4, debido a que obtuvo el valor de dureza más alto.

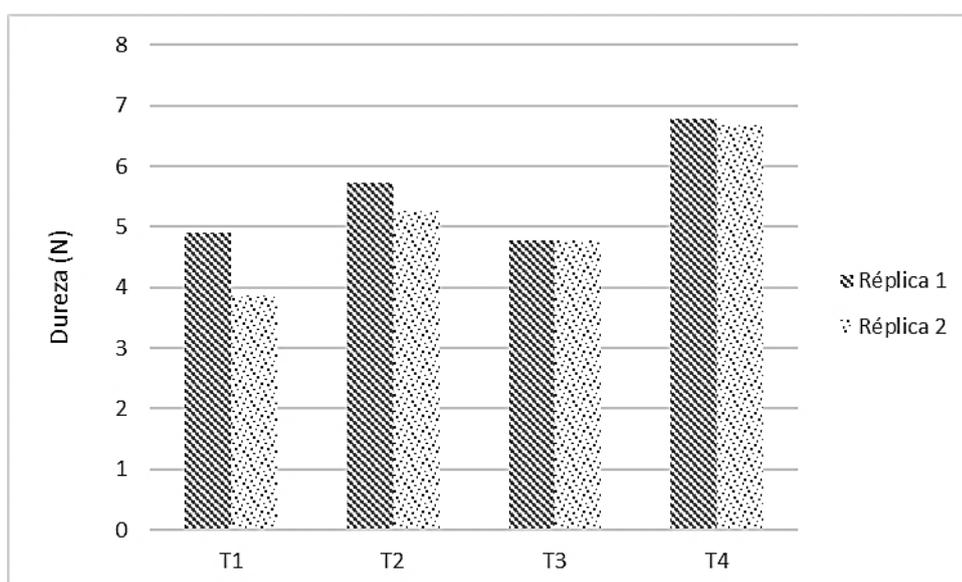


Figura 3.2 Réplicas según los tratamientos para la variable Dureza [Elaboración propia]

3.4.2 Masticabilidad

Los datos obtenidos de masticabilidad se presentan en la figura 3.3, donde los tratamientos si presentaron diferencias estadísticas significativas, se observó que los valores oscilaron entre 0.03mJ a 0.41mJ, estos se encuentran fuera de rango de un estudio realizado por Morales *et al.*, 2017 para unos crackers de avena, donde sus datos fueron de 1.5mJ a 1.6mJ, sin embargo, se escogió el T4, ya que obtuvo un

valor mayor comparado con los demás tratamientos. Cabe destacar, que un valor bajo de masticabilidad se da por la capacidad de la proteína al retener mayor contenido de humedad, por lo que los espacios existentes se llenan de agua volviéndola más densa, lo que facilita formar bolo e ingerir (García, 2012).

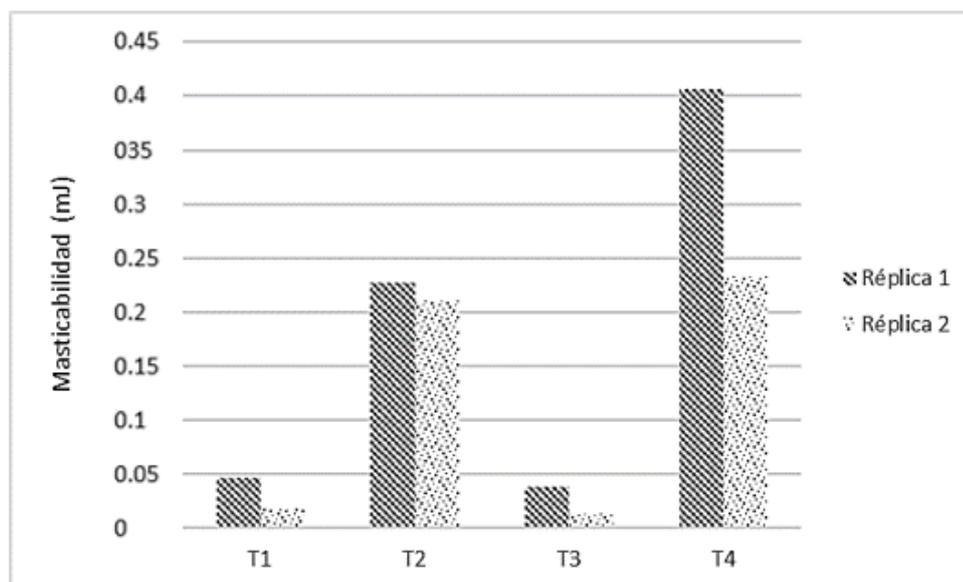


Figura 3.3 Réplicas según los tratamientos para la variable Masticabilidad
[Elaboración propia]

3.4.3 Humedad

Los diferentes valores de humedad se muestran en la figura 3.4, se observó que el máximo valor es alcanzado en el tratamiento T3, seguido de T1, mientras que el mínimo valor de humedad se obtuvo en T4, siendo este 2.22%, lo que demuestra que es la mejor combinación de tiempo y temperatura para el proceso de horneado, puesto que la humedad es un indicador de estabilidad del producto. El porcentaje de humedad de las muestras evaluadas no superó el 10%, tal como se indica en la NTE INEN 2085:2005 y en comparación con otro estudio, en el cual se elaboraron crackers con 30% de almidón de yuca, donde se obtuvo una humedad de 3.01%, siendo un valor bajo, similar al T4 (Murtuza et al., 2016). Se recomiendan valores bajos de humedad debido a que se disminuye el riesgo de deterioro microbiano además de aportar con la textura crujiente del producto final (Miller, 2016).

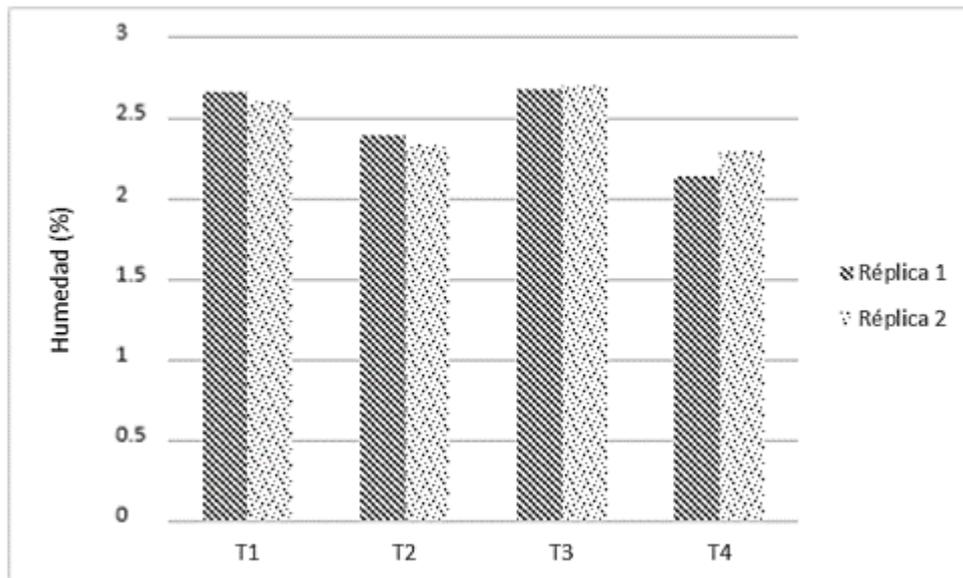


Figura 3.4 Réplicas según los tratamientos para la variable Humedad [Elaboración propia]

Los datos obtenidos en los tratamientos se muestran en el Apéndice C, cada variable respuesta: dureza, masticabilidad y humedad siguen una distribución normal. El tratamiento seleccionado para el proceso de horneado fue a una temperatura de 185°C durante 15 minutos (T4) debido a que estos parámetros presentaron los resultados dentro de los rangos establecidos respecto a cada variable de estudio. El prototipo final del producto se muestra en el Apéndice D.

3.5 Validación del prototipo

El histograma que se muestra en la figura 3.5 presenta los resultados que se obtuvieron en el panel sensorial (Apéndice E), una vez escogida la formulación y los parámetros de proceso, además la degustación de la muestra se puede observar en el Apéndice F. Entre los panelistas 16 fueron mujeres y 24 hombres, donde el 3% de los jueces ponderaron la muestra como “me disgusta moderadamente” y “ni me gusta ni me disgusta”, el 5% “me disgusta levemente”, el 15% “me gusta levemente”, el 33% “me gusta moderadamente”, el 38% “me gusta mucho” y el 5% “me gusta extremadamente”.

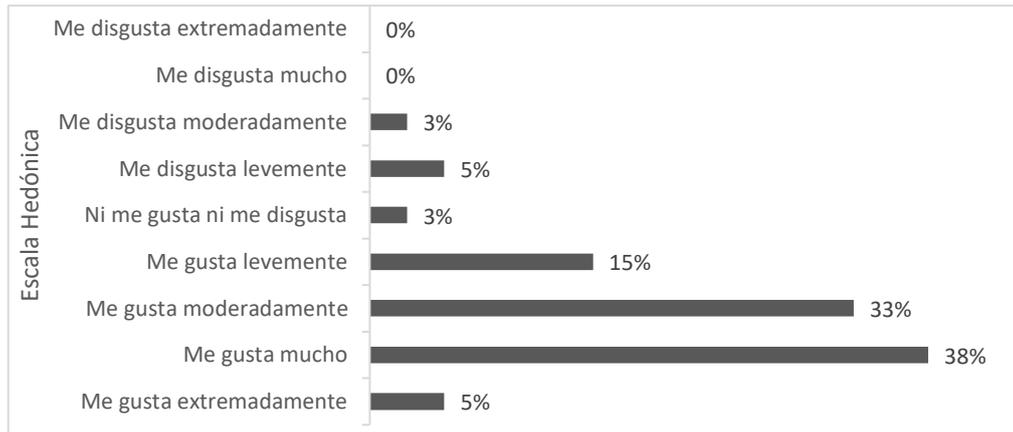


Figura 3.5 Histograma de la prueba afectiva [Elaboración propia]

3.5.1 Prueba de normalidad

Luego de analizar los datos que se obtuvieron en la evaluación sensorial, se demostró que no se ajustaron a una distribución normal ya que el valor p es menor a un nivel de significancia de 0.05 con un intervalo de confianza del 95%, debido a esto, se tuvo que analizar los resultados mediante una prueba no paramétrica denominada prueba de signos, con el fin de comprobar estadísticamente si la muestra se puede aceptar.

3.5.2 Prueba de signos para mediana

En la figura 3.6 se puede observar que un total de 30 de los panelistas calificaron con un valor superior a 6, lo que indicaba que la muestra tenía un nivel de grado mayor o igual “Me gusta levemente”, además se obtuvo un valor p =1.0, por lo tanto, esto significa que estadísticamente hay evidencia suficiente para demostrar que los jueces aceptaron la muestra de snack.

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta = 6$
 Hipótesis alterna $H_1: \eta < 6$

| Muestra | Número < 6 | Número = 6 | Número > 6 | Valor p |
|---------|------------|------------|------------|---------|
| C1 | 4 | 6 | 30 | 1,000 |

Figura 3.6 Prueba de signos para la muestra de snack [Elaboración propia]

3.6 Vida útil

En la tabla 3.3 se muestra la variación de actividad de agua (a_w) durante los 12 días de almacenamiento. Los valores de a_w en galletas deben ser menores a 0.6, sin embargo, los snacks SC y CC a 55°C superaron el rango permitido, esto sucede porque al incrementar la temperatura existe una aceleración de transferencia de masa a la parte interna del empaque lo que genera que el snack gane agua (Puma et al., 2018). La intensidad de crocancia del snack es uno de los cambios físicos que dependen fundamentalmente de la actividad de agua (Almeida *et al.*, 2022).

Tabla 3.3 Valores de actividad de agua para snacks SC y CC [Elaboración propia]

| Variedad | Temperatura °C | Almacenamiento (días) | | | | |
|----------|----------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| Snack SC | 28 | 0.095 | 0.100 | 0.144 | 0.179 | 0.283 |
| | 55 | 0.095 | 0.245 | 0.358 | 0.488 | 0.638 |
| Snack CC | 28 | 0.082 | 0.096 | 0.121 | 0.178 | 0.232 |
| | 55 | 0.082 | 0.364 | 0.488 | 0.619 | 0.605 |

En la tabla 3.4 se observa que los valores de humedad para los snacks SC y CC varían de 2.1 a 9.74, por lo cual se encuentran por debajo del valor crítico (10%) para este tipo de productos (NTE INEN 2085, 2005). Cabe recalcar, que el incremento de humedad en snacks afecta directamente a la textura ya que su crocancia disminuye (Hao *et al.*, 2016). Según los datos obtenidos de r^2 , se estableció que la reacción fue de primer orden, respecto a la humedad (Apéndice G) y actividad de agua (Apéndice H).

Tabla 3.4 Valores de humedad para snacks SC y CC [Elaboración propia]

| Variedad | Temperatura °C | Almacenamiento (días) | | | | |
|----------|----------------|-----------------------|------|------|------|------|
| | | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| Snack SC | 28 | 2.30 | 2.64 | 3.01 | 3.42 | 4.03 |
| | 55 | 2.30 | 5.49 | 7.25 | 8.21 | 9.74 |
| Snack CC | 28 | 2.11 | 2.29 | 2.77 | 3.05 | 3.22 |
| | 55 | 2.11 | 4.99 | 6.69 | 7.80 | 9.10 |

Finalmente, el tiempo de vida útil estimado del snack SC fue de 5 meses, siendo esta duración aproximada a productos similares como, por ejemplo, snacks de arroz con quinua los cuales caducaban a los 6 meses. El snack CC obtuvo un tiempo estimado de vida útil de 6 meses, lo que indica una diferencia de un mes comparado con el

snack SC, esto puede generar una menor producción, lo que disminuye el uso de empaque y nos permite contribuir con el medio ambiente.

3.7 Análisis de costo

Luego de obtener los costos, fijos y variables (Apéndice I) en base a una producción de 5600 unidades mensuales, se determinó que el P.V.P. estimado es de \$1.10 por 40g de producto teniendo en cuenta un margen de ganancia del 25%. El punto de equilibrio calculado fue de 2312 unidades mensuales, lo que no supera a la producción establecida.

El flujo de caja proyectado a los primeros cinco años, con un incremento de ingresos (ventas) del 1% y un crecimiento del 2 % de costos variables año tras año, mostrado en la tabla 3.5 permitió determinar que el proyecto es viable puesto que los indicadores VPN y TIR cumplen con los criterios financieros de evaluación de proyectos.

Tabla 3.5 Flujo de caja [Elaboración propia]

| FLUJO DE CAJA | AÑO 0 | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 |
|---|------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Ingresos | | \$74.087 | \$74.828 | \$75.576 | \$76.332 | \$77.095 |
| Costos Variables | | \$53.152 | \$54.215 | \$55.299 | \$56.405 | \$57.533 |
| Costos Fijos | | \$5.400 | \$6.118 | \$6.118 | \$6.118 | \$6.118 |
| Depreciación | | \$718 | \$718 | \$718 | \$718 | \$718 |
| Utilidad antes del imp. | | \$14.817 | \$13.778 | \$13.442 | \$13.091 | \$12.727 |
| Impuestos (22%) | | \$3.260 | \$3.031 | \$2.957 | \$2.880 | \$2.800 |
| Utilidad Neta | | \$11.558 | \$10.747 | \$10.484 | \$10.211 | \$9.927 |
| Depreciación | | \$718 | \$718 | \$718 | \$718 | \$718 |
| Inversión | \$20.026 | | | | | |
| Valor de recuperación por activos Fijos | | | | | | \$16.502 |
| Flujo Neto de efectivo | - \$20.026 | \$12.275 | \$11.464 | \$11.20 | \$10.929 | \$10.644 |
| Valor Actual Neto | | \$10.960 | \$9.139 | \$7.973 | \$6.946 | \$6.040 |
| Tasa | 13% | | | | VAN | \$29.647 |
| | | | | | TIR | 50% |

3.8 Distribución de planta

3.8.1 Descripción del proceso de producción

Para realizar el diseño de plantas es necesario conocer el flujo del proceso. La elaboración del snack inicia con la recepción de la materia prima y finaliza con el

almacenamiento del producto terminado. El diagrama de proceso se muestra en la figura 3.7.

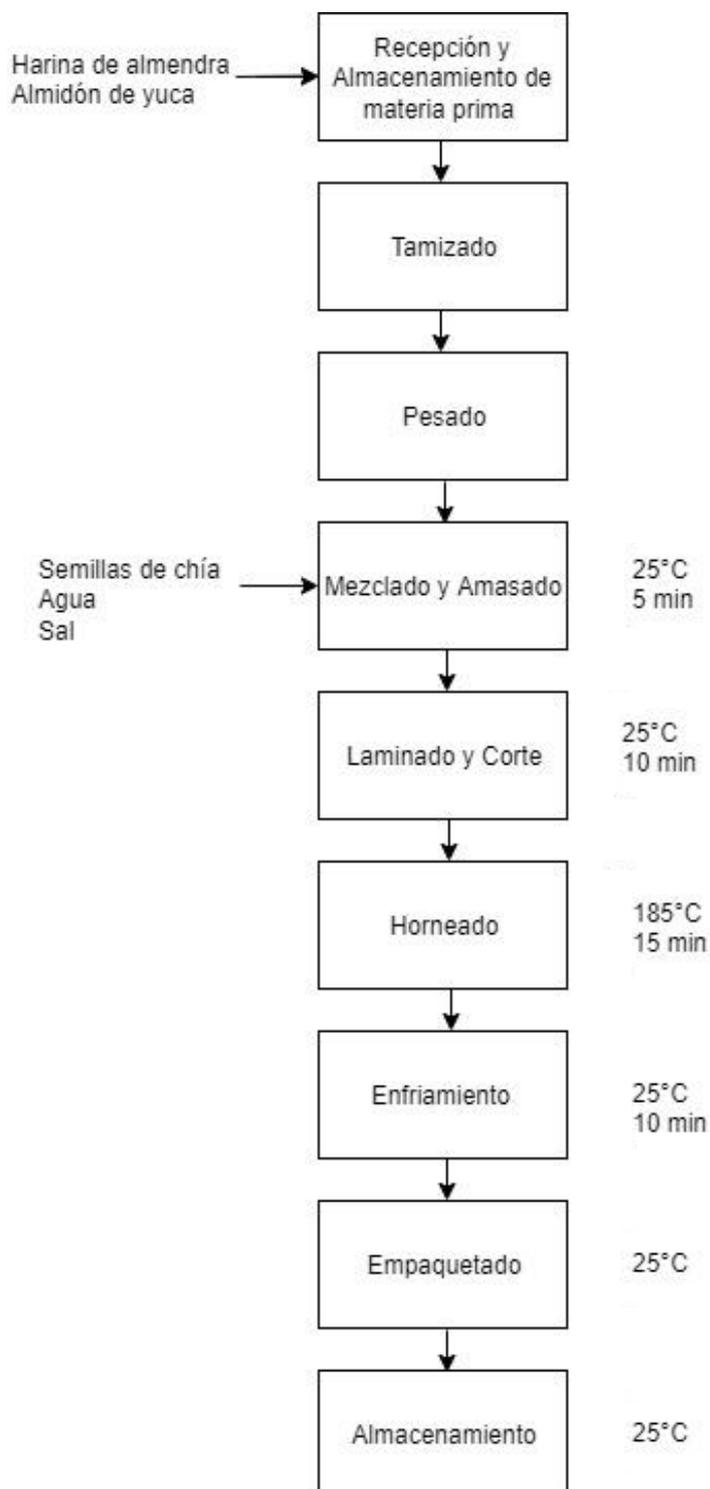


Figura 3.7 Diagrama de flujo del proceso para la elaboración del snack [Elaboración propia]

Tabla 3.6 Actividades de la empresa [Elaboración propia]

| Número | Actividad | Tipo |
|--------|--------------------------------------|------------------------|
| 1 | Recepción de materia prima | Transporte |
| 2 | Almacenamiento de materia prima | Almacenamiento |
| 3 | Tamizado de Harina y almidón | Operación e Inspección |
| 4 | Pesado | Operación e Inspección |
| 5 | Mezclado | Operación |
| 6 | Horneado | Operación |
| 7 | Corte | Espera |
| 8 | Laminado | Operación |
| 9 | Reposo | Operación |
| 10 | Amasado | Operación |
| 11 | Enfriamiento | Espera |
| 12 | Empaquetado | Operación e Inspección |
| 13 | Almacenamiento de producto terminado | Transporte |

Para realizar la distribución primero se planteó la cantidad por snacks a producir según la capacidad de los equipos sugeridos. La cantidad de producción estimada fue de 14kg/h lo que equivale a 350 unidades de 40g. Además, se elaboró un diagrama de recorrido sencillo, el cual se muestra en la figura 3.8. y se detallaron las actividades del proceso en la tabla 3.6.

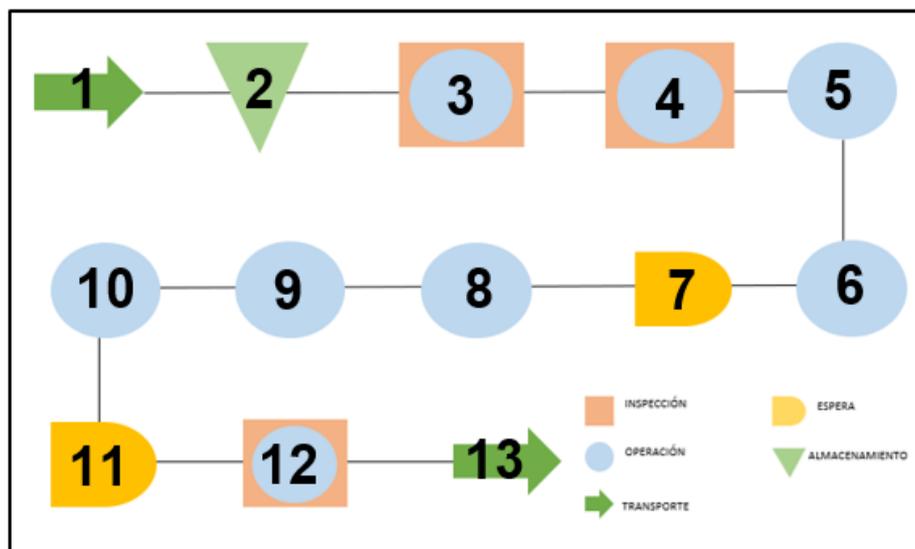


Figura 3.8 Diagrama de recorrido sencillo [Elaboración propia]

Luego se realizó una tabla de relación de actividades, la cual nos permitió establecer proximidad entre las áreas propuestas como se muestra en el Apéndice J. Mediante el método de Guerchet se determinaron los espacios físicos que se requieren por cada equipo dando como resultado un área de 50m². Finalmente, se ingresó cada

operación en el software CORELAP y se obtuvo el Layout de la planta presentado en la figura 3.9 y en el Apéndice K.

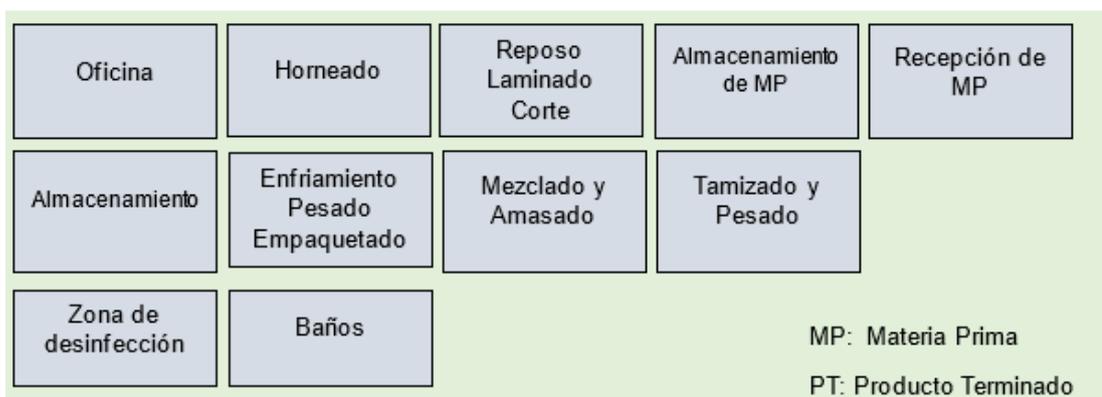


Figura 3.9 Lay-out de la planta [Elaboración propia]

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El prototipo de snack desarrollado en el actual proyecto cumple con el principio de poder ser consumido por personas que padecen intolerancias o mantienen un estilo de vida saludable, puesto que está elaborado con materias primas que no están compuestas por gluten o lactosa. Se escogió la formulación con 35% de harina de almendra, 33% almidón de yuca, 7% semillas de chía, 24% agua y 1% sal, y se obtuvo 3g de proteína en una porción de 40g, además los parámetros de proceso de horneado seleccionados fueron 185°C por 15 minutos.
- El snack de almendra y almidón de yuca con semillas de chía obtuvo una buena aceptación general entre los panelistas. Adicionalmente, se obtuvo un tiempo de vida útil de 5 meses, siendo esta duración aproximada a productos similares en el mercado.
- El costo unitario del snack en empaques de 40g fue de \$1.10 y se estimó una proyección de producción anual de 67.200 unidades. También, se analizó la viabilidad del proyecto mediante un flujo de caja generado a 5 años, el cual estima un VAN de 29.647 y un TIR de 152%, por lo que estos valores indican que es un proyecto rentable. Además, el proceso de manufactura implica el uso de tecnología sencilla.

4.2 Recomendaciones

- Elaborar el producto en condiciones higiénicas estrictas ya que el snack no cuenta con conservantes que lo protejan contra hongos y levaduras.
- El empaque debe presentar alta barrera contra el oxígeno, a la humedad del ambiente y a la luz, por lo tanto, se recomienda usar polipropileno biorientado.
- Realizar análisis de la composición química del producto para conocer los valores reales y el efecto del proceso de horneado sobre las proteínas y vitaminas.
- Evaluar en el panel sensorial otras características como sabor, olor, color y textura para así conocer los factores que influyen en la aceptación del snack.

BIBLIOGRAFÍA

- Almeida , R., Santos, N., Santos, T., Silva, L. & Alcántara, V. (2020). Perfil de textura y actividad de agua de galletas elaboradas con arroz rojo durante el almacenamiento. *Sociedad y Desarrollo*, 9, 1-15. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1830>
- Alvis, A., Pérez, L. J., & Arrazola, G. S. (2011). Estudio de Propiedades Físicas y Viscoelásticas de Panes Elaborados con Mezclas de Harinas de Trigo y de Arroz Integral. *Información tecnológica*, 22(4), 107-116. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642011000400012>
- Candendo, B. “Percepción de los/as licenciados/as en nutrición de la ciudad de Villa Gessel con respecto a las propiedades de la harina de almendra y su incorporación a la dieta,” Tesis de licenciatura, Fac. de Cs. Médicas, Universidad Fasta, 2018.
- Carrillo, C. S., Gutiérrez, M., Muro, M., Martínez, R., & Torres, O. (2018). La chía como súper alimento y sus beneficios en la salud de la piel. *El Residente*, 12(1), 18–24. <http://www.medigraphic.com/pdfs/residente/rr-2017/rr171c.pdf>
- Cepeda, E., & Moreira, J. “Influencia de variedades de plátano deshidratado a diferentes humedades y velocidad de extrusión en la calidad de un tipo de snack,” Tesis de Ingeniería, Dpto. de Ing. Agroindustrial, Universidad Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, 2015.
- Chiquito, J., & Pino B. “Formulación de un snack horneado a partir de harina de arrocillo obtenida del cantón Yaguachi,” Tesis de Ingeniería, Fac. de Mecánica, Universidad ESPOL, 2020.
- Cuartas, C. “Elaboración de un producto snack a partir de harina de plátano, harina de raquis de plátano y almidón agrio de yuca con cubierta de chocolate,” Tesis de tecnología, Fac. de Cs. Básicas y Tecnológicas, Universidad del Quindío, 2005.
- De Almeida, N.M., Dias, F., Rodrigues, M., & De Moura, J. (2019). Effects of Processing Conditions on the Simultaneous Extraction and Distribution of Oil and Protein from Almond Flour. *Processes*, 7, 2-19. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/pr7110844>
- Din, Z., Alam, M., Ullah, H., Shi, D., Xu, B., Li, H., & Xiao, C. (2021). Nutritional, phytochemical and therapeutic potential of chia seed (*Salvia hispanica* L.). A mini-review. *Food Hydrocolloids for Health*, 1, 2-4. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fhfh.2021.100010>

El Universo. (2022). *Los 'snacks' son los líderes en el mercado de los productos orgánicos en el país*. Accedido el 30 de mayo , 2022, desde <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/los-snacks-son-los-lideres-en-el-mercado-de-los-productos-organicos-en-el-pais-nota/>

Expreso. (2022). *Los snacks recuperan ventas, pero optan por lo saludable*. Accedido el 30 de mayo , 2022, <https://www.expreso.ec/actualidad/economia/snacks-recuperan-ventas-opta-saludables-125178.html>

Facioni, M. S., Raspini, B., Pivari, F., Dogliotti, E., & Cena, H. (2020). Nutritional management of lactose intolerance: the importance of diet and food labelling. *Journal of Translational Medicine*, 18(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12967-020-02429-2>

FEDEXPOR. (2021). *Tendencia de consumo de snacks 2021: Evolucionandose y adaptandose al nuevo consumidor*. <https://www.fedexpor.com/tendencias-de-consumo-de-snacks-2021/>

García, G. "Texturometría Instrumental: Puesta a punto y aplicación a la Tecnología de Alimentos," Tesis de masterado, Dpto. de Biol. Alimentaria, Universidad de Oviedo, 2012.

Gómez, M. (2022). Chapter Five - Gluten-free bakery products: Ingredients and processes. In W. Zhou & J. B. T.-A. in F. and N. R. Gao (Eds.), *Functional Bakery Products: Novel Ingredients and Processing Technology for Personalized Nutrition*, 99, 189–238. Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2021.11.005>

Hao, F., Lu, L., & Wang, J. (2016). Finite element simulation of shelf life prediction of moisture-sensitive crackers in permeable packaging under different storage conditions. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40,37-47. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12581>

Hopkin, L., Broadbent, H., & Ahlborn, G. J. (2022). Influence of almond and coconut flours on Ketogenic, Gluten-Free cupcakes. *Food Chemistry: X*, 13, 100182. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fochx.2021.100182>

Hsieh, K.-C., Lin, T.-C., & Kuo, M.-I. (2022). Effect of whole chia seed flour on gelling properties, microstructure and texture modification of tofu. *LWT*, 154, 12-16. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112676>

Imbachí, P. "Efecto del almidón de yuca modificado sobre las propiedades fisicoquímicas, reológicas y sensoriales de una bebida láctea elaborada con suero de quesería," Tesis de Maestría, Fac. de Cs. Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, 2017.

Katunzi-Kilewela, A., Mongi, R. J., Kaale, L. D., Kibazohi, O., Fortunatus, R. M., &

Rweyemamu, L. M. P. (2022). Sensory profile, consumer acceptability and preference mapping of cassava-chia seeds composite porridges. *Applied Food Research*, 2(1), 10-38. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.afres.2021.100038>

Laprea, S., & Yépez, F. “Desarrollo de un snack nutritivo a base de banano y plátano para niños beneficiarios de programas de alimentación,” Tesis de Ingeniería, Fac. Mecánica, Universidad Politécnica del litoral, 2021.

Laswai, H. S., Pacific, R., & Hussein, J. (2017). Suitability of Cassava Starch in Making Baked and Fried Composite Flour Products. *Tanzania Journal of Agricultural Sciences*, 16, 9-16. <https://www.ajol.info/index.php/tjags/article/view/182369#:~:text=It%20was%20concluded%20that%2C%20cassava,suitable%20for%20baking%20and%20frying.>

Lepe, A. “Desarrollo de un snack horneado a base de maíz y adición de fitoesteroles de palma (*Elaeis guineensis*), con mejoramiento del extracto etéreo,” Tesis de licenciatura, Dpto. de Ing. De Agroindustria Alimentaria, Universidad Agrícola Panamericana, 2017.

Lucas, J., Quintero, V., Vasco, J., & Mosquera J. (2012). Evaluación de los parámetros de calidad de chips en relación con diferentes variedades de plátano (*Musa paradisiaca* L.). *Lasallista de Investigación*, 9, 65-74. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69525875009>

Miller, R. (2016). *Biscuits, Cookies and Crackers: Nature of the Products* (B. Caballero, P. M. Finglas, & F. B. T.-E. of F. and H. Toldrá (eds.); pp. 445–450). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00075-1>

Mandile, R., & Troncone, R. (2021). *Chapter 5 - Gluten intolerance and autoimmunity* (M. B. T.-B. S. for the T. of G. I. Rossi (ed.); pp. 81–94). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821594-4.00014-1>

Martínez, M., Marín, M., Gili, R., Penci, M., & Ribotta, P. (2017). Effect of defatted almond flour on cooking, chemical and sensorial properties of gluten-free fresh pasta. *International Journal of Food Science and Technology*, 3, 1-8. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13493>

Masood, M. (2022). Chia Seeds as Potential Nutritional and Functional Ingredients: A Review of their Applications for Various Food Industries, *Journal Nutritional Food Sciences Technology*, 4(1), 1-14. <https://unisciencepub.com/storage/2022/02/Chia-Seeds-as-Potential-Nutritional-and-Functional-Ingredients.pdf>

Ministerio de Salud Pública (2013). Reglamento sanitario de etiquetado de alimentos procesados para el consumo humano. *Ediciones Legales*, 1-8.

Morales, E., Campos, R., Gaytán, M., Enriquez, L.G. & Loarca, P. (2017). Functional and textural properties of a dehulled oat (*Avena sativa* L) and pea (*Pisum sativum*) protein isolate cracker. *Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.015>

Morgan, N., & Choct, M. (2016). Cassava: Nutrient composition and nutritive value in poultry diets. *Animal Nutrition*, 2(4), 253-261. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.08.010>

Murtuza, K., Azad, M. A. K., Kabir, M., & Bint-E, A. (2016). *Processing and Quality Evaluation of Crackers from Cassava Flour*. 5, 22–25. <http://www.isca.in/IJBS/Archive/v5/i1/3.ISCA-IRJBS-2015-169.pdf>

New Food. (2020). *Study reveals why wheat and gluten intolerance is becoming more common*. <https://www.newfoodmagazine.com/news/115778/study-reveals-why-wheat-and-gluten-intolerance-is-becoming-more-common/#:~:text=A study by food chemists,wheat sensitivity has risen sharply>.

NTE INEN 1 334-2. (2011). Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado Nutricional. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 22. <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/1334-1-4.pdf>

NTE INEN 2 2085 (2005). Galletas Requisitos. *Instituto Ecuatoriano de Normalización* <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2085-1.pdf>

Puma, G., Liñan, J., Sánchez, I., Coronado, J., Salas, W., & Vargas L. (2018). Vida en anaquel de galletas saladas utilizando pruebas aceleradas, *Anales Científicos*, 79(1), 218-225. N 2519-7398. <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v79i1.1166>

Prada, N. "Scheduling: programación lineal entera implementando solver de Excel," Tesis de Ingeniería, Dpto. de Ing. Civil y Ambiental, Universidad de los Andes, 2016.

Rosado, J. (2016). Intolerancia a la lactosa. *Gaceta Médica de México*, 152 (1), 67-73. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=68095>

Salinas, S. "Desarrollo de un snack a base de harinas de frijol biofortificado Honduras Nutritivo (*Phaseolus vulgaris*) y maíz nixtamalizado (*Zea mays*)," Tesis de licenciatura, Dpto. de Ing. Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras, 2017.

Sumardiono S., Pudjihastuti I., Jos, B., Taufani, M., & Yahya, F. (2017). Modification of cassava starch using combination process lactic acid hydrolysis and microwave heating

to increase coated peanut expansion quality. *AIP Conference Proceedings*, 4, 1-12. <https://doi.org/10.1063/1.4982285>

Stoin, D., Jianu, C., Misca, C., Bujanca, G., & Radulescu, L. (2018). Effect of almond flour on nutritional, sensory and bakery characteristics of gluten-free muffins. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference-SGEM*, 18, 127-134. <https://doi.org/10.5593/sgem2018V/6.4/S08.017>

Schnarch, A. (2005). *Desarrollo de nuevos productos: Cómo crear y lanzar con éxito nuevos productos y servicios al mercado* (4ta edición; Mc Graw Hill, ed.).

Szilagyi, A., & Ishayek, N. (2018). Lactose Intolerance, Dairy Avoidance, and Treatment Options. *Nutrients*, 10(12), 14-28. <https://doi.org/10.3390/nu10121994>

Ulrich, K., & Eppinger, S. (2013). *Diseño y desarrollo de productos* (Quinta edición; McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A, ed.). México.

Valderrama, F., Arteaga, H., Flores, A., & Obregón J. (2021). Snacks a base de maíz morado, quinua y kiwicha. Características físicas y sensoriales. *Education and Technology*, 1, 2-7. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.569>

Vera, G., & Villaprado, A. "Relación masa-aceite y tiempo de fritura en la concentración final de un chifle de diversos tipos de camote (ipomoea batatas)," Tesis de ingeniería, Dpto. de Ing. Agroindustrial, Universidad Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, 2017.

Villanueva, R. (2017). Productos libres de gluten: un reto para la industria de los alimentos. *Ciencia y Tecnología*, 35, 183-194. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337453922009>

Wang, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X22000625>, (2022). Cassava starch: Chemical modification and its impact on functional properties and digestibility, a review. *Food Hydrocolloids*, 129, 107-230.

Yildiz, E., & Gocmen, D. (2021). Use of almond flour and stevia in rice-based gluten-free cookie production. *Journal of Food Science and Technology* 58, 940–951. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04608-x>

Zare, T., Rupasinghe, T. W. T., Boughton, B. A., & Roessner, U. (2019). The changes in the release level of polyunsaturated fatty acids (ω -3 and ω -6) and lipids in the untreated and water-soaked chia seed. *Food Research International*, 126, 2-15. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108665>

Zhu, F. (2015). Composition, structure, physicochemical properties, and modifications of cassava starch. *Carbohydrates Polymers*, 122, 456-480.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.10.063>

APÉNDICES

APÉNDICE A

Formulario para la prueba de aceptación

Nombre: _____

Fecha: _____

Edad: ____

Panelista #: _____

PRODUCTO: Snack de harina de almendra y almidón de yuca con chía

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presenta una muestra de snack. Limpie su paladar con agua antes de comenzar la prueba. Por favor, pruebe la muestra y observe la escala para que pueda marcar con un ✓ según su opinión general con respecto al producto

| Escala | Código: 626 |
|----------------------------|-------------|
| Me disgusta extremadamente | _____ |
| Me disgusta mucho | _____ |
| Me disgusta moderadamente | _____ |
| Me disgusta levemente | _____ |
| No me gusta ni me disgusta | _____ |
| Me gusta levemente | _____ |
| Me gusta moderadamente | _____ |
| Me gusta mucho | _____ |
| Me gusta extremadamente | _____ |

Observaciones:

Recomendaciones:

- Las muestras las debe mantener dentro del laboratorio.
- No dialogue con las personas a su lado ya que puede sesgar su respuesta.
- Al terminar la degustación coloque su hoja en el escritorio.
- Si tiene una duda, levante la mano.

¡Gracias por su participación!

APÉNDICE B

Resultados de la formulación de snacks al aplicar programación lineal

Tabla B.1 contenido proteico del snack según sus ingredientes

| Variables | Harina de Almendra | Almidón de yuca | Sal | Agua | Semillas de Chía |
|------------------------------------|--------------------|-----------------|-----|------|------------------|
| Gramos | 35 | 33 | 24 | 7 | 1 |
| Proteína (%) /g del snack | 0.21 | 0 | 0 | 0 | 0.17 |
| Máximo de proteína (%) /g de snack | 8.68 | | | | |

Tabla B.2 Restricciones de la materia prima y de la composición

| Restricciones de Materia prima | | |
|--------------------------------|-----|-----|
| Harina de almendra | 20% | 35% |
| Almidón de yuca | 30% | 60% |
| Agua | 15% | 24% |
| Semillas de Chía | 5% | 7% |
| Sal | 1% | 2% |
| Restricciones en composición | | |
| Proteína | 5% | 8% |
| Grasa | 0% | 40% |
| Fibra | 1% | 5% |
| Agua | 8% | 10% |

APÉNDICE C

Resultados de las variables respuesta: Humedad, Dureza y Masticabilidad

| Muestra | Humedad (%) | Dureza (N) | Masticabilidad (mJ) |
|-------------|-------------|------------|---------------------|
| 170°C-12min | 2.61 | 3.869 | 0.018 |
| 170°C-12min | 2.66 | 4.898 | 0.046 |
| 170°C-15min | 2.34 | 5.271 | 0.21 |
| 170°C-15min | 2.39 | 5.727 | 0.227 |
| 185°C-12min | 2.68 | 4.776 | 0.038 |
| 185°C-12min | 2.70 | 4.771 | 0.013 |
| 185°C-15min | 2.14 | 6.786 | 0,407 |
| 185°C-15min | 2.30 | 6.673 | 0.233 |

APÉNDICE D

Prototipo del producto



APÉNDICE E

Resultados de la prueba de aceptación

| <p>Nombre: <u>CARLOS CASTILLO</u> Fecha: <u>26/12/22</u></p> <p>Edad: <u>26</u></p> <p>Panelista #: <u>35</u></p> <p>PRODUCTO: Snack de harina de almendra y almidón de yuca con chia</p> <p>INSTRUCCIONES</p> <p>Frente a usted se presenta una muestra de snack. Limpie su paladar con agua antes de comenzar la prueba. Por favor, pruebe la muestra y observe la escala para que pueda marcar con un ✓ según su opinión general con respecto al producto.</p> <table border="0"> <thead> <tr> <th>Escala</th> <th>Código: 626</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Me disgusta extremadamente</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me disgusta mucho</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me disgusta moderadamente</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me disgusta levemente</td><td>_____</td></tr> <tr><td>No me gusta ni me disgusta</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me gusta levemente</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me gusta moderadamente</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me gusta mucho</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me gusta extremadamente</td><td><u>✓</u></td></tr> </tbody> </table> <p>Observaciones: <u>EL SABOR EXCELENTE, LA TEXTURA MUY BIEN. BUENA COMBINACIÓN.</u></p> <p>Recomendaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las muestras las debe mantener dentro del laboratorio. - No dialogue con las personas a su lado ya que puede sesgar su respuesta. - Al terminar la degustación coloque su hoja en el escritorio. - Si tiene una duda, levante la mano. <p>{Gracias por su participación}</p> | Escala | Código: 626 | Me disgusta extremadamente | _____ | Me disgusta mucho | _____ | Me disgusta moderadamente | _____ | Me disgusta levemente | _____ | No me gusta ni me disgusta | _____ | Me gusta levemente | _____ | Me gusta moderadamente | _____ | Me gusta mucho | _____ | Me gusta extremadamente | <u>✓</u> | <p>Nombre: <u>Jonathan Lainez del Pozo</u> Fecha: <u>26/07/2022</u></p> <p>Edad: <u>25</u></p> <p>Panelista #: <u>18</u></p> <p>PRODUCTO: Snack de harina de almendra y almidón de yuca con chia</p> <p>INSTRUCCIONES</p> <p>Frente a usted se presenta una muestra de snack. Limpie su paladar con agua antes de comenzar la prueba. Por favor, pruebe la muestra y observe la escala para que pueda marcar con un ✓ según su opinión general con respecto al producto.</p> <table border="0"> <thead> <tr> <th>Escala</th> <th>Código: 626</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Me disgusta extremadamente</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me disgusta mucho</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me disgusta moderadamente</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me disgusta levemente</td><td>_____</td></tr> <tr><td>No me gusta ni me disgusta</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me gusta levemente</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me gusta moderadamente</td><td><u>✓</u></td></tr> <tr><td>Me gusta mucho</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me gusta extremadamente</td><td>_____</td></tr> </tbody> </table> <p>Observaciones: <u>Buena textura</u> <u>Quiero saber que propiedades organolépticas tiene</u></p> <p>Recomendaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las muestras las debe mantener dentro del laboratorio. - No dialogue con las personas a su lado ya que puede sesgar su respuesta. - Al terminar la degustación coloque su hoja en el escritorio. - Si tiene una duda, levante la mano. <p>{Gracias por su participación}</p> | Escala | Código: 626 | Me disgusta extremadamente | _____ | Me disgusta mucho | _____ | Me disgusta moderadamente | _____ | Me disgusta levemente | _____ | No me gusta ni me disgusta | _____ | Me gusta levemente | _____ | Me gusta moderadamente | <u>✓</u> | Me gusta mucho | _____ | Me gusta extremadamente | _____ |
|--|-------------|-------------|----------------------------|-------|-------------------|-------|---------------------------|-------|-----------------------|-------|----------------------------|-------|--------------------|-------|------------------------|----------|----------------|-------|-------------------------|----------|--|--------|-------------|----------------------------|-------|-------------------|-------|---------------------------|-------|-----------------------|-------|----------------------------|-------|--------------------|-------|------------------------|----------|----------------|-------|-------------------------|-------|
| Escala | Código: 626 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me disgusta extremadamente | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me disgusta mucho | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me disgusta moderadamente | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me disgusta levemente | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No me gusta ni me disgusta | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me gusta levemente | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me gusta moderadamente | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me gusta mucho | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me gusta extremadamente | <u>✓</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Escala | Código: 626 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me disgusta extremadamente | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me disgusta mucho | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me disgusta moderadamente | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me disgusta levemente | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No me gusta ni me disgusta | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me gusta levemente | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me gusta moderadamente | <u>✓</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me gusta mucho | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me gusta extremadamente | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Nombre: <u>Denis Carrera</u> Fecha: <u>26/7/2022</u></p> <p>Edad: <u>23</u></p> <p>Panelista #: <u>16</u></p> <p>PRODUCTO: Snack de harina de almendra y almidón de yuca con chia</p> <p>INSTRUCCIONES</p> <p>Frente a usted se presenta una muestra de snack. Limpie su paladar con agua antes de comenzar la prueba. Por favor, pruebe la muestra y observe la escala para que pueda marcar con un ✓ según su opinión general con respecto al producto.</p> <table border="0"> <thead> <tr> <th>Escala</th> <th>Código: 626</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Me disgusta extremadamente</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me disgusta mucho</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me disgusta moderadamente</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me disgusta levemente</td><td>_____</td></tr> <tr><td>No me gusta ni me disgusta</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me gusta levemente</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me gusta moderadamente</td><td><u>✓</u></td></tr> <tr><td>Me gusta mucho</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me gusta extremadamente</td><td>_____</td></tr> </tbody> </table> <p>Observaciones: <u>LA VERDAD QUE ESTÁ MUY BUENO!</u></p> <p>Recomendaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las muestras las debe mantener dentro del laboratorio. - No dialogue con las personas a su lado ya que puede sesgar su respuesta. - Al terminar la degustación coloque su hoja en el escritorio. - Si tiene una duda, levante la mano. <p>{Gracias por su participación}</p> | Escala | Código: 626 | Me disgusta extremadamente | _____ | Me disgusta mucho | _____ | Me disgusta moderadamente | _____ | Me disgusta levemente | _____ | No me gusta ni me disgusta | _____ | Me gusta levemente | _____ | Me gusta moderadamente | <u>✓</u> | Me gusta mucho | _____ | Me gusta extremadamente | _____ | <p>Nombre: <u>Andrea Romo</u> Fecha: <u>26-07-2022</u></p> <p>Edad: <u>22</u></p> <p>Panelista #: <u>9</u></p> <p>PRODUCTO: Snack de harina de almendra y almidón de yuca con chia</p> <p>INSTRUCCIONES</p> <p>Frente a usted se presenta una muestra de snack. Limpie su paladar con agua antes de comenzar la prueba. Por favor, pruebe la muestra y observe la escala para que pueda marcar con un ✓ según su opinión general con respecto al producto.</p> <table border="0"> <thead> <tr> <th>Escala</th> <th>Código: 626</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Me disgusta extremadamente</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me disgusta mucho</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me disgusta moderadamente</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me disgusta levemente</td><td>_____</td></tr> <tr><td>No me gusta ni me disgusta</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me gusta levemente</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me gusta moderadamente</td><td><u>✓</u></td></tr> <tr><td>Me gusta mucho</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Me gusta extremadamente</td><td>_____</td></tr> </tbody> </table> <p>Observaciones: <u>Buen tamaño y es crujiente</u></p> <p>Recomendaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las muestras las debe mantener dentro del laboratorio. - No dialogue con las personas a su lado ya que puede sesgar su respuesta. - Al terminar la degustación coloque su hoja en el escritorio. - Si tiene una duda, levante la mano. <p>{Gracias por su participación}</p> | Escala | Código: 626 | Me disgusta extremadamente | _____ | Me disgusta mucho | _____ | Me disgusta moderadamente | _____ | Me disgusta levemente | _____ | No me gusta ni me disgusta | _____ | Me gusta levemente | _____ | Me gusta moderadamente | <u>✓</u> | Me gusta mucho | _____ | Me gusta extremadamente | _____ |
| Escala | Código: 626 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me disgusta extremadamente | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me disgusta mucho | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me disgusta moderadamente | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me disgusta levemente | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No me gusta ni me disgusta | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me gusta levemente | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me gusta moderadamente | <u>✓</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me gusta mucho | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me gusta extremadamente | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Escala | Código: 626 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me disgusta extremadamente | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me disgusta mucho | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me disgusta moderadamente | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me disgusta levemente | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No me gusta ni me disgusta | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me gusta levemente | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me gusta moderadamente | <u>✓</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me gusta mucho | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me gusta extremadamente | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

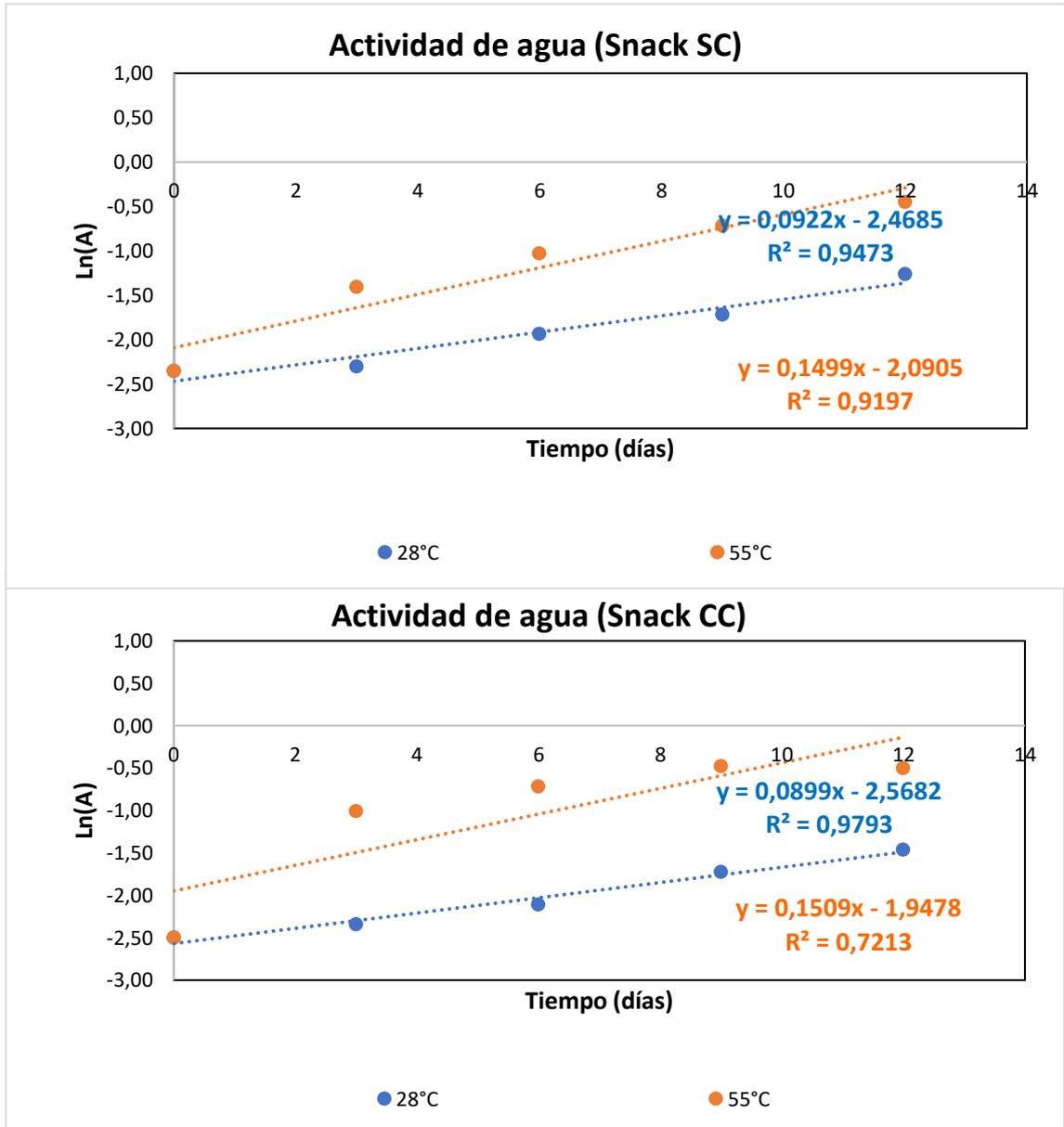
APÉNDICE F

Panel sensorial de la muestra de snack



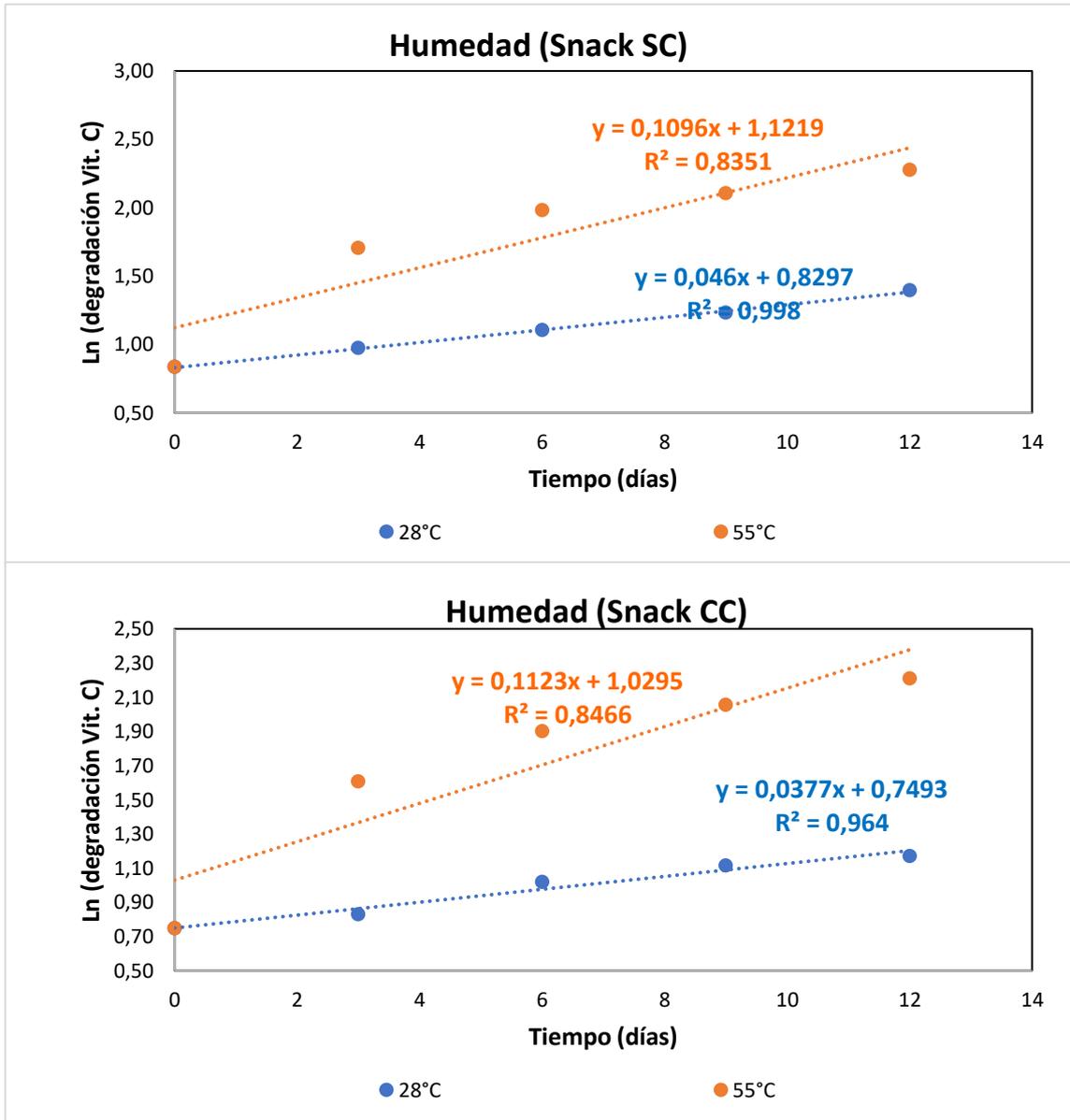
APÉNDICE G

Linealización de los datos obtenidos en actividad de agua



APÉNDICE H

Linealización de los datos obtenidos en humedad



APÉNDICE I

COSTOS

Tabla I.1 Costos de Materia Prima y Material de empaque

| | Kg | | Kg | \$ |
|----------------------------|---------------|---------------------|---------------------------|-------------------------|
| MATERIAL DIRECTO | UNIDAD | COSTO POR KG | CANTIDAD REQUERIDA | COSTO POR UNIDAD |
| MATERIA PRIMA | | | | |
| Almidón de yuca Modificado | 1 | \$ 1,46 | 0,033 | \$ 0,05 |
| Harina de Almendras | 1 | \$ 10,00 | 0,035 | \$ 0,35 |
| Semillas de chía | 1 | \$ 7,70 | 0,007 | \$ 0,05 |
| Agua | 1 | \$ 0,40 | 0,024 | \$ 0,01 |
| sal | 1 | \$ 0,50 | 0,001 | \$ 0,00 |
| OTROS M.D. | | | | |
| Empaque Funda PET DoyPack | Unidad | \$ 0,11 | 1 | \$ 0,11 |
| Total | | | 0,1 | \$ 0,58 |

Tabla I.2 Costos de Mano de Obra directa

| Trabajador | Cantidad | Salario Unitario | Salario Unitario | Beneficios sociales | Costo mensual | costo anual |
|------------|----------|------------------|------------------|---------------------|---------------|-------------|
| Obreros | 2 | \$ 425,00 | \$ 850,00 | 41,30% | 1201,05 | 14412,6 |
| | | | | TOTAL | 1201,05 | 14412,60 |

Tabla I.3 Costo de Inversión

| ACTIVO NO CORRIENTE | Cantidad | Valor Unitario | Valor Total | Vida útil (años) | Valor residual | Depreciación anual | Depreciación mensual |
|------------------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| AREA DE PRODUCCIÓN | | | | | | | |
| Balanza | 1 | \$ 101 | \$ 101 | 10 | \$ 20 | \$ 8 | \$ 1 |
| Mezcladora y amasadora | 1 | \$ 1.800 | \$ 1.800 | 15 | \$ 360 | \$ 96 | \$ 8 |
| Mesa para Laminar y cortar | 1 | \$ 480 | \$ 480 | 10 | \$ 96 | \$ 38 | \$ 3 |
| Cortador | 1 | \$ 30 | \$ 30 | 2 | \$ 6 | \$ 12 | \$ 1 |
| Horno | 1 | \$ 3.450 | \$ 3.450 | 10 | \$ 690 | \$ 276 | \$ 23 |
| bandejas de horno | 10 | \$ 15 | \$ 145 | 4 | \$ 29 | \$ 29 | \$ 2 |
| Anaquele enfriador | 1 | \$ 360 | \$ 360 | 8 | \$ 72 | \$ 36 | \$ 3 |
| Sellador de fundas | 1 | \$ 110 | \$ 110 | 3 | \$ 22 | \$ 29 | \$ 2 |
| Equipo de limpieza | 1 | \$ 150 | \$ 150 | 1 | - | \$ 150 | \$ 13 |
| Gaveta | 2 | \$ 7 | \$ 14 | 5 | - | \$ 3 | \$ 0 |
| Servicios de validación | 1 | \$ 200 | \$ 200 | | - | | |
| Instalaciones de servicios Básicos | 1 | \$ 1.000 | \$ 1.000 | 25 | - | \$ 40 | \$ 3 |
| TOTAL | | | \$ 7.840,00 | | | \$ 717,61 | \$ 59,80 |

Tabla I.4 Costos Indirectos de producción

| Costos Indirectos de Fabricación | Mensual | Año 1 |
|---|----------------|--------------------|
| Energía Eléctrica para la producción | 50 | \$ 600,00 |
| Agua | 100 | \$ 1.200,00 |
| Combustible y lubricantes | 50 | \$ 600,00 |
| Mantenimiento Equipos | 100 | \$ 1.200,00 |
| Otros | 150 | \$ 1.800,00 |
| CIF total | 450 | \$ 5.400,00 |

Tabla I.5 Costos de producción

| | MENSUAL | ANUAL |
|-----------------------------|--------------------|---------------------|
| Costos variables | \$ 4.429,34 | \$ 53.152,06 |
| Costos fijos | \$ 509,80 | \$ 6.117,61 |
| Costos de producción | \$ 4.939,14 | \$ 59.269,67 |

Tabla I.6 Costo unitario de producción

| | MENSUAL | ANUAL |
|-----------------------------|----------------|--------------|
| Costos de producción | \$4.939,14 | \$ 59.269,67 |
| Unidades a producir | 5600 | 67200 |
| Costo unitario del producto | \$0,88 | \$0,88 |

Tabla I.7 Precio de venta unitario del producto

| | % de Ganancia | |
|------------------------------------|----------------------|--------|
| Ganancia por competencia y demanda | 25% | \$0,22 |
| Precio de venta unitario | \$1,10 | |

Tabla I.8 Punto de equilibrio

| | MENSUAL | ANUAL |
|---------------------------|----------------------|-----------------------|
| Costos fijos | \$ 509,80 | \$ 6.117,61 |
| Pvu- costo variable total | \$ 0,22 | \$ 0,22 |
| Punto de equilibrio | 2312 Unidades | 27745 Unidades |

Tabla I.9 Proyección de Ingresos a los 5 primeros años

| | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Unidades | 67200 | 67872 | 68551 | 69236 | 69929 |
| Ventas (usd) | 74087 | 74828 | 75576 | 76332 | 77095 |

Tabla I.10 Proyección de costos variables a los 5 primeros años

| | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Materia Prima e insumos | \$ 38.739 | \$ 39.514 | \$ 40.305 | \$ 41.111 | \$ 41.933 |
| Mano de Obra | \$ 14.413 | \$ 14.701 | \$ 14.995 | \$ 15.295 | \$ 15.601 |
| TOTAL | \$ 53.152 | \$ 54.215 | \$ 55.299 | \$ 56.405 | \$ 57.533 |

Tabla I.11 Costos Fijos Anuales Proyectados

| | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Depreciación | \$ 718 | \$ 718 | \$ 718 | \$ 718 | \$ 718 |
| Costos Indirectos de Fabricación | \$ 5.400 | \$ 5.400 | \$ 5.400 | \$ 5.400 | \$ 5.400 |
| Total | \$ 6.118 |

APÉNDICE J

Tabla de relación de actividades

| | Actividades | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|----|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
| 1 | Área de recepción de materia prima | E | | | | | | | | | | |
| 2 | Almacenamiento de MP | A | I | | | | | | | | | |
| 3 | Tamizado y Pesado | E | I | O | | | | | | | | |
| 4 | Mezclado y Amasado | 1 | 2 | O | O | | | | | | | |
| 5 | Reposo/Laminado/Corte | A | I | O | 3 | X | | | | | | |
| 6 | Horneado | 1 | 0 | 2 | U | 6 | X | 1 | X | | | |
| 7 | Enfriamiento/Pesado/Empaquetado | E | 1 | U | 6 | X | 6 | X | 6 | X | | |
| 8 | Almacenamiento de PT | 3 | I | 8 | U | 6 | X | 6 | X | 6 | X | |
| 9 | Oficinas | A | I | 1 | X | 6 | X | 6 | X | 6 | X | U |
| 10 | Baños | 1 | 8 | X | 6 | X | 6 | X | 6 | X | 6 | 1 |
| 11 | Área de desinfección | E | I | X | 6 | X | 6 | X | 6 | X | 6 | |

APÉNDICE K

Distribución de la planta

