

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

Diseño de una línea de producción de cereal extruido a partir de arroz
proveniente del cantón Santa Lucía

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniera en Alimentos

Presentado por:

Mercedes Yuliana Gaibor Moyano

Julissa Elizabeth León García

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico primeramente a Dios, porque sin él nada sería posible, mis abuelos por ser una parte muy importante en mi vida, a mis padres por haberme guiado en toda mi vida y por haberme apoyado incondicionalmente a lo largo de mis estudios. A mis hermanos. Gracias además a mi pequeñas y gran familia por estar ahí siempre. Hijos de mi corazón recuerden que nada es imposible con la ayuda de Dios. ¡Vamos por más!

Mercedes Gaibor

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi mamá por ser la razón que me ha motivado a seguir adelante con mis estudios.

A mis tíos Domingo y Narzi por confiar en mí y siempre creer que algún día me convertiría en ingeniera.

A mis amigos que he conocido a lo largo de mi vida universitaria y han estado conmigo en los buenos y malos momentos.

A mis hijos gatunos.

Julissa León

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a Dios por permitirnos realizar el presente trabajo y cumplir con este proceso y culminar otro ciclo de vida.

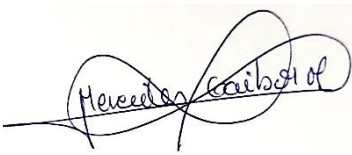
A nuestra tutora Dra. Ximena Yépez, por su guía, apoyo y sobre todo paciencia en cada una de las tutorías realizadas durante este proceso.

Nuestro agradecimiento al MSc. Galo Chuchuca por ser una referencia en cada una de las etapas de este proceso.

Mercedes y Julissa

DECLARACION EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Mercedes Yuliana Gaibor Moyano y Julissa Elizabeth León García 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"



Mercedes Yuliana
Gaibor Moyano



Julissa Elizabeth
León García

EVALUADORES

.....
MSc. Galo Chuchuca Morán

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
PhD. Ximena Yépez Paredes

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Dentro del sector arrocero existe sobreproducción de arroz y este excedente no es aprovechado por el sector, generando pérdidas económicas para los agricultores. Existe la necesidad de proporcionar un valor agregado al arroz y este proyecto propone el diseño de una línea de productos extruidos a partir de arroz. Se planteó como metodología establecer las condiciones de extrusión del arroz, determinar la formulación para el relleno del producto extruido utilizando un diseño de experimentos, proponer un diseño de planta y además calcular la capacidad productiva de la planta y el precio de venta de los productos y su punto de equilibrio. Los resultados del estudio permitieron establecer que el arroz se debía a extruir a una temperatura de 230°C durante 10 segundos. La formulación final del relleno estuvo compuesta por 35% de aislado de proteína de soya y 10% de edulcorante, lo que permitió rotular al producto como alto en proteína. Además, se determinó que se requieren 138.41 m² para el diseño de planta, la capacidad de producción de cereal extruido fue de 283.30 kg/mes y alrededor de 50 kg/mes de cereal extruido relleno y se estimó el precio de venta (PVP) del cereal extruido en \$1.39 para una presentación de 110 g y el PVP del cereal extruido relleno en \$0.86 para una presentación de 37 g. La aplicación de los conocimientos en ingeniería y desarrollo de productos nos permitió diseñar una línea de procesamiento de cereal extruido, generando un valor agregado al arroz y beneficiando al sector arrocero.

Palabras Clave: arroz, cereal extruido, extrusión, sector arrocero.

ABSTRACT

Within the rice sector there is an overproduction of rice, which is not used by other means and generates significant economic losses for producers. Therefore, here is a need to provide added value to rice and the goal of this project is to design a production line of extruded goods from rice. For the development of this project, the following methodology was proposed establish the extrusion conditions of the rice, formulate extruded products with a filling using an experimental design with a sensory acceptance test, propose a plant design and calculate the price of the products with their respective break-even point. Results showed that rice must be extruded at a temperature of 230 °C for 10 seconds. The filling formulation composed of 35% soy protein isolate and 10% sweetener obtained the best sensory acceptance, which allow to include a legend of “high in protein” in the label. It was determined that 138.41 m² are required for the plant design and the production capacity of extruded cereal was 283.30 kg/month and around 50 kg/month of extruded cereal filled. The retail price of the extruded cereal was estimated at \$1.39 for 110 g, and the retail price of the extruded cereal filled at \$0.86 for 37 g. The application of engineering and product development concepts allowed us to design a processing line for extruded cereal made from rice, generating to rice added value and benefiting the rice sector.

Keywords: *rice, extruded cereal, extrusion, rice sector.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Justificación del problema	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Marco teórico.....	3
1.4.1 Arroz: Generalidades y Composición nutricional	3
1.4.2 Propiedades físicas del arroz.....	4
1.4.3 Tipos de arroz.....	5
1.4.4 Producción de arroz a nivel mundial	6
1.4.5 Producción de arroz en Ecuador.....	6
1.4.6 Arroz mejorado nutricionalmente.	7
1.4.7 Productos a partir de arroz	8
1.4.8 Cereales extruidos.....	8
CAPÍTULO 2.....	9
2. Metodología	9
2.1 Condiciones de extrusión del arroz	9

2.2	Formulación del producto	9
2.3	Diseño de experimentos	10
2.4	Prueba de evaluación sensorial	12
2.5	Análisis estadístico	12
2.6	Análisis físico químicos y microbiológicos	13
2.6.1	Análisis físico químicos	13
2.6.2	Análisis microbiológico	14
2.7	Vida útil	14
2.8	Valor nutricional	14
2.9	Diagramas de flujo de los productos extruidos	15
2.10	Diseño de planta	15
2.11	Diagrama de recorrido	15
2.12	Gráfico de relación de actividades	16
2.13	Superficie de la planta	17
2.14	Distribución de la planta	18
2.15	Capacidad productiva	18
2.16	Costos	19
CAPÍTULO 3		20
3.	Resultados y análisis	20
3.1	Condiciones de extrusión	20
3.2	Prueba sensorial	20
3.3	Análisis físico químicos y microbiológico del arroz extruido.	22
3.3.1	Análisis físico químicos	22
3.3.2	Análisis microbiológico	23
3.4	Vida útil	24
3.5	Tabla nutricional del producto	24
3.6	Diagramas de flujo de los productos extruidos	27

3.7	Superficie de la planta	29
3.8	Distribución de la planta	30
3.9	Capacidad productiva.....	31
3.10	Costos	32
CAPÍTULO 4.....		34
4.	Conclusiones y recomendaciones	34
4.1	Conclusiones.....	34
4.2	Recomendaciones.....	35

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

ABREVIATURAS

ARCSA	Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria
CFN	Corporación Financiera Nacional
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censo
INEN	Servicio Ecuatoriano de Normalización
MFMA	Asociación de Mercados de Agricultores de Minnesota
OMS	Organización Mundial de la Salud
PVP	Precio de venta al público
Ss	Superficie estática
Sg	Superficie de gravitación
Se	Superficie de evolución
USDA	Departamento de Agricultura de Estados Unidos

SIMBOLOGÍA

°C	Grados centígrados
g	Gramos
mg	Miligramo
m	Metros
m ²	Metros cuadrados
mm	Milímetros
s	Segundos
Ca	Calcio
Cu	Cobre
Fe	Hierro
Mg	Magnesio
Mn	Manganeso
P	Fósforo
Zn	Zinc

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Tabla nutricional del cereal extruido	25
Figura 3.2 Sistema gráfico del cereal extruido.....	25
Figura 3.3 Tabla nutricional del cereal extruido relleno	26
Figura 3.4 Sistema gráfico del cereal extruido relleno	26
Figura 3.5 Diagrama de flujo del cereal extruido	28
Figura 3.6 Diagrama de flujo del cereal extruido relleno	29
Figura 3.7 Layout de la distribución de áreas	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Composición nutricional del arroz según el tamaño del grano	4
Tabla 1.2 Propiedades físicas del arroz con cáscara y el arroz blanco	5
Tabla 2.1 Formulación propuesta para el relleno	10
Tabla 2.2 Diseño de experimentos	11
Tabla 2.3 Experimentos obtenidos a partir del diseño de mezcla.....	11
Tabla 2.4 Formulación final de cada experimento	11
Tabla 2.5 Escala hedónica de 7 puntos.....	12
Tabla 2.6 Simbología utilizada en la clasificación de las etapas del proceso	16
Tabla 2.7 Criterio de proximidad y motivo en el gráfico de relación de actividades.....	17
Tabla 2.8 Relaciones permitidas en el gráfico de relación de actividades.....	17
Tabla 3.1 Valores de las medias y las desviaciones estándar de los experimentos.....	21
Tabla 3.2 Formulación del relleno del cereal extruido	22
Tabla 3.3 Requisitos bromatológicos de los bocaditos a partir de vegetales	22
Tabla 3.4 Requisitos microbiológicos de los bocaditos a partir de vegetales	24
Tabla 3.5 Superficie requerida para cada actividad en la planta	30
Tabla 3.6 Tiempo de producción para la elaboración del cereal extruido.....	31
Tabla 3.7 Tiempo de producción para la elaboración del cereal extruido relleno	31
Tabla 3.8 Producción diaria y mensual de la línea de cereal extruido	32
Tabla 3.9 Costos, PVP y punto de equilibrio del cereal extruido	33
Tabla 3.10 Costos, PVP y punto de equilibrio del cereal extruido relleno	33

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

Durante el 2020 se cosecharon aproximadamente 313 mil hectáreas de arroz, lo cual representa un incremento del 21.6% con respecto al año 2019 y se obtuvieron más de 1.3 millones de toneladas de esta gramínea (INEC, 2020a). De acuerdo con las estadísticas obtenidas del INEC durante los últimos tres años se ha observado una sobreproducción de arroz, esto se debe a que lo que se produce de este grano es mayor a lo que realmente se comercializa (INEC, 2020b). El contrabando de arroz proveniente de los países vecinos, los costos elevados de producción del arroz y la falta de apoyo estatal han generado que la venta de arroz ya no sea un negocio rentable (El Universo, 2021; Primicias, 2021).

Dentro del sector arrocero, hemos evidenciado que durante el año 2020 existió un 2% de sobreproducción de arroz, lo que equivale a más de 30 mil toneladas (INEC, 2020b). Este excedente no es aprovechado por el sector comercial y ha generado pérdidas económicas para los agricultores del sector. Por lo que existe la necesidad de proporcionar un valor agregado a este excedente de arroz.

El emprendimiento “Productos Sasego”, está ubicado en el cantón Santa Lucía, se dedica principalmente al cultivo de arroz y busca desarrollar un producto alimenticio que aporte a la nutrición de los consumidores, genere beneficios económicos y pueda ser competitivo en el mercado nacional.

1.2 Justificación del problema

El arroz es uno de los cereales básicos en la dieta de poco más de la mitad de la población mundial, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y alimentación (FAO) varias regiones del continente asiático, africano y americano consumen este alimento (FAO, s.f.). El arroz proporciona una energía total del 20% en forma de alimentos del consumo a nivel mundial (Fahad et al., 2019).

Actualmente, existe un mercado para que los productos elaborados a partir de arroz, abriendo la posibilidad de diversificar el mercado y generar productos derivados de este cereal (Malla & Ontaneda, 2018). Sin embargo, son pocos los productores nacionales que han decidido apostar por la creación de productos derivados de los cereales.

El emprendimiento “Productos Sasego” durante diversas visitas a locales de expendio de alimentos, ha comprobado que no existe mucha variedad de productos nacionales derivados de cereales. Esta observación ha generado el planteamiento del uso de arroz para producir diversos productos alimenticios y así cubrir las necesidades de los consumidores.

Productos Sasego, tiene una visión amplia sobre el arroz, debido a que han cultivado esta materia prima hace algunas décadas en el Recinto “San Juan” del cantón “Santa Lucía”. Actualmente, pretenden realizar el desarrollo integral de un nuevo producto alimenticio a partir de arroz, acorde con la normativa legal y sanitaria vigente. Además, tienen como meta convertirse en un productor de diversos alimentos a base de arroz y de esta manera contribuir con el desarrollo del país.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar una línea de proceso de cereal extruido con alto contenido proteico a partir de arroz, mediante la aplicación de conocimientos de ingeniería y desarrollo de productos, para dar un valor agregado al arroz y evitar pérdidas económicas en los productores del sector arrocero.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Definir la formulación para producir un cereal extruido a partir de arroz con alto contenido proteico.
- Establecer un diseño de planta para producir un cereal extruido a nivel industrial.
- Estimar los costos de producción para determinar el precio de venta del producto.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Arroz: Generalidades y Composición nutricional

La práctica de cultivar arroz (*Oryza sativa* L.) empezó hace casi 10 mil años en las zonas húmedas de Asia, en la actualidad este cereal es el segundo a nivel mundial en ocupar mayor superficie de cosecha (Acevedo et al., 2006). Este cereal tiene mayor aporte calórico por hectárea en comparación con el resto de cereales.

El arroz se clasifica en dos subespecies por su forma de grano y textura: Indica y Japónica. La especie Japónica tiene una altura de planta más corta, una forma más elaborada y un color más claro de hoja, fuerte tolerancia al frío, fuerte resistencia al acame y no se rompen. Por otro lado, la especie Indica tiene un mayor número de tallos, una tasa de germinación más rápida, son poco sensibles al añublo y tienen aristas cortas (Wei & Huang, 2019).

El arroz es del género *Oryza* y familia de las *Gramineae* (*Poaceae*) y junto al arroz africano (*Oryza glaberrima*), son las especies comúnmente cultivables del género (Pyngrope et al., 2019). Estas especies están adaptadas a diversas condiciones climáticas y pueden cultivarse tanto en ambientes secos como en humedales con altitudes altas y bajas (Fahad et al., 2019). La planta *Oryza sativa* mide entre 1-2 metros de alto, su altura está asociada con el rendimiento del arroz y depende de factores como la especie y el ambiente (Wang & Li, 2005).

El arroz es considerado como el alimento más importante, es fuente de carbohidratos, proteínas, grasas y vitaminas (B1, B2 y B3). El contenido nutricional del arroz depende del tamaño del grano (largo, mediano y corto) y se detalla en la tabla 1.1. El grano de arroz está compuesto por 12% de agua, 75 – 80% de almidón, 7% de proteínas, minerales (Ca, Mg, P, Cu, Fe, Mn y Zn) y algunos compuestos bioactivos (Verma & Srivastav, 2020).

Tabla 1.1 Composición nutricional del arroz según el tamaño del grano [USDA, 2019a, 2019b, 2019c]

Componentes	Grano corto	Grano mediano	Grano largo
Energía (kcal)	358	360	365
Agua (g)	13.3	12.9	11.6
Carbohidratos (g)	79.2	79.3	80
Proteína (g)	6.5	6.61	7.13
Grasa (g)	0.52	0.58	0.66
Cenizas (g)	0.54	0.58	0.64
Calcio (mg)	3	9	28
Hierro (mg)	0.8	0.8	0.8
Fósforo (mg)	95	108	115
Vitamina B1 (mg)	0.07	0.07	0.07
Vitamina B2 (mg)	0.05	0.05	0.05
Vitamina B3 (mg)	1.6	1.6	1.6

El almidón se compone principalmente de amilosa y amilopectina. La amilosa es una molécula lineal larga con enlaces α -1,4-glucosídicos. Mientras que la amilopectina es el componente principal del almidón constituye entre el 65-85%, es una molécula altamente ramificada con enlaces α -1,6-glucosídicos y también α -1,4-glucosídicos (Bao, 2019). La calidad del arroz se ve influenciada por las propiedades adhesivas y térmicas del almidón.

Diversos estudios han demostrado que el arroz posee compuestos bioactivos y sus beneficios en la salud. Entre los compuestos bioactivos se encuentran: carotenoides, flavonoides, compuestos fenólicos, fitoesteroles, tocoferoles, etc., proporcionándole al arroz propiedades antiinflamatorias, anticancerígenas y antidiabéticas (Dejkriengkraikul et al., 2019).

1.4.2 Propiedades físicas del arroz

Las propiedades físicas del arroz son las dimensiones del grano, dureza, fricción del grano, densidad y aspectos térmicos. Conocer estas propiedades es esencial en la

manipulación almacenamiento y procesamiento del arroz. Las propiedades físicas varían según la variedad, el contenido de humedad y grano de molienda. La clasificación dimensional del arroz se realiza en función del área de superficie por unidad de peso y peso de grano normalizado.

La densidad del arroz es de 1,45 g/ml aproximadamente, mientras que la densidad del arroz con cáscara está en un rango de 1,16 g/ml a 1,24 g/ml, debido a la variación del espacio de aire dentro de la cáscara. La densidad aparente disminuye con el tamaño del grano y la humedad, cuanto más delgado es el grano, existe mayor porosidad y menor densidad aparente, por otro lado con el aumento de la humedad aumenta la cantidad de espacio vacío dentro de la cascara lo que hará que disminuya la densidad aparente como indica la tabla 1.2 (Bhattacharya, 2013).

Tabla 1.2 Propiedades físicas del arroz con cáscara y el arroz blanco [Bhattacharya, 2013]

Parámetro	Unidad	Arroz con cáscara	Arroz blanco
		Rango	Rango
Longitud, L	mm	6.14 - 10.84	3.99 – 7.66
Ancho, B	mm	2.28 - 3.50	1.71 – 2.85
Espesor, T	mm	1.59 - 2.26	1.43 – 2.01
L/B		2.00 - 3.96	1.57 – 3.50
B/T		1.33 - 1.59	1.19 – 1.47
Peso del grano, w	mg	14.4 - 32.7	11.00 – 23.9
Densidad, D	g/ml	1.174 - 1.194	1.445 – 1.456
Densidad aparente, D_B	g/ml	0.563 - 0.642	41.5 – 46.4
Porosidad, P	%	46.2 - 54.2	0.687 – 0.692
Volumen específico, V_S	ml/g	0.804 - 0.852	1.180 – 1.287
Volumen a granel, V_B	ml/g	1.556 - 1.777	37.0 – 38.25
Ángulo de reposo, AR	°	34.0 - 38.25	35.0 – 37.6

1.4.3 Tipos de arroz

Según INEN (2014b), el arroz del tipo grano partido, que es utilizado en la elaboración del producto, se clasifica de acuerdo con su porcentaje de longitud total.

- **Arroz de grano partido:** Este arroz es un tipo de arroz que una vez pilado tiene una longitud del 75% del tamaño original del grano y un 10% más de la longitud total del grano.
- **Arroz de grano partido grueso:** Este arroz pilado tiene una longitud menor a las $\frac{3}{4}$ partes del grano original, e ingresa dentro de la clasificación de grano grueso, debido a que posee un porcentaje igual o mayor al 25% de la longitud total del grano original.
- **Arroz de grano partido fino:** La longitud de este grano pilado es igual o menor al 25% del grano original, pero su longitud debe ser mayor al 10%.

1.4.4 Producción de arroz a nivel mundial

El arroz es cosechado y cultivado ampliamente en aproximadamente 120 países, la concentración de estos cultivos se da en las zonas del planeta con clima tropical. El área de cosecha mundial de arroz del año 2010 al año 2014 fue de 163 millones de hectáreas por año, encabezada por India, China, Indonesia, Bangladesh y Tailandia, estos suman el 67% de producción mundial. China e India son los países con mayor producción mundial, produciendo aproximadamente el 50% de la producción mundial de arroz. En los últimos 50 años la producción mundial ha ido incrementando en un 42% aproximadamente, este incremento se ha dado principalmente en Asia (Díaz & Uría, 2009).

Las zonas de Asia son las que emplean una mayor cantidad de terreno para el cultivo del arroz a nivel mundial, sin embargo, el rendimiento de cosecha no es tan efectivo como se esperaría en comparación con áreas como las de los continentes de Oceanía y Europa, esto se debe a que en estas regiones existen mejoras en las técnicas de cosecha. (Wei & Huang, 2019).

1.4.5 Producción de arroz en Ecuador

La producción de arroz demanda que el suelo de cultivo cumpla con las siguientes condiciones agroecológicas: más de 5% de materia orgánica, $\geq 40\%$ de arcilla, capa

arable de 25 cm de profundidad, pH entre 6 o 7, temperatura de 20-30°C, radiación solar diaria y precipitaciones durante el ciclo (INIAP, s.f.). También se requieren de controles fitosanitarios, fertilizantes y semillas de arroz que tengan un alto rendimiento (Zambrano et al., 2019). Por lo tanto, las zonas de cultivo de arroz del Ecuador que cumplen con estas especificaciones son la provincia de Guayaquil y Los Ríos, siendo que Guayaquil tiene el 70,01% y Los Ríos 24,14% de productividad.

1.4.6 Arroz mejorado nutricionalmente.

El consumo de proteínas es beneficioso para el cuerpo humano porque contribuye significativamente en la reparación de las células y en la producción de nuevas células que ayudan a mantener la estructura del cuerpo. Es por eso que es importante buscar alternativas en los productos de consumo general para mejorar su calidad nutricional y que de esta manera sirvan como vehículos para reforzar la dieta de la población, especialmente de aquellos grupos sociales que padecen de desnutrición (Bridges, 2021).

El profesor Utomo en conjunto con su equipo desarrollaron un tipo de arroz con un 53% más del contenido de proteínas original de los granos de arroz disponibles en el mercado mediante biotecnología. Este producto es comercializado con el nombre “*Cahokia*” y es cultivado en Illinois, el objetivo del profesor era desarrollar un grano de arroz con mejor contenido nutricional, con el fin de beneficiar a los 2/3 de la población que incluye a este grano en su dieta, y que sea más fácil de cocinar y procesar para la elaboración del producto. Se realizaron estudios del rendimiento de este cultivo y se determinó que el rendimiento de este grano era mayor en un 11-17% en comparación con el grano de arroz convencional (Korzekwa, 2019). Sin embargo, existe cierto rechazo en el mercado por los productos genéticamente modificados (GMO).

Según Beltrán (2012) los programas de alimentación y nutrición forman parte de un conjunto de políticas públicas para beneficiarios específicos. El arroz es un producto rico en carbohidratos y de alto consumo a nivel popular. Es por esto se considera el

diseño de un producto a base de arroz y enriquecido con proteína, de manera que se aporte un macronutriente de importancia para mejorar la salud de la población.

1.4.7 Productos a partir de arroz

El arroz es una materia prima, que se puede utilizar en la elaboración de diversos productos alimenticios e industriales. Entre los productos elaborados con arroz se encuentran: aceite de arroz, alimentos extruidos, alimentos para bebe, almidón de arroz, bebidas fermentadas de arroz, cereales para el desayuno, fideos, harina de arroz, leche de arroz, productos de panadería, salvado de arroz y productos derivados (FAO, s.f.; Pallas, 2016).

1.4.8 Cereales extruidos

La extrusión es un proceso que combina los procesos de transferencia de calor y masa, reducción del tamaño de partículas, mezclado, formación, texturización y caramelización para modificar la estructura de un cereal (Saklani et al., 2021). Es por esto que la extrusión es un proceso térmico que requiere: altas temperaturas (100 – 180°C), alta presión y un esfuerzo cortante (Alam et al., 2015). El uso de altas temperaturas favorece a que la cocción se realice entre 30-120 segundos, esta característica permite que exista una mayor retención de nutrientes y que el proceso utilice energía de manera más eficiente con respecto a los procesos de cocción tradicionales (Guy, 2001; Nikmaram et al., 2017). Durante el proceso de extrusión, los gránulos de almidón se gelatinizan, derriten y fragmentan, debido al esfuerzo cortante esta conversión del almidón se realiza rápidamente (Guy, 2001). Además, existe desnaturalización de proteínas, reducción de la oxidación de lípidos, formación de complejos entre almidón, proteínas y lípidos, degradación de vitaminas, antinutrientes y fitoquímicos, aumento de la biodisponibilidad de minerales y fibra dietética; y una restructuración física y geométrica de los cereales (Alam et al., 2015; Ramírez et al., 2013).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Condiciones de extrusión del arroz

Se establecieron los parámetros para el proceso de extrusión del arroz mediante revisión literaria.

2.2 Formulación del producto

El arroz se consume diariamente en el país y tiene un bajo contenido de proteínas, por lo que se formuló un relleno con aislado de proteína de soya para agregar valor nutricional al producto extruido de arroz.

Los ingredientes del relleno fueron definidos a partir de recetas reportadas por la literatura (Food, s.f.; Stewart, s.f.). La receta de Food (s.f.) fue escogida debido a que tiene similar composición a una crema de relleno de galletas de una marca comercial. La crema estaba compuesta por: gelatina sin sabor, agua, manteca vegetal, azúcar glas y esencia de vainilla. Las cantidades de la receta fueron transformadas a una fórmula para poder manejar los porcentajes de cada ingrediente. Mediante la experimentación se determinó que algunos ingredientes no eran viables para la formulación del relleno que queríamos desarrollar por lo que añadimos nuevos ingredientes. Se eliminaron de la fórmula final la gelatina sin sabor y el agua, mientras que se cambió el azúcar glas por edulcorante no calórico, la manteca vegetal fue reemplazada parcialmente por aceite de girasol para lograr que la crema tuviera una textura cremosa y se añadió el aislado de proteína de soya para aumentar el aporte proteico a la crema.

Para la formulación del relleno se definieron los siguientes ingredientes: aceite de girasol (Vivi Girasol, Danec, Sangolquí), aislado de proteína de soya (Laboratorio Cevallos, Guayaquil), edulcorante no calórico (Splenda endulzante, México), esencia de vainilla (Vainilla, Don Johnny, Guayaquil) y manteca vegetal (Los 3 Chanchitos, Danec, Sangolquí). Se realizaron experimentaciones con distintos porcentajes de cada ingrediente hasta lograr la consistencia de una crema, ya que al hacer cambios

a la receta de Food (s.f.), no se obtenía el producto esperado. Una vez determinada la formulación de la crema (tabla 2.1) se procedió a realizar un diseño de experimentos en el que se definieron como variables de estudio los porcentajes de aislado de proteína de soya y edulcorante no calórico, los otros ingredientes mantuvieron sus porcentajes fijos debido a que de esta manera se aseguraba la consistencia de la crema. Se definió que el cereal extruido relleno tuviera 25g de crema, para así poder rotular el producto como alto en proteína.

Tabla 2.1 Formulación propuesta para el relleno [Elaboración propia]

Ingredientes	Porcentaje
Aislado de proteína de soya	35 – 40%
Aceite de girasol	22.50%
Manteca vegetal	22.50%
Edulcorante no calórico	5 -10%
Esencia de vainilla	10%

2.3 Diseño de experimentos

El diseño de mezclas considera como factores a los componentes o ingredientes que conforman una mezcla y estudia el efecto de los componentes en la variable de respuesta. No existe independencia entre los niveles de los factores debido a que las proporciones de los factores de la mezcla deben sumar 1 o representar el 100% (Montgomery, 2004).

Se eligió el diseño de mezclas simplex centroide, en donde los componentes del diseño se denominan q (factores) y el número de puntos está dado por $2^q - 1$, estos puntos corresponden a los experimentos que deben ser realizados (Ortega-Pérez et al., 2015). Durante la aplicación de este diseño se buscó determinar la combinación adecuada para la formulación de la crema de relleno del cereal extruido de arroz mediante el uso del software STATISTICA 7 (Gordillo et al., 2012). Las variables de estudio fueron: el aislado de proteína de soya y el edulcorante no calórico, mediante experimentaciones previas se definieron los niveles de las variables de estudio. Se consideró entre el 35-40% de aislado de proteína de soya, para obtener un relleno con un VDR >10% de proteína, y se estableció un 5–10% de edulcorante no calórico

en la composición de la crema. La tabla 2.2 muestra las variables de estudio con sus respectivos niveles.

Tabla 2.2 Diseño de experimentos [Elaboración propia]

Factores	Niveles	
	Nivel bajo	Nivel alto
Aislado de proteína de soya	35%	40%
Edulcorante no calórico	5%	10%

El diseño de mezclas simplex centroide, que se realizó en el programa Statistica 7, generó los 3 experimentos de la tabla 2.3. La formulación final de cada experimento se detalla en la tabla 2.4.

Tabla 2.3 Experimentos obtenidos a partir del diseño de mezcla [Elaboración propia]

Experimento	Aislado de proteína de soya	Edulcorante
A	40%	5%
B	35%	10%
C	37.5%	7.5%

Tabla 2.4 Formulación final de cada experimento [Elaboración propia]

Experimento	Aislado de proteína de soya	Edulcorante no calórico	Aceite de girasol	Manteca vegetal	Esencia de vainilla
A	40%	5%	22.5%	22.5%	10%
B	35%	10%			
C	37.5%	7.5%			

Las variables de respuesta para este diseño de experimentos fueron: la aceptación general, la aceptación del dulzor y la aceptación del sabor. Una vez determinada la formulación de los experimentos (prototipos), se realizó una prueba sensorial de aceptación para medir las variables de respuesta y definir la formulación final del producto.

2.4 Prueba de evaluación sensorial

La prueba de evaluación sensorial se realizó con un total de 40 panelistas no entrenados. Los panelistas evaluaron los prototipos obtenidos del diseño de experimentos, mediante una prueba de aceptación. La prueba de aceptación consiste en evaluar el gusto en general y el grado de gusto de los atributos sensoriales del producto utilizando una escala hedónica (Fiorentini et al., 2020).

Durante la prueba sensorial se entregó un formulario en donde los panelistas evaluaron la aceptación general, el dulzor y el sabor de cada prototipo mediante una escala hedónica de 7 puntos. El dulzor también se evaluó con una escala de simplemente justo, para conocer la percepción de dulzor de los panelistas. Además, se incluyeron en el formulario preguntas que midieron la intención de compra y el precio de comercialización del producto. La codificación de las muestras se puede observar en el Apéndice A, el formulario de la evaluación sensorial se encuentra en el Apéndice B y en la tabla 2.5. se muestra una escala de hedónica de 7 puntos (Lawless & Heymann, 2010).

Tabla 2.5 Escala hedónica de 7 puntos [Lawless & Heymann, 2010]

Niveles	Calificación
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	Me disgusta ligeramente
4	Ni me gusta ni me disgusta
5	Me gusta ligeramente
6	Me gusta moderadamente
7	Me gusta mucho

2.5 Análisis estadístico

Los resultados de la prueba sensorial fueron tabulados e ingresados en el software Minitab 19. Se realizó el análisis estadístico mediante la tabla ANOVA y pruebas de normalidad a cada una de las preguntas de la evaluación sensorial. Se escogió la

prueba de normalidad de Ryan-Joiner, debido a que esta prueba utiliza el coeficiente de correlación de los datos, si el coeficiente es cercano a 1 se establece que los datos son normales; caso contrario se rechaza la hipótesis nula (Minitab, s.f.). Se estableció como hipótesis nula la distribución normal de los datos y se escogió un nivel de significancia de 0.05

2.6 Análisis físico químicos y microbiológicos

2.6.1 Análisis físico químicos

Actividad de agua

Se realizó el análisis a 5 g de relleno utilizando el equipo Aqua Lab modelo serie 3 (Decagon Devices, Inc., Pullman, WA) (Beuchat & Mann, 2015).

Humedad

Para el análisis de humedad se utilizó una estufa en donde el cereal extruido fue secado a 100°C durante 4-5 minutos, mientras que el relleno fue secado a 160°C por 3 minutos (Beuchat & Mann, 2015). El porcentaje de humedad se calculó usando la ecuación 2.1 (Cárdenas, 2013).

$$\% \text{ Humedad} = \frac{M_a - M_b}{M} \times 100 \quad (2.1)$$

Donde:

Ma: Masa del crisol con la muestra.

Mb: Masa del crisol con la muestra.

M: Masa de la muestra.

Grasa

El cereal extruido fue pulverizado utilizando un mortero y pilón, se midió el contenido de grasa por separado de 2.35 g de cereal extruido pulverizado y de mezcla compuesta por 1.59 g de relleno y 0.76 g de cereal extruido pulverizado, siguiendo el proceso de la norma INEN 523 (INEN, 1980).

pH

Se preparó una mezcla de 10 g de cereal extruido pulverizado y 10 g de agua desionizada y se midió el pH de la mezcla y el relleno del producto con un pH-metro (Beuchat & Mann, 2015).

Determinación de proteínas

Se utilizó como muestra una mezcla de 1.2 g de cereal extruido pulverizado y 2.5 g de relleno, lo que representa una relación proporcional con respecto al producto. La determinación de proteínas se realizó siguiendo el método de Kjeldahl y utilizando un factor de conversión de $N \times 6.25$ (AOAC, 2006).

Peso neto

El peso del producto se determinó utilizando una balanza analítica con 0,0001 de precisión (Boeco BAS 31 PLUS, Alemania).

2.6.2 Análisis microbiológico

Se determinó la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos, E. coli y mohos siguiendo la normativa NTE INEN-ISO 4833-1, NTE INEN 1529-7 y NTE INEN 1529-10, respectivamente (INEN, 2021; INEN, 2013b; INEN, 2013a).

Todos los análisis se realizaron por triplicado.

2.7 Vida útil

Se estableció la vida útil del cereal extruido y cereal extruido relleno mediante revisión literaria.

2.8 Valor nutricional

Las tablas nutricionales del cereal extruido y el cereal extruido relleno se determinaron de manera teórica utilizando la base de datos de USDA como se muestra en el Apéndice C y la normativa INEN 1334-2:2011; y para la realización del sistema gráfico se utilizó la norma INEN RTE 022 (2R) (USDA, s.f.; INEN, 2011; INEN, 2014a).

2.9 Diagramas de flujo de los productos extruidos

Se realizaron dos diagramas de proceso, un diagrama para el cereal extruido y otro diagrama para el cereal extruido con relleno. Los diagramas de flujo indican los parámetros que se deben seguir en las etapas del proceso. El diagrama de flujo de la crema de relleno del cereal extruido se elaboró modificando el proceso descrito por (Food., s.f.), se mezcló la esencia de vainilla con el edulcorante y luego se añadió el aislado de proteína de soya con la materia grasa (aceite de girasol y manteca de vegetal).

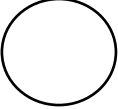
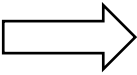


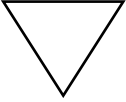

2.10 Diseño de planta

El diseño de planta se realizó mediante el programa Systematic Layout Planning (SLP). La técnica de SLP fue desarrollada por Muther y considera cuatro aspectos: datos iniciales, proceso, resultados y evaluación del proceso (Ojaghi et al., 2015). La aplicación de esta técnica permite un diseño organizado de la planta, un buen flujo de trabajo, mejorar la productividad y reducir la distancia de flujo de materiales entre las diferentes etapas del proceso (Wiyaratn et al., 2013).

2.11 Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido fue elaborado debido a que permite identificar de una manera gráfica todas las actividades que están involucradas durante la elaboración del producto (Fong & Santiago, 2008). El diagrama de recorrido consta de 6 actividades básicas que representaron las diferentes etapas del proceso (tabla 2.6).

Tabla 2.6 Simbología utilizada en la clasificación de las etapas del proceso [Bertolini et al., 2006]

Símbolo	Categoría	Definición
	Operación	Transformación de materias primas.
	Transporte	Movimiento de materiales entre las etapas del proceso.
	Control	Inspección o revisión de la calidad.
	Espera	Suspensión temporal de las actividades.
	Almacenamiento	Almacenamiento de materias primas y producto terminado.
	Actividad interconectada	Etapas compuestas.

2.12 Gráfico de relación de actividades

El gráfico de relación de actividades se utilizó para determinar las posiciones relativas entre las áreas de la planta de alimentos (Asad et al., 2016). El gráfico de relación de actividades consta de los criterios de proximidad y motivo, estos establecieron las relaciones entre las áreas de la planta como se muestran en la tabla 2.7 y 2.8 (Casp, 2004).

Tabla 2.7 Criterio de proximidad y motivo en el gráfico de relación de actividades [Casp, 2004]

Criterio de proximidad			Criterio de motivo	
Relación de proximidad	Código	Color		
Absolutamente necesario	A	Rojo	2	Proximidad en el proceso
Especialmente importante	E	Amarillo	3	Higiene
Importante	I	Verde	4	Control
Poco importante	O	Azul	5	Frío
Sin importancia	U		6	Malos olores, ruidos, etc.
No deseable	X	Marrón	7	Seguridad del producto
				Utilización de material común

Se estableció el número de relaciones potenciales entre las actividades mediante la ecuación 2.2, donde n es el número de actividades realizadas en el proceso y N es número de relaciones potenciales (Casp, 2004). Los códigos de proximidad tienen un mínimo y un máximo de relaciones permitidas, estos valores se obtienen multiplicando el número de relaciones potenciales (N) por el porcentaje de cada código del criterio de proximidad de la tabla 2.8.

$$N = \frac{n \times (n-1)}{2} \quad (2.2)$$

Tabla 2.8 Relaciones permitidas en el gráfico de relación de actividades [Casp, 2004]

Código	Relación de proximidad	Porcentaje
A	Absolutamente necesario	2– 5%
E	Especialmente importante	3– 10%
I	Importante	5– 15%
O	Poco importante	10– 25%
U	Sin importancia	-
X	No deseable	-

2.13 Superficie de la planta

Se determinó la superficie requerida para la planta siguiendo el método de Guerchet, que relaciona las superficies: estática, de gravitación y de evolución (Muñoz, 2004).

La superficie estática (S_s) es la superficie que ocupa la maquinaria en la planta, mientras que la superficie de gravitación (S_g) relaciona la superficie estática y los lados operativos de la maquinaria (N) (Caicedo, 2019). La superficie de evolución (S_{ev}) se determina mediante la superficie estática, la superficie de gravitación y un coeficiente (k) acorde con la actividad productiva de la planta, este coeficiente se estableció en 1.80 (Cuatrecasas, 2017).

La superficie de gravitación y la superficie de evolución se calculan mediante las ecuaciones 2.3 y 2.4, respectivamente.

$$S_g = S_s \times N \quad (2.3)$$

$$S_{ev} = k \times (S_s + S_g) \quad (2.4)$$

2.14 Distribución de la planta

La distribución de la planta se determinó utilizando el software Corelap 1.0, para determinar la superficie requerida de la planta y la distribución de los departamentos según los criterios de proximidad del gráfico de relación de actividades (Delgado et al., 2020). Se ingresó la cantidad de departamentos necesarios en la planta con su respectiva superficie y la superficie disponible para la planta en el software, posteriormente se ingresaron los códigos del criterio de proximidad (tabla 2.7) en cada departamento acorde con el gráfico de relación de actividades realizado y se obtuvo un layout de la distribución de la planta (Hanum, 2021).

2.15 Capacidad productiva

Se determinó la capacidad de producción para el cereal extruido y el cereal extruido con relleno. Se estableció el tiempo que toman realizar las diferentes actividades en el proceso de elaboración de los productos y la cantidad de operarios que trabajarán en el proceso (Cuatrecasas, 2017). Se definió una jornada laboral de 8 horas diarias de lunes a viernes. Además, se determinaron las actividades que causan cuellos de botella en el proceso.

2.16 Costos

La determinación de los costos del proyecto se realizó considerando: los costos de inversión, los costos fijos y variables. Los costos de inversión incluyen los gastos relacionados con la compra de maquinarias; dentro de los costos fijos se consideraron los servicios básicos (agua, luz, teléfono e internet), la mano de obra y los muebles y enseres que se utilizarán en la planta; mientras que en los costos variables se estimaron los costos de materias primas y empaques (Choéz et al., 2010).

Además, se estableció el precio de venta del cereal extruido y el cereal extruido relleno y se calculó el punto de equilibrio para conocer las unidades de producto que debemos vender para cubrir los costos totales (Valenzuela, 2014).

Las ecuaciones 2.5 y 2.6 permitieron establecer el precio del producto y el punto de equilibrio, respectivamente.

$$P.V.P = \frac{\text{Total costos operativos}}{\text{Unidades de producción}} \times (\% \text{ de ganancia mayor al } 25\%) \quad (2.5)$$

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costo fijo}}{\text{Precio de venta unitario} - \text{Costo variable unitario}} \quad (2.6)$$

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Condiciones de extrusión

Para realizar el proceso de extrusión de arroz se estableció un contenido de humedad de 14%, mientras que se definió una temperatura de extrusión de 230°C durante 10 segundos (Sharma, 2012). Huff et al. (1992) mencionan que la extrusión realizada a 230°C durante 9 segundos produce un arroz con un volumen más significativo en comparación a la extrusión de arroz a temperaturas de 210 - 220°C durante 6 – 9 segundos.

3.2 Prueba sensorial

Se ejecutó una prueba sensorial de aceptación general y de atributos con 40 jueces no entrenados, los cuales calificaron cada experimento (tabla 2.4) con ayuda de una escala hedónica con 7 puntos. Se utilizó el software Minitab 19 y se procesaron los datos obtenidos en la prueba sensorial (Apéndice D) sobre la aceptación general y de cada uno de los atributos estudiados.

Para comprobar la normalidad de los datos obtenidos, se realizó una prueba de normalidad Ryan-Joiner (Apéndice E), de esta prueba, se detectó que los resultados obtenidos del experimento B presentaron un valor p menor a 0.05; sin embargo, se asumió la normalidad debido a que la cantidad de datos es mayor a 30. Dentro de las respuestas obtenidas para la evaluación de la aceptación del dulzor de cada experimento (Apéndice D.3.), existió una ambigüedad en la respuesta de uno de los panelistas, por lo que se utilizaron 39 datos para la prueba de normalidad.

En la tabla 3.1, se observan las medias y las desviaciones estándar de la aceptación general, la aceptación del sabor y dulzor y la percepción del dulzor de los experimentos.

Tabla 3.1 Valores de las medias y las desviaciones estándar de los experimentos [Elaboración propia]

Experimento	Aceptación general	Dulzor percibido	Aceptación del dulzor	Aceptación del sabor
A	4.65±1.66	2.30±1.52	4.39±1.91	4.25±1.66
B	5.20±1.34	3.20±1.56	4.62±1.80	6.78±1.15
C	4.75±1.78	3.43±1.32	4.72±1.76	5.00±1.70

Comprobada la normalidad de los datos mediante el análisis de normalidad de Ryan-Joiner, se realizó el análisis ANOVA y se observó que, para el caso de la percepción del dulzor, el valor p era menor a 0.05 (Apéndice F.2.). De este análisis se logró determinar lo siguiente: en cuanto a la aceptación general, los panelistas determinaron que los tres productos les gustaron de manera ligera, el producto que resultó de mayor agrado fue el experimento B. Respecto a la percepción del dulzor, los resultados reflejaron que eran poco significativo e incluso algunos no llegaron a detectarlo. El experimento C obtuvo una mejor aceptación del dulzor, mientras que el experimento B tuvo mayor aceptación en el sabor.

Dentro de la evaluación sensorial se realizaron 3 preguntas a los panelistas (Apéndice G) sobre si consumirían o no el producto si se encontrara en el mercado, además y se les consultó acerca del precio que estarían dispuestos a pagar por este tipo de productos. Los datos obtenidos demostraron que el 25% de los panelistas adquirirían el producto (Apéndice G.1.); este comportamiento cambio cuando se le preguntó al panelista si compraría el producto al saber que tiene beneficios para la salud, en esta pregunta el 50% de los panelistas expresaron que estarían totalmente seguros de comprar el producto (Apéndice G.2.). Finalmente, el 55% de los jueces indicaron que están dispuestos a pagar entre \$1 y \$2 por el producto (Apéndice G.3.).

Los resultados de la evaluación sensorial demostraron que el experimento B de la tabla 2.4, tuvo una mayor aceptación sensorial y se estableció como la formulación final para el relleno del producto (tabla 3.2).

Tabla 3.2 Formulación del relleno del cereal extruido [Elaboración propia]

Ingredientes	Porcentaje
Aislado de proteína de soya	35%
Aceite de girasol	22.50%
Manteca vegetal	22.50%
Edulcorante no calórico	10%
Esencia de vainilla	10%

3.3 Análisis físico químicos y microbiológico del arroz extruido.

3.3.1 Análisis físico químicos

Debido a la condición sanitaria actual de contingencia por la pandemia de Covid-19 se dificultó la realización de los análisis correspondientes de los aspectos físico químicos y microbiológicos del arroz extruido. Sin embargo, de acuerdo con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2561 (2010), los valores referenciales con los que debe cumplir el producto respecto a los resultados de los análisis físico químicos son los siguientes:

Tabla 3.3 Requisitos bromatológicos de los bocaditos a partir de vegetales [INEN, 2010]

Requisito	Máximo
Humedad, %	5
Grasa, %	40
Índice de peróxidos meq O ₂ /kg (en la grasa extraída)	10
Colorantes	Permitidos en NTE INEN 2074

Actividad de agua

El relleno del cereal extruido debe tener una actividad de agua ≤ 0.85 debido a que en este valor se puede prevenir la proliferación de microorganismos patógenos y prolongar la vida útil del relleno (MFMA, 2019; Czerwińska, s.f.).

Humedad

La tabla 3.3 indica el valor del contenido de humedad relativa del arroz extruido que se emplea para la elaboración del producto final, se observa que debe tener un

máximo de humedad permitida del 5%, este valor fue calculado mediante el método de secado con estufa como indica la norma NTE INEN 518.

Grasa

El contenido de grasa del arroz extruido es bajo, dado que la composición del arroz no contiene una gran porción de grasas totales por sí solo. Sin embargo, para los productos elaborados a partir de arroz, la cantidad de grasa máxima permitida es del 40% (INEN, 2010). El cereal extruido relleno tiene un contenido de grasa de 32.43% por lo que el producto cumple con la normativa.

pH

El pH del arroz se encuentra en un rango de 6-7, estos valores varían según el tipo de arroz, como en el caso del arroz blanco que posee un pH de 6 – 6.7 mientras que el arroz integral tiene un pH de 6.2 – 6.7 (Mettler Toledo, s.f.). La crema debe tener un $\text{pH} \leq 4.6$ para evitar el crecimiento de microorganismos patógenos (MFMA, 2019).

Determinación de proteínas

La cantidad de proteínas contenidas en el alimento es importante en la composición nutricional de este nuevo producto, ya que, el aporte de proteínas en la dieta es beneficioso para la salud, especialmente a nivel celular (Bridges, 2021). La norma técnica INEN 3050, no establece límites máximos de la cantidad de proteínas que deben contener los cereales extruidos.

Peso neto

El peso de una porción de cereal extruido se estableció en 6g, mientras que el peso del cereal extruido relleno fue de 37 g (25 g de relleno y 12 g de arroz extruido).

3.3.2 Análisis microbiológico

Luego de haber revisado los aspectos más importantes de la composición físico química referencial del producto, es necesario también establecer los niveles microbiológicos, este análisis se realizó en base a lo establecido en la norma técnica NTE INEN 2561.

Tabla 3.4 Requisitos microbiológicos de los bocaditos a partir de vegetales [INEN, 2010]

Requisito	n	m	M	C
Recuento estándar en placa (UFC/g)	5	10 ³	10 ⁴	2
Mohos (UFC/g)	5	10	10 ²	2
E coli (UFC/g)	5	<10	-	0

En la tabla 3.4 se indica que el nivel máximo permitido de presencia de mohos detectadas en los productos extruidos es de 1×10^2 UFC/g, esto se debe a que se debe controlar la producción de micotoxinas que pueden ser un peligro significativo para la salud humana.

3.4 Vida útil

Se estableció la vida útil de los cereales extruidos en 180 días con una temperatura de almacenamiento entre 20 – 25°C (temperatura ambiente). La vida útil de los cereales extruidos viene determinada por la actividad de agua, la humedad y los ácidos grasos, después de 6 meses de almacenamiento ya se pueden percibir cambios sensoriales en el producto y existe poca actividad microbiológica debido a la baja humedad del producto (Dar et al.,2016). Además, la temperatura de almacenamiento puede prolongar la vida útil del producto, acorde con la investigación realizada por Sang et al. (2014), el almacenamiento a 20°C a prolongó la vida útil microbiológica del arroz extruido, aumentó la dureza y masticabilidad y disminuyó la adhesividad; pero no afectó la elasticidad del arroz extruido. Altaf et. al (2020) demostró que los productos extruidos en empaques laminados mantienen sus atributos sensoriales hasta 180 días cuando son almacenados a temperaturas de 20 – 25°C.

3.5 Tabla nutricional del producto

La figura 3.1 detalla la información nutricional del cereal extruido y el sistema gráfico demuestra que el producto no contiene azúcar, grasa ni sal (figura 3.2).

La información nutricional del cereal extruido relleno (figura 3.3), muestra que el producto tiene un VDR de: 18% de grasa, 4% de sodio, 4% de carbohidratos totales y 18% de proteínas; mientras que el sistema grafico indica que el producto es alto

en grasa, bajo en sal y sin azúcar (figura 3.4). Los cálculos nutricionales se encuentran en el Apéndice H.

Información Nutricional		
Tamaño de la porción	6 g (1 pieza)	
Porciones por envase	18	
Cantidad por porción		
		*%VDR
Energía (calorías)	105 kJ (25 kcal)	1%
Energía de grasa (calorías de grasa)	0 kJ (0 kcal)	
*%VDR		
Grasa total 0 g		0%
Grasa saturada	0 g	0%
Grasa trans	0 g	
Grasa monoinsaturada	0 g	
Grasa poliinsaturada	0 g	
Colesterol 0 mg		0%
Sodio 0 mg		0%
Carbohidratos totales 5 g		2%
Azúcares totales	0 g	
Proteína 0 g		0%
* Los porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 kcal).		

Figura 3.1 Tabla nutricional del cereal extruido [Elaboración propia]

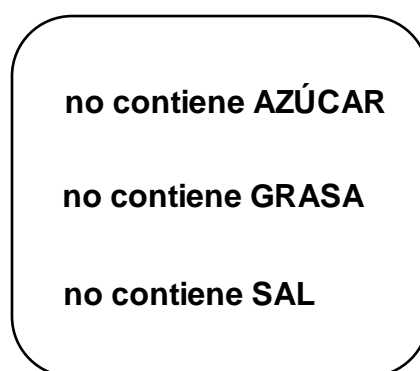


Figura 3.2 Sistema gráfico del cereal extruido [Elaboración propia]

Información Nutricional		
Tamaño de la porción	37 g	
Porciones por envase	1	
Cantidad por porción		
		*%VDR
Energía (calorías)	796 kJ (190 kcal)	10%
Energía de grasa (calorías de grasa)	444 kJ (110 kcal)	
*%VDR		
Grasa total 12 g		18%
Grasa saturada	3 g	15%
Grasa trans	0 g	
Grasa monoinsaturada	1.5 g	
Grasa poliinsaturada	2 g	
Colesterol 0 mg		0%
Sodio 90 mg		4%
Carbohidratos totales 13 g		4%
Azúcares totales	3 g	
Fibra dietética	< 1 g	
Proteína 9 g		18%
* Los porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 kcal).		

Figura 3.3 Tabla nutricional del cereal extruido relleno [Elaboración propia]



Figura 3.4 Sistema gráfico del cereal extruido relleno [Elaboración propia]

El arroz tiene un contenido muy bajo de proteínas entre los cereales debido a que contiene un 7% de proteínas, por cada 100 g de arroz integral se puede obtener 7.1 – 8.2 g de proteína de cruda, mientras que el salvado de arroz posee mayor contenido proteico entre 11.3 – 14.9 g (Juliano, 2016). Si se comparan 100 g del

cereal extruido (alrededor de 17 piezas de producto) con 100 g del cereal extruido relleno (3 paquetes de producto) se obtendría de acuerdo con la figura 3.3 que el cereal extruido aporta un total de 27g de proteínas en comparación al cereal extruido a partir de arroz blanco que solo aporta 8.2 g de proteínas por cada 100 g según Sharma (2012), lo que significa un aumento del 229% del contenido proteico del cereal extruido relleno con respecto al cereal extruido. La adición de aislado de proteína de soya aumentó los niveles proteicos del cereal extruido relleno debido a que el aislado de soya puede contener 90% de proteínas, por esto los productos a partir de soya son muy utilizados en la suplementación de barras alimenticias, pan, cereales para el desayuno, productos lácteos y bebidas (Singh et al., 2008).

El Apéndice H incluye los cálculos de la tabla nutricional, mientras que la ficha técnica y los empaques de los productos se muestra en el Apéndice O y el Apéndice P, respectivamente.

3.6 Diagramas de flujo de los productos extruidos

Las figuras 3.5 y 3.6 detalla las materias primas, las etapas, y las condiciones del proceso de elaboración para el cereal extruido y el cereal extruido relleno, respectivamente.

El proceso comienza con la recepción de las materias primas (arroz, proteína aislada de soya, manteca vegetal, aceite de girasol, edulcorante y esencia de vainilla) y se procede con su almacenamiento.

El arroz ingresa a la etapa de extrusión con una humedad inicial de 14% y es extruido a una temperatura de 230°C durante 10 segundos. Al finalizar la etapa de extrusión se obtiene un producto con forma circular similar a una galleta. El cereal extruido para comercializar es envasado y posteriormente almacenado.

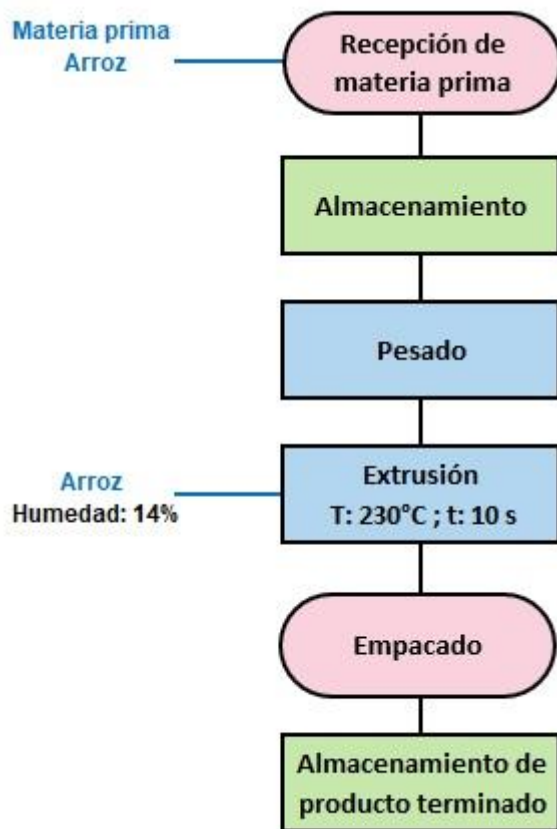


Figura 3.5 Diagrama de flujo del cereal extruido [Elaboración propia]

Para elaborar nuestro cereal extruido relleno se procede a la etapa de elaboración de la crema, en esta etapa se mezclan la esencia de vainilla con el edulcorante y después se añade la proteína aislada de soya, la manteca vegetal y el aceite de girasol. Todos los ingredientes son mezclados durante 10 minutos, una vez obtenida la crema, esta es envasada. Obtenido el arroz extruido y la crema de relleno, comienza la etapa de formación del producto, en donde se añadirá la crema al arroz extruido, luego se procede con el empaquetado y finalmente el producto es almacenado.

Los equipos y enseres que intervienen en cada etapa de los procesos de elaboración del cereal extruido y el cereal extruido relleno se detallan en el Apéndice I. Los diagramas de recorrido para el cereal extruido y el cereal extruido relleno se muestran en el Apéndice J.

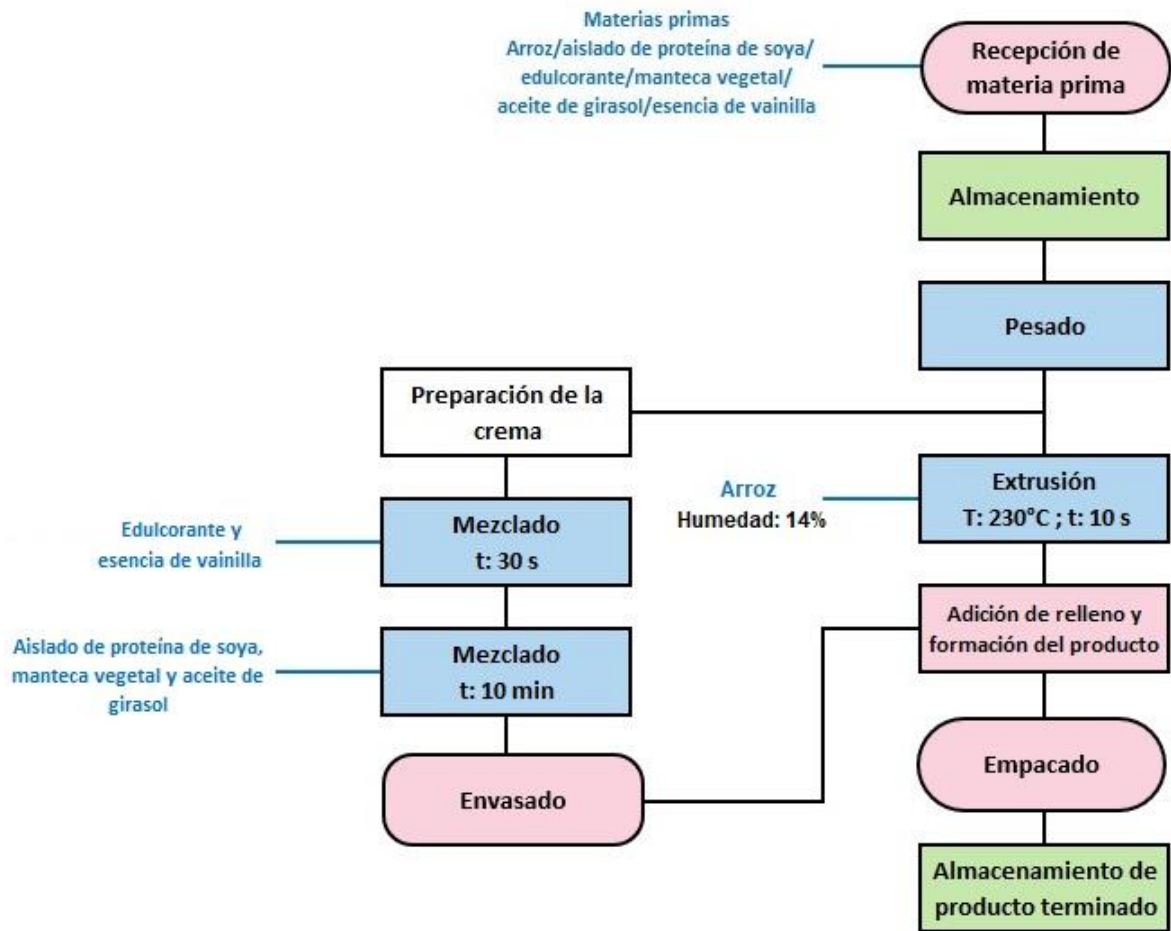


Figura 3.6 Diagrama de flujo del cereal extruido relleno [Elaboración propia]

3.7 Superficie de la planta

La superficie total requerida para cada actividad que interviene en la elaboración del cereal extruido con relleno y las 3 áreas adicionales (baños y vestidores, área administrativa y bodega) se detalla en la tabla 3.5, los cálculos de superficie y una distribución de planta a nivel boceto se encuentran en el Apéndice K. Se requiere una mayor superficie para las actividades de: envasado, elaboración de la crema y formación del producto, almacenamiento de producto terminado y extrusión. El área de baños y vestidores tiene una superficie de 29 m² ya que se consideraron las instalaciones sanitarias separadas para hombres y mujeres de acuerdo con la normativa vigente (ARCSA, 2015). Se necesita un área de 138.41 m² para diseñar la planta.

Tabla 3.5 Superficie requerida para cada actividad en la planta [Elaboración propia]

Actividad	Superficie Total (m ²)
Recepción de materia prima	4.63
Almacenamiento de materia prima	8.75
Pesado	7.79
Extrusión	9.80
Elaboración de la crema, relleno y formación del producto	17.04
Envasado	36.38
Almacenamiento de producto terminado	10.02
Bodega	4.50
Baños y Vestidores	29.00
Oficina administrativa	10.50
Total	138.41

3.8 Distribución de la planta

La distribución de planta se realizó utilizando el software Corelap 1.0, una vez ingresada la superficie de cada área y los códigos del gráfico de relaciones (Apéndice L), se obtuvo un layout tentativo (figura 3.7).

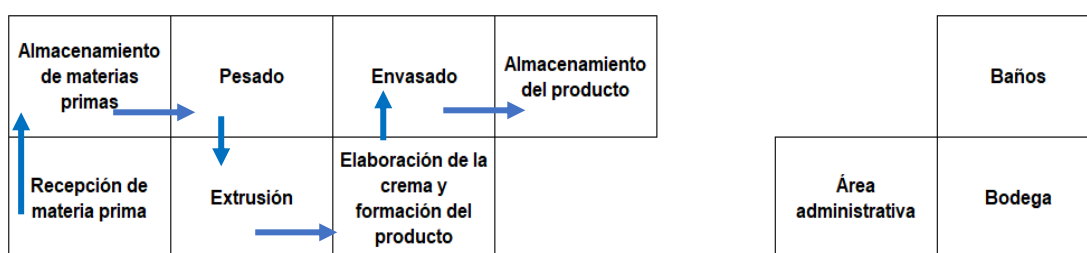


Figura 3.7 Layout de la distribución de áreas [Elaboración propia]

La distribución de la planta cumple con la normativa debido a que el proceso sigue un flujo hacia adelante (ARCSA, 2015). El layout muestra una separación entre las actividades del proceso y las otras áreas, ya que permitirá que no haya algún tipo de contaminación del producto.

3.9 Capacidad productiva

Se estableció el tiempo necesario para realizar las operaciones involucradas en el proceso de elaboración del cereal extruido (tabla 3.6) y el cereal extruido relleno (tabla 3.7). Se consideró una jornada laboral de 8 horas diarias con 2 operarios y se determinó que de la jornada laboral de 20 días se dedicarían 18 días para la producción del cereal extruido y 2 días para la elaboración del cereal extruido relleno. Mediante el diagrama de Gantt se establecieron los tiempos de operación, el número de operarios y la cantidad estimada de cada producto de manera diaria y mensual.

Tabla 3.6 Tiempo de producción para la elaboración del cereal extruido [Elaboración propia]

Actividad	Tiempo (min)	Operarios
1. Pesado	5	1
2. Extrusión	60	2
3. Empacado	5	1
4. Almacenamiento del producto	5	1

Tabla 3.7 Tiempo de producción para la elaboración del cereal extruido relleno [Elaboración propia]

Actividad	Tiempo (min)	Operarios
1. Pesado	20	1
2. Extrusión	60	2
3. Elaboración de la crema	10	1
4. Relleno del producto	15	2
5. Formación del producto	18	1
6. Empacado	10	2
7. Almacenamiento del producto	10	1

Se necesitan 75 minutos diarios para producir 1 batch de 360 piezas de cereal extruido, cada paquete de producto está compuesto por 18 piezas de cereal extruido, dando un total de 20 paquetes por batch. Los cálculos realizados determinaron que la producción diaria sería de 120 paquetes y se requieren 13.5 kg de arroz diario, mientras que se producirían mensualmente 2160 paquetes utilizando 243 kg de arroz.

Para la elaboración del cereal extruido relleno se requieren 143 minutos en su primer batch, ya que se considera el pesado de materias primas que conforman el relleno y la elaboración de la crema. El segundo y tercer batch requieren 118 minutos cada uno, mientras que el cuarto batch necesita de 94 minutos. Se producen diariamente 675 cereales extruidos rellenos, que serán empacados individualmente. La elaboración diaria de los cereales extruidos rellenos necesita 8.44 kg de arroz y 17.50 kg de crema; y mensualmente se producirían 1350 paquetes de cereal extruido relleno utilizando 16.88 kg de arroz y 35 kg de crema.

La tabla 3.8 muestra la producción mensual estimada de cada producto y las materias primas necesarias para producir mensualmente cada producto se detallan en el Apéndice M.

Tabla 3.8 Producción diaria y mensual de la línea de cereal extruido [Elaboración propia]

Cereal extruido	Cereal extruido relleno
120 paquetes diarios	675 paquetes diarios
2160 paquetes mensuales	1350 paquetes mensuales

3.10 Costos

El Apéndice N detalla todos los costos involucrados en la elaboración del cereal extruido y el cereal extruido relleno. El costo unitario de producción del cereal extruido fue \$0.93, se estableció una utilidad del 50% y su PVP en \$1.39 (tabla 3.9). El cereal extruido relleno tiene un costo unitario de producción de \$0.61 y su PVP se estableció en \$0.86 considerando una utilidad del 40% (tabla 3.10).

Se necesitan 1260 unidades de cereal extruido y 543 unidades de cereal extruido relleno, para lograr el punto de equilibrio (tabla 3.9 y 3.10).

Tabla 3.9 Costos, PVP y punto de equilibrio del cereal extruido [Elaboración propia]

Inversión	\$ 7.436,10
Costos variables	\$ 599,00
Costos fijos	\$ 1.400,49
Costos operativos	\$ 1.999,49
Costos unitarios de producción	\$ 0,93
PVP	\$ 1,39
Costo variable unitario	\$ 0,28
Punto de equilibrio	1260

Tabla 3.10 Costos, PVP y punto de equilibrio del cereal extruido relleno [Elaboración propia]

Inversión	\$ 2.200,00
Costos variables	\$ 603,38
Costos fijos	\$ 222,18
Costos operativos	\$ 825,56
Costos unitarios de producción	\$ 0,61
PVP	\$ 0,86
Costo variable unitario	\$ 0,45
Punto de equilibrio	543

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La aplicación de los conocimientos en ingeniería y desarrollo de productos contribuyeron en el diseño de una línea de procesamiento de cereal extruido para la elaboración de un producto de arroz extruido y otro producto relleno de crema, generando valor agregado a la materia prima y a este sector agrícola de gran importancia en el país.
- Se logró definir una formulación de un producto de cereal de arroz extruido y un tipo de cereal extruido relleno que tenga alto contenido proteico y que además sea mayormente aceptada por el público objetivo. Se realizó una evaluación sensorial de aceptación general y de aceptación de atributos de dulzura y sabor y así se consiguió determinar que la mejor opción de venta al público es el arroz extruido con relleno compuesto de 35% de aislado de proteína de soya y 10% de edulcorante no calórico.
- Se estableció un modelo del diseño de planta con una superficie de 138.41 m² y un diagrama de flujo del proceso de extrusión industrial a una temperatura de 230°C durante 10 segundos para producir el arroz con el que se elaborará la base del cereal extruido.
- Los costos totales de producción de estos productos, que poseen como base el arroz ecuatoriano, ayudaron a determinar un precio de venta al público de \$1.39 para el cereal extruido y de \$0.86 para el caso del cereal extruido con relleno, que, en comparación con los resultados obtenidos en la encuesta realizada durante la evaluación sensorial, concuerdan con los precios que los posibles consumidores consideraron pagar por nuestros productos.
- El punto de equilibrio demostró que se necesita vender aproximadamente la mitad de la producción mensual, para poder generar ganancias.

4.2 Recomendaciones

- Realizar el proceso de elaboración de los cereales extruidos siguiendo un manual de buenas prácticas de manufactura y así evitar la contaminación cruzada entre los manipuladores y los productos. Además, es importante realizar una certificación en BPM.
- Se recomienda realizar una nueva evaluación sensorial solo a la muestra de cereal extruido relleno con crema compuesta de 35% aislado de proteína de soya y 10% edulcorante no calórico, para conocer la aceptación final del producto y decidir si se necesita algún tipo de cambio en la formulación.
- Realizar estudios de vida útil a los productos extruidos para determinar de manera más exacta su fecha de caducidad.
- Se necesita de un agente en aduanas para realizar los trámites de Ecuapass y poder realizar la compra de los equipos que deben ser importados al país. Además, se requiere de un asesor para realizar los trámites de registro sanitario de los productos.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, M. Castrillo, W. & Belmonte, U. (2006). Origen, evolución y diversidad del arroz. *Agronomía Tropical*, 56(2), 151-170. Recuperado el 20 de diciembre de 2021 de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000200001&lng=es&tlng=es.
- Alam, M. S., Kaur, J., Khaira, H., & Gupta, K. (2015). Extrusion and Extruded Products: Changes in Quality Attributes as Affected by Extrusion Process Parameters: A Review. *Food Science and Nutrition*, 56(3), 445–473. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.779568>
- Altaf, U., Hussain, S. Z., Qadri, T., Iftikhar, F., Naseer, B., & Rather, A. H. (2021). Investigation on mild extrusion cooking for development of snacks using rice and chickpea flour blends. *Journal of Food Science and Technology*, 58(3), 1143–1155. <https://doi.org/10.1007/S13197-020-04628-7>
- AOAC. (2006). Nitrogen (total) in water by Kjeldhal method en Association of Official Analytical Chemists (Ed.), *Official Methods of Analysis*, Arlington, VA, United States.
- ARCSA. (2015). *Normativa técnica sanitaria para alimentos procesados, plantas procesadoras de alimentos, establecimientos de distribución, comercialización, transporte y establecimientos de alimentación colectiva*. <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-11/ARCSA-DE-067-2015-GGG.pdf>
- Asad, S., Naqvi, A., Fahad, M., Atir, M., Zubair, M., & Shehzad, M. M. (2016). Productivity improvement of a manufacturing facility using systematic layout planning. *Cogent Engineering*, 3(1), 1–13. <https://doi.org/10.1080/23311916.2016.1207296>
- Banerjee, S., Sharma, D. J., Verulkar, S. B., Chandel, G., Gandhi, I., & Vishwavidyalaya, K. (2010). Use of in silico and semiquantitative RT-PCR approaches to develop nutrient rich rice (*Oryza sativa* L.). *Indian Journal of Biotechnology*, 9, 203–212.
- Bao, J. (2019). Rice starch en *Rice* (pp. 55–108). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811508-4.00003-4>

- Beltrán, F. (2012). *Cómo Desarrollar el Sistema de Seguridad Alimentaria en una Planta de Alimentos*. Recuperado el 2 de noviembre de 2021 de <https://es.slideshare.net/mbianchi09/como-desarrollar-el-sistema-de-seguridad-alimentaria-en-una-planta-de-alimentos>
- Bertolini, M., Braglia, M., & Carmignani, G. (2006). An FMECA-based approach to process analysis. *International Journal of Process Management and Benchmarking*, 1(2), 127–145. <https://doi.org/10.1504/IJPMB.2006.009769>
- Beuchat, L., & Mann, D. (2015). Survival of Salmonella in Cookie and Cracker Sandwiches Containing Inoculated, Low-Water Activity Fillings. *Journal of Food Protection*, 78(10), 1828–1834. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-15-142>
- Bhattacharya, K. (2013). Physical properties of rice en *Rice Quality* (pp. 26–60). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9780857092793.26>
- Bridges, M. (2021). *Protein in diet*. A.D.A.M. Multimedia Encyclopedia. Recuperado el 20 de diciembre de 2021 de <https://ssl.adam.com/content.aspx?productid=617&pid=1&gid=002467&site=matimed.adam.com&login=MAKA1603>
- Caicedo, M. (2019). *Análisis de los procesos operativos y distribución de planta en la empresa Cimetcorp S.A.* [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/46040/1/TESIS%20MIGUEL%20CAICEDO.pdf>.
- Cárdenas, L. (2013). *Levantamiento de Información para la Acreditación ISO 17025 del Laboratorio de Bromatología de la FIMCP en el Parámetro Humedad*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89707/D-79830.pdf>
- Casp, A. (2004). *Diseño de industrias agroalimentarias*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Choéz, J., Hinojoza, M., & Valdivieso, G. (2010). *Proyecto para la producción y comercialización de pulpa de níspero para el mercado de la ciudad de Guayaquil*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10423/6/PROYECTO%20PULPA%20DE%20NISPERO%20CIUDAD%20DE%20GUAYAQUIL.pdf>
- Cuatrecasas, L. (2017). *Ingeniería de procesos y de planta. Ingeniería lean*. (1ª ed.). Profit Editorial.

- Czerwińska, I. (s.f.). *Water activity in confectionery goods*. Laurretta. Recuperado el 27 de enero de 2022 de https://www.laurretta.eu/water_activity_in_confectionery_goods
- Dar, B. N., Sharma, S., & Nayik, G. (2016). Effect of storage period on physiochemical, total phenolic content and antioxidant properties of bran enriched snacks. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 10(4), 755–761. <https://doi.org/10.1007/S11694-016-9360-X>
- Dejkriengkraikul, P., Semmarath, W., & Mapoung, S. (2019). Anthocyanins and Proanthocyanidins in Natural Pigmented Rice and Their Bioactivities en V. Rao, D. Mans & L. Rao (Ed.), *Phytochemicals in Human Health* (pp. 1–24). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.86962>
- Delgado, M., Moreira, M., Vidal, D., Andrade, Y., & Delgado, C. (2020). Evaluación de la distribución del espacio en la planta incubadora ESPAM-MFI mediante el algoritmo corelap. *Revista Espamciencia*, 12(1), 69–74. https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v12i1.201
- Díaz, A., & Uría, R. (2009). *Buenas prácticas de manufactura: una guía para pequeños y medianos agroempresarios*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5294e/A5294e.pdf>
- El Universo. (19 de julio de 2021). *Con un precio de \$ 28 por saca de 210 libras de arroz en cáscara, productores reciben una ganancia de \$ 380 por hectárea en tres o cuatro meses*. El Universo. Recuperado el 25 de octubre de 2021 de <https://www.eluniverso.com/noticias/ecuador/con-un-precio-de-28-por-saca-de-210-libras-de-arroz-en-cascara-productores-reciben-una-ganancia-de-380-por-hectarea-en-tres-o-cuatro-meses-nota/>
- Fahad, S., Adnan, M., Noor, M., Arif, M., Alam, M., Khan, I. A., Ullah, H., Wahid, F., Mian, I. A., Jamal, Y., Basir, A., Hassan, S., Saud, S., Amanullah, Riaz, M., Wu, C., Khan, M. A., & Wang, D. (2019). Major Constraints for Global Rice Production en M., Hasanuzzaman, M., Fujita, K., Nahar, J., Biswas (Ed.), *Advances in Rice Research for Abiotic Stress Tolerance* (pp. 1–22). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814332-2.00001-0>
- FAO. (s.f.). *Cereals and Products*. Definition and Classification of Commodities. Recuperado el 28 de octubre de 2021 de <https://www.fao.org/es/faodef/fdef01e.htm>

- Fiorentini, M., Kinchla, A., & Nolden, A. (2020). Role of Sensory Evaluation in Consumer Acceptance of Plant-Based Meat Analogs and Meat Extenders: A Scoping Review. *Foods*, 9, 1334–1349. <https://doi.org/10.3390/foods9091334>
- Fong, A., & Santiago, M. (19-21 de marzo de 2008). *A Paradigm Shift in Achieving 2.6 DL/Tool Through an Efficient Labor Modeling Using Equipment Manning Time*. [Acta]. International MultiConference of Engineers and Computer Scientists, Hong Kong. http://www.iaeng.org/publication/IMECS2008/IMECS2008_pp1669-1675.pdf
- Food. (s.f.). *Oreo Filling*. Food. <https://www.food.com/recipe/oreo-filling-190061>.
- Gordillo, C., Guerrero, N., Luna, N., Laguna, B., Saavedra, M., Rojas, J. (2012). *Efecto de la proporción de naranja (Citrus sinensis), papaya (Carica papaya) y piña (Ananas comosus) en la aceptabilidad sensorial de un néctar mixto*. <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v82n189/v82n189a19.pdf>
- Guy, R. (2001). Raw materials for extrusion cooking en *Extrusion Cooking. Technologies and Applications*. (pp. 5–28). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9781855736313.1.5>
- Hanum, B. (2021). Planning of Heavy Equipment Fabrication Plant Layout using CORELAP Software: A case study of Indonesia. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology (Ijerat)*, 7(6), 12–21. <https://doi.org/10.31695/IJERAT.2021.3720>
- Huff, H. E., Hsieh, F., & Peng, I. C. (1992). Rice Cake Production using Long-grain and Medium-grain Brown Rice. *Journal of Food Science*, 57(5), 1164–1167. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.1992.TB11289.X>
- INEC. (2020a). *Boletín Técnico. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Boletin_Tecnico_ESPAC_2020.pdf
- INEC. (2020b). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf
- INEN. (1980). *Harinas de origen vegetal. Determinación de grasa (INEN 523)*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/523.pdf>

- INEN. (2010). *Bocaditos de productos vegetales. Requisitos*. (INEN 2561). https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2561.pdf
- INEN. (2011). *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos* (NTE INEN 1334-2). <https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/NTE-INEN-1334-2-Rotulado-de-Productos-Alimenticios-para-consumo-Humano-parte-2.pdf>
- INEN. (2013a). *Control microbiológico de los alimentos. determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias* (NTE INEN 1529-7). https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1529-7-1.pdf
- INEN. (2013b). *Control microbiológico de los alimentos. mohos y levaduras viables. recuentos en placa por siembra en profundidad* (NTE INEN 1529-10). https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1529-10-1.pdf
- INEN. (2014a). *Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados* (RTE INEN 022-2R). https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/RTE-022-2R_Rotulado_alimentos_procesados-1.pdf
- INEN. (2014b). *Granos y cereales. Arroz pilado. Requisitos* (NTE INEN 1234). https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1234-1.pdf
- INEN. (2021). *Microbiología de la cadena alimentaria – Método horizontal para el recuento de microorganismos – Parte 1: Recuento de colonias a 30 °C por la técnica de vertido en placa (ISO 4833-1:2013, IDT)* (NTE INEN-ISO 4833-1). <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/nextcloud/s/p95k79AdjeSQGwr>
- INIAP. (s.f.). *Arroz. Cultivos*. Recuperado el 28 de octubre de 2021 de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rarroz>
- Korzekwa, K. (23 de enero de 2019). *High-protein rice brings value, nutrition*. American Society of Agronomy. Recuperado el 28 de enero de 2021 de <https://www.agronomy.org/news/science-news/high-protein-rice-brings-value-nutrition/>
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food* (2ª ed.). Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5>
- Malla, L., & Ontaneda, A. (2018). *Análisis financiero sobre la regulación a las importaciones como medidas de protección para el mejoramiento y desarrollo de*

las PYMES Alimenticias - subsector harinas, panificación y cereales ubicadas en la Provincia de Pichincha cantón Quito, periodo 2012 -2017. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador].
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16237/1/T-UCE-0005-CEC-046.pdf>

MFMA. (2019). *Non-Potentially Hazardous Foods List*. Minnesota Farmers' Market Association. Recuperado el 3 de enero de 2022 de <https://www.mfma.org/resources/Documents/MFMA%20Fact%20Sheet%20NP%20Foods%20List%20%2012-20-2019%20FINAL.pdf>

Minitab. (s.f.). *Prueba de normalidad*. Soporte técnico de Minitab 18. Recuperado el 15 de diciembre de 2021 de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/normality/test-for-normality/>

Montgomery, D. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. (2ª ed.). Limusa Wiley.

Muñoz, M. (2004). *Diseño de distribución en planta de una empresa textil*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/munoz_cm/cap4.pdf

Nikmaram, N., Leong, S. Y., Koubaa, M., Zhu, Z., Barba, F. J., Greiner, R., Oey, I., & Roohinejad, S. (2017). Effect of extrusion on the anti-nutritional factors of food products: An overview. *Food Control*, 79, 62–73.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.03.027>

Ojaghi, Y., Khademi, A., Yusof, N. M., Renani, N. G., & Hassan, S. A. H. B. S. (2015). Production Layout Optimization for Small and Medium Scale Food Industry. *Procedia CIRP*, 26, 247–251. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.07.050>

Ortega-Pérez, D., Bustamante-Rua, M., Gutiérrez-Rôa, D. & Correa-Espinal. (2015). Mixture experiments in industrial formulations. *DYNA*, 82, 149-156.
<https://doi.org/10.15446/dyna.v82n189.42785>.

Pallas, L. (2016). Rice Processing: Beyond the Farm Gate. *Reference Module in Food Science*, 1–7. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00169-4>

Pyngrope, D., Mithare, P., & Ghosh, G. (2019). Influence of Different Planting System and Levels of Nitrogen on Growth, Yield, Quality and Economics of Rice (*Oryza sativa* L.) - A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(01), 2161–2172. <https://doi.org/10.20546/IJCMAS.2019.801.226>

- Primicias. (27 de julio de 2021). *Ministerio de Agricultura fijó nuevos precios para la saca de arroz*. Primicias. Recuperado el 30 de octubre de 2021 de <https://www.primicias.ec/noticias/economia/ministerio-agricultura-fijo-precios-arroz-ecuador/>
- Ramírez, E., Sossa, B., Colque, R., & Batállanos, R. (2013). Elaboración de cereales de desayuno a través del proceso de extrusión. *Revista Ventana Científica*, 1(6), 33–44.
- Saklani, A., Kaushik, R., & Kumar, K. (2021). Response surface analysis and process optimization of non-cereal (elephant foot yam, taro and water chestnut) snacks. *International Journal of Food Studies*, 10(2), 296–310. <https://doi.org/10.7455/10.7455/ijfs/10.2.2021.a2>
- Sang, W., Shao, X., & Jin, Z. T. (2015). Texture Attributes, Retrogradation Properties and Microbiological Shelf Life of Instant Rice Cake. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 1832–1838. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12418>
- Sharma, J. K. (2012). *The structure and properties of puffed rice cakes*. [Tesis doctoral, Royal Melbourne Institute of Technology University]. <https://researchrepository.rmit.edu.au/esploro/outputs/doctoral/The-structure-and-properties-of-puffed/9921861114201341>
- Singh, P., Kumar, R., Sabapathy, S. N., & Bawa, A. S. (2008). Functional and Edible Uses of Soy Protein Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 7(1), 14–28. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2007.00025.x>
- Stewart, M. (s.f.). *Vanilla Cream Filling*. Martha Stewart. Recuperado el 15 de noviembre de 2021 de <https://www.marthastewart.com/340299/vanilla-cream-filling>.
- USDA. (s.f.). *FoodData Central*. FoodData Central – USDA. <https://fdc.nal.usda.gov/>.
- USDA. (1 de abril de 2019a). *Rice, white, long-grain, regular, raw, unenriched*. FoodData Central. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169756/nutrients>
- USDA. (1 de abril de 2019b). *Rice, white, medium-grain, raw, unenriched*. FoodData Central. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169760/nutrients>
- USDA. (1 de abril de 2019c). *Rice, white, short-grain, raw, unenriched*. FoodData Central. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/168931/nutrients>
- Valenzuela, C. (2014). Determinación del costo unitario, una herramienta financiera eficiente en las empresas en M. López (Ed.), *El Buzón de Pacioli*. *Revista del*

Departamento de Contaduría y Finanzas publicada por el Instituto Tecnológico de Sonora (pp. 4–18).

<https://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no87/Pacioli-87-eBook.pdf>

- Verma, D. K., & Srivastav, P. P. (2020). Bioactive compounds of rice (*Oryza sativa* L.): Review on paradigm and its potential benefit in human health. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 355–365. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2020.01.007>
- Wang, Y., & Li, J. (2005). The Plant Architecture of Rice (*Oryza sativa*). *Plant Molecular Biology*, 59(1), 75–84. <https://doi.org/10.1007/S11103-004-4038-X>
- Wei, X., & Huang, X. (2019). Origin, taxonomy, and phylogenetics of rice en J. Bao (Ed.), *Rice* (4^a ed., pp. 1–29). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811508-4.00001-0>
- Wiyaratn, W., Watanapa, A., & Kajondecha, P. (2013). Improvement Plant Layout Based on Systematic Layout Planning. *International Journal of Engineering and Technology*, 76–79. <https://doi.org/10.7763/IJET.2013.V5.515>
- Zambrano, C., Andrade, M., & Carreño, W. (2019). Factores que inciden en la productividad del cultivo de arroz en la provincia Los Ríos. *Revista Universidad y Sociedad*, 5(1), 270–277. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v11n5/2218-3620-rus-11-05-270.pdf>

APÉNDICES

APÉNDICE A

Hoja maestra de la prueba sensorial

Fecha <u>07-01-21</u>	HOJA MAESTRA	Código de la prueba XS007
Colocar la hoja maestra en el área de preparación de muestras. Codificar los formularios de la prueba sensorial. Etiquetar los platos con las muestras antes de la prueba.		
Tipo de muestra:	<u>Cereal extruido relleno</u>	
Tipo de prueba:	<u>Aceptación</u>	
<u>Identificación de la muestra</u>	<u>Identificación de la muestra</u>	<u>Código de la muestra</u>
Muestra #1 (40% aislado y 5% edulcorante)	A	497
Muestra #2 (35% aislado y 10% edulcorante)	B	608
Muestra #3 (37.5% aislado y 7.5% edulcorante)	C	853
Codificar los recipientes como sigue:		
<u>Panelista #</u>	<u>Orden de presentación</u>	<u>Código de muestra</u>
1, 9, 17, 25, 33,	A – B – C	497 – 608 – 853
2, 10, 18, 26, 34,	B – C – A	608 – 853 – 497
3, 11, 19, 27, 35,	C – A – B	853 – 497 – 608
4, 12, 20, 28, 36,	A – C – B	497 – 853 – 608
5, 13, 21, 29, 37,	B – A – C	608 – 497 – 853
6, 14, 22, 30, 38,	C – B – A	853 – 608 – 497
7, 15, 23, 31, 39,	A – C – B	497 – 853 – 608
8, 16, 24, 32, 40	C – A – B	853 – 497 – 608
Instrucciones:		
<ul style="list-style-type: none"> • Colocar esta hoja en la zona de preparación de muestras. • Codificar las muestras antes • Etiquetar los platos con el código de muestra asignado a cada panelista. • Ubicar la muestra en el orden respectivo que serán entregadas junto con un cuestionario para el panelista. • Servir las muestras junto con un vaso con agua para limpiar el paladar. • Explicar el procedimiento correcto para la degustación de las muestras a los panelistas y pedirles evaluar cada muestra. 		

APÉNDICE B

Formulario de la prueba de aceptación

PRUEBA DE ACEPTACIÓN	PANELISTA #																																
Nombre: _____	Fecha: _____																																
Edad: _____	Sexo: F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>																																
INSTRUCCIONES																																	
<ul style="list-style-type: none">• Antes de comenzar la prueba, enjuáguese la boca con agua. Durante la prueba puede enjuagarse la boca en cualquier momento.• Deguste cada muestra en la secuencia presentada, de izquierda a derecha.																																	
<p>1. Indique con una "X" que tanto le disgusta o gusta en general cada muestra.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th style="width: 60%;"></th><th style="width: 15%; text-align: center;">497</th><th style="width: 15%; text-align: center;">608</th><th style="width: 10%; text-align: center;">853</th></tr></thead><tbody><tr><td>Me disgusta muchísimo</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Me disgusta moderadamente</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Me disgusta ligeramente</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Ni me gusta ni me disgusta</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Me gusta ligeramente</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Me gusta moderadamente</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Me gusta muchísimo</td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>			497	608	853	Me disgusta muchísimo				Me disgusta moderadamente				Me disgusta ligeramente				Ni me gusta ni me disgusta				Me gusta ligeramente				Me gusta moderadamente				Me gusta muchísimo			
	497	608	853																														
Me disgusta muchísimo																																	
Me disgusta moderadamente																																	
Me disgusta ligeramente																																	
Ni me gusta ni me disgusta																																	
Me gusta ligeramente																																	
Me gusta moderadamente																																	
Me gusta muchísimo																																	
<p>2. ¿Qué tan dulce percibe el producto? (Indique con una X)</p> <p>Muestra 497</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"><tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td style="text-align: center;">Para nada dulce</td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">Lo justo</td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">Extremadamente dulce</td></tr></table>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Para nada dulce			Lo justo			Extremadamente dulce																		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																											
Para nada dulce			Lo justo			Extremadamente dulce																											
<p>Muestra 608</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"><tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td style="text-align: center;">Para nada dulce</td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">Lo justo</td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">Extremadamente dulce</td></tr></table>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Para nada dulce			Lo justo			Extremadamente dulce																		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																											
Para nada dulce			Lo justo			Extremadamente dulce																											
<p>Muestra 853</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"><tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td style="text-align: center;">Para nada dulce</td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">Lo justo</td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">Extremadamente dulce</td></tr></table>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Para nada dulce			Lo justo			Extremadamente dulce																		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																											
Para nada dulce			Lo justo			Extremadamente dulce																											

3. Indique con una "X" que tanto le disgusta o gusta el dulzor de cada muestra.

	497	608	853
Me disgusta muchísimo			
Me disgusta moderadamente			
Me disgusta ligeramente			
Ni me gusta ni me disgusta			
Me gusta ligeramente			
Me gusta moderadamente			
Me gusta muchísimo			

4. Indique con una "X" que tanto le disgusta o gusta el sabor de cada muestra.

	497	608	853
Me disgusta muchísimo			
Me disgusta moderadamente			
Me disgusta ligeramente			
Ni me gusta ni me disgusta			
Me gusta ligeramente			
Me gusta moderadamente			
Me gusta muchísimo			

5. ¿Usted compraría alguna de las muestras de cereal extruido?

Seguro que no

Probablemente no

Probablemente sí

Seguro que sí

6. ¿Usted compraría este producto si supiera que es beneficioso para su salud?

Seguro que no

Probablemente no

Probablemente sí

Seguro que sí

7. ¿Cuánto consideraría pagar por el producto?

Menos de \$1

\$1 - \$2

Más de \$2

COMENTARIOS:

APÉNDICE C

Tablas nutricionales de las materias primas del producto extruido relleno

Name	Amount	Unit	% DV
Energy	140	kcal	
Protein	0	g	
Total lipid (fat)	15	g	19%
Carbohydrate, by difference	0	g	
Fiber, total dietary	0	g	
Sugars, total including NLEA	0	g	
Calcium, Ca	0	mg	
Iron, Fe	0	mg	
Potassium, K	0	mg	
Sodium, Na	0	mg	
Vitamin D (D2 + D3), International Units	0	IU	
Fatty acids, total saturated	2	g	10%
Fatty acids, total trans	0	g	
Cholesterol	0	mg	

Figura C.1 Tabla nutricional del aceite refinado de girasol [USDA, s.f.]

Portion: 100g		
Name	Amount	Unit
Water	4.98	g
Energy	335	kcal
Energy	1400	kJ
Protein	88.3	g
Total lipid (fat)	3.39	g
Ash	3.58	g
Carbohydrate, by difference	0	g
Fiber, total dietary	0	g
Sugars, total including NLEA	0	g
Calcium, Ca	178	mg
Iron, Fe	14.5	mg
Magnesium, Mg	39	mg
Phosphorus, P	776	mg
Potassium, K	81	mg
Sodium, Na	1000	mg
Zinc, Zn	4.03	mg
Copper, Cu	1.6	mg
Manganese, Mn	1.49	mg
Selenium, Se	0.8	µg
Vitamin C, total ascorbic acid	0	mg
Thiamin	0.176	mg
Riboflavin	0.1	mg
Niacin	1.44	mg
Pantothenic acid	0.06	mg
Fatty acids, total saturated	0.422	g
SFA 4:0	0	g
SFA 6:0	0	g
SFA 8:0	0	g
SFA 10:0	0	g
SFA 12:0	0	g
SFA 14:0	0.008	g
SFA 16:0	0.31	g
SFA 18:0	0.104	g
Fatty acids, total monounsaturated	0.645	g
MUFA 16:1	0.008	g
MUFA 18:1	0.637	g
MUFA 20:1	0	g
MUFA 22:1	0	g
Fatty acids, total polyunsaturated	1.65	g
PUFA 18:2	1.45	g
PUFA 18:3	0.195	g
PUFA 18:4	0	g
PUFA 20:4	0	g
PUFA 2:5 n-3 (EPA)	0	g
PUFA 22:5 n-3 (DPA)	0	g
PUFA 22:6 n-3 (DHA)	0	g
Fatty acids, total trans	0	g
Cholesterol	0	mg

Figura C.2 Tablas nutricionales del aislado de proteína de soya [USDA, s.f.]

Portion: 1 cake (9 g) ▾		
Name	Amount	Unit
Water	0.522	g
Energy	34.8	kcal
Energy	146	kJ
Protein	0.738	g
Total lipid (fat)	0.252	g
Ash	0.153	g
Carbohydrate, by difference	7.34	g
Fiber, total dietary	0.378	g
Sugars, total including NLEA	0.079	g
Calcium, Ca	0.99	mg
Iron, Fe	0.134	mg
Magnesium, Mg	11.8	mg
Phosphorus, P	32.4	mg
Potassium, K	26.1	mg
Sodium, Na	2.34	mg
Zinc, Zn	0.27	mg
Copper, Cu	0.04	mg
Manganese, Mn	0.336	mg
Selenium, Se	2.21	µg
Vitamin C, total ascorbic acid	0	mg
Fatty acids, total saturated	0.051	g
SFA 4:0	0	g
SFA 6:0	0	g
SFA 8:0	0	g
SFA 10:0	0	g
SFA 12:0	0	g
SFA 14:0	0.001	g
SFA 16:0	0.043	g
SFA 18:0	0.004	g
Fatty acids, total monounsaturated	0.093	g
MUFA 16:1	0.001	g
MUFA 18:1	0.092	g
MUFA 20:1	0	g
MUFA 22:1	0	g
Fatty acids, total polyunsaturated	0.089	g
PUFA 18:2	0.087	g
PUFA 18:3	0.001	g
PUFA 18:4	0	g
PUFA 20:4	0	g
PUFA 2:5 n-3 (EPA)	0	g
PUFA 22:5 n-3 (DPA)	0	g
PUFA 22:6 n-3 (DHA)	0	g
Cholesterol	0	mg

Figura C.3 Tablas nutricionales del arroz extruido [USDA, s.f.]

Portion: 5 g serving

Name	Amount	Unit	% DV
Energy	5	kcal	
Protein	0	g	
Total lipid (fat)	0	g	
Carbohydrate, by difference	1	g	0.30000001192092896%
Sugars, total including NLEA	1	g	
Sodium, Na	0	mg	

Figura C.4 Tabla nutricional de la esencia de vainilla [USDA, s.f.]

Portion: 1 g serving

Name	Amount	Unit	% DV
Energy	0	kcal	
Protein	0	g	
Total lipid (fat)	0	g	
Carbohydrate, by difference	1	g	
Sugars, total including NLEA	1	g	
Sugars, added	1	g	2%
Sodium, Na	0	mg	

Figura C.5 Tabla nutricional del edulcorante no calórico [USDA, s.f.]

Portion: 13 g serving			
Name	Amount	Unit	% DV
Energy	120	kcal	
Protein	0	g	
Total lipid (fat)	13	g	17%
Carbohydrate, by difference	0	g	
Fiber, total dietary	0	g	
Sugars, total including NLEA	0	g	
Sugars, added	0	g	
Calcium, Ca	0	mg	
Iron, Fe	0	mg	
Potassium, K	0	mg	
Sodium, Na	0	mg	
Vitamin D (D2 + D3), International Units	0	IU	
Fatty acids, total saturated	5	g	25%
Fatty acids, total monounsaturated	3.5	g	
Fatty acids, total polyunsaturated	4	g	
Fatty acids, total trans	0	g	
Cholesterol	0	mg	

Figura C.6 Tabla nutricional de la manteca vegetal [USDA, s.f.]

APÉNDICE D

Resultados de la evaluación sensorial

APÉNDICE D.1. Resultados de la pregunta de aceptación general.

# de Juez	Muestra 497	Muestra 608	Muestra 853
1	3	4	2
2	5	6	5
3	4	5	5
4	5	6	5
5	5	7	7
6	3	4	5
7	2	3	1
8	4	6	1
9	5	6	6
10	5	6	6
11	1	3	2
12	3	5	5
13	5	6	5
14	5	4	3
15	6	5	3
16	4	2	3
17	6	4	4
18	1	6	4
19	5	5	5
20	5	6	7
21	3	3	2
22	5	7	7
23	5	7	7
24	6	6	5
25	5	2	7
26	7	6	5
27	1	4	5
28	7	6	6
29	7	6	6
30	7	5	7
31	6	6	6
32	5	5	5
33	6	7	6
34	4	5	6
35	6	6	6
36	6	6	6
37	4	4	5
38	6	7	1
39	6	6	5
40	2	5	3

APÉNDICE D.2. Resultados de la pregunta de percepción de dulzor.

# de Juez	Muestra 497	Muestra 608	Muestra 853
1	1	2	1
2	1	4	4
3	1	4	5
4	4	4	4
5	2	4	3
6	4	4	4
7	4	3	4
8	1	1	4
9	1	3	4
10	3	4	4
11	1	1	1
12	2	3	3
13	4	4	3
14	4	5	6
15	3	6	2
16	1	4	2
17	4	2	1
18	2	4	5
19	1	4	4
20	4	1	4
21	1	1	1
22	7	1	4
23	1	7	4
24	1	4	4
25	1	4	4
26	4	4	4
27	1	4	1
28	1	4	4
29	1	4	4
30	1	4	4
31	1	1	1
32	2	2	2
33	2	4	3
34	4	1	4
35	1	1	4
36	4	5	4
37	1	1	3
38	4	4	4
39	4	1	4
40	2	4	6

APÉNDICE D.3. Resultados de la pregunta de aceptación del dulzor.

# de Juez	Muestra 497	Muestra 608	Muestra 853
1	2	2	2
2	4	4	4
3	4	5	5
4	6	6	6
5	5	7	7
6	6	6	6
7	1	1	1
8	3	4	5
9	5	6	6
10	4	6	6
11	5	3	4
12	3	5	5
13	5	6	5
14	5	4	3
15	6	5	3
16	4	2	3
17	7	5	4
18	1	2	5
19	5	5	5
20	7	7	7
21	3	3	2
22	5	6	7
23	4-5	6	7
24	1	1	1
25	6	2	7
26	7	6	6
27	1	5	3
28	7	6	6
29	5	5	5
30	2	4	5
31	5	6	5
32	4	4	4
33	6	7	6
34	3	4	6
35	6	6	6
36	7	7	7
37	4	4	4
38	7	7	7
39	1	1	1
40	3	5	4

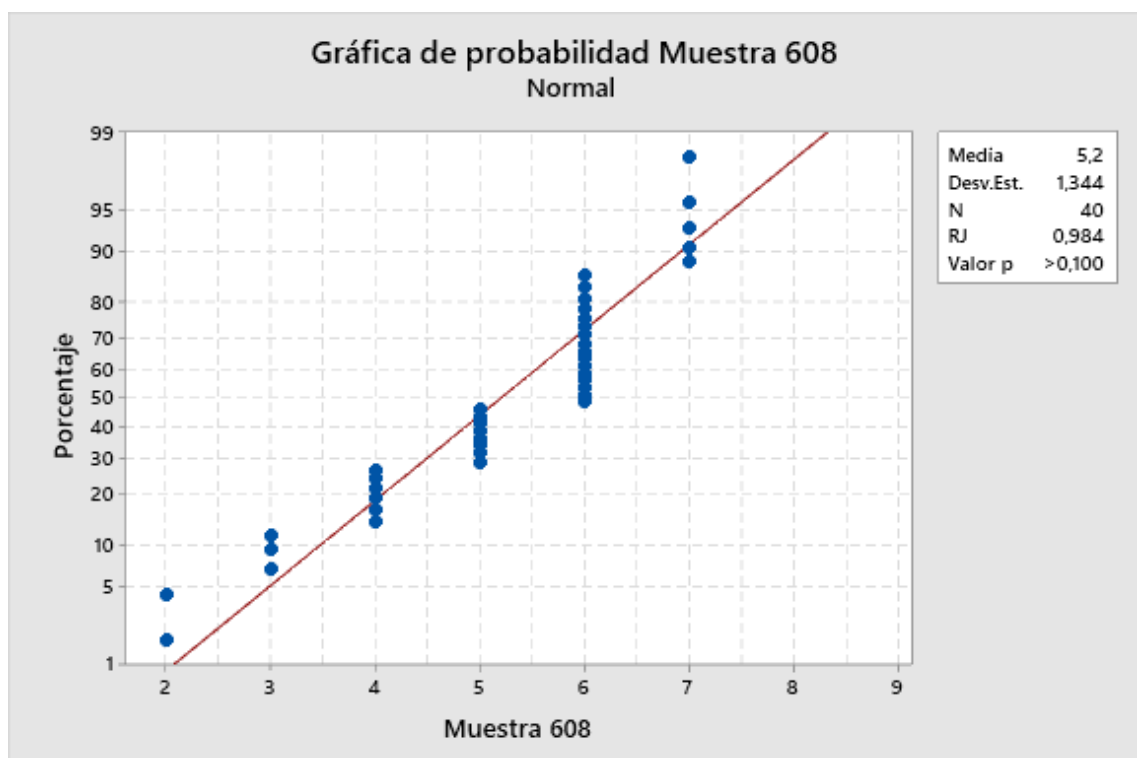
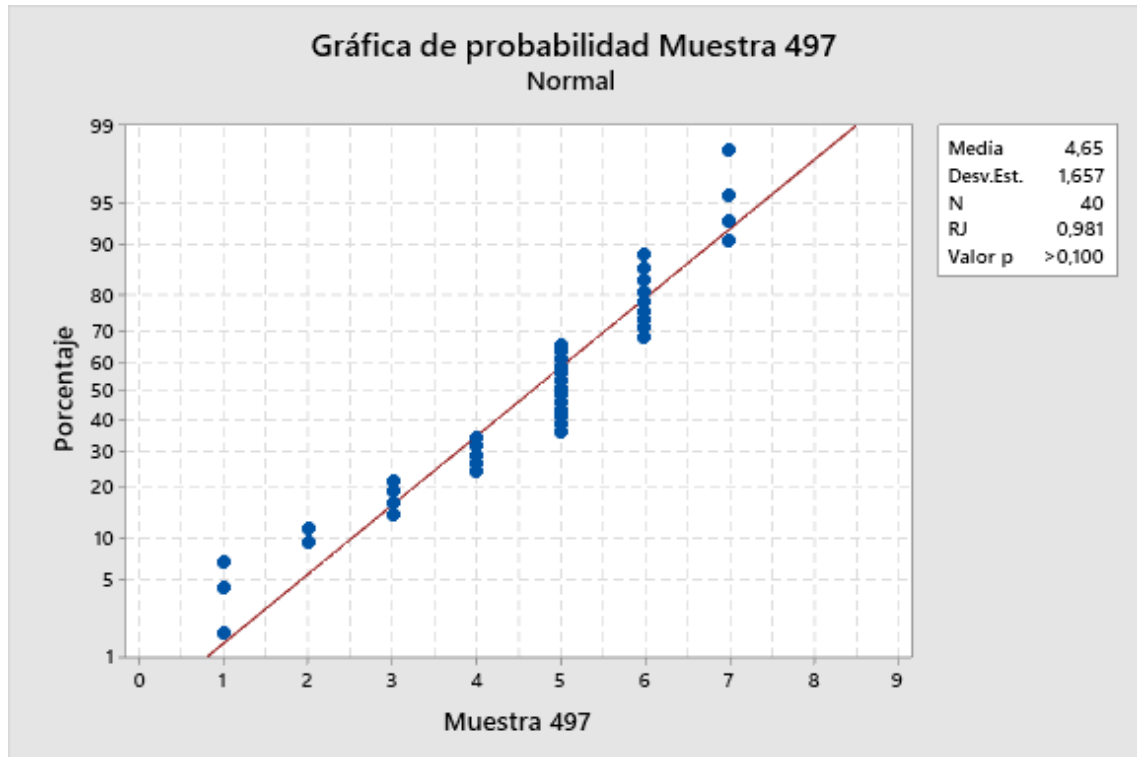
APÉNDICE D.4 Resultados de la pregunta de aceptación del sabor.

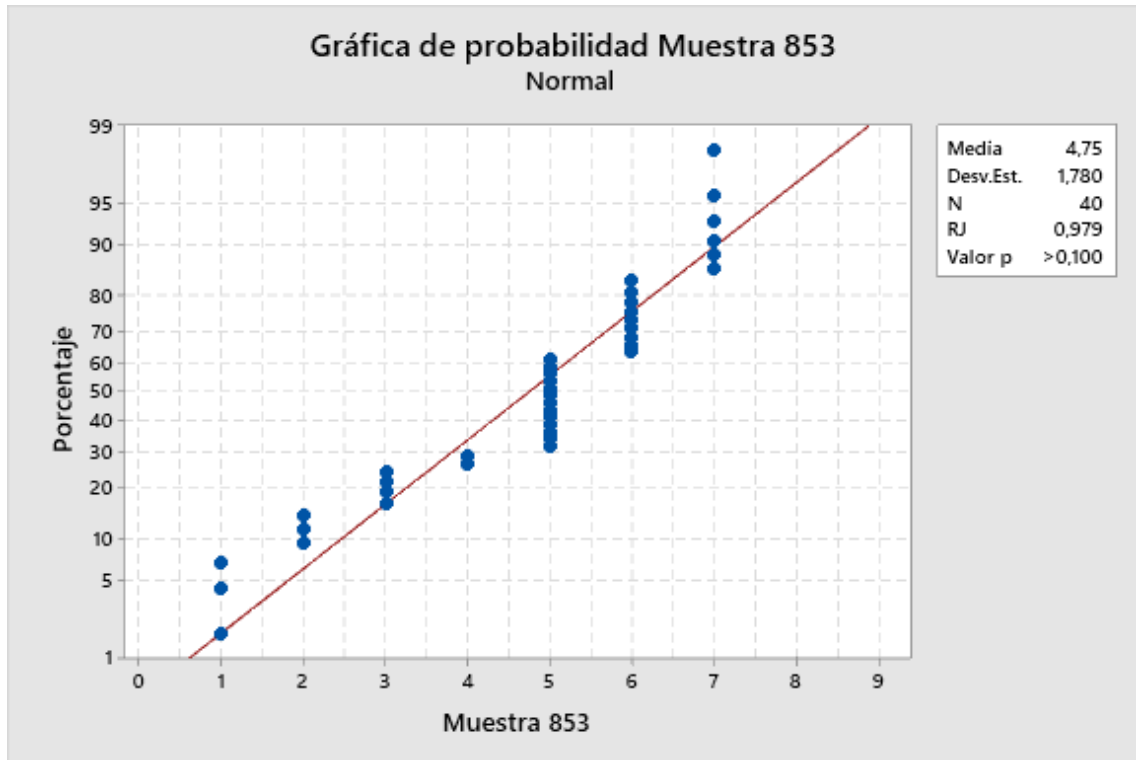
# de Juez	Muestra 497	Muestra 608	Muestra 853
1	3	4	2
2	3	4	2
3	4	5	4
4	5	6	5
5	5	7	7
6	6	7	6
7	1	1	1
8	3	5	7
9	5	6	6
10	4	6	6
11	5	4	5
12	3	5	5
13	5	4	3
14	5	3	2
15	6	5	3
16	3	6	5
17	6	4	3
18	1	7	4
19	5	5	5
20	3	4	7
21	3	3	3
22	5	6	7
23	4	6	7
24	3	5	7
25	2	4	7
26	7	6	5
27	1	3	5
28	7	6	6
29	7	7	7
30	3	5	7
31	5	5	5
32	4	4	4
33	6	7	6
34	3	4	6
35	5	5	5
36	6	6	6
37	4	4	4
38	6	7	6
39	6	6	6
40	2	4	3

APÉNDICE E

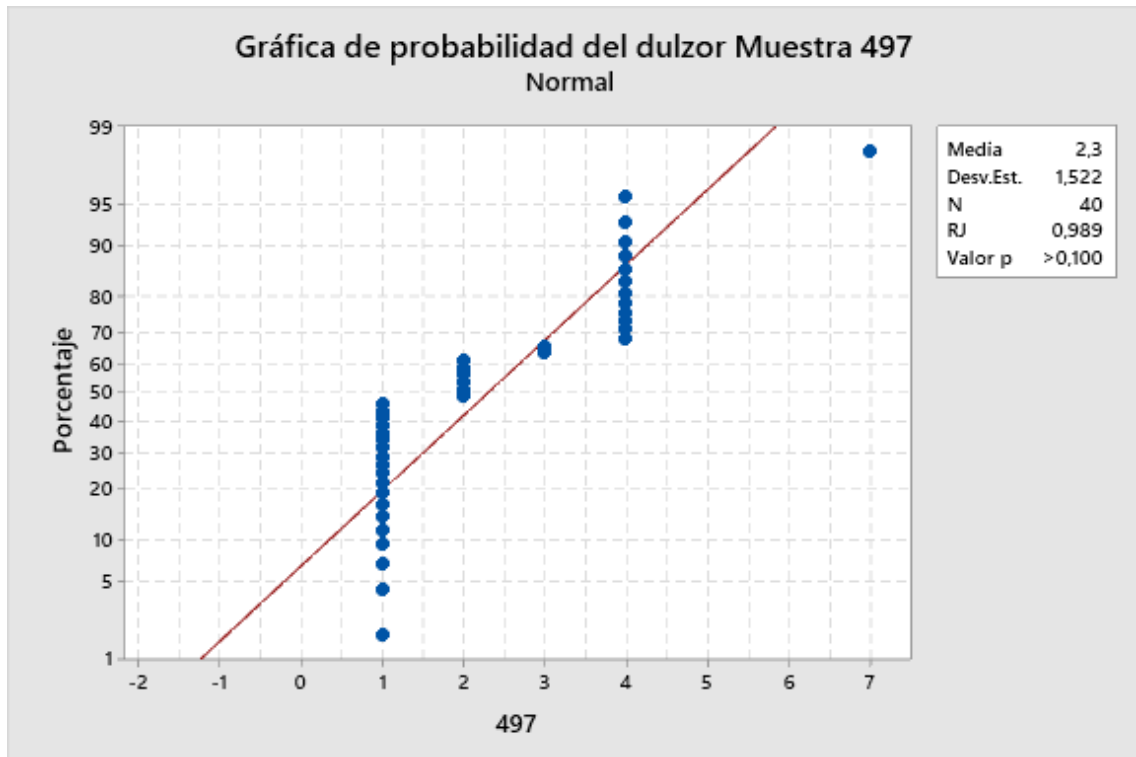
Pruebas de normalidad

APÉNDICE E.1 Pruebas de normalidad para los resultados de la pregunta de aceptación general.

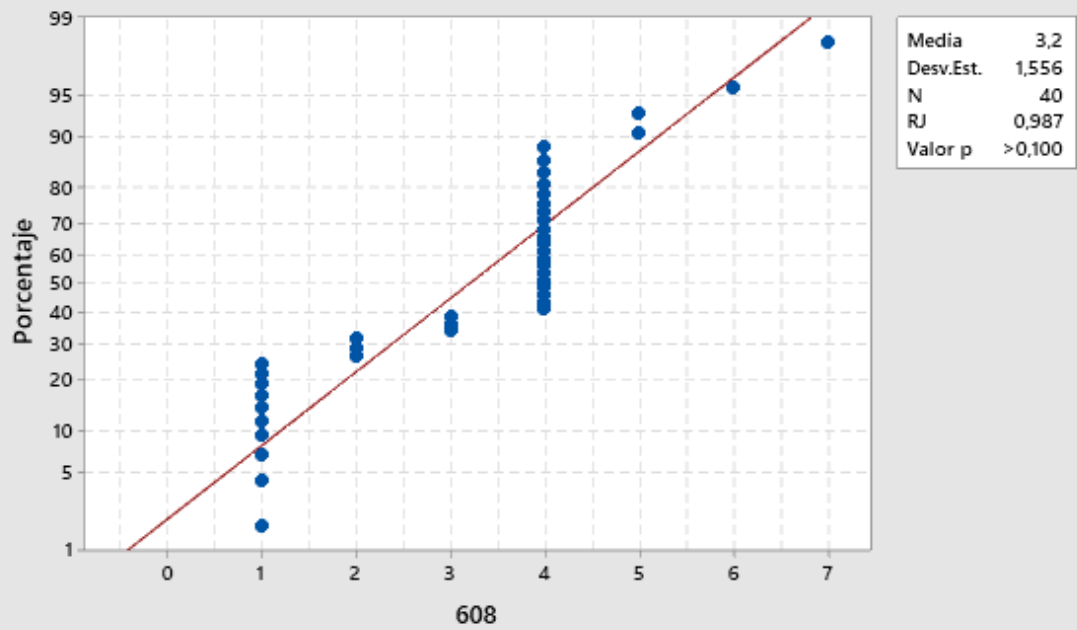




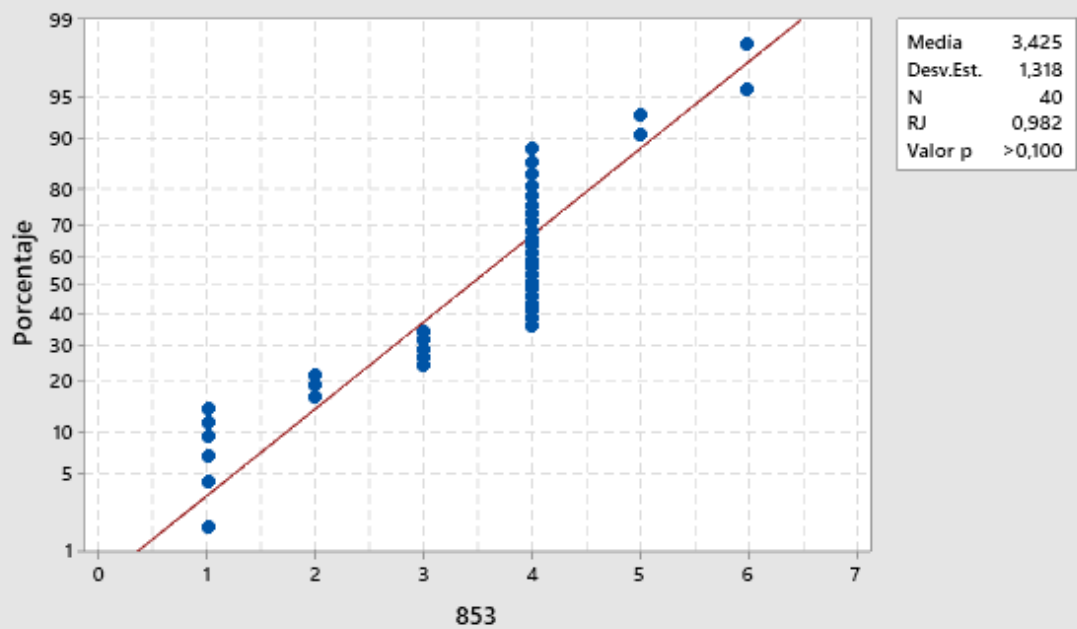
APÉNDICE E.2. Pruebas de normalidad para los resultados de la pregunta de percepción del dulce.



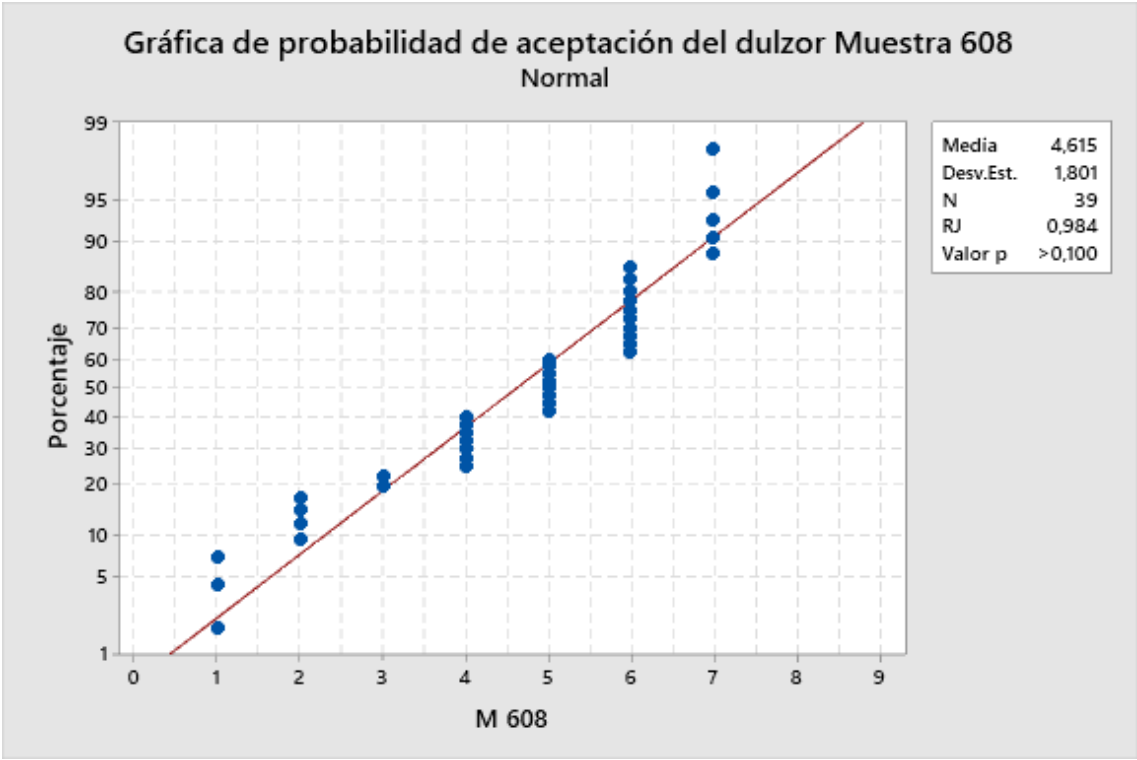
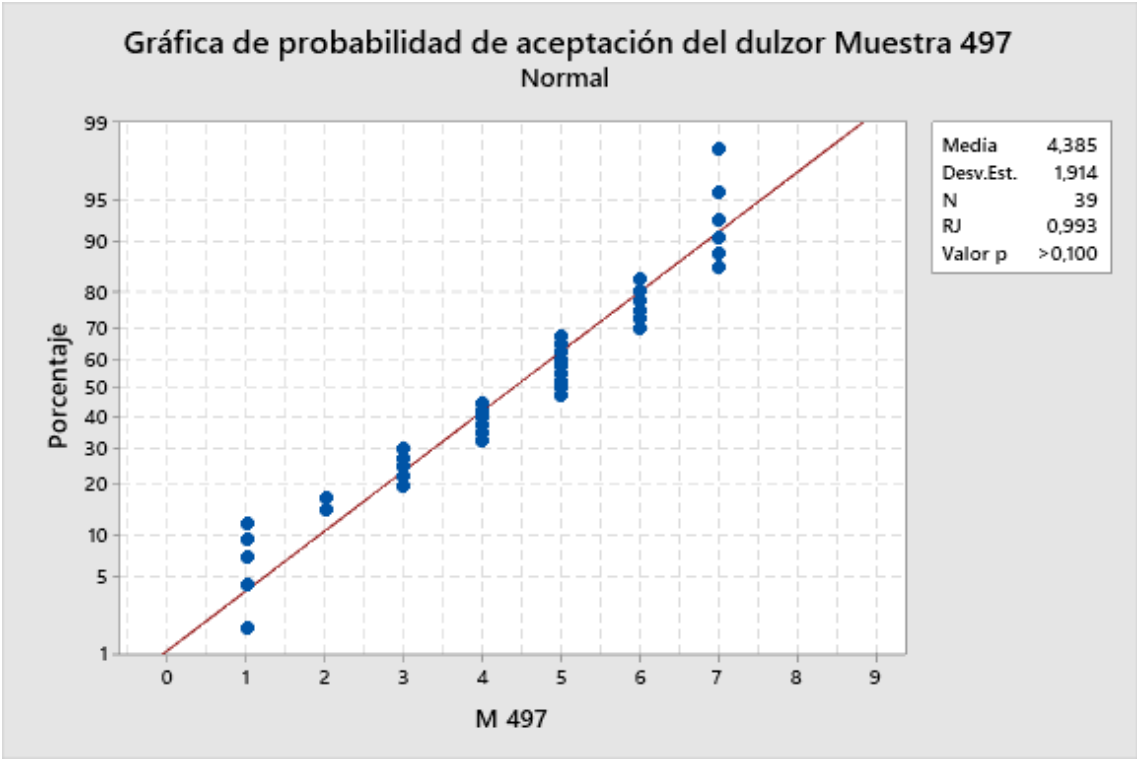
Gráfica de probabilidad del dulzor Muestra 608
Normal

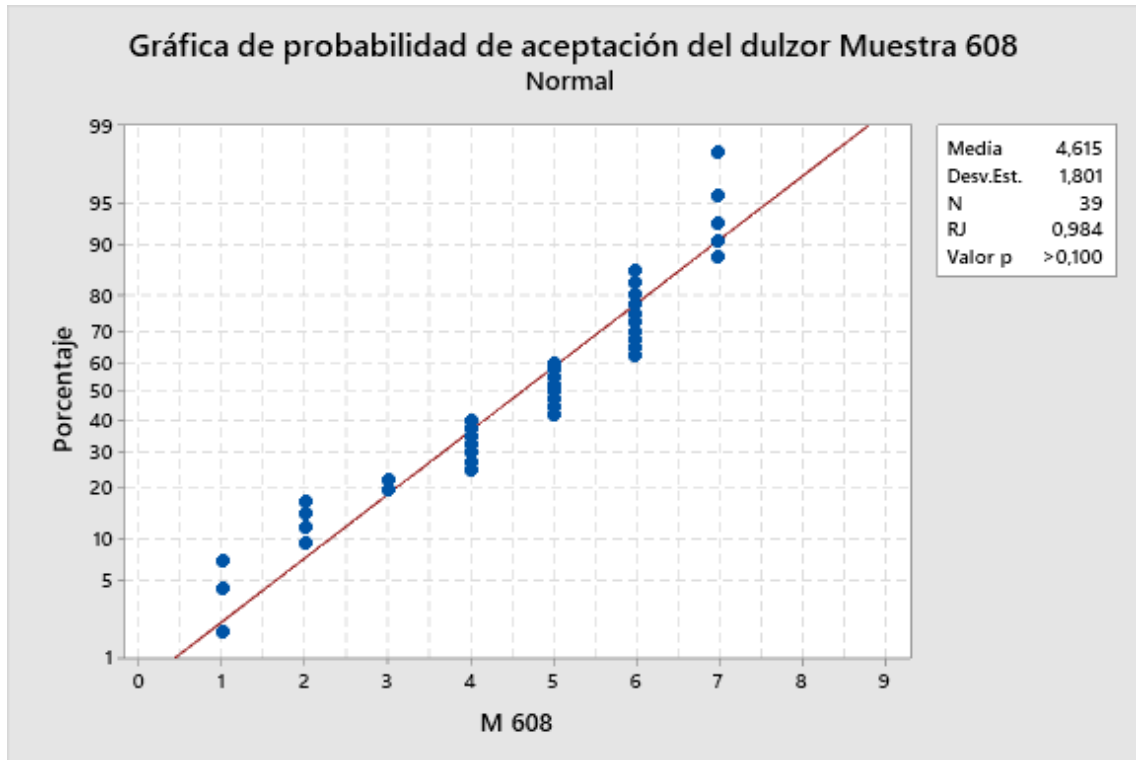


Gráfica de probabilidad del dulzor Muestra 853
Normal

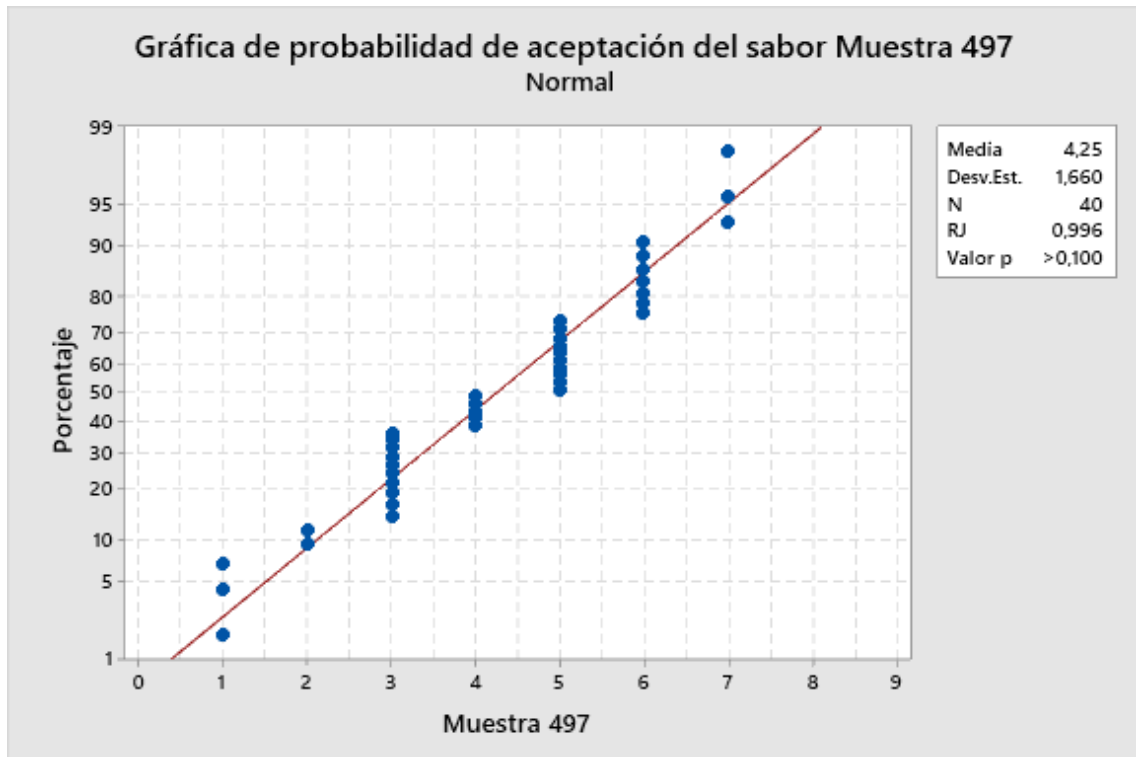


APÉNDICE E.3. Pruebas de normalidad para los resultados de la pregunta de aceptación del dulzor.

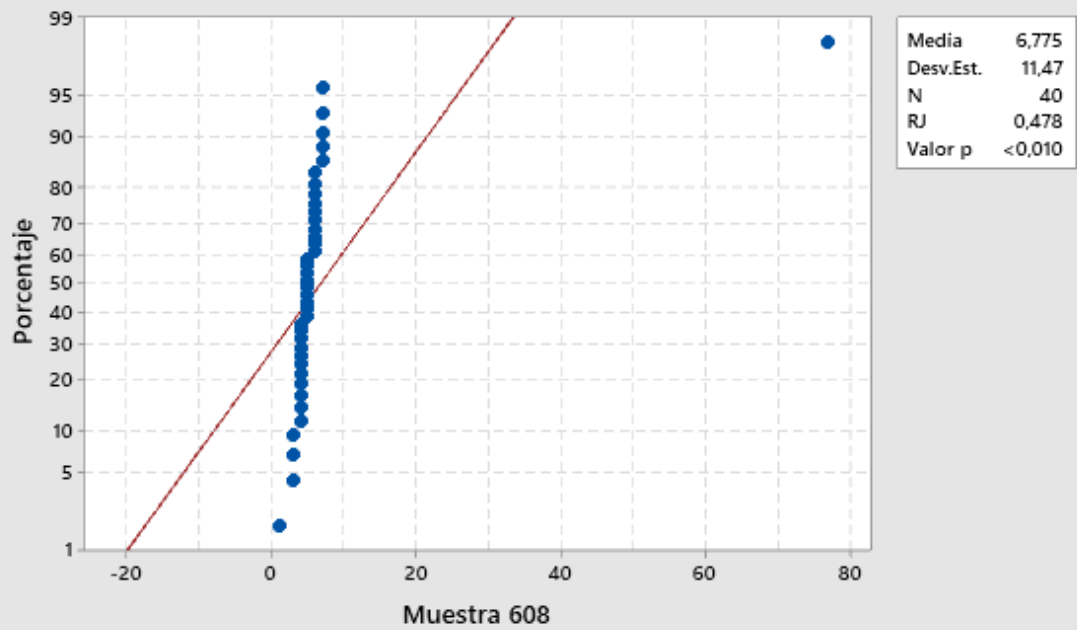




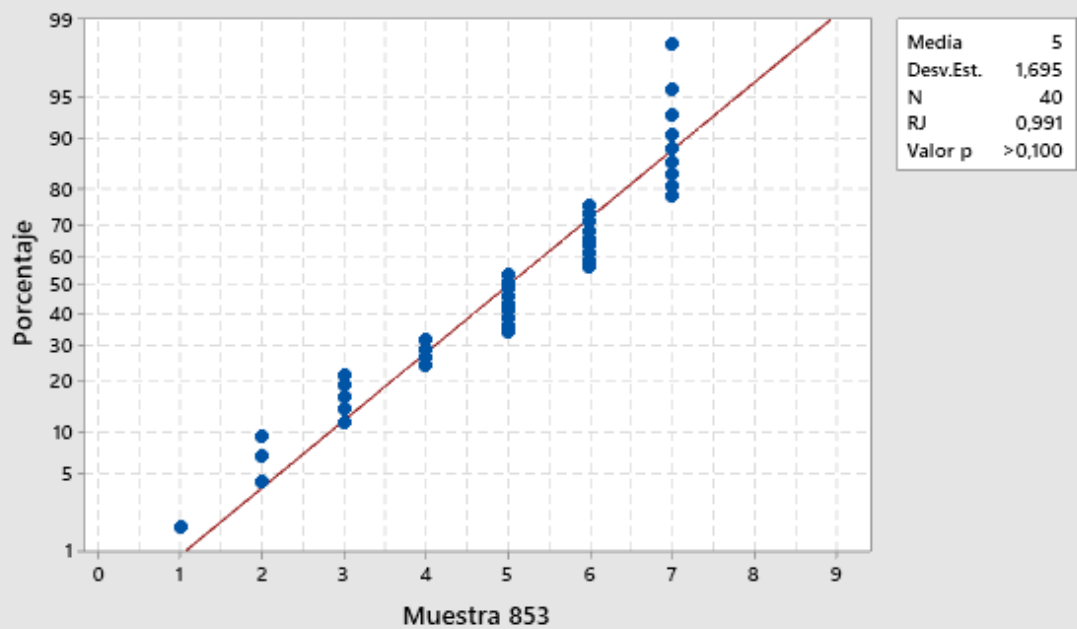
APÉNDICE E.4. Pruebas de normalidad para los resultados de la pregunta de aceptación del sabor.



Gráfica de probabilidad de aceptación del sabor Muestra 608
Normal



Gráfica de probabilidad de aceptación del sabor Muestra 853
Normal



APÉNDICE F

Tablas ANOVA de los resultados de la prueba sensorial

APÉNDICE F.1. ANOVA de la aceptación general.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	6,867	3,433	1,33	0,267
Error	117	301,000	2,573		

APÉNDICE F.2. ANOVA de la percepción del dulzor.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	28,35	14,175	6,57	0,002
Error	117	252,57	2,159		
Total	119	280,92			

APÉNDICE F.3. ANOVA de la aceptación del dulzor.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	2,274	1,137	0,34	0,712
Error	114	380,359	3,336		
Total	116	382,632			

APÉNDICE F.4. ANOVA de la aceptación del sabor.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	134,5	67,26	1,47	0,234
Error	117	5346,5	45,70		
Total	119	5481,0			

APÉNDICE G

Resultados de la prueba sensorial sobre la intención de compra y el precio del producto

APÉNDICE G.1. Resultados obtenidos sobre la intención del panelista en comprar algunas de las muestras.

Seguro que no	1
Probablemente no	5
Probablemente si	24
Seguro que si	10

APÉNDICE G.2. Resultados obtenidos sobre la intención de compra del panelista considerando que el producto representa un beneficio para la salud.

Seguro que no	0
Probablemente no	2
Probablemente si	18
Seguro que si	20

APÉNDICE G.3. Resultados obtenidos sobre el precio que el panelista considera pagar por el producto.

Menos de \$1	17
\$1-\$2	22
Mas de \$2	1

APÉNDICE H

Cálculos para elaborar las tablas nutricionales del cereal extruido y el cereal extruido relleno

APÉNDICE H.1. Cálculos para elaborar la tabla nutricional del cereal extruido.

Se utilizó la información nutricional del arroz extruido del Apéndice C. Utilizando Excel se ingresó la información nutricional del arroz extruido (tabla H.1), se hizo una relación proporcional entre las cantidades por porción de la información nutricional y la cantidad requerida del producto y se obtuvo la tabla H.2.

Tabla H.1. Información nutricional del arroz extruido [USDA, s.f.]

Cantidad (g)	9.00
Contenido energético (kcal)	34.80
Contenido energético (kJ)	146.00
Grasas totales (g)	0.25
Grasa saturada (g)	0.05
Grasa monoinsaturada g)	0.09
Grasa poliinsaturada (g)	0.09
Grasa trans (g)	0.00
Colesterol (mg)	0.00
Sodio (mg)	2.34
Carbohidratos totales (g)	7.34
Azúcares (g)	0.08
Fibra dietética (g)	0.38
Proteína (g)	0.74

Tabla H.2. Cantidad de nutrientes en el cereal extruido [Elaboración propia]

Cantidad (g)	6
Contenido energético (kcal)	23.20
Contenido energético (kJ)	97.33
Grasas totales (g)	0.17
Grasa saturada (g)	0.03
Grasa monoinsaturada g)	0.06
Grasa poliinsaturada (g)	0.06
Grasa trans (g)	0.00
Colesterol (mg)	0.00
Sodio (mg)	1.56
Carbohidratos totales (g)	4.89
Azúcares (g)	0.05
Fibra dietética (g)	0.25
Proteína (g)	0.49

Se procedió a reportar los valores obtenidos de la tabla H.2 según la norma INEN 1334-2 (INEN, 2011). Se calculó el contenido energético del cereal extruido, para esto se dividió la cantidad obtenida de la tabla H.2 para 20.95, se redondeó el valor obtenido y se lo multiplicó por 20.95. Finalmente se aplicó un redondeo y se obtuvo la cantidad de energía del producto en kJ. Para obtener la cantidad de energía del producto en kcal se redondeó los 23.20 kcal a 25 kcal.

$$\frac{97.33 \text{ kJ}}{20.95 \text{ kJ}} = 4.65 = 5$$

$$5 \times 20.95 \text{ kJ} = 104.75 \text{ kJ} = 105 \text{ kJ}$$

El reporte de todos los nutrientes que conforman el cereal extruido se puede observar en la tabla H.3. La cantidad de energía de la grasa se determinó como 0 según la norma.

Tabla H.3. Valores reportados de los nutrientes según normativa [Elaboración propia]

Contenido energético (kcal)	25
Contenido energético (kJ)	105
Grasas totales (g)	0
Grasa saturada (g)	0
Grasa monoinsaturada (g)	0
Grasa poliinsaturada (g)	0
Grasa trans (g)	0
Colesterol (mg)	0
Sodio (mg)	0
Carbohidratos totales (g)	5
Azúcares (g)	0
Fibra dietética (g)	0
Proteína (g)	0

Los VDR se calcularon utilizando la tabla 1 de valores diarios recomendados (VDR) de la norma, para esto se dividió la cantidad obtenida de los nutrientes obligatorios (tabla H.3) con su respectivo valor de la tabla 1 de la norma, como se detalla en la tabla H.4.

Tabla H.4. Cálculos de VDR según normativa [Elaboración propia]

Contenido energético (kcal)	25/2000 = 1%
Grasas totales (g)	0%
Grasa saturada (g)	0%
Sodio (mg)	0%
Carbohidratos totales (g)	5/300 = 0%
Proteína (g)	0%

Finalmente se obtiene la tabla nutricional (figura H.1).

Información Nutricional		
Tamaño de la porción	6 g (1 pieza)	
Porciones por envase	18	
Cantidad por porción		
		*/%VDR
Energía (calorías)	105 kJ (25 kcal)	1%
Energía de grasa (calorías de grasa)	0 kJ (0 kcal)	
		*/%VDR
Grasa total 0 g		0%
Grasa saturada	0 g	0%
Grasa trans	0 g	
Grasa monoinsaturada	0 g	
Grasa poliinsaturada	0 g	
Colesterol 0 mg		0%
Sodio 0 mg		0%
Carbohidratos totales 5 g		2%
Azúcares totales	0 g	
Proteína 0 g		0%
* Los porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 kcal).		

Figura H.1 Tabla nutricional del cereal extruido [Elaboración propia]

APÉNDICE H.2. Cálculos para elaborar la tabla nutricional del cereal extruido relleno.

Se utilizó la información nutricional de las materias del Apéndice C. Utilizando Excel se ingresó la información nutricional de cada ingrediente que conforma el producto (figura H.2), se hizo una relación proporcional entre las cantidades por porción de la información nutricional y la cantidad requerida de los ingredientes en la formulación del producto y se obtuvo la figura H.3.

	Aceite de girasol	Aislado de proteína de soya	Edulcorante	Esencia de vainilla	Manteca vegetal	Arroz
Cantidad (g)	13,65	100,00	1,00	5,00	13,00	9,00
Contenido energético (kcal)	140,00	335,00	0,00	5,00	120,00	34,80
Contenido energético (kJ)	586,00	1400,00	0,00	21,00	502,00	146,00
Grasas totales (g)	15,00	3,39	0,00	0,00	13,00	0,25
Grasa saturada (g)	2,00	0,42	0,00	0,00	5,00	0,05
Grasa monoinsaturada (g)	0,00	0,65	0,00	0,00	3,50	0,09
Grasa poliinsaturada (g)	0,00	1,65	0,00	0,00	4,00	0,09
Grasa trans (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Colesterol (mg)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sodio (mg)	0,00	1000,00	0,00	0,00	0,00	2,34
Carbohidratos totales (g)	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	7,34
Azúcares (g)	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,08
Fibra dietética (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38
Proteína (g)	0,00	88,30	0,00	0,00	0,00	0,74

Figura H.2 Tabla nutricional de los ingredientes del cereal extruido relleno [USDA, s.f.]

	Aceite de girasol	Aislado de proteína de soya	Edulcorante	Esencia de vainilla	Manteca vegetal	Arroz
Porcentaje en la formulación	22,50%	35,00%	10,00%	10,00%	22,50%	
Cantidad en el producto (g)	5,625	8,75	2,50	2,50	5,625	12
Contenido energético (kcal)	57,69	29,31	0,00	2,50	51,92	46,40
Contenido energético (kJ)	241,48	122,50	0,00	10,50	217,21	194,67
Grasas totales (g)	6,18	0,30	0,00	0,00	5,63	0,34
Grasa saturada (g)	0,82	0,04	0,00	0,00	2,16	0,07
Grasa monoinsaturada (g)	0,00	0,06	0,00	0,00	1,51	0,12
Grasa poliinsaturada (g)	0,00	0,14	0,00	0,00	1,73	0,12
Grasa trans (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Colesterol (mg)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sodio (mg)	0,00	87,50	0,00	0,00	0,00	3,12
Carbohidratos totales (g)	0,00	0,00	2,50	0,50	0,00	9,79
Azúcares (g)	0,00	0,00	2,50	0,50	0,00	0,11
Fibra dietética (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
Proteína (g)	0,00	7,73	0,00	0,00	0,00	0,98

Figura H.3 Tabla nutricional de los ingredientes del cereal extruido relleno [Elaboración propia]

Se procedió a reportar los valores obtenidos de la tabla H.5 según la norma INEN 1334-2 (INEN, 2011).

Tabla H.5. Valores obtenidos de la información nutricional del cereal relleno [Elaboración propia]

Contenido energético (kcal)	187.83
Contenido energético (kJ)	786.36
Grasas totales (g)	12.44
Grasa saturada (g)	3.09
Grasa monoinsaturada (g)	1.69
Grasa poliinsaturada (g)	1.99
Grasa trans (g)	0.00
Colesterol (mg)	0.00
Sodio (mg)	90.62
Carbohidratos totales (g)	12.79
Azúcares (g)	3.11
Fibra dietética (g)	0.50
Proteína (g)	8.71

Se calculó la cantidad de energía del cereal extruido relleno, para esto se dividió la cantidad obtenida de la tabla H.5 para 41.9, se redondeó el valor obtenido y se lo multiplicó por 41.9. Finalmente se aplicó un redondeo y se obtuvo la cantidad de energía del producto en kJ. Para obtener la cantidad de energía del producto en kcal se redondeó los 187.83 kcal a 190 kcal.

$$\frac{786.36 \text{ kJ}}{41.9 \text{ kJ}} = 18.76 = 19$$

$$19 \times 41.9 \text{ kJ} = 796.1 \text{ kJ} = 796 \text{ kJ}$$

La cantidad de energía de la grasa se obtuvo multiplicando los gramos de grasas totales del producto por 37 kJ y 9 kcal según la norma.

$$12 \times 37 \text{ kJ} = 444 \text{ kJ}$$

$$12 \times 9 \text{ kcal} = 108 \text{ kcal} = 110 \text{ kcal}$$

El reporte de todos los nutrientes que conforman el producto se puede observar en la tabla H.6. La fibra dietética se reporta como menor a 1 debido a la baja cantidad de este componente en el producto.

Tabla H.6. Valores reportados de los nutrientes según normativa [Elaboración propia]

Contenido energético (kcal)	190
Contenido energético (kJ)	796
Grasas totales (g)	12
Grasa saturada (g)	3
Grasa monoinsaturada (g)	1.5
Grasa poliinsaturada (g)	2
Grasa trans (g)	0
Colesterol (mg)	0
Sodio (mg)	90
Carbohidratos totales (g)	13
Azúcares (g)	3
Fibra dietética (g)	< 1
Proteína (g)	9

Los VDR se calcularon utilizando la tabla 1 de valores diarios recomendados (VDR) de la norma, para esto se dividió la cantidad obtenida de cada nutriente con su respectivo valor de la tabla 1 de la norma, como se detalla en la tabla H.7.

Tabla H.7. Cálculos de VDR según normativa [Elaboración propia]

Contenido energético (kcal)	$190/2000 = 10\%$
Grasas totales (g)	$12/65 = 18\%$
Grasa saturada (g)	$3/20 = 15\%$
Sodio (mg)	$90/2400 = 4\%$
Carbohidratos totales (g)	$13/300 = 4\%$
Proteína (g)	$9/50 = 18\%$

Finalmente se obtiene la tabla nutricional (figura H.4).

Información Nutricional		
Tamaño de la porción	37 g	
Porciones por envase	1	
Cantidad por porción		*%VDR
Energía (calorías)	796 kJ (190 kcal)	10%
Energía de grasa (calorías de grasa)	444 kJ (110 kcal)	
		*%VDR
Grasa total	12 g	18%
Grasa saturada	3 g	15%
Grasa trans	0 g	
Grasa monoinsaturada	1.5 g	
Grasa poliinsaturada	2 g	
Colesterol	0 mg	0%
Sodio	90 mg	4%
Carbohidratos totales	13 g	4%
Azúcares totales 3 g		
Fibra dietética < 1 g		
Proteína	9 g	18%
* Los porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 kcal).		

Figura H.4 Tabla nutricional del cereal extruido relleno [Elaboración propia]

APÉNDICE I

Equipos y enseres que se utilizan en la elaboración del cereal extruido y el cereal extruido relleno

Tabla I.1 Equipos y enseres [Elaboración propia]

Actividad	Equipo	Capacidad
Recepción	Pallet plástico	2 Ton
	Pallet plástico	2 Ton
	Carrito de carga	70 kg
Almacenamiento	Pallet plástico	2 Ton
	Pallet plástico	2 Ton
	Estante de acero inoxidable de 5 niveles	250 kg
	Refrigeradora Mabe	230 l
Pesado	Balanza industrial	150 kg
	Mesa de trabajo de acero inoxidable	
	Pallet plástico	2 Ton
	Pallet plástico	2 Ton
Extrusión	Extrusora	450 piezas/h
	Carrito bandejero	
	Mesa de trabajo de acero inoxidable	
Elaboración de la crema, relleno y formación del producto	Mezcladora	20 l
	Mesa de trabajo	
	Mesa de trabajo	
	Máquina de relleno	20 l
	Carrito bandejero	
	Carrito bandejero	
Envasado	Mesa de trabajo	
	Máquina envasadora	40 - 230 empaques/min
Almacenamiento	Pallet plástico	2 Ton
	Pallet plástico	2 Ton
	Estante de acero inoxidable de 5 niveles	250 kg
	Estante de acero inoxidable de 5 niveles	250 kg
	Aire acondicionado	12000 BTU

APÉNDICE J

Diagramas de recorrido

Apéndice J.1. Diagrama de recorrido para el cereal extruido

El diagrama de recorrido relacionado a la elaboración de arroz extruido (Figura J.1) determinó que el proceso tiene 4 operaciones: recepción de la materia prima, pesado, extrusión y empackado. Las etapas en las que se requieren inspecciones son las 4 operaciones mencionadas anteriormente. Además, el proceso consta de 5 actividades de transporte y 2 actividades de almacenamiento.

Pasos	DESCRIPCION	Operación	Transporte	Inspección	Espera	Almacenamiento	EQUIPOS	OBSERVACIONES
1	Recepción de materia prima	●	→	■	D	▽		Control de calidad.
2	Transporte	○	→	□	D	▽		
3	Almacenamiento de materia prima	○	→	□	D	▽		
4	Transporte	○	→	□	D	▽		
5	Pesado	●	→	■	D	▽	Balanza industrial	
6	Transporte	○	→	□	D	▽		
7	Extrusión	●	→	■	D	▽	Máquina extrusora	Control de calidad.
8	Transporte	○	→	□	D	▽		
9	Empacado	●	→	■	D	▽	Envasadora	Control de calidad. Generación de desperdicios (restos de producto).
10	Transporte	○	→	□	D	▽		
11	Almacenamiento del producto terminado	○	→	□	D	▽		
TOTALES		4	5	4	0	2		

Figura J.1 Diagrama de recorrido del cereal extruido [Elaboración propia]

Apéndice J.2. Diagrama de recorrido para el cereal extruido

La figura J.2 representa el diagrama de recorrido de los procesos que intervienen en la elaboración del cereal extruido relleno con crema. El diagrama de recorrido determinó que el proceso tiene 2 operaciones adicionales al proceso de elaboración de arroz extruido que son: la elaboración de la crema y la adición de la crema y formación del producto; estas actividades también implican operaciones de inspección teniendo un total de 6 actividades de inspección. Se realizan 7 actividades de transporte y 2 actividades de almacenamiento para las materias primas y el producto.

Pasos	DESCRIPCION	Operación	Transporte	Inspección	Espera	Almacenamiento	EQUIPOS	OBSERVACIONES
1	Recepción de materia prima	●	➡	■	⊖	▽		Control de calidad.
2	Transporte	○	➡	□	⊖	▽		
3	Almacenamiento de materia prima	○	➡	□	⊖	▽		
4	Transporte	○	➡	□	⊖	▽		
5	Pesado	●	➡	■	⊖	▽	Balanza industrial	
6	Transporte	○	➡	□	⊖	▽		
7	Extrusión	●	➡	■	⊖	▽	Máquina extrusora	Control de calidad.
8	Transporte	○	➡	□	⊖	▽		
9	Elaboración de la crema	●	➡	■	⊖	▽	Mezcladora	Control de calidad.
10	Transporte	○	➡	□	⊖	▽		
11	Adición de la crema y formación del producto	●	➡	■	⊖	▽	Máquina dispensadora de crema	Control de calidad. Generación de desperdicios (restos de producto).
12	Transporte	○	➡	□	⊖	▽		
13	Empacado	●	➡	■	⊖	▽	Envasadora	Control de calidad. Generación de desperdicios (restos de producto).
14	Transporte	○	➡	□	⊖	▽		
15	Almacenamiento del producto terminado	○	➡	□	⊖	▽		
TOTALES		6	7	6	0	2		

Figura J.2 Diagrama de recorrido del cereal extruido relleno [Elaboración propia]

APÉNDICE K

Cálculo de la superficie requerida de la planta

Actividad	Equipo	Capacidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Ss (ESTÁTICA)					Sg (GRAVITACION)		Se (EVOLUCION)		Stotal Ss+Sg+Se	Área total por actividad (m ²)
						Medidas			Volumen	Área	# Lados usados	Área m ²	Coeficiente K	Área m ²		
						Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	m ³	m ²						
Recepción	Pallet plástico	2 Ton	0,59	0,40	0,04	0,59	0,40	0,04	0,01	0,24	2	0,47	1,80	1,27	1,98	4,63
	Pallet plástico	2 Ton	0,59	0,40	0,04	0,59	0,40	0,04	0,01	0,24	1	0,24	1,80	0,85	1,32	
	Carrito de carga	70 kg	0,41	0,39	1,00	0,41	0,39	1,00	0,16	0,16	2	0,32	1,80	0,85	1,33	
Almacenamiento de materias primas	Pallet plástico	2 Ton	0,59	0,40	0,04	0,59	0,40	0,04	0,01	0,24	2	0,47	1,80	1,27	1,98	8,75
	Pallet plástico	2 Ton	0,59	0,40	0,04	0,59	0,40	0,04	0,01	0,24	1	0,24	1,80	0,85	1,32	
	Estante de acero inoxidable de 5 niveles	250 kg	1,00	0,40	2,00	1,00	0,40	2,00	0,80	0,40	2	0,80	1,80	2,16	3,36	
	Refrigeradora Mabe	230 l	0,56	0,67	1,58	0,56	0,67	1,58	0,59	0,37	1	0,37	1,80	1,34	2,09	
Pesado	Balanza industrial	150 kg	0,30	0,40	0,75	0,30	0,40	0,75	0,09	0,12	2	0,24	1,80	0,65	1,01	7,79
	Pallet plástico	2 Ton	0,59	0,40	0,04	0,59	0,40	0,04	0,01	0,24	1	0,24	1,80	0,85	1,32	
	Pallet plástico	2 Ton	0,59	0,40	0,04	0,59	0,40	0,04	0,01	0,24	2	0,47	1,80	1,27	1,98	
	Mesa de trabajo		1,13	0,55	0,90	1,13	0,55	0,90	0,56	0,62	1	0,62	1,80	2,24	3,48	
Extrusión	Extrusora	450 piezas/h	0,29	0,45	0,75	0,29	0,45	0,75	0,10	0,13	2	0,26	1,80	0,69	1,08	9,80
	Carrito bandejero		0,38	0,55	1,74	0,38	0,55	1,74	0,36	0,21	2	0,42	1,80	1,13	1,76	
	Mesa de trabajo		1,13	0,55	0,90	1,13	0,55	0,90	0,56	0,62	3	1,86	1,80	4,47	6,96	
Elaboración del relleno, relleno y formación del producto	Mezcladora	20 l	0,51	0,41	0,76	0,51	0,41	0,76	0,16	0,21	2	0,42	1,80	1,12	1,75	17,04
	Mesa de trabajo		1,13	0,55	0,90	1,13	0,55	0,90	0,56	0,62	2	1,24	1,80	3,36	5,22	
	Mesa de trabajo		1,13	0,55	0,90	1,13	0,55	0,90	0,56	0,62	2	1,24	1,80	3,36	5,22	
	Máquina de relleno	20 l	0,40	0,40	0,67	0,40	0,40	0,67	0,11	0,16	2	0,32	1,80	0,86	1,34	
	Carrito bandejero		0,38	0,55	1,74	0,38	0,55	1,74	0,36	0,21	2	0,42	1,80	1,13	1,76	
	Carrito bandejero		0,38	0,55	1,74	0,38	0,55	1,74	0,36	0,21	2	0,42	1,80	1,13	1,76	
Envasado	Mesa de trabajo		1,13	0,55	0,90	1,13	0,55	0,90	0,56	0,62	3	1,86	1,80	4,47	6,96	36,38
	Maquina envasadora	40 - 230 empaques/min	3,92	0,67	1,32	3,92	0,67	1,32	3,47	2,63	3	7,88	1,80	18,91	29,42	
Almacenamiento	Pallet plástico	2 Ton	0,59	0,40	0,04	0,59	0,40	0,04	0,01	0,24	2	0,47	1,80	1,27	1,98	10,02
	Pallet plástico	2 Ton	0,59	0,40	0,04	0,59	0,40	0,04	0,01	0,24	1	0,24	1,80	0,85	1,32	
	Estante de acero inoxidable de 5 niveles	250 kg	1,00	0,40	2,00	1,00	0,40	2,00	0,80	0,40	2	0,80	1,80	2,16	3,36	
	Estante de acero inoxidable de 5 niveles	250 kg	1,00	0,40	2,00	1,00	0,40	2,00	0,80	0,40	2	0,80	1,80	2,16	3,36	
	Aire acondicionado	12000 BTU														
Bodega															4,50	
Baños y Vestidores															29,00	
Oficina administrativa															10,50	

138,41

Figura K.1 Cálculos de superficie requerida de la planta

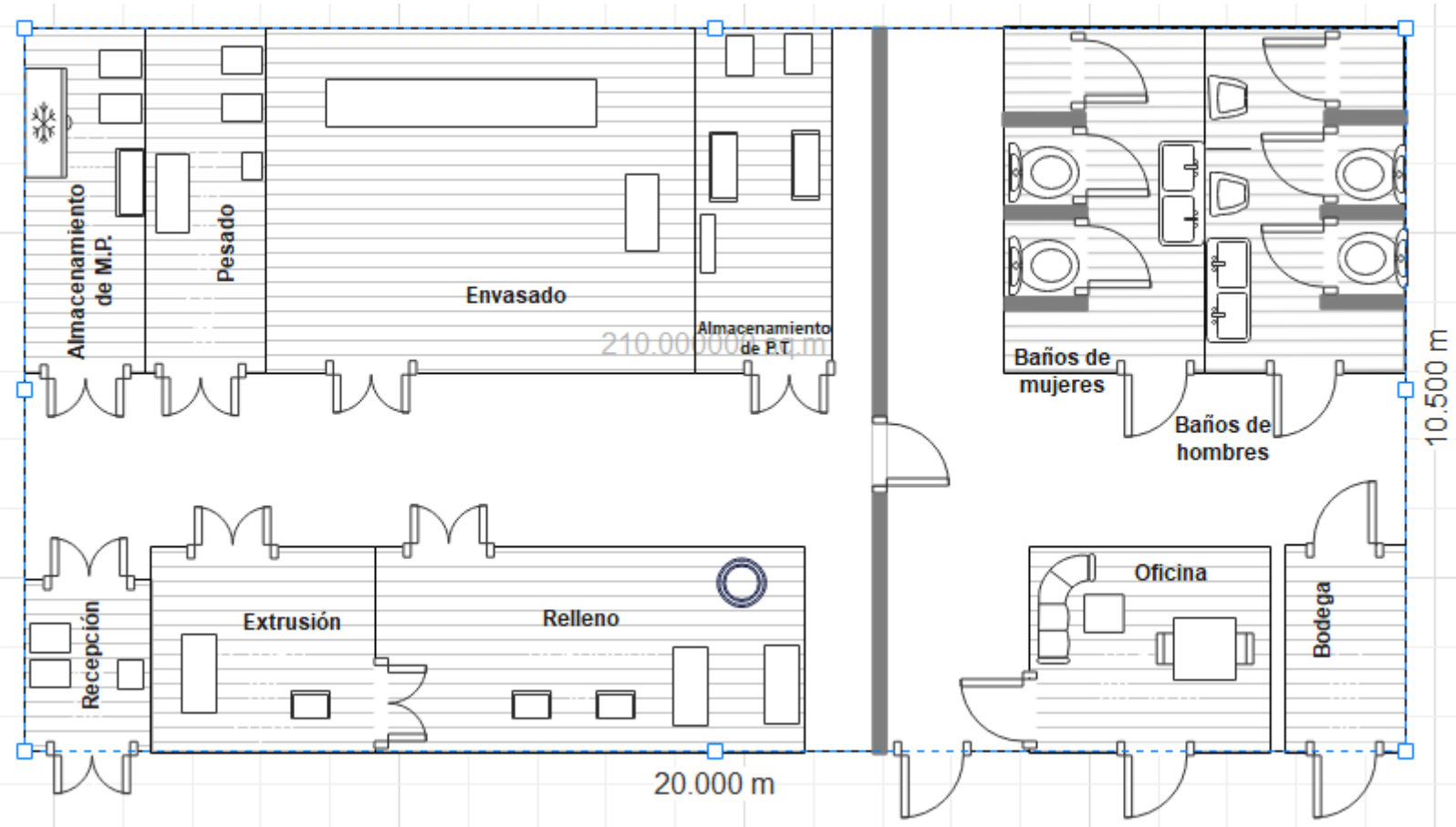


Figura K.2 Distribución de planta a nivel boceto

APÉNDICE L

Gráfico de relación de actividades

El gráfico de relación de actividades se realizó para determinar la relación existente entre cada área de la planta (figura L.1). El gráfico consta de las 7 actividades involucradas en el proceso de elaboración del cereal extruido relleno y otras 3 áreas: baños y vestidores, área administrativa y bodega. Al aplicar la ecuación 2.2 se obtuvieron un total de 45 relaciones. Se llenó el gráfico acorde con los criterios de las tablas 2.5 y 2.6, se obtuvieron: 2 relaciones absolutamente necesarias (A), 4 relaciones especialmente importante (E), 6 relaciones importantes (I), 5 relaciones poco importantes (O), 1 relación sin importancia (U) y 27 relaciones no deseables (X). La obtención de este gráfico permitió establecer la distribución de la planta.

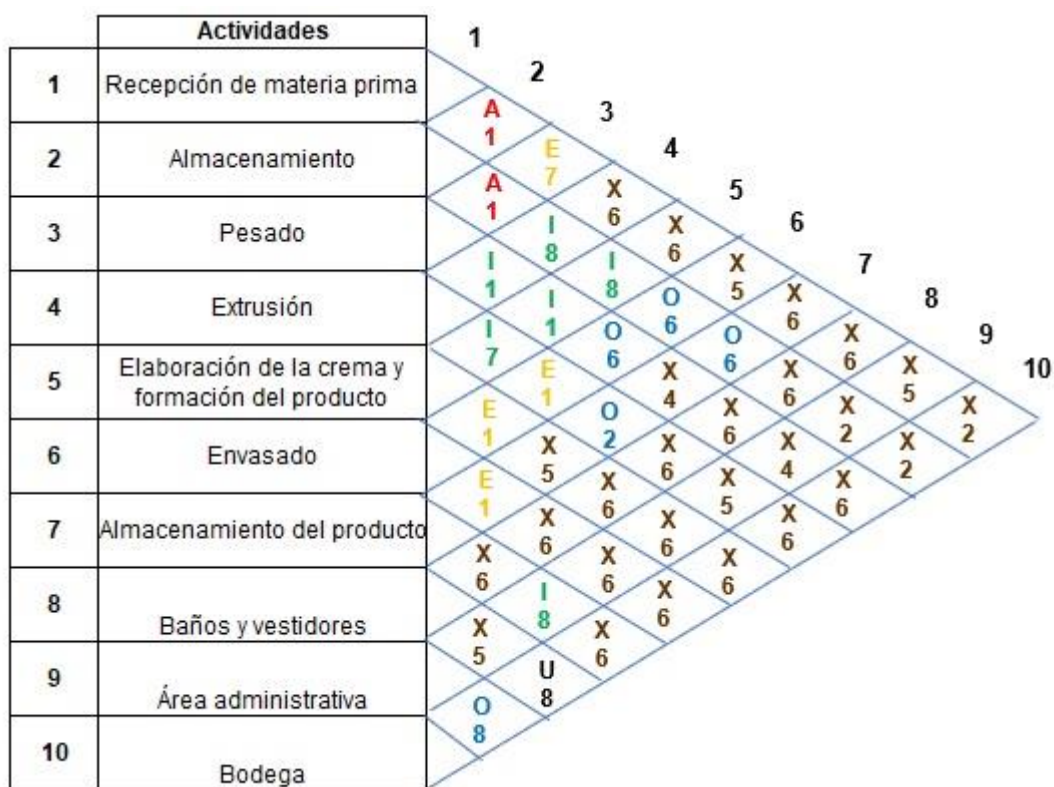


Figura L.1 Gráfico de relación de actividades [Elaboración propia]

APÉNDICE M

Cantidad de materia prima requerida en la elaboración del cereal extruido y el cereal extruido relleno

Tabla M.1 Cantidad de materias primas a utilizar por producto [Elaboración propia]

Requerimiento	Cereal extruido	Cereal extruido relleno
Requerimiento diario de materia prima	13.5 kg de arroz	8.44 kg de arroz 3.94 kg de aceite de girasol 6.13 kg de aislado de proteína de soya 3.94 kg de manteca vegetal 1.75 kg de esencia de vainilla 1.75 kg de edulcorante
Requerimientos mensuales de materia prima	243 kg de arroz	16.88 kg de arroz 7.88 kg de aceite de girasol 12.26 kg de aislado de proteína de soya 7.88 kg de manteca vegetal 3.50 kg de esencia de vainilla 3.50 kg de edulcorante

Según los datos de la tabla M.1 se necesitan aproximadamente 260 kg de arroz mensual para la fabricación de ambos productos.

APÉNDICE N

Costos de producción para el cereal extruido y el cereal extruido relleno

APÉNDICE N.1. Costos de producción del cereal extruido.

Inversión			
Descripción	Unidad	P. Unitario	P. Total
Carrito de carga	1	\$ 59,00	\$ 59,00
Refrigeradora	1	\$ 432,00	\$ 432,00
Balanza industrial	1	\$ 65,00	\$ 65,00
Máquina extrusora	1	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
Máquina de empackado	1	\$ 3.300,00	\$ 3.300,00
Aire acondicionado	1	\$ 322,00	\$ 322,00
Pallets plásticos	8	\$ 13,20	\$ 105,60
Estante de acero inoxidable de 5 niveles	3	\$ 73,50	\$ 220,50
Mesa de trabajo	3	\$ 124,00	\$ 372,00
Carro de bandejas	1	\$ 60,00	\$ 60,00
Total			\$ 7.436,10

Costos Fijos			
Descripción	Unidad	P. Unitario	P. Total
Agua	1	\$ 20,00	\$ 20,00
Luz	1	\$ 267,98	\$ 267,98
Teléfono	1	\$ 15,00	\$ 15,00
Internet	1	\$ 40,00	\$ 60,00
Persona de aseo	1	\$ 192,26	\$ 192,26
Operadores/obreros	2	\$ 385,00	\$ 770,00
Total			\$ 1.325,24

Costos Variables: Materia prima, empaques e insumos			
Descripción	Unidad	P. Unitario	P. Total
Quintal de arroz (45.45 kg)	6	\$ 32,00	\$ 192,00
Empaques	1	\$ 315,00	\$ 315,00
Cofias (paquete de 100 unidades)	1	\$ 8,00	\$ 8,00
Guantes (paquete de 50 unidades)	4	\$ 20,00	\$ 80,00
Mascarillas (paquete de 50 unidades)	2	\$ 2,00	\$ 4,00
Total			\$ 599,00

Muebles y enseres			
Descripción	Unidad	P. Unitario	P. Total
Counter	1	\$ 200,00	\$ 200,00
Escritorio	1	\$ 500,00	\$ 500,00
Sillas de oficina	4	\$ 28,00	\$ 112,00
Total			\$ 812,00

Equipos de computación			
Descripción	Unidad	P. Unitario	P. Total
Computadora (Laptop)	1	\$ 345,48	\$ 345,48
Impresora multifunción	1	\$ 45,18	\$ 45,18
Total			\$ 390,66

Depreciación				
Descripción	Años de vida útil	Costo	Depreciación anual	Depreciación mensual
Maquinaria	10	\$ 7.436,10	\$ 743,61	\$ 61,97
Muebles y enseres	10	\$ 812,00	\$ 81,20	\$ 6,77
Equipos de computación	5	\$ 390,66	\$ 78,13	\$ 6,51
Total				\$ 75,25

APÉNDICE N.2. Costos de producción del cereal extruido relleno.

Inversión			
Descripción	Unidad	P. Unitario	P. Total
Mesa de trabajo	2	\$ 124,00	\$ 248,00
Carro de bandejas	2	\$ 60,00	\$ 120,00
Mezcladora	1	\$ 200,00	\$ 200,00
Máquina de relleno	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
Total			\$ 2.200,00

Costos Fijos			
Descripción	Unidad	P. Unitario	P. Total
Agua	1	\$ 3,00	\$ 3,00
Luz	1	\$ 100,61	\$ 100,61
Persona de aseo	1	\$ 20,24	\$ 20,24
Operadores/obreros	2	\$ 40,00	\$ 80,00
Total			\$ 203,85

Costos Variables: Materia prima y empaques			
Descripción	Unidad	P. Unitario	P. Total
Quintal de arroz (45.45 kg)	0,5	\$ 32,00	\$ 16,00
Manteca vegetal (900 g)	9	\$ 2,25	\$ 20,25
Aceite vegetal (3 l)	3	\$ 8,36	\$ 25,08
Esencia de vainilla (500 ml)	7	\$ 1,10	\$ 7,70
Aislado de proteína (500 g)	25	\$ 7,00	\$ 175,00
Edulcorante (100 g)	35	\$ 6,41	\$ 224,35
Empaques	1	\$ 135,00	\$ 135,00
Total			\$ 603,38

Depreciación				
Descripción	Años de vida útil	Costo	Depreciación anual	Depreciación mensual
Maquinaria	10	\$ 2.200,00	\$ 220,00	\$ 18,33
Total				\$ 18,33

APÉNDICE O

Especificaciones técnicas para el cereal extruido y el cereal extruido relleno

APÉNDICE O.1. Especificaciones técnicas del cereal extruido.

Producto específico	Arroz extruido.
Nombre comercial	Tortitas de arroz.
Propiedades generales	
Descripción:	Las tortitas de arroz son producidas a partir de los granos de arroz sometido a un proceso de extrusión a 230°C durante 10 segundos.
Tipo de alimento	Bocaditos de productos vegetales según INEN 2561:2010.
Contenido del producto	110 g.
Descripción y tipo de envase	Empaque BOPP metalizado (Película de polipropileno biorientado metalizada).
Elaborado y envasado	Sasego S.A.
País de fabricación	Ecuador.
Propiedades específicas	
Composición principal	Arroz
Características organolépticas	Aspecto: Unidades de producto enteras sin roturas ni grietas. Color: Blanco. Aroma: Característico del arroz. Sabor: Característico del arroz.
Conservación	Conservar el producto en un lugar seco y fresco. Abierto el empaque, mantenerlo bien cerrado y consumir el producto lo más pronto posible.
Vida útil del producto	6 meses desde su fecha de fabricación.

APÉNDICE O.2. Especificaciones técnicas del cereal extruido relleno.

Producto específico	Arroz extruido relleno con crema
Nombre comercial	Tortitas de arroz con crema de proteína de soya.
Propiedades generales	
Descripción:	Las tortitas de arroz son producidas a partir de los granos de arroz sometido a un proceso de extrusión a 230°C durante 10 segundos. El producto está compuesto por 2 tortitas de arroz y un relleno (crema) en medio de las 2 tortitas. El relleno se lo considera proteico debido a que en su composición posee proteína asilada de soya.
Tipo de alimento	Bocaditos de productos vegetales según INEN 2561:2010.
Contenido del producto	37 g.
Descripción y tipo de envase	Empaque BOPP metalizado (Película de polipropileno biorientado metalizada).
Elaborado y envasado	Sasego S.A.
País de fabricación	Ecuador.
Propiedades específicas	
Composición principal	Arroz
Composición secundaria	Aislado de proteína de soya, aceite de girasol, edulcorante no calórico (Splenda), esencia de vainilla y manteca vegetal.
Características organolépticas	Aspecto: Unidades de producto enteras sin roturas ni grietas. Color del cereal: Blanco. Aroma del cereal: Característico del arroz. Sabor del cereal: Característico del arroz. Consistencia del relleno: Cremoso. Color del relleno: Ligeramente crema. Aroma del relleno: Característico de la soya. Sabor del cereal: Característico a soya y vainilla.
Conservación	Conservar el producto en un lugar seco y fresco. Abierto el empaque, mantenerlo bien cerrado y consumir el producto lo más pronto posible.
Vida útil del producto	6 meses desde su fecha de fabricación.

APÉNDICE P

Diseño de empaque

APÉNDICE P.1. Diseño de empaque del cereal extruido.



Figura P.7 Cereal extruido

APÉNDICE P.2. Diseño de empaque del cereal extruido relleno.



Figura P.2 Cereal extruido relleno