



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

**DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA
ELABORACIÓN DE CUBO SAZONADOR A BASE DE
CHILLANGUA (*Eryngium foetidum*) Y AJO (*Allium sativum*) PARA
USO ALIMENTARIO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA QUÍMICA

AUTORA: DARINKA MARIVI ALCIVAR CASTILLO

DIRECTOR: ING. MAYRA PAOLA ZAMBRANO VINUEZA MSc.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Darinka Marivi Alcivar Castillo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, Darinka Marivi Alcivar Castillo, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 19 de diciembre del 2023



Darinka Marivi Alcivar Castillo

C.I: 215001801-4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE CUBO SAZONADOR A BASE DE CHILLANGUA (*Eryngium foetidum*) Y AJO (*Allium sativum*) PARA USO ALIMENTARIO**. Realizado por la señorita: **DARINKA MARIVI ALCIVAR CASTILLO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Camilo Pavel Haro Barroso PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		19-12-2023
Ing. Mayra Paola Zambrano Vinuesa MSc. DIRECTORA DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		19-12-2023
Ing. Cristina Alejandra Muñoz Shugulí MSc. ASESORA DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		19-12-2023

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación es dedicado a mis padres, Yaquilina Castillo y Hector Alcivar, mis abuelos, Gloria Soto y Luis Castillo, y mis hermanas Fernanda y Angie, por siempre apoyarme y motivarme a seguir adelante en este sueño a pesar de las dolorosas circunstancias familiares que tuvimos que pasar, haciéndome crecer como persona y actualmente como profesional, además de haberme inculcado de principios y valores que me han ayudado a lo largo de los años y por todos sus sacrificios, a su vez, estando en todo momento como un pilar primordial en mi vida, también a aquellas personas que formaron parte de alguna forma en mi carrera académica compartiendo sus conocimientos y aprecio.

Darinka

AGRADECIMIENTO

Agradecida principalmente con Dios, por guiarme en cada paso de mi vida. A mi familia por el grande sacrificio, amor y apoyo por lograr mis metas y objetivos. A las ingenieras Mayra Zambrano y Cristina Muñoz, siendo mis guías como docentes y amigas, brindándome sus conocimientos, apoyo, paciencia, dedicación, esfuerzo y tiempo para poder cumplir con éxito el presente trabajo, siendo de inspiración para mi futuro profesional. A su vez, a todos los docentes que compartieron sus conocimientos a lo largo de mi preparación académica para formarme profesionalmente y llegar hasta donde estoy ahora.

Darinka

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
<i>1.1.1. Identificación del problema.....</i>	<i>2</i>
<i>1.1.2. Justificación del proyecto.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.3. Localización del proyecto.....</i>	<i>4</i>
1.2. Objetivos.....	5
<i>1.2.2. General.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.3. Específicos.....</i>	<i>5</i>

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	6
2.1. Antecedentes del proyecto.....	6
2.2. Bases teóricas.....	8
<i>2.2.1. Chillangua (<i>Eryngium foetidum</i>).....</i>	<i>8</i>
<i>2.2.1.1. Generalidades.....</i>	<i>8</i>
<i>2.2.1.2. Taxonomía.....</i>	<i>8</i>
<i>2.2.1.3. Aplicaciones.....</i>	<i>8</i>
<i>2.2.1.4. Producción de la chillangua en el Ecuador.....</i>	<i>9</i>
<i>2.2.2. Ajo (<i>Allium sativum</i> L.).....</i>	<i>9</i>
<i>2.2.2.1. Generalidades.....</i>	<i>9</i>
<i>2.2.2.2. Taxonomía.....</i>	<i>9</i>
<i>2.2.2.3. Variedades.....</i>	<i>10</i>
<i>2.2.2.4. Aplicaciones.....</i>	<i>10</i>

2.2.2.5. Producción del ajo en el Ecuador.....	10
2.2.3. Cubo sazonador.....	11
2.2.3.1. Uso estimado y consumo de los cubos sazonadores.....	11
2.2.3.2. Composición de los cubos sazonadores.....	12
2.2.3.3. Procesos industriales.....	12
2.2.3.4. Secado.....	13

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO.....	14
3.1. Planificación.....	14
3.1.1. Tipo de proyecto.....	14
3.2. Nivel de investigación para el proyecto técnico.....	14
3.2.2. Estudio de intervención.....	15
3.2.3. Métodos.....	15
3.2.4. Muestreo.....	16
3.2.5. Selección de materia prima.....	17
3.3. Determinación de variables del proceso.....	18
3.3.1. Tratamientos.....	18
3.4. Técnica de recolección de datos.....	20
3.5. Proceso experimental para la obtención del cubo sazonador.....	29
3.5.1. Técnica de elaboración del cubo sazonador.....	29
3.5.1.1. Diagrama del proceso para la elaboración del cubo sazonador.....	29
3.6. Diseño de ingeniería a nivel industrial.....	31
3.6.1. Consideraciones de diseño.....	31
3.6.2. Recepción de la materia prima.....	31
3.6.3. Selección de la materia prima.....	34
3.6.4. Lavado y desinfección de la materia prima.....	34
3.6.5. Secado de las hojas de chillangua.....	35
3.6.5.1. Cálculo para la humedad en base seca.....	36
3.6.5.2. Cálculo de humedad media.....	38
3.6.5.3. Cálculo de la variación del tiempo.....	39
3.6.5.4. Cálculo de la variación de la humedad.....	39
3.6.5.5. Cálculo de la velocidad del secado.....	39
3.6.5.6. Cálculo de la velocidad anticrítica.....	41
3.6.5.7. Cálculo de la velocidad postcrítica.....	41

3.6.5.8. Cálculo del tiempo ante crítico.....	42
3.6.5.9. Cálculo del tiempo anticrítico.....	42
3.6.5.10. Tiempo total de secado.....	42
3.6.5.11. Dimensionamiento del secador de bandejas.....	42
3.6.6. Diseño de la molienda y triturado de la chillangua.....	52
3.6.7. Diseño para el tanque de agitación y mezclado.....	53
3.6.7.1. Cálculo para el volumen del tanque de agitación.....	53
3.6.7.2. Cálculo para la altura del tanque de agitación.....	54
3.6.7.3. Cálculo de la Superficie útil del tanque de agitación.....	56
3.6.7.4. Diseño del agitador.....	56
3.6.7.5. Cálculo de la distancia del fondo a la base del impulsor.....	56
3.6.7.6. Cálculo del diámetro de las palas.....	57
3.6.7.7. Cálculo del ancho de la paleta.....	57
3.6.7.8. Cálculo de la altura de la chaqueta para el ingreso de vapor.....	57
3.6.8. Empaquetado del producto final.....	58
3.7. Balance de masa.....	59
3.7.1. Lavado.....	59
3.7.2. Secado.....	60
3.7.3. Molienda.....	61
3.7.4. Mezclado y agitación.....	62
3.8. Balance global.....	63
3.9. Viabilidad técnica y económica.....	64
3.9.2. Inversión fija.....	64
3.9.3. Proyección de gastos de producción.....	64
3.9.4. Capital de operaciones.....	65
3.9.5. Inversión total.....	65
3.9.5.1. Costo de producción.....	65
3.9.6. Precio de venta al público.....	66
3.9.7. Punto de equilibrio.....	67
3.9.8. Utilidad neta.....	67
3.9.9. Tasa interna de retorno (TIR).....	67
3.9.10. Valor actual neto (VAN).....	68
3.9.11. Periodo de recuperación.....	69
3.9.12. Beneficio costo del proyecto.....	69

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS.....	70
4.1.	Resultado estadístico de la selección de la formulación del cubo sazonador.....	70
4.1.2.	<i>Resultado del análisis de varianza para el aroma.....</i>	<i>70</i>
4.1.3.	<i>Resultados del análisis de varianza para el color.....</i>	<i>72</i>
4.1.4.	<i>Resultados del análisis de varianza para la textura.....</i>	<i>74</i>
4.1.5.	<i>Resultados del análisis de varianza para el sabor.....</i>	<i>75</i>
4.2.	Resultados de la determinación de variables de diseño del proceso.....	78
4.3.	Resultados del diseño del proceso para la elaboración del cubo sazonador.....	79
4.4.	Resultados de la caracterización del producto final.....	80
4.5.	Resultados de la validación técnica y económica del proyecto.....	81
	CONCLUSIONES.....	83
	RECOMENDACIONES.....	84

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Coordenadas del laboratorio de operaciones unitarias ESPOCH	4
Tabla 1-2: Categorías taxonómicas de la chillangua.....	8
Tabla 2-2: Categorías taxonómicas del ajo	10
Tabla 3-2: Características funcionales de los elementos típicos de un cubo sazoador	12
Tabla 1-3: Diferentes autores con el diseño.....	16
Tabla 2-3: Componentes del cubo sazoador con chillangua y ajo	17
Tabla 3-3: Variables del proceso	18
Tabla 4-3: Variable respuesta a ser medida	18
Tabla 5-3: Factores experimentales que van a variar.....	19
Tabla 6-3: Diseño experimental.....	19
Tabla 7-3: Formulaciones del cubo sazoador	19
Tabla 8-3: Variables constantes	19
Tabla 9-3: Codificación de las formulaciones	20
Tabla 10-3: Escala de aceptabilidad.....	20
Tabla 11-3: Rango de interpretación de aceptabilidad para las formulaciones.....	20
Tabla 12-3: Prueba de aceptabilidad para la formulación 83.....	21
Tabla 13-3: Prueba de aceptabilidad para la formulación 51.....	23
Tabla 14-3: Prueba de aceptabilidad para la formulación 11.....	25
Tabla 15-3: Prueba de aceptabilidad para la formulación 40.....	27
Tabla 16-3: Técnica para la elaboración del cubo sazoador	29
Tabla 17-3: Formulación del cubo sazoador a nivel industrial	31
Tabla 18-3: Datos experimentales de la chillangua	32
Tabla 19-3: Datos de la chillangua antes y después del secado	36
Tabla 20-3: Datos experimentales del tiempo de secado	36
Tabla 21-3: Humedad de la Chillangua en base seca.....	37
Tabla 22-3: Humedad media, variación de tiempo y humedad, velocidad de secado	40
Tabla 23-3: Datos generados por la curva de velocidad de secado vs humedad media.....	41
Tabla 24-3: Datos adicionales para el dimensionamiento.....	42
Tabla 25-3: Resistencia a la tracción del acero inoxidable AISI 304	44
Tabla 26-3: Propiedades físicas de las hojas de chillangua	49
Tabla 27-3: Propiedades físicas del agua.....	49
Tabla 28-3: Magnitudes de los coeficientes de transferencias de calor	49
Tabla 29-3: Datos de la chillangua antes y después de la molienda	52

Tabla 30-3: Datos para calcular la densidad del cubo sazoador	53
Tabla 31-3: Consideraciones geométricas impulsor tipo paletas	56
Tabla 32-3: Equipos necesarios para la elaboración de un cubo sazoador	64
Tabla 33-3: Costos de materia prima e insumos	64
Tabla 34-3: Costos de mano de obra.....	64
Tabla 35-3: Costos de servicios básicos	65
Tabla 36-3: Capital de operaciones en la elaboración de un cubo sazoador.....	65
Tabla 37-3: Inversión total del proyecto	65
Tabla 38-3: Costo de producción del cubo sazoador	65
Tabla 39-3: Costos totales de la puesta en marcha del proyecto.....	66
Tabla 40-3: Ganancia mensual.....	66
Tabla 41-3: Utilidad neta en proyección de cinco años	67
Tabla 42-3: Comprobación del TIR	68
Tabla 43-3: Comprobación del VAN.....	68
Tabla 44-3: Recuperación de la inversión.....	69
Tabla 1-4: Resumen estadístico para el aroma.....	70
Tabla 2-4: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) - Aroma	70
Tabla 3-4: Test LSD Fisher - Aroma	71
Tabla 4-4: Resumen estadístico para el color	72
Tabla 5-4: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) - Color	72
Tabla 6-4: Test LSD Fisher - Color	73
Tabla 7-4: Resumen estadístico para la textura.....	74
Tabla 8-4: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) - Textura.....	74
Tabla 9-4: Test LSD Fisher - Textura.....	74
Tabla 10-4: Resumen estadístico para el sabor	75
Tabla 11-4: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) - Sabor	76
Tabla 12-4: Test LSD Fisher - Sabor	76
Tabla 13-4: Posicionamiento de cada codificación de acuerdo a su aspecto analizado.....	77
Tabla 14-4: Observaciones de la textura del cubo sazoador	78
Tabla 15-4: Variables del proceso	78
Tabla 16-4: Resultados del diseño del proceso industrial.....	79
Tabla 17-4: Resultado del examen bromatológico y microbiológico	80
Tabla 18-4: Beneficio-costo del proyecto.....	82
Tabla 19-4: Parámetros financieros de la factibilidad.....	82

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1. Facultad de Ciencias de la ESPOCH.....	4
Ilustración 1-2. Diagrama de flujo del proceso de producción de cubos de condimentos.....	12
Ilustración 1-3. Gráfica de aceptabilidad de la formulación 83.....	22
Ilustración 2-3. Gráfica de aceptabilidad de la formulación 51.....	24
Ilustración 3-3. Gráfica de aceptabilidad de la formulación 11.....	26
Ilustración 4-3. Gráfica de aceptabilidad de la formulación 40.....	28
Ilustración 5-3. Diagramas de flujo: A. Chillangua en polvo B. Cubo sazonador	30
Ilustración 6-3. Mesa industrial de acero inoxidable.....	32
Ilustración 7-3. Posiciones de trabajo del operador.....	33
Ilustración 8-3. Lavadora por aspersión	35
Ilustración 9-3. Curva de humedad vs tiempo a (65°C)	38
Ilustración 10-3. Curva de velocidad de secado vs humedad media a (65°C).....	40
Ilustración 11-3. Trituradora de hojas	53
Ilustración 12-3. Moldes de policarbonato	58
Ilustración 13-3. Máquina empaquetadora de cubos para condimentos.....	58
Ilustración 14-3. Máquina empaquetadora de cubos para condimentos.....	59
Ilustración 15-3. Balance global del proceso de elaboración de un cubo sazonador.....	63
Ilustración 16-3. Gráfica de aceptabilidad sabor	77
Ilustración 1-4. Gráfica de aceptabilidad del aroma.....	71
Ilustración 2-4. Gráfica de aceptabilidad del color.....	73
Ilustración 3-4. Gráfica de aceptabilidad del sabor	75

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: PRETRATAMIENTO DE LA CHILLANGUA

ANEXO B: SECADO DE LA CHILLANGUA

ANEXO C: ELABORACIÓN DEL CUBO SAZONADOR

RESUMEN

El presente proyecto técnico “Diseño de un proceso industrial para la elaboración de cubo sazoador a base de chillangua (*Eryngium foetidum*) y ajo (*Allium sativum*) para uso alimentario tiene como objetivo diseñar un proceso industrial. Para lo cual, se seleccionó la formulación 83 con (10 g de hojas secas de chillangua y 5 g de ajo en polvo) a través de una prueba de aceptabilidad, la cual obtuvo una media de 3,50 en sabor y 3,74 en textura. Seguidamente, se trazó un diagrama de flujo que constó de la recepción de materia prima, selección, lavado, desinfección, secado y triturado de las hojas de chillangua, para después en conjunto con el ajo y demás ingredientes se realizó agitación y mezclado, reposo, moldeado, empaquetado y almacenamiento de los cubos sazoadores. Se determinó las variables del proceso en el secado de las hojas de chillangua a 65 °C por 6,32 horas con capacidad para 60,63 kg de hojas de chillangua y el mezclado y agitación a 45°C por una hora. Después, se realizaron cálculos ingenieriles para el dimensionamiento de equipos para producir 92 kg/día de producto final, 8000 unidades de cubos sazoadores de 11,5 g cada uno. La factibilidad del estudio se estableció a través de un análisis de viabilidad técnica y económica del proyecto, donde, la Tasa Interna de Retorno de 39 % es superior a la tasa de descuento del 10%, el Valor Actual Neto de 60748,95 \$ es mayor que la Inversión Inicial de 19477,51 \$, se estimó que el segundo año la inversión es recuperada y el Coeficiente Beneficio/Costo 1,51 es mayor a 1. Se concluye que la chillangua y ajo son ideales para la elaboración de cubos sazoadores. Se recomienda enriquecer al producto final, para disminuir la desnutrición o la deficiencia de minerales y vitaminas de personas vulnerables a estas situaciones.

Palabras clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <CUBO SAZOADOR>, <CHILLANGUA>, <AJO>, <DISEÑO DEL PROCESO>

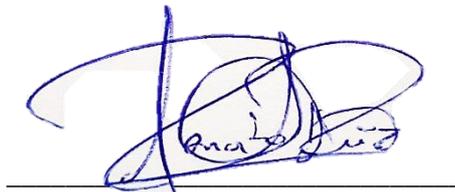
2268-DBRA-UPT-2023



ABSTRACT

The objective of this technical project, "Design of an industrial process for the production of seasoning buckets based on chilling (*Eryngium foetidum*) and garlic (*Allium sativum*) for food use, is to design an industrial process. Thus, formulation 83 was selected with 10 g of dried wild coriander leaves and 5 g of garlic powder through an acceptability test, which obtained an average of 3.50 in favor and 3.74 in texture. Next, a flow chart was drawn up consisting of raw material reception, selection, washing, disinfection, drying, and crushing of the wild coriander leaves, and then, together with the garlic and other ingredients, agitation and mixing, resting, molding, packaging, and storage of the seasoning cubes were carried out. The process variables are determined by drying wild coriander leaves at 65 °C for 6.32 hours with a capacity of 60.63 kg and mixing and agitating them at 45°C for one hour. Subsequently, engineering calculations are performed for equipment sizing to produce 92 kg/day of final product and 8000 units of seasoning cubes of 11.5 g each. The project's technical and economic feasibility established the study's feasibility through an analysis, where the internal rate of return of 39% is higher than the discount rate of 10%. The net present value of \$60748.95 is higher than the initial investment of \$19477.51 in the second year of the investment. The benefit/cost coefficient of 1.51 is greater than 1. It concludes that wild coriander and garlic are ideal for preparing seasoning cubes. Enriching the final product to reduce malnutrition or deficiency of minerals and vitamins in people vulnerable to these situations is recommended.

Keywords: <TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCES>, <SEASONING CUBE>, <CHILLANGUA>, <GARLIC>, <PROCESS DESIGN>.



Lcdo. Edison R. Ruiz L.

C. I.: 0603957044

INTRODUCCIÓN

Los condimentos son uno de los productos a considerar en los alimentos porque este negocio masivo genera ingresos de 1000 millones de dólares en el año en diversos países. De acuerdo a la información de la Corporación Nacional de Financiera, CFN (2021), los condimentos constituyen el 38% del sector industrial en Ecuador. Siendo las provincias de Pichincha y Guayas las principales fabricantes con 74% de la producción (CFN, 2021; citado en Cuero & Martillo, 2022). En este subsector están los cubitos sazonadores o llamados cubitos de caldo, que se pueden clasificar ampliamente según las recetas, como hierbas, vegetales y sabor a carne, etc. Siendo elaborados con sal de cocina (40% -70 %), grasa vegetal endurecida, proteínas vegetales hidrolizadas, almidón, hierbas, especias, aromatizantes y puede contener potenciadores de sabor, como: glutamato monosódico o extractos de levadura. Los cubos sazonadores son populares en Ecuador, ya que, tienden a formar parte de la cultura culinaria local. Siendo frecuente y regular su consumo debido al bajo costo y la dosificación auto limitada (Moretti et al., 2018, p.159). Actualmente varias empresas desarrollan e innovan sus productos con el objetivo de que los cubitos de caldo sean un vehículo prometedor para la fortificación con micronutrientes, además de implementar ingredientes que aporten a los requerimientos de los consumidores a través de ideas culturales, como plantas aromáticas que brinden propiedades gastronómicas de los alimentos aumentando el sabor y olor de las preparaciones culinarias, reemplazando a los aromatizantes artificiales existentes (Cuero & Martillo, 2022, pp.1-2).

Una de las especies novedosas es la *Eryngium foetidum* L. que es una hierba bienal con gran aroma y sabor que se utiliza como de manera medicinal en gran parte de localidades tropicales, debido a que posee una gran variedad de usos etnomedicinales. Además, posee una acción antiinflamatoria y actividad antibacteriana selectiva (Paul et al, 2011, p.303). Por otra parte, el ajo (*Allium sativum* L.) mantiene un sabor picante intenso y principios activos, desde las desregulaciones de la glucemia y los lípidos en la obesidad hasta la hipertensión, la nefropatía y otras complicaciones cardiovasculares (Habtemariam, 2019, p.689).

El enfoque del Trabajo de integración curricular es el diseño de un proceso industrial para la elaboración de cubo sazonador a base de chillangua (*Eryngium foetidum*) y ajo (*Allium sativum*) para uso alimentario, garantizando su calidad, inocuidad, conservación y buenas características organolépticas.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

1.1.1. Identificación del problema

La industria alimentaria a diario compite por innovar en el mercado con nuevos productos, es así que, las especias se han convertido en un producto indispensable para el consumo humano. En Ecuador hay gran diversidad de cultivos y plantas silvestres que, según la tradición y cultura, estas confieren propiedades organolépticas a las preparaciones gastronómicas. Sin embargo, algunas de ellas solo pueden encontrarse en la zona rural y no es expandida en supermercados. Este es el caso de la chillangua, misma que en combinación con otras especies como el ajo, aporta sus principios activos como la alicina o S-alilcisteína que un subproducto de aminoácidos que proporciona el olor característico al ajo cortado o machacado. Por otro lado, el procesamiento industrial de especias actualmente busca reducir componentes químicos como el glutamato de sodio, colorantes, entre otros, que interfiere negativamente en la salud de las personas. Sin embargo, las especias industrializadas en forma de sazonadores brindan facilidad y comodidad durante la preparación de alimentos. En este sentido, utilizar hierbas y vegetales en vez de complementos químicos hace que su composición sea más destacable y natural (Blanco et al., 2014, p.2).

Por otro lado, es necesario potenciar el uso de chillangua y ajo a nivel industrial, ya que, estos ingredientes naturales tienen una alta capacidad para producir nuevos productos. Para someterse a varias operaciones como la conservación y transformación, las empresas se interesan en esta materia prima y mejorar la economía de la empresa, añadiendo un valor agregado generando productos únicos.

1.1.2. Justificación del proyecto

Hoy en día, la obtención de productos alimenticios naturales es de gran interés para satisfacer las necesidades de los consumidores. El crecimiento de condimentos elaborados en el Ecuador despierta el deseo e innovación por estos productos por su aroma único y por su bajo costo (Pabón, 2021, p.5). Esto ha llevado a la exploración de diversos recursos naturales que puedan beneficiar la nutrición y salud mediante su industrialización (Perrazo, 2018, p.43).

Bajo el mismo contexto, la industria ha desarrollado varios tipos de sazoadores, los más comunes en el mercado son los cubos y en polvo. La revisión bibliográfica menciona que Báez (2022) obtuvo 19,78% en el rendimiento final de la elaboración de un sazoador en polvo del, mientras que el rendimiento del sazoador en cubo fue del 44,46%, debido a este resultado, se escogió la elaboración del diseño industrial para el proceso de producción de un cubo sazoador a base de chillangua y ajo. Como los consumidores buscan productos que no comprometan su estado de salud, el cubo sazoador es totalmente natural y se preparará un condensado para que los alimentos sean propiedades organolépticas que mejoran el sabor y aroma (Perrazo, 2018, p.43).

La chillangua en nuestro país se localiza primordialmente en las provincias de Esmeraldas y Manabí, pero proviene de la Amazonía (Arévalo, 2017, p.18). Esta hierba es tradicional en la cultura afroecuatoriana, ya que, diariamente la emplean en sus creaciones culinarias, lo que ha permitido que, sea muy conocida en los ámbitos de alta cocina ecuatoriana y extranjera. Es importante no solo promover el cultivo de chillangua, sino también utilizar sus diferentes elementos para permitir una gran variedad de usos en platos tradicionales con mariscos, la preparación de maitos e inclusive la sopa de pollo, recuperando así su utilización respecto a productos optativos como el perejil y cilantro (Arévalo, 2017, p.19).

Por otro lado, La Paz (2020) demostró que el ajo además de ser una especia tiene gran rendimiento para evitar y combatir enfermedades, debido a que es un excelente antiviral que evita infecciones y problemas respiratorios, es rico en Vitamina C, yodo, fósforo, vitamina B6 y compuestos sulfurados (p.3). Además, es desintoxicante y antioxidante lo que genera gran interés en relación con sus efectos antiaterogénico, antihepatotóxico y anticancerígeno (López, 2007, p. 79). Por su lado, se ha descrito que, en la gastronomía y la medicina tradicional, la chillangua brinda propiedades antiinflamatorias, alivia el asma y es beneficiosa en dificultades digestivas, analgésicas, etc., aunque no existen evidencias científicas (VelSid, 2016, p.34).

El objetivo de este proyecto es diseñar el proceso de elaboración un producto totalmente natural y con un alto valor nutricional. Para ello, se realizaron investigaciones para encontrar las proporciones adecuadas respecto a las cantidades y componentes adicionales, y así lograr un producto apetecible hacia el consumidor. Así que este producto, aún no encontrado en el mercado, se pueda industrializar según los resultados y conclusiones del proyecto técnico.

1.1.3. Localización del proyecto

El actual Trabajo de Integración Curricular será desarrollado en el laboratorio de operaciones unitarias de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, el cual se encuentra ubicado en el Km 1 ½ vía Guayaquil.

Tabla 1-1: Coordenadas del laboratorio de operaciones unitarias ESPOCH

Descripción	Datos
Latitud	1°39'32.25''S
Longitud	78°40'48.46''W
Altitud	2808msnm
Clima	12°C

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

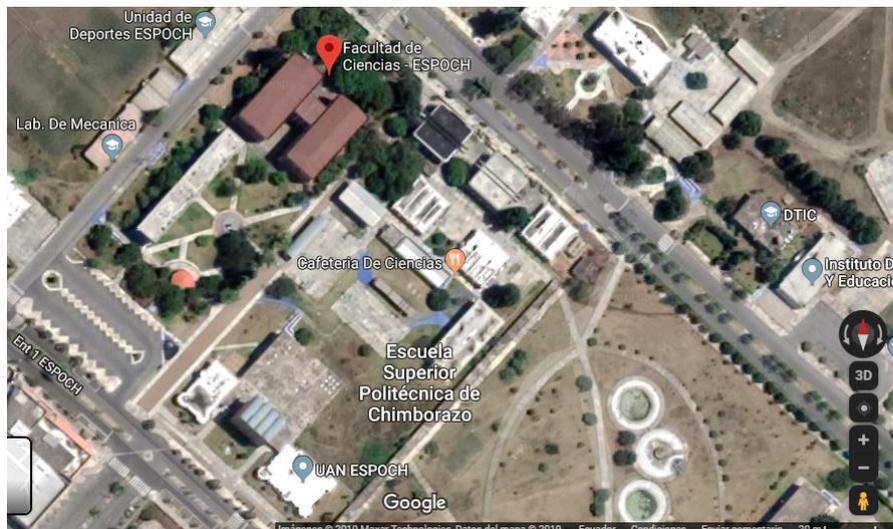


Ilustración 1-1. Facultad de Ciencias de la ESPOCH

Fuente: Google Maps, 2023.

1.2. **Objetivos**

1.2.2. General

- Diseñar un proceso industrial para la elaboración de un cubo sazónador a base de chillangua y ajo para uso alimentario.

1.2.3. Específicos

- Establecer la formulación del cubo sazónador que resalte el sabor de la chillangua y ajo.
- Determinar las variables de diseño del proceso para la obtención de un cubo sazónador a base de chillangua y ajo para su uso alimentario a través de pruebas de laboratorio.
- Realizar cálculos de ingeniería para el diseño del proceso industrial de un cubo sazónador a base de chillangua y ajo.
- Caracterizar el producto mediante ensayos bromatológicos y microbiológicos basados en la norma NTE INEN 2602:2011. SOPAS, CALDOS Y CREMAS. REQUISITOS.
- Efectuar la validación técnica y económica del proyecto.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes del proyecto

El cubo sazoador, cubo de caldo o el cubo de especias se hicieron cada vez más populares después de la Primera Guerra Mundial, como producto alimenticio instantáneo. Este producto compensó la falta de alimentos básicos como fuente de micronutrientes. Hoy en día, los cubitos de caldo comerciales listos para comer se venden típicamente como potenciadores del sabor. Estos cubos se utilizan para realzar el sabor de guisos cocidos, curry y salsas (Sayantan et al. 2022, p.2). Por ello, el estudio revisando fuentes confiables y actualizadas como artículos científicos y libros de los últimos cinco años que permitió diseñar el proceso industrial para elaborar un cubo sazoador. Dentro de la investigación bibliográfica se destacó:

En Suiza, Moretti et al (2019) en su libro “Fortificación de alimentos en un mundo globalizado” capítulo 16: Cubitos de caldo, mencionan la composición, el uso estimado de este producto, las prácticas de fortificación actuales, las posibles investigaciones futuras y otros aditivos añadidos a los cubitos de caldo y concluyen que es un producto ampliamente consumido y su cobertura alcanza a todos los estratos de la población urbana y rurales en África Central y Occidental. También relata que muchos cubos están fortificados con hierro, yodo, vitamina A, pero faltan datos sobre la estabilidad de estos fortificantes durante el almacenamiento y la cocción. Si bien el consumo diario no es suficiente para ser el único alimento fortificado en un programa nacional. Finalmente, sugiere a las empresas alcanzar a 1 mg de hierro por gramo de cubo o polvo de caldo y que el hierro debe agregarse como un compuesto de fortificación con una biodisponibilidad equivalente al sulfato ferroso. Aunque parece inalcanzable hoy, los intentos están en marcha para investigar enfoques novedosos para el cubo sazoador, usando compuestos de fortificación (pp.154-164).

Los autores Sayantan et al. (2022), realizaron una investigación en India denominada “Desarrollo y optimización de novedosos cubitos de caldo de cilantro utilizando arroz Chakhao pigmentado como aglutinante, caracterización fisicoquímica y antioxidante” en la que aplicaron harina Chakhao pigmentado cocida como aglutinante para desarrollar un modelo de cubo sazoador de cilantro, en el proceso de preparación se optimizó utilizando el diseño giratorio compuesto central, el cual, permite una predicción confiable del rendimiento mediante la interpolación sobre el rango de datos en la base de datos, además aporta en la construcción de gráficos de superficie de respuesta para

describir los efectos de las variables en el rendimiento del ciclón de tres productos. Para obtener un modelo simple pero realista, se reajusta usando solo los términos de las variables que son significativos con un nivel de confianza mayor o igual al 90%. Teniendo en cuenta las variables operativas seleccionadas, el modelo resultante es significativo y predice bien los datos experimentales. De tal manera que, la concentración de arroz y el tiempo de cocción afectaron significativamente la dureza, el contenido de humedad y la dispersabilidad de los cubos. Las condiciones óptimas evaluadas fueron 200 g/L de arroz y 5 min de tiempo de cocción. El cubo resultante tenía 24,72% de humedad, 24455,4 g de dureza y se dispersó en agua hirviendo en 28,09 s. Se observó microscópicamente una fuerte adhesión de las partículas de cilantro por el gel de arroz. La sopa de muestra optimizada mostró puntajes sensoriales superiores para, aroma y aceptabilidad general que el control. El sabor ejercido por el polvo de arroz aromático fue un atributo positivo. Las muestras refrigeradas y envasadas al vacío mantuvieron la seguridad microbiana hasta el día 20 de almacenamiento donde las propiedades fisicoquímicas y antioxidantes no cambiaron significativamente (Sayantan et al., 2022, p.2).

Para el procesamiento de la materia prima como la chillangua, se fundamentó su procesamiento a la investigación realizada en Colombia con el tema “Uso de hierbas aromáticas liofilizadas con características organolépticas de calidad en productos gastronómicos” los autores Ramírez et al (2021), durante el proceso de secado por congelación en la placa de tasa de calentamiento (PHR) evaluaron y observaron las propiedades fisicoquímicas de las plantas aromáticas y no mostraron diferencias significativas a excepción del tiempo, que fue una variable de respuesta representativa. En cuanto a las características organolépticas deseables, el experimento de 0,04 PHR fue el preferido. Se encontró que las hierbas aromáticas liofilizadas eran muy apropiadas para la incorporación en productos alimenticios gastronómicos. Ninguno de los cocineros informó cualquier molestia o duda con respecto a su implementación y uso en platos dulces y salados, así como en bebidas frías y calientes. Los consumidores aceptaron bien las cuatro preparaciones. El mojito fue el más aceptado en el 91% de los casos mientras que la vinagreta de tomillo fue la menos aceptada en el 57% de los casos. En cuanto a la evaluación del aroma y el sabor, los consumidores encontraron estas cualidades organolépticas en todos los preparados excepto en los granos de elote, donde solo el 41 % percibió el aroma y el 42 % el sabor característico del cilantro, pese a su aceptación general, el 82 %. Los cocineros consideraban que las hierbas liofilizadas tenían una calidad superior, en términos de aroma, sabor y apariencia, que las hierbas de secado por convección disponibles comercialmente. Por lo tanto, expresaron su disposición a pagar un poco más para ellos (Ramírez et al., 2021, p.23).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Chillangua (*Eryngium foetidum*)

2.2.1.1. Generalidades

Se conoce al *Eryngium foetidum* por varios nombres comunes locales, como cilantro mexicano, hierba espiritual, hierba fit, cilantro, bhandhania, shado beni y chillangua. Es una planta autóctona de América tropical y el oeste de Indias, en donde se usa como medicina y alimento. Es una planta tropical bienal, de olor acre. Es una hierba que crece mejor en condiciones mojadas o húmedas al aire libre, riberas o en pastizales. Las raíces son carnosas, los tallos solitarios y frecuentemente ramificada. Toda la planta es glabra y fuertemente perfumada, las hojas lanceoladas tienen márgenes con dientes, posee una espina amarillenta, su largo esta entre los 8 y 20 cm, y crecen en un patrón de roseta basal. Las inflorescencias blanquecinas nacen en brotes largos (30–50 cm) como un césped apical conspicuo. El fruto es globoso a ovoide y está cubierto de protuberancias de 1–2 mm de largo (Gupta et al., 2011, p.10).

2.2.1.2. Taxonomía

Las categorías taxonómicas superiores para la chillangua, se observa en la tabla 1-2:

Tabla 1-2: Categorías taxonómicas de la chillangua

Reino:	Plantae
Subreino:	<i>Traqueobionta</i> (plantas vasculares)
Súper división:	<i>Spermatophyta</i> (plantas con semillas)
División:	<i>Magnoliophyta</i> (plantas con flor)
Clase:	<i>Magnoliopsida</i> (dicotiledóneas)
Subclase:	<i>Rosidae</i>
Orden:	Apiales

Fuente:(Hanan & Mondragón, 2009, p.1).

2.2.1.3. Aplicaciones

Los usos tradicionales registrados para esta hierba son numerosos, principalmente en la medicina y gastronomía. En América Tropical y Occidente donde la planta es autóctona, el uso predominante de la planta es para tratar fiebres, resfriados, gripe y como alimento. En Surinam incluso se prescribe un

tratamiento para los resfriados a los bebés, aquí se utiliza una decocción de las hojas para bañar al niño y se da a beber una pequeña cantidad de la mezcla. Para la fiebre las hojas y raíces se mezclan con aceite de coco (*Cocos nucifera*) y se frota al niño. Como alimento, las hojas de *E. foetidum* se añaden al curry, guisos y sopas como agente aromatizante.

2.2.1.4. Producción de la chillangua en el Ecuador

La chillangua es una hierba aromática que a nivel nacional aún se desconoce de su existencia, se encuentra generalmente en la región costa de Ecuador, en la provincia de Esmeraldas más del 35% de la población no conoce la existencia de esta planta autóctona. Por tal motivo, es un elemento que difícilmente se consigue bajo cultivos. En Ecuador, la empresa TAKELT comercializa distintos productos con base en la chillangua, desde las hojas frescas hasta esencias e infusiones. Según Almeida (2019) menciona que cuando la planta tenga un follaje adecuado, se cosecha tras dos meses de sembrada. Los agricultores suelen realizar en verano el corte del tallo floral entre 10 a 12 días y repite el proceso cada 14 a 21 días, con el propósito de producir hoja de manera constante (Almeida, 2019, p.4).

2.2.2. Ajo (*Allium sativum* L.)

2.2.2.1. Generalidades

El ajo es una planta herbácea perenne que puede crecer hasta dos pies de alto. Se emplea con fines alimentarios y medicinales, el bulbo o ‘bulbo compuesto’ se compone de 4 a 20 dientes es la parte más importante de la planta. Según Modern Herbal (2018), cada clavo pesa alrededor de 1 g, aunque esto puede variar considerablemente dependiendo de los cultivares y condiciones de crecimiento. El bulbo de ajo también se describe como de 12 a 18 pulgadas de alto y 9 a 12 pulgadas de extensión. Cada diente de ajo es capaz de dar lugar a un bulbo lleno y, por lo tanto, se utiliza para la propagación asexual de la planta como medio predominante de cultivo de ajo (p.8).

2.2.2.2. Taxonomía

La jerarquía taxonómica del ajo esta descrita en la tabla 2-2:

Tabla 2-2: Categorías taxonómicas del ajo

Reino	Plantae
Subreino	<i>Traqueobionta</i> (plantas vasculares)
División	<i>Magnoliophyta</i> (plantas con flor)
Clase	<i>Liliopsida</i>
Subclase	<i>Liliidae</i>
Orden	<i>Liliales</i>
Familia	<i>Liliáceas</i>
Género	<i>Allium</i>
Especie	<i>Allium sativum L</i>

Fuente:(Hanan & Mondragón, 2009, p.2).

2.2.2.3. Variedades

Por la disponibilidad de varias variedades, los cultivares se adaptan a los climas más fríos y a los más cálidos, y las condiciones climáticas están disponibles y, por lo tanto, posibilitan la producción de ajo en todo el mundo.

Teniendo en cuenta el gran volumen de producción de ajo y su larga historia de uso por humanos, se producen diferentes variedades genotípicas. Esto da lugar a variaciones en la composición química además de las influencias ambientales habituales. El consenso es que tenemos al menos dos subespecies de ajo que podrían diferenciarse por algunas características morfológicas. Tal clasificación agrupa a los más cien cultivares diferentes en una subespecie de ajo de cuello duro (*A. sativum ssp. ophioscorodon*); y ajo de cuello blando (*A. sativum ssp. sativum*). En alguna literatura, estas subespecies pueden presentarse como especies propias: ejemplo, *Allium ophioscorodon*. La subespecie también puede presentarse como una variedad: p. *A. sativum var. sativum*.

2.2.2.4. Aplicaciones

El ajo es una verdura especiada y se consume ampliamente en todo el mundo como agente saborizante y remedio a base de hierbas. Es bien conocido por sus beneficios para la salud principalmente debido a varios compuestos bioactivos como la alicina, polisacáridos y polifenoles, que contribuyen a la característica sabor y la actividad biológica del ajo (Feng et al., 2019, p.2). Diversos productos procesados de ajo, como rodajas de ajo deshidratado, ajo en polvo, el ajo crudo, el ajo negro y el aceite de ajo han ganado popularidad recientemente (Asdaq et al., 2022; citado en Feng et al., 2019).

2.2.2.5. Producción del ajo en el Ecuador

Acorde a Ponce (2018) menciona que en Ecuador se produce el ajo ambateño o morado con un ciclo de 220 días aproximadamente, dependiendo su ubicación geográfica, y con un rendimiento de 7 a 8 kg/ha. Así también, se produce el aja tipo perla, una variedad tardía con ciclo vegetativo de 240 días y se da en la provincia de Tungurahua con un rendimiento de 6 a 8 kg/ha (pp.29-30).

En el año 2022, para cubrir la demanda nacional Ecuador importa ajo peruano y chino. El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) explica que cuenta con 894 hectáreas productoras de 6000 toneladas anuales, no obstante, el consumo anual es de 12600 toneladas. Del mismo modo, el Banco Central del Ecuador explica que en 2021 se importaron 974 toneladas de China y 5700 toneladas de Perú, esto sucede debido a la afección de *Sclerotinia* a los cultivos ecuatorianos, hongo causante de la podredumbre en los cultivos (FreshPlaza, 2023, párr.1-5).

2.2.3. *Cubo sazonador*

Los cubitos sazonadores, también llamados cubitos de caldo, son un condimento compuesto por sal de cocina (entre 40% y 70 %), grasa vegetal endurecida, proteínas vegetales hidrolizadas, almidón, hierbas, especias, aromatizantes y puede contener potenciadores de sabor, tales como glutamato monosódico o extractos de levadura. También se comercializan ingredientes similares como polvos de caldo. Es un producto alimenticio procesado y, cuando se fortifican voluntariamente, son un ejemplo de fortificación impulsada por el mercado. Los cubos se fabrican presionando la mezcla de ingredientes en un molde y pesan unos 4 g, pero puede llegar a los 10 g. El caldo los cubos no suelen consumirse en forma cruda, pero se usan para preparar alimentos cocidos como guisos, curry y salsas, y pueden reemplazar en parte el uso de sal de cocina y formar parte de la cultura culinaria local. Se ha reportado un consumo frecuente y regular que, aunado a bajo costo y dosificación auto limitada, hace cubitos de caldo un vehículo prometedor para la fortificación con micronutrientes (Gupta et al., 2011, p.8).

2.2.3.1. *Uso estimado y consumo de los cubos sazonadores*

En varios países en desarrollo, existe tres multinacionales Nestlé', Unilever y GB Foods han lanzado cubitos de caldo enriquecido bajo las marcas Maggi, Knorr/Royco y Jumbo, respectivamente. El cubo de Maggi está actualmente fortificado con yodo y, a veces, hierro. Varios estudios recientes han informado el uso de cubitos de caldo en América del sur en 80% a 99% de todos los hogares, en 5 7 días cada semana, en cantidades por persona que normalmente oscilan de 1 a 4 g/día (Moretti et al, 2018, p.161).

2.2.3.2. Composición de los cubos sazonadores

Los cubitos sazonadores se pueden clasificar según la composición, como hierbas, vegetales y sabor a carne, etc. Estas recetas contienen sobre todo sal, azúcar, glutamato monosódico, aceite y/o grasa, almidón, sabores y color. La tabla 1-2 muestra una concentración en el modelo de receta de ajo utilizada por los autores Gupta et al. (2011), donde emplean componentes de estructura cristalina o dura por peso; y componentes como el almidón y el ajo que poseen un área de superficie mucho mayor por unidad de masa que los cristalinos (Gupta et al., 2011, p.9).

La tabla 3-2 detalla las funciones de cada ingrediente para elaborar un cubo sazonador:

Tabla 3-2: Características funcionales de los elementos típicos de un cubo sazonador

Componente	Función	Estructura	Tamaño	% Composición
Sal	Sabor	Dura (cristales)	Cubo (~0,6mm)	43,00
Azúcar	Sabor	Dura (cristales)	Paralelepípedo irregular (~0,2 mm)	11,00
MSG	Sabor y aroma	Dura (cristales)	Agujas (~0,8 mm × 0,1 mm)	16,00
Ajo	Sabor y aroma	Fibras (suaves)	Fibras entrelazadas (~0,1 mm)	11,00
Almidón	Relleno (aroma, espesor)	Polvo (suave)	Esférico liso (~10 m)	7,00
Anti aglomerante	Anti aglomerante	Polvo (suave)	Forma irregular (~2 m)	2,00
Grasa	Lubricante, aglutinante	Líquido	-	10,00

Fuente: (Gupta et al., 2011, p.9).

2.2.3.3. Procesos industriales

El proceso de fabricación de cubitos sazonadores a escala industrial es bastante simple. Se mezclan los ingredientes secos. Seguidamente, se granulan con grasa previamente fundida y se agrega color y sabores. Esta mezcla luego se enfría, se le da forma, se envuelve y empaca. El paso de enfriamiento a menudo se denomina "maduración", que es la solidificación de la grasa fundida, la ilustración 1-2 indica un diagrama de flujo de proceso simplificado.

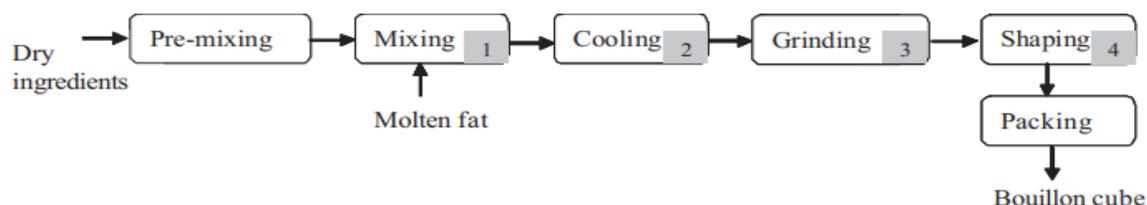


Ilustración 1-2. Diagrama de flujo del proceso de producción de cubos de condimentos

Fuente: (Gupta et al., 2011, p.10).

2.2.3.4. Secado

El secado se puede utilizar para inhibir la reproducción de microorganismos, reducir la actividad enzimática, ralentizar las reacciones químicas adversas y es el método efectivo más común y costoso utilizado a nivel mundial para extender la vida útil de los alimentos (Zhang et al., 2017, p.2). Para mejorar la velocidad de secado, minimizar el consumo de energía y aumentar la calidad del secado, Liu et al. (2022) analizaron la relación de aire de derivación (BAR) y la temperatura en el sistema de secado con bomba de calor (p.1). En términos de obtener la tasa de extracción de humedad específica más alta, los parámetros optimizados fueron una temperatura de secado de 45 °C, una BAR de 0,40 en la primera etapa y una BAR de 0,60 en la segunda etapa. Ilter et al. (2018) revelaron que el tiempo total de secado disminuyó y la velocidad de secado aumentó con el aumento de la temperatura del aire caliente y la potencia de las microondas. La técnica de secado por microondas debe considerarse como una alternativa a la técnica de secado por aire caliente (HAD) para frutas y verduras debido al ahorro de tiempo.

En este sentido, los autores Feng et al. (2019) investigaron los efectos de diferentes pretratamientos en el proceso de secado y las características de calidad de los alimentos secados catalíticamente por infrarrojos. El pretratamiento con alcohol y ultrasonido proporcionó la mayor reducción del tiempo de secado en un 27,27 % en comparación con el control sin tratamiento previo. Sin embargo, no se recomendaba antes del secado infrarrojo catalítico si los productos de ajo seco se usaban como suplementos para la salud o medicamentos para tratar enfermedades debido al contenido de alicina (Feng et al., 2020, p.4).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Planificación

3.1.1. Tipo de proyecto

De acuerdo al ámbito del presente estudio, se estimó un proyecto de ingeniería, por lo que, se realizó un diseño y elaboración de un proceso. Se contempló la maquinaria industrial a emplear de otros elementos según este Trabajo de Integración Curricular. Complementando, lo anteriormente dicho, se consideró al actual proyecto de tipo técnico, debido a que es un proyecto normalizado, es decir, apela a una técnica para la consecución de un logro, por medio de la aplicación de normas o parámetros, las cuales delinearon las etapas de ejecución y monitorización (Pérez, 2021, p.1).

Para diseñar el proceso industrial para la elaboración de cubo sazón a base de chillangua (*Eryngium foetidum*) y ajo (*Allium sativum*) para uso alimentario, se requiere del cumplimiento de los requisitos de la Norma NTE INEN 2602:2011 SOPAS, CALDOS Y CREMAS, ya que, su definición de caldo deshidratado se ajusta al producto en cuestión, y se define en el punto 3.1.2., de la norma como:

El producto constituido por verduras y/o mezclas de carne y sus extractos, grasa, sal, condimentos, especias. Pueden contener verduras deshidratadas, proteínas hidrolizadas, extractos de levaduras y aditivos permitidos; por lo general se presenta en estado granulado, en polvo o moldeado en forma de cubos, cubitos, tabletas o en pasta, para ser consumido mediante el agregado de agua de acuerdo al modo de empleo indicado en su rotulación (p.1).

3.2. Nivel de investigación para el proyecto técnico

Para realizar el diseño del proceso industrial se planteó un carácter descriptivo. Por consiguiente, se buscó detallar las propiedades, características y los perfiles importantes del proceso o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (Hernández et al., 2003, p. 117). Para lograr el objetivo, se midió la información recolectada y seguidamente se describió, analizó e interpretó de manera sistemática las peculiaridades del caso de estudio acorde a la realidad del contexto trazado. De acuerdo a Tamayo (1998) manifiesta que la investigación descriptiva:

Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos. El enfoque que se hace sobre conclusiones es dominante, o como una persona, grupo o cosa, conduce a funciones en el presente. La investigación descriptiva trabaja sobre las realidades de los hechos y sus características fundamentales es de presentarnos una interpretación correcta. (p. 54)

Para el actual estudio se detalló los conocimientos y conceptos que tiene la industria en relación a la producción de cubos sazonadores con base a la chillangua (*Eryngium foetidum*) y ajo (*Allium sativum*); se analizó la revisión bibliográfica que fundamenta los parámetros básicos en la línea de producción para la elaboración de un diseño que optimice los recursos. Además, se tiene un diseño experimental, ya que, se comprobó los efectos de una intervención específica. Asimismo, se tiene un diseño cuantitativo, claro y objetivo que a partir de una diagnosis a nivel de laboratorio se detectó distintos problemas, con la finalidad de describirlos, interpretarlos, comprender su naturaleza y obtener datos de manera transversal para el desarrollo a nivel industrial (Cabrero et al., 2023, p.1). A partir de esto, y en función de los objetivos, se diseñó el proceso industrial para el presente estudio.

3.2.2. Estudio de intervención

Como se explicó, el estudio posee una parte experimental a nivel de laboratorio, para determinar las variables del proceso para maximizar el diseño industrial de manera eficiente y optimizar los recursos disponibles. Para lo cual, se determinó un método de elaboración de cubos sazonadores, se experimentó tiempos, temperaturas y el tamaño de partícula adecuado, así como también, la materia prima y operaciones unitarias a aplicar. Como consecuencia, se obtuvo una serie de tratamientos. Seguidamente, se seleccionó el mejor proceso y a través de los respectivos cálculos para el diseño a nivel industrial.

3.2.3. Métodos

Método Deductivo

Para determinar la calidad del producto final, se realizó un análisis a las materias primas y al producto terminado, partícipe a las variables del proceso y a las operaciones unitarias ejecutadas en el laboratorio según las necesidades de la elaboración de un cubo sazonador.

Método Experimental

Este método permitió el desarrollo de un cubo sazónador a nivel de laboratorio como prueba piloto. A través del proceso, se identificaron las variables y condiciones de operación para generar conclusiones.

Método Inductivo

A partir de la prueba piloto, se recolecto información sobre las materias primas como la chillangua y el ajo, en mismo que genero conocimiento para la elaboración del cubo sazónador, además, del empleo de las normas vigentes.

3.2.4. Muestreo

Acorde a la revisión bibliográfica, se obtuvo una serie de ingredientes con diferentes autores, tal como se evidencia en la tabla 1-3:

Tabla 1-3: Diferentes autores con el diseño

Libro - Caldos y sopas deshidratados. Aspectos fisicoquímicos y micrográficos	Libro - Caldos y sopas deshidratados. Aspectos fisicoquímicos y micrográficos	Diseño de proceso de cubo de caldo mediante la aplicación de síntesis de proceso impulsada por productos.	Desarrollo de Concentrad o sólido con sabor a pollo y reducido en sodio	Libro - capítulo 16. Cubitos de caldo	MAGGI® Cubitos de Pollo	Sazonador a base de residuos de camarón (<i>litopenaeus vannamei</i>), chillangua (<i>Eryngium foetidum</i>) y chirarán
(Luge et al., 1987, p.31)	(Luge et al., 1987, p.32)	(Gupta & Bongers, 2011, p.10)	(Toquer, 2017, p. 22)	(Moretti et al., 2018, p.159)	(MAGGI, 2022, párr.2)	(Báez & Llerena, 2022, p.46)
Sal	Sal	Sal	Sal yodada	Sal de cocina (entre 40% y 70 %)	Sal yodada	Residuos de camarón
Glutamato sódico	Glutamato sódico	Azúcar	Harina de Trigo	Grasa vegetal endurecida	azúcar,	Hojas de chillangua
Fécula	Fécula	Glutamato monosódico	Glutamato Monosódico	Proteínas vegetales hidrolizadas	grasa vegetal	Hojas de chirarán
Grasas comestibles animales	Grasas comestibles animales	Ajo	Azúcar	Almidón	Almidón de maíz	Sal
Proteínas vegetales	Proteínas vegetales	Almidón	Grasa vegetal de palma	Hierbas	Cebolla	Azúcar

Hortalizas (cebolla, pimienta, perejil)	Hortalizas (cebolla, zanahoria, puerro, perejil)	Anti aglomerante	Carne de pollo	Especias	Grasa de gallina	Agua
Extracto de carne y de ave	Azúcar	Grasa	Grasa de pollo	Aromas	Ajo	Pectina
Extracto de levadura	Extracto de levadura		Cebolla	Glutamato monosódico	Cúrcuma (color natural)	Harina de arroz
Hidrolizado de proteínas	Hidrolizado de proteínas		Sabor artificial pollo		Carne de pollo (0,28%),	
Aroma	Especias		Perejil, Ajo		Especias	
Colorantes (caramelo, cúrcuma, lactoflavina)	Colorantes (lactoflavina)		Inosinato disódico		Inosinato disódico (0,28% acentuador del sabor),	
Especias	Butilhidroxianisol		Hierro		Glutamato monosódico (6.17% acentuador del sabor),	
Butilhidroxianisol			Curcumina			

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Acorde a la tabla 1-3, se seleccionó la metodología de Baez & Llerrena (2022), así también, se tomó en cuenta los ingredientes de la empresa MAGGI y el diseño del libro de Moretti et al (2018), con ciertas modificaciones detalladas en el presente estudio.

3.2.5. Selección de materia prima

A partir del muestreo se seleccionó los componentes del cubo sazonador, además, se identificó la función de cada ingrediente en el producto final. Tal como, se visualiza en la tabla 2-3:

Tabla 2-3: Componentes del cubo sazonador con chillangua y ajo

Componente	Función
Hojas de chillangua	Sabor y aroma
Ajo	Sabor y aroma
Sal yodada	Sabor
Azúcar	Sabor
Grasa vegetal	Lubricante, aglutinante
Almidón de maíz	Relleno (aroma, espesor)
Grasa de gallina	Lubricante, aglutinante
Cúrcuma	Colorante

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

3.3. Determinación de variables del proceso

Se consideró todas las operaciones involucradas desde la recepción de la materia prima hasta el almacenamiento del producto final, para determinar las variables que actúan en el proceso para la elaboración de cubo sazón a partir de la chillangua y ajo, lo cual permitió obtener datos e información sobre la cantidad de materia prima necesaria, el empleo de los equipos y maquinaria a necesitar, tiempo de producción, entre otros factores que intervienen en la calidad del producto final. Con la finalidad de obtener una noción real del proceso, se realizó ensayos previos en los laboratorios de la Facultad de Ciencias en la ESPOCH.

Tabla 3-3: Variables del proceso

Tipo	Variables	Variables del estudio
Independiente	Chillangua	%
	Ajo	%
Dependiente	Cubo sazón	%, características: microbiológicos, bromatológicos
Constantes	Otros	%

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

3.3.1. Tratamientos

Se realizó un diseño factorial 2k, el cual permitió encontrar la formulación del cubo sazón, acorde a las variables del proceso su tuvo que: la concentración de la chillangua y ajo como, mientras que el resto de los ingredientes son constantes. Asimismo, se registró el tiempo de operación y temperatura de agitación, mezclado y prensado del producto.

A continuación, en la tabla 4-3 se describió el diseño experimental.

Tabla 4-3: Variable respuesta a ser medida

Nombre	Unidades
CUBO SAZÓN	CS

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Del mismo modo la tabla 5-3, dispone de los factores experimentales para la elaborar un cubo sazón:

Tabla 5-3: Factores experimentales que van a variar

Nombre	Unidades	Bajo	Alto
A: CHILLANGUA	g	10,0	20,0
B: AJO	g	5,0	10,0

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Seguidamente, se dispuso del diseño experimental, tal como se observa en la tabla 6-3:

Tabla 6-3: Diseño experimental

Tipo de Factores	Diseño Tipo	Número de Replicaciones	Total, Ejecuciones
Proceso	Factorial 2 ²	1	4

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Del total de ejecuciones se realizó dos formulaciones con chillangua seca y dos formulaciones con chillangua fresca, mientras que el ajo se mantuvo en estado deshidratado. Para lo cual, se obtuvo las formulaciones descritas en la tabla 7-3:

Tabla 7-3: Formulaciones del cubo sazonador

EJECUCIÓN	CHILLANGUA (g)	AJO SECO (g)
1	Fresca	10,0
2		20,0
3	Seca	10,0
4		20,0

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

De acuerdo a la tabla 7-3, se expresó que existe una variable respuesta (Cubo sazonador) y dos variables experimentales (chillangua y ajo). Por tal motivo, el diseño constó de cuatro ejecuciones, con una única muestra en cada ejecución. Según lo dicho, se tiene un modelo por defecto de: Interacciones de 2 factores con 4 coeficientes.

Así también, la tabla 8-3 detalla la concentración de cada variable constante:

Tabla 8-3: Variables constantes

Componente	Cantidad
Sal yodada	5 g
Azúcar	3g
Grasa vegetal	10 g
Almidón de maíz	10 g
Grasa de gallina	20 g
Cúrcuma	0,5 g
Cebolla	5 g

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

3.4. Técnica de recolección de datos

Para cuantificar la preferencia de las formulaciones realizadas a nivel de laboratorio se realizó una prueba de aceptabilidad. En primer lugar, se codificó cada formulación, tal como, lo detalla la tabla 9-3:

Tabla 9-3: Codificación de las formulaciones

CÓDIGO	Nº	Chillangua (g)		Ajo (g)
	83	SECA	10	5
51	FRESCA	20	10	
11	FRESCA	10	5	
40	SECA	20	10	

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Seguidamente, se colocó una escala para medir el grado de satisfacción de cada parámetro evaluado, de acuerdo a la tabla 10-3:

Tabla 10-3: Escala de aceptabilidad

Le gusta mucho	5	Le gusta	4	No le gusta ni disgusta	3	Le disgusta	2	Le disgusta mucho	1
----------------	---	----------	---	-------------------------	---	-------------	---	-------------------	---

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

El análisis sensorial para la aceptabilidad constó de cuatro parámetros, como: sabor, color, textura y aroma. Lo que permitió información de las características sensoriales de las muestras, ya que se cuantificó los efectos de cada parámetro de calidad sobre la totalidad. La misma se efectuó a 34 usuarios, los cuales degustaron cada muestra sin conocer su formulación. La recolección de datos se realizó a las 10 am y 3 pm por recomendación de Cárdenas et al (2018) los cuales mencionan que a la hora de la comida se efectúa poca confiabilidad de la respuesta (p.259).

Para la interpretación de la aceptabilidad se asignó las puntuaciones de la tabla 11-3:

Tabla 11-3: Rango de interpretación de aceptabilidad para las formulaciones

1 - 2	Poco aceptable	2,1 - 3	Neutro	3,1 - 4	Aceptable	4,1 - 5	Muy aceptable
-------	----------------	---------	--------	---------	-----------	---------	---------------

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Finalmente, se tabuló y analizó la varianza (ANOVA), con el objetivo de observar las diferencias significativas en el promedio de los valores recolectados de cada formulación. Se obtuvo los resultados en el programa InfoStat versión estudiantil.

En la tabla 12-3, se observa la calificación de los usuarios para la formulación con código 83.

Tabla 12-3: Prueba de aceptabilidad para la formulación 83

	AROMA	COLOR	TEXTURA	SABOR	GLOBAL
USUARIO 1	4	3	4	4	4
USUARIO 2	5	3	3	4	4
USUARIO 3	3	4	4	4	4
USUARIO 4	4	4	4	3	4
USUARIO 5	3	3	3	3	3
USUARIO 6	3	3	5	2	3
USUARIO 7	4	2	4	3	3
USUARIO 8	4	5	5	5	5
USUARIO 9	3	2	5	4	4
USUARIO 10	4	4	5	5	4
USUARIO 11	4	4	3	4	4
USUARIO 12	4	3	3	3	3
USUARIO 13	3	3	3	3	3
USUARIO 14	3	3	4	3	3
USUARIO 15	1	1	4	2	3
USUARIO 16	4	3	3	3	3
USUARIO 17	4	4	4	4	5
USUARIO 18	4	2	4	4	4
USUARIO 19	4	2	5	5	4
USUARIO 20	3	4	4	3	4
USUARIO 21	2	3	3	3	3
USUARIO 22	4	4	4	4	4
USUARIO 23	3	4	4	4	5
USUARIO 24	4	2	3	3	3
USUARIO 25	3	3	2	3	3
USUARIO 26	4	3	3	3	4
USUARIO 27	3	3	3	4	3
USUARIO 28	4	4	5	4	4
USUARIO 29	3	3	1	3	3
USUARIO 30	5	4	5	4	4
USUARIO 31	4	2	4	2	3
USUARIO 32	4	4	4	4	4
USUARIO 33	3	4	4	4	4
USUARIO 34	3	2	3	3	3
PROMEDIO	3,53	3,15	3,74	3,50	3,65
DESVIACIÓN	0,79	0,89	0,93	0,79	0,65

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

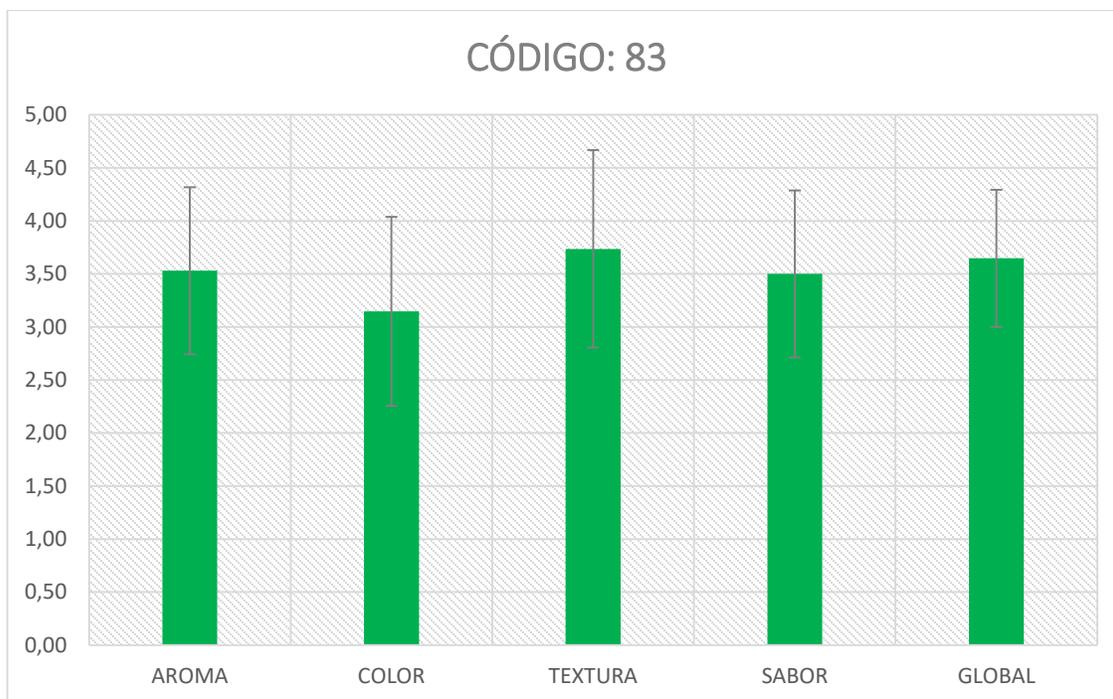


Ilustración 1-3. Gráfica de aceptabilidad de la formulación 83

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Acorde a la formulación 83 correspondiente a 10 g de chillangua seca y 5 g de ajo en polvo, se determinó que los usuarios la califican como aceptable, ya que, la calificación individual se encuentra entre 3,1 y 4 en cada aspecto. El aspecto de sabor presenta una calificación promedio de 3,50, se consideró como aceptable. Respecto a la textura se observó que fue el aspecto que más le agrado a los 34 usuarios con un promedio de 3,74, así también, se evidenció que fue pastosa, lo cual, la hace idónea para mantener la forma de cubo. Presentó una calificación global de 3,65, de este modo se observa en la ilustración 1-3.

A continuación, se observa en la tabla 13-3 las calificaciones que los usuarios otorgaron a la formulación 51:

Tabla 13-3: Prueba de aceptabilidad para la formulación 51

	AROMA	COLOR	TEXTURA	SABOR	GLOBAL
USUARIO 1	4	4	4	4	4
USUARIO 2	5	4	3	4	4
USUARIO 3	4	3	4	4	4
USUARIO 4	4	4	3	2	3
USUARIO 5	4	4	4	4	4
USUARIO 6	5	5	2	5	5
USUARIO 7	4	3	2	3	3
USUARIO 8	5	5	3	5	5
USUARIO 9	2	5	2	3	3
USUARIO 10	4	4	3	3	3
USUARIO 11	2	2	2	2	2
USUARIO 12	4	3	3	3	4
USUARIO 13	5	4	4	4	4
USUARIO 14	4	5	4	4	4
USUARIO 15	3	4	3	4	3
USUARIO 16	3	3	3	3	3
USUARIO 17	2	4	2	1	2
USUARIO 18	3	5	5	5	4
USUARIO 19	3	3	2	2	3
USUARIO 20	3	3	3	3	3
USUARIO 21	3	4	3	3	3
USUARIO 22	4	3	2	4	2
USUARIO 23	4	4	4	4	4
USUARIO 24	4	4	3	4	4
USUARIO 25	4	3	2	4	3
USUARIO 26	4	4	5	5	4
USUARIO 27	4	4	3	4	4
USUARIO 28	5	4	4	5	5
USUARIO 29	1	5	5	5	5
USUARIO 30	5	5	5	5	5
USUARIO 31	4	4	4	2	4
USUARIO 32	4	2	3	3	3
USUARIO 33	3	4	3	5	4
USUARIO 34	3	4	3	4	4
PROMEDIO	3,68	3,85	3,24	3,68	3,65
DESVIACIÓN	0,98	0,82	0,96	1,07	0,85

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

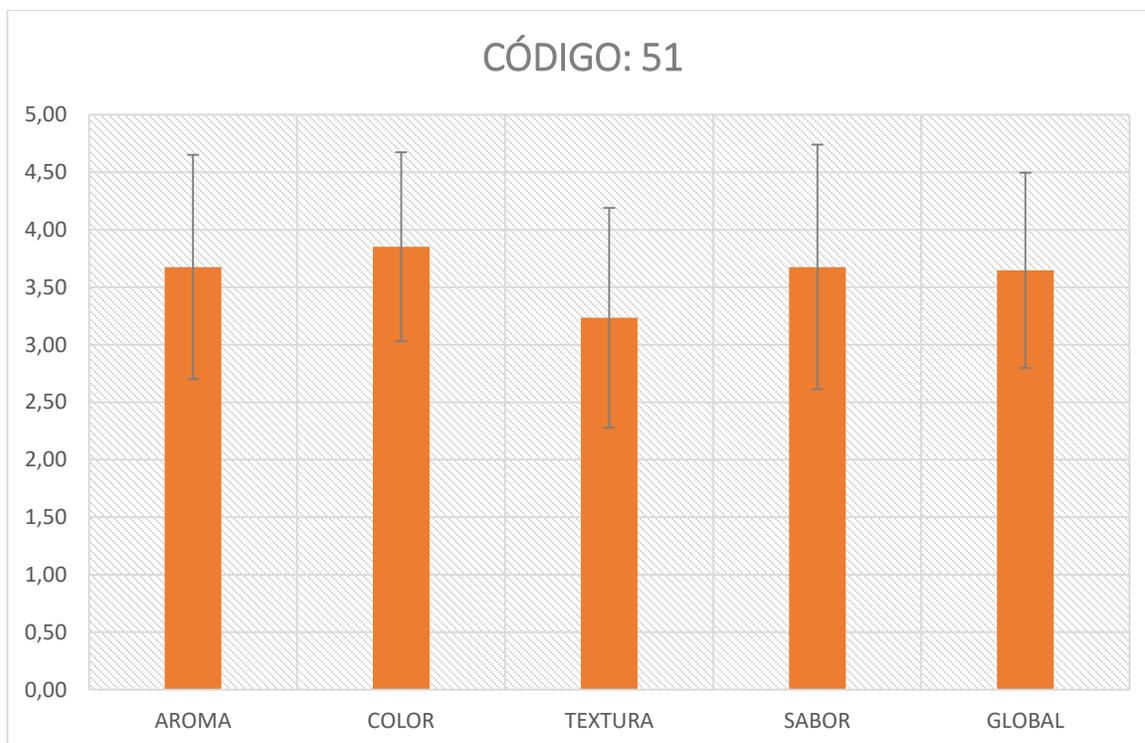


Ilustración 2-3. Gráfica de aceptabilidad de la formulación 51

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Del mismo modo, la formulación 51 que corresponde a 20 g de chillangua fresca y 10 g de ajo en polvo, se determinó que los usuarios la califican como aceptable, ya que, la calificación individual se encuentra entre 3,1 y 4 en cada aspecto. El sabor obtuvo una calificación promedio de 3,68, por lo que, se consideró aceptable. Sin embargo, la textura se tornó líquida, por lo que, el cubo no tomó la forma deseada. El parámetro con mayor aceptación entre los usuarios fue el color con 3,85. Presentó una calificación global de 3,65, tal como se visualiza en la ilustración 2-3.

Seguidamente, la tabla 14-3 indica la puntuación de cada aspecto analizado para la formulación con código 11:

Tabla 14-3: Prueba de aceptabilidad para la formulación 11

	AROMA	COLOR	TEXTURA	SABOR	GLOBAL
USUARIO 1	4	4	4	4	4
USUARIO 2	5	3	3	4	4
USUARIO 3	4	4	4	4	4
USUARIO 4	4	4	4	4	4
USUARIO 5	5	4	4	4	4
USUARIO 6	4	5	4	5	5
USUARIO 7	3	4	2	3	3
USUARIO 8	5	3	4	4	4
USUARIO 9	5	4	2	5	4
USUARIO 10	3	4	3	3	3
USUARIO 11	4	3	2	4	4
USUARIO 12	3	4	3	3	4
USUARIO 13	5	5	5	5	5
USUARIO 14	4	4	4	4	4
USUARIO 15	4	4	4	5	4
USUARIO 16	4	3	3	3	3
USUARIO 17	2	5	4	5	4
USUARIO 18	5	5	5	5	5
USUARIO 19	5	5	4	5	5
USUARIO 20	3	3	3	4	3
USUARIO 21	3	4	3	3	3
USUARIO 22	4	3	3	2	2
USUARIO 23	4	5	4	5	4
USUARIO 24	4	4	3	4	4
USUARIO 25	4	4	4	4	4
USUARIO 26	4	5	4	5	5
USUARIO 27	4	4	5	3	4
USUARIO 28	4	4	4	5	4
USUARIO 29	4	5	4	1	2
USUARIO 30	4	5	4	3	4
USUARIO 31	4	5	3	5	5
USUARIO 32	4	3	3	4	3
USUARIO 33	3	3	3	5	4
USUARIO 34	4	5	3	5	4
PROMEDIO	3,97	4,09	3,56	4,03	3,88
DESVIACIÓN	0,72	0,75	0,79	1,00	0,77

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

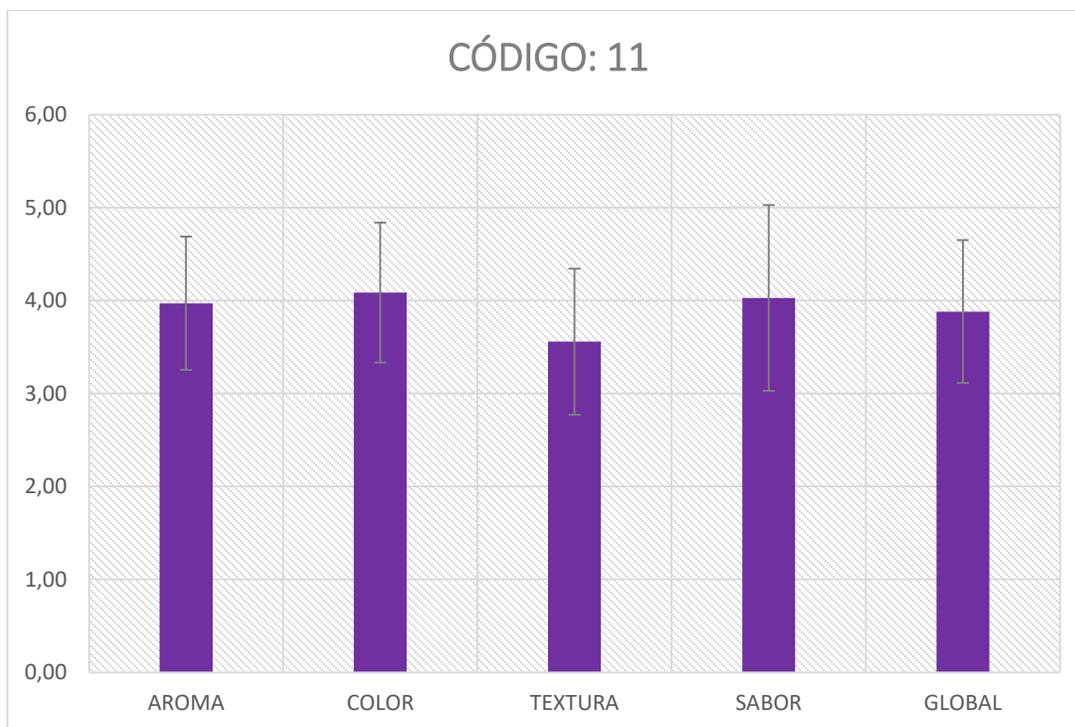


Ilustración 3-3. Gráfica de aceptabilidad de la formulación 11

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

La ilustración 3-3, muestra las calificaciones de la formulación 11 que corresponde a 10 g de chillangua fresca y 5 g de ajo en polvo, la cual mantuvo una calificación de aceptable, ya que, la calificación individual se encuentra entre 3,1 y 4 en cada aspecto. El color es el aspecto con mayor aceptabilidad con un promedio de 4,09. Así también, la textura obtuvo 3,56, dentro de las observaciones se denotó que es pastosa, y mantiene la forma de cubo adecuado. Finalmente, presento una calificación global de 3,88.

Finalmente, la tabla 15-3 agrupa las calificaciones de los usuarios hacia la formulación 40:

Tabla 15-3: Prueba de aceptabilidad para la formulación 40

	AROMA	COLOR	TEXTURA	SABOR	GLOBAL
USUARIO 1	3	3	3	3	3
USUARIO 2	5	3	3	2	2
USUARIO 3	3	4	4	5	4
USUARIO 4	4	4	4	4	4
USUARIO 5	3	3	3	4	3
USUARIO 6	2	3	5	5	4
USUARIO 7	3	2	4	4	3
USUARIO 8	5	5	2	5	4
USUARIO 9	3	2	2	3	2
USUARIO 10	2	3	3	2	3
USUARIO 11	4	3	3	4	4
USUARIO 12	3	3	3	3	3
USUARIO 13	5	4	4	5	5
USUARIO 14	4	4	5	5	4
USUARIO 15	1	2	4	4	3
USUARIO 16	3	3	3	3	3
USUARIO 17	2	4	5	4	4
USUARIO 18	5	2	5	5	5
USUARIO 19	5	3	4	2	4
USUARIO 20	4	4	4	3	4
USUARIO 21	2	3	3	2	3
USUARIO 22	4	3	2	4	3
USUARIO 23	4	4	5	4	4
USUARIO 24	4	2	3	2	3
USUARIO 25	4	2	3	3	4
USUARIO 26	5	4	5	5	5
USUARIO 27	5	4	3	5	5
USUARIO 28	4	5	4	4	4
USUARIO 29	2	5	5	1	3
USUARIO 30	5	4	4	5	5
USUARIO 31	4	3	4	4	4
USUARIO 32	4	3	3	4	4
USUARIO 33	4	4	3	5	4
USUARIO 34	2	2	4	3	3
PROMEDIO	3,59	3,29	3,65	3,71	3,68
DESVIACIÓN	1,13	0,91	0,92	1,14	0,81

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

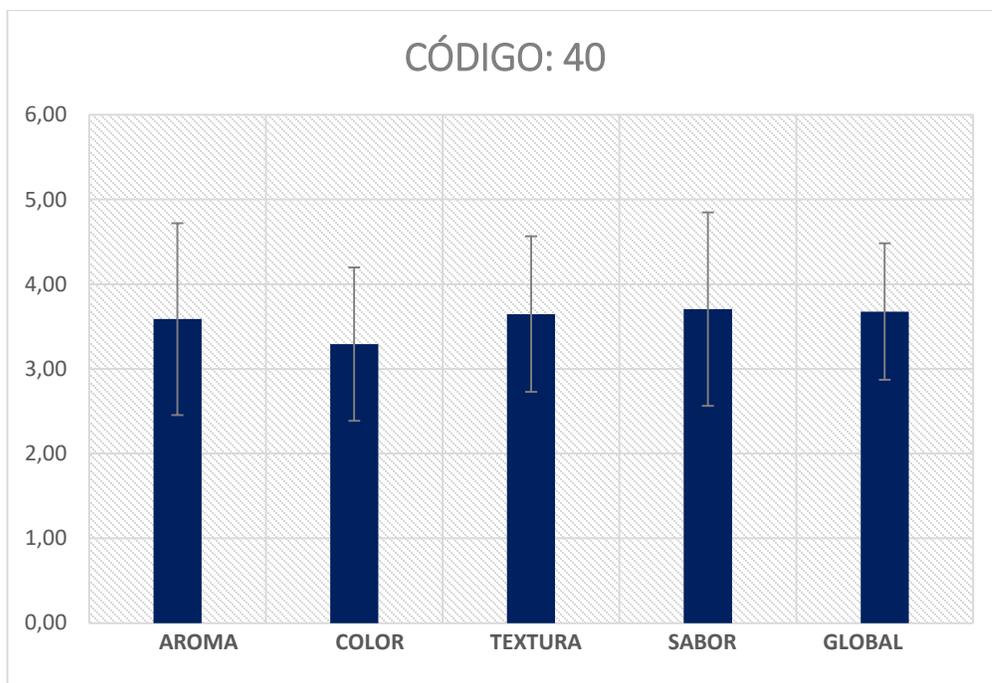


Ilustración 4-3. Gráfica de aceptabilidad de la formulación 40

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Según, la ilustración 4-3 se observa que la calificación individual por cada aspecto es mayor a 3, por lo que, se obtuvo una calificación global 3,68, siendo aceptable. En relación al sabor presentó un promedio de 3,71, siendo el parámetro más aceptable entre los usuarios. Por otra parte, la textura fue muy arenosa por tal motivo el cubo se deshacía y no conservó su forma. La formulación 40 corresponde a 10 g de chillangua seca y 5 g de ajo en polvo.

En un análisis general, la codificación 11 presento mayor aceptabilidad entre los usuarios con un promedio de 3,88. Sin embargo, se consideró principalmente el sabor, aroma y textura. Así que, la codificación 83 y 11 presentan la textura idónea, ya que se conserva la forma del cubo sazonador. Del mismo modo, los usuarios manifestaron que en cuanto a sabor la formulación 11 con hojas de chillangua fresca con un promedio de 4,03 es muy aceptable en comparación a la formulación 83 con hojas de chillangua seca con promedio de 3,50. No obstante, secar la chillangua permite disminuir la actividad del agua del producto final, por lo que, la vida útil sería mayor. Por tal motivo, para el diseño industrial para la elaboración de un cubo sazonador a base de chillangua y ajo, se seleccionó la codificación 83, que contiene 10 g de chillangua seca y 5 g de ajo en polvo.

3.5. Proceso experimental para la obtención del cubo sazonador

3.5.1. Técnica de elaboración del cubo sazonador

Se estableció la técnica para elaborar el cubo sazonador a partir de chillangua y ajo, acorde a Pabón (2021), el cual, seca todos los ingredientes para seguidamente mezclarlos con la grasa, tal como, se detalló en la tabla 16-3:

Tabla 16-3: Técnica para la elaboración del cubo sazonador

N°	Materiales y Equipos	Reactivo	Procedimiento	Método de Ensayo
1	<ul style="list-style-type: none"> - Tamices - Molino - Secador de bandejas - Agitador - Cronómetro - Termómetro - Recipiente de vidrio y plástico - Vaso de precipitación - Balanza 	<ul style="list-style-type: none"> - Chillangua - Ajo - Azúcar - Sal yodada - Grasa vegetal - Almidón de maíz - Grasa de gallina - Cúrcuma 	<ul style="list-style-type: none"> - Seleccionar la materia prima - Retirar impurezas - Lavar y desinfectar la chillangua y el ajo con 5% de hipoclorito de sodio. - Secar las hojas de chillangua a 65°C por 19 horas - Triturar las hojas de chillangua - Rebanar el ajo en capas finas - Secar las rebanadas a 60°C - Moler y tamizar para tener una muestra uniforme. - Colocar la sal, el azúcar, el almidón - Mezclar y agitar a una temperatura de 65 °C-70°C. - Incorporar la chillangua y ajo. - Agregar la manteca vegetal y de gallina - Colocar en moldes - Dejar enfriar - Empaquetar y almacenar 	Pabón, (2021)

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

3.5.1.1. Diagrama del proceso para la elaboración del cubo sazonador

El proceso de fabricación de cubitos de caldo a escala industrial es bastante simple. Los ingredientes secos se mezclan y luego se mezclan/granulan con grasa fundida. Esta mezcla se enfría, se le da forma, se envuelve y empaca. El paso de enfriamiento a menudo se denomina "maduración", que es la solidificación de la grasa fundida. Un diagrama de flujo del proceso simplificado se visualiza en la ilustración 5-3:

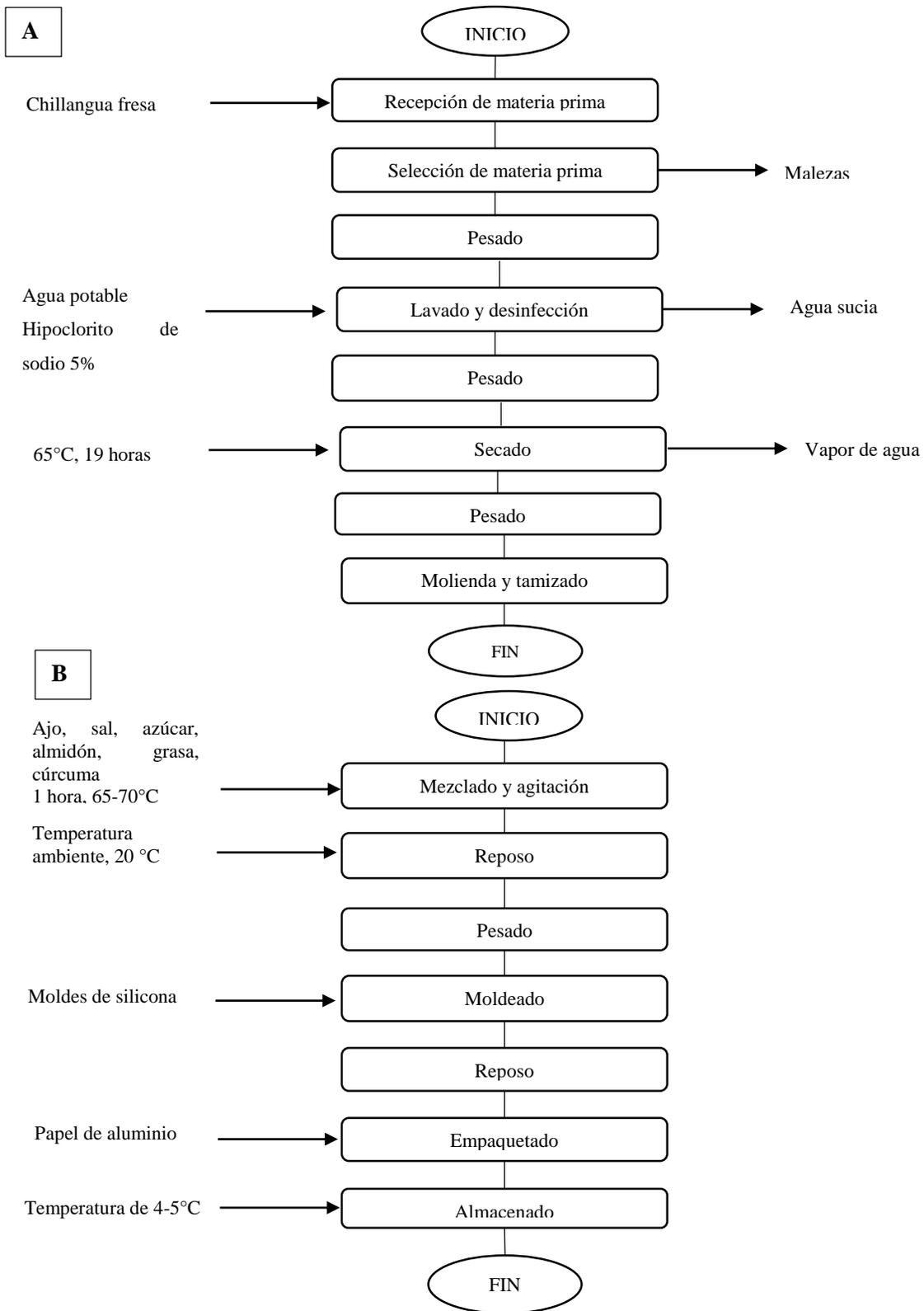


Ilustración 5-3. Diagramas de flujo: A. Chillangua en polvo B. Cubo sazonador

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

3.6. Diseño de ingeniería a nivel industrial

3.6.1. Consideraciones de diseño

Se planteó elaborar 8000 unidades diarias de 11,5 g por cada cubo sazonador, en el día se ejecuta 2 lotes. Por lo tanto, se tiene una producción de 92 kg/día. La masa de la mezcla para la producción de cada lote es de 46 kg.

Para la formulación a nivel industrial, se tomó los 0,0685 kg del total, y se realizó una relación a 46 kg, por lo que, el 0,01 kg representa a la porción de chillangua. De tal manera, se obtuvo la siguiente relación:

$$\begin{array}{l} 0,0685 \text{ kg de la mezcla de producción} \quad 0,01 \text{ kg de Chillangua polvo} \\ 46 \text{ kg de la mezcla de producción} \quad x \\ x = 6,72 \text{ kg de Chillangua polvo} \end{array}$$

Del mismo modo, se determinó el total necesario de los demás ingredientes para la producción a nivel industrial, tal como se visualiza en la tabla 17-3:

Tabla 17-3: Formulación del cubo sazonador a nivel industrial

Ingredientes	Cantidad a nivel de laboratorio (g)	Cantidad a nivel industrial (kg)
Chillangua	10	6,72
Ajo	5	3,36
Sal yodada	5	3,36
Azúcar	3	2,01
Grasa vegetal	10	6,72
Almidón de maíz	10	6,72
Grasa de gallina	20	13,43
Cúrcuma	0,5	0,34
Cebolla	5	3,36
Total	68,5	46,02

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

3.6.2. Recepción de la materia prima

Dentro del diseño industrial, en el área de recepción de materia prima se colocó un operador que recibirá la chillangua, ajo y demás insumos, verificando su calidad. Este espacio cuenta con una mesa industriales de acero inoxidable grado alimenticio, con medidas de 1,40 m x 0,60 m x 0,90 m.



Ilustración 6-3. Mesa industrial de acero inoxidable

Fuente: (Vitrinas Ecuador, 2023, p.1).

Dentro de los componentes de la formulación, la chillangua, es el único ingrediente que necesita tener un pretratamiento. Por lo que, se obtuvo la cantidad de chillangua fresca necesaria a nivel industrial, a través, de los datos experimentales de la tabla 18-3:

Tabla 18-3: Datos experimentales de la chillangua

Muestra	Pi (g)	Pl (g)	Pf (g)	Sf (g)	Tf (g)
1	310,21	116,23	115,39	12,83	12,81
2	320,07	112,43	110,83	9,76	9,38
3	321,62	123,92	119,32	15,76	15,24
4	315,55	112,34	111,92	10,39	10,23
5	330,72	116,23	115,67	13,91	13,71
6	310,81	117,98	116,23	13,67	13,42
7	323,92	113,23	112,92	11,93	11,23
8	326,21	116,43	115,76	13,05	12,95
9	319,98	119,65	118,02	14,69	14,67
10	323,91	120,90	119,23	14,99	14,79
Total	3203,00	1169,34	1155,29	130,98	128,43

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Donde:

Pi, peso inicial de la muestra antes de la selección

Pl, peso inicial de la muestra después en la selección

Pf, peso final de la muestra después de la selección y lavado

Sf, peso final de la muestra después del secado

Tf peso final de la muestra después del triturado y molienda

Por lo tanto, se logró la siguiente relación:

$$\begin{aligned}
 3,203 \text{ kg de Chillangua fresca} & \quad 0,128 \text{ kg de Chillangua polvo} \\
 x & \quad 6,72 \text{ kg de Chillangua polvo} \\
 x = 168,16 \text{ kg de Chillangua fresca}
 \end{aligned}$$

Es decir, se necesita 168,16 kg de Chillangua fresca sin pretratamiento.

Para el dimensionamiento de la mesa industrial, se contempló la ergonomía del operador, siendo la principal variable de diseño. Así también, es importante determinar la cantidad de chillangua a ingresar:

Ecuación 01-3:

$$V_{ms} = L_{ms} \times a_{ms} \times h_{ms}$$

Donde:

V_{ms} = Volumen de mesa (m^3)

L_{ms} = Longitud de mesa (1,7 m)

a_{ms} = ancho de mesa (0,90 m)

h = altura de mesa de selección (m)

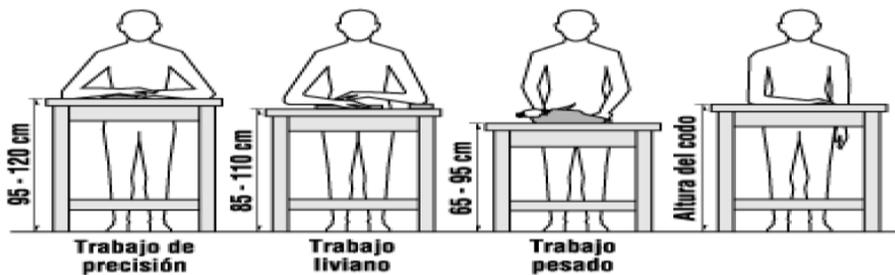


Ilustración 7-3. Posiciones de trabajo del operador

Fuente: (Gandarillas, 2020, p.16).

Se determinó que seleccionar la chillangua es un trabajo liviano, por lo que, de acuerdo a la ilustración 12-3 se consideró una mesa de estructura rectangular, con medidas de: 1,5 m x 0,70 m x 1 m, con una profundidad de 0,1 m.

$$V_{ms} = 1,7 \text{ m} \times 0,90 \text{ m} \times 0,12 \text{ m}$$

$$V_{ms} = 0,184 \text{ m}^3$$

Se determinó la capacidad aproximada de la mesa, por medio de la siguiente ecuación:

Ecuación 02-3:

$$m = \delta_{\text{Chillangua}} \times V_{ms}$$

Donde:

$\delta_{\text{Chillangua}}$ = Densidad de la chillangua fresca

Navarrete & Tapia (2022) determinaron que la densidad de la chillangua fresca es de 1085 kg/m³ (p.28).

$$m = 1085 \frac{Kg}{m^3} \times 0,184 m^3$$

$$m = 199,21 Kg$$

La mesa de recepción posee una capacidad adecuada para la cantidad de materia prima a utilizar.

3.6.3. Selección de la materia prima

Durante esta etapa, el operador selecciona las hojas sanas de chillangua, elimina malezas, tallos y elementos no deseados de la materia prima. Acorde a los datos experimentales se obtuvo la siguiente relación:

$$\begin{array}{r} 1,169 \text{ kg de chillangua fresca seleccionada} \\ x \end{array} \quad \begin{array}{r} 0,128 \text{ kg de Chillangua polvo} \\ 6,72 \text{ kg de Chillangua polvo} \end{array}$$
$$x = 61,37 \text{ kg de Chillangua fresca seleccionada}$$

3.6.4. Lavado y desinfección de la materia prima

Acorde al tipo de alimento, se consideró un lavado por aspersión debido a que la chillangua es una hierba silvestre aromática, que posee contacto directo con la tierra y diversos microorganismos (Díaz, 2018, p.9). Para la desinfección y lavado de la chillangua, se optó por una lavadora de cinta para cantidad intermedia, en el que se ingresa la chillangua y se transporte mediante una cinta a un túnel con baquillas rociadoras montadas por debajo y arriba, el agua sale a presión ejerciendo una acción de lavado intenso. En primera instancia, la chillangua se recircula el agua con hipoclorito de sodio al 5%, para después enjuagar con agua limpia. La lavadora tiene las siguientes características:

- Material de acero inoxidable
- Tanque de recirculación de agua
- Sistema de bombeo
- Drenaje



Ilustración 8-3. Lavadora por aspersión

Fuente: (Sormac B.V., 2023, p.1).

Se determinó la relación de la materia prima a desinfectar y lavar:

$$\begin{array}{rcl}
 1,155 \text{ kg de chillangua fresca lavada} & 0,128 \text{ kg de Chillangua polvo} & \\
 x & 6,72 \text{ kg de Chillangua polvo} & \\
 x = 60,63 \text{ kg de Chillangua fresca lavada} & &
 \end{array}$$

Por otra parte, se calculó el porcentaje de impurezas retiradas en la operación de selección y lavado:

Ecuación 03-3:

$$\begin{aligned}
 \%Removido &= \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100 \\
 \%Removido &= \frac{1169 - 1155,29}{1169} * 100 \\
 \%Removido &= 1,73 \%
 \end{aligned}$$

3.6.5. Secado de las hojas de chillangua

Para deshidratar las hojas de chillangua se dimensionó un secador de bandejas. Debido a que, esta configuración es típica para la mayoría de las aplicaciones industriales. De tal manera, las partículas de material se colocan uniformemente en la superficie de cada bandeja, se genera aire sobre las bandejas que contienen el producto, y el movimiento del aire es invertido, de modo que el producto tenga un contenido de humedad uniforme al final de secado (Kiranoudis et al., 1997, p. 273).

La tabla 19-3 agrupa los datos experimentales antes y después del secado, necesarios para el dimensionamiento del equipo.

Tabla 19-3: Datos de la chillangua antes y después del secado

Muestra	Si (g)	Sf (g)
1	115,39	12,83
2	110,83	9,76
3	119,32	15,76
4	111,92	10,39
5	115,67	13,91
6	116,23	13,67
7	112,92	11,93
8	115,76	13,05
9	118,02	14,69
10	119,23	14,99
Total	1155,29	130,98

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Se calculó el rendimiento de secado de la chillangua, a través de la ecuación 04-3:

Ecuación 04-3:

$$\%Removido = \frac{S_i - S_f}{S_i} * 100$$

Donde:

Si, peso inicial de la muestra antes del secado

Sf, peso final de la muestra después del secado

$$\%Removido = \frac{1155,29 - 130,98}{1155,29} * 100$$

$$\%Removido = 88,66\%$$

3.6.5.1. Cálculo para la humedad en base seca

Con el propósito de calcular la humedad, se empleó los datos experimentales de la tabla 20-3:

Tabla 20-3: Datos experimentales del tiempo de secado

Nº	Tiempo de secado (h)	Peso de la muestra (kg)
1	0	1,155
2	2	1,125
3	4	0,975
4	6	0,810
5	8	0,660
6	10	0,420
7	12	0,270
8	14	0,151
9	16	0,141
10	18	0,131
11	19	0,128

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Se realizó la deshidratación de la chillangua de 1,15 kg en un área de secado de 0,1824 m² a 65°C. Para determinar la humedad en base seca, se empleó la ecuación 05-3:

Ecuación 05-3:

$$X_{BS} = \frac{\text{Masa de agua}}{\text{Masa del solido seco}}$$

Donde:

X_{BS}= Humedad en base seca

$$X_{BS} = \frac{(1,150 - 0,128) \text{ kg de agua}}{0,128 \text{ kg de solido seco}}$$

$$X_{BS} = 8,023 \frac{\text{kg de agua}}{\text{kg de sólido seco}}$$

La tabla 21-3 presenta las humedades en base seca:

Tabla 21-3: Humedad de la Chillangua en base seca

N°	Tiempo de secado (h)	Peso de la muestra (kg)	X _{BS}
1	0	1,150	8,023
2	2	1,125	7,789
3	4	0,975	6,617
4	6	0,810	5,328
5	8	0,660	4,156
6	10	0,420	2,281
7	12	0,270	1,109
8	14	0,151	0,180
9	16	0,141	0,102
10	18	0,131	0,023
11	19	0,128	0,000

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

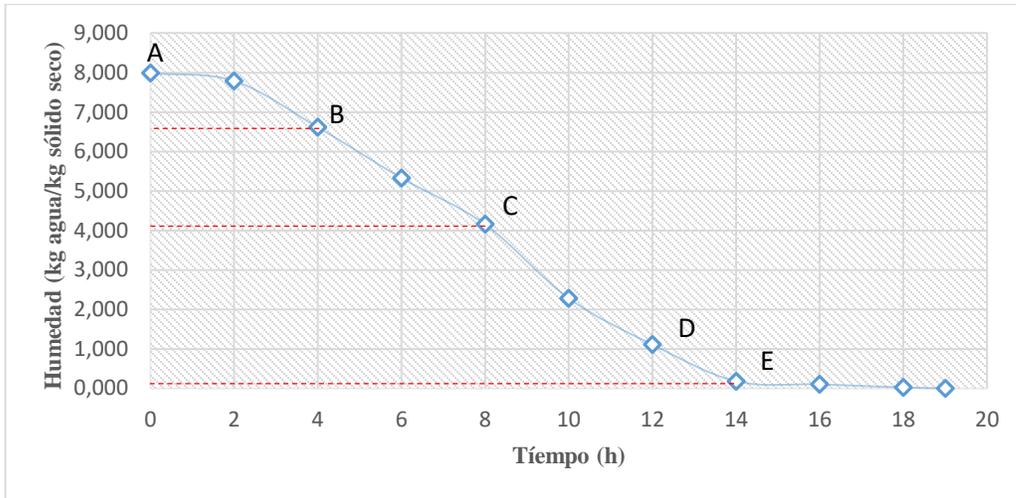


Ilustración 9-3. Curva de humedad vs tiempo a (65°C)

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

La ilustración 9-3 presentó el contenido de humedad en un determinado tiempo, durante el proceso de secado de las hojas de chillangua. Se observó, que el periodo inicial de la curva (A-B) cambia la humedad, al finalizar esta etapa se toma una forma lineal $X=f(t)$, lo cual, significó que la velocidad de secado permanece constante (B-C) hasta llegar al punto crítico (C) donde inicia levemente una curva, lo cual, genera una asíntota con el contenido de humedad, este punto se consideró como el valor mínimo de humedad en el proceso de secado, siendo el periodo de caída de velocidad del secado.

3.6.5.2. Cálculo de humedad media

Ecuación 06-3:

$$\overline{X}_{BS} = \frac{X_n + X_{n+1}}{2}$$

Donde:

\overline{X}_{BS} = Humedad media

$$\overline{X}_{BS} = \frac{7,789 + 8,023}{2}$$

$$\overline{X}_{BS} = 7,906 \frac{\text{kg de agua}}{\text{kg de sólido seco}}$$

3.6.5.3. Cálculo de la variación del tiempo

Ecuación 07-3:

$$\Delta\theta = \theta_n - \theta_{n+1}$$

Donde:

$\Delta\theta$ = Variación de tiempo

$$\Delta\theta = 2 - 0$$

$$\Delta\theta = 2 \text{ h}$$

3.6.5.4. Cálculo de la variación de la humedad

Ecuación 08-3:

$$\Delta X_{BS} = X_n - X_{n+1}$$

Donde:

ΔX_{BS} = Variación de la humedad en base seca

$$\Delta X_{BS} = 7,789 - 8,023$$

$$\Delta X_{BS} = -0,234 \frac{\text{kg de agua}}{\text{kg de sólido seco}}$$

3.6.5.5. Cálculo de la velocidad del secado

Ecuación 09-3:

$$W = \frac{S}{A} \left(-\frac{\Delta X}{\Delta\theta} \right)$$

Donde:

W= Velocidad del secado (kg/m^2h)

S= Cantidad de material seco (kg)

A= Área de secado (m^2)

$$W = \frac{0,128 \text{ kg}}{0,1824 \text{ m}^2} \left(-\frac{-0,234}{2 \text{ h}} \right)$$

$$W = 0,082 \text{ kg/m}^2\text{h}$$

Por lo tanto, la tabla 22-3 agrupan los valores de humedad media, variación de tiempo y humedad, velocidad de secado.

Tabla 22-3: Humedad media, variación de tiempo y humedad, velocidad de secado

\bar{X}	$\Delta\theta$	ΔX	w
7,906	2,000	-0,234	0,082
7,203	2,000	-1,172	0,411
5,973	2,000	-1,289	0,452
4,742	2,000	-1,172	0,411
3,219	2,000	-1,875	0,658
1,695	2,000	-1,172	0,411
0,645	2,000	-0,930	0,326
0,141	2,000	-0,078	0,027
0,062	2,000	-0,078	0,027
0,012	1,000	-0,023	0,016

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

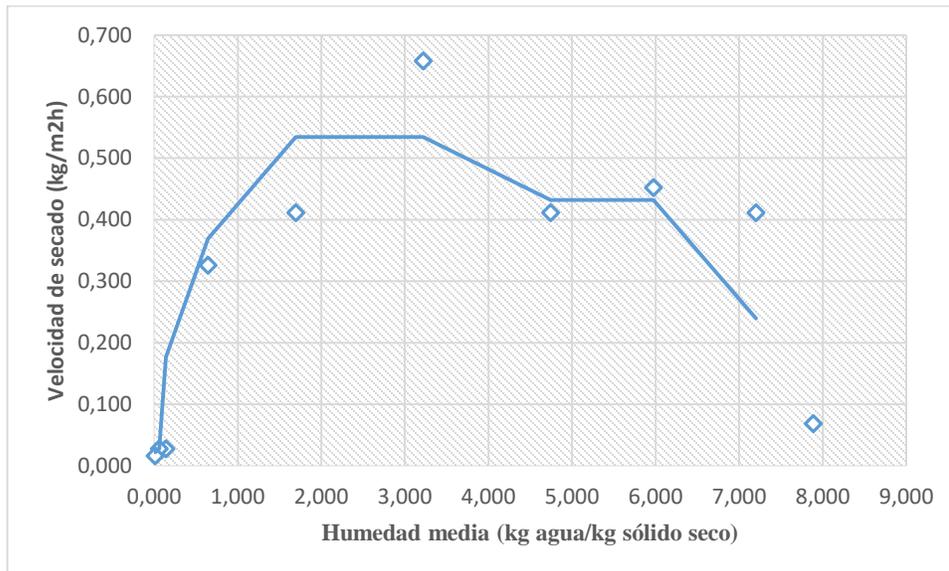


Ilustración 10-3. Curva de velocidad de secado vs humedad media a (65°C)

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

La ilustración 10-3 denota la curva de secado de las hojas de chillangua, donde el punto A enmarca el periodo de inicio entre los dos primeros puntos de 7,906 y 7,203 kg de agua/ kg de seco, correspondientes a la humedad media, en donde se observó una velocidad de caída rápidamente desde 0,082 y 0,411 kg/m²h, debido al ajuste de condiciones en el inicio del proceso de secado. Después, en el punto B la velocidad se mantiene constante durante un tiempo corto con humedades medias de 5,973 y 4,742 kg de agua/ kg de seco con velocidades de 0,452 y 0,411 kg/m²h, lo que significa que las hojas de chillangua posee todavía un contenido de agua importante, la cual, va desapareciendo

con facilidad. En el siguiente periodo comienza a decaer hasta una humedad media de 3,219 kg de agua/kg de seco a 0,658 kg/m²h y continúa con velocidad constante hasta alcanzar una humedad media de 1,695 kg de agua/kg de seco correspondiente a la humedad crítica hasta anular la humedad del producto, por eso se denominó a este periodo como crítico, finalizando el proceso. La tabla 23-3 expone los datos de humedad crítica y de equilibrio generados por la curva de velocidad de secado vs humedad media.

Tabla 23-3: Datos generados por la curva de velocidad de secado vs humedad media

Parámetro	Símbolo	Valor
Humedad crítica	X_c	1,695
Humedad de equilibrio	X^*	0,062

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

3.6.5.6. Cálculo de la velocidad anticrítica

Ecuación 10-3:

$$W_c = \frac{S}{A} \left(\frac{X_i - X_c}{\Delta\theta} \right)$$

Donde:

W_c = Velocidad anticrítica

X_i = Humedad inicial

X_c = Humedad crítica

$$W_c = \frac{0,128 \text{ kg}}{0,1824 \text{ m}^2} \left(\frac{7,906 - 1,695}{4 \text{ h}} \right)$$

$$W_c = 1,08 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2\text{h}}$$

3.6.5.7. Cálculo de la velocidad postcrítica

Ecuación 11-3:

$$W_D = W_c - \frac{X_c - X}{X_c - X_f} (W_c - W_f)$$

$$W_D = 1,08 - \frac{1,695 - 0,141}{1,695 - 0,12} (1,08 - 0,016)$$

$$W_D = 0,03 \frac{kg}{m^2 h}$$

3.6.5.8. Cálculo del tiempo ante crítico

Ecuación 12-3:

$$\theta_a = \frac{S}{A} \left(-\frac{X_i - X_c}{W_c} \right)$$

$$\theta_a = \frac{0,128 \text{ kg}}{0,1824 \text{ m}^2} \left(-\frac{7,906 - 1,695}{1,08 \frac{kg}{m^2 h}} \right)$$

$$\theta_a = 4 \text{ h}$$

3.6.5.9. Cálculo del tiempo anticrítico

Ecuación 12-3:

$$\theta_p = \frac{S}{A} \left(\frac{X_c - X^*}{W_c} \ln \frac{X_c - X^*}{X_f - X^*} \right)$$

$$\theta_p = \frac{0,128 \text{ kg}}{0,1824 \text{ m}^2} \left(\frac{1,695 - 0,082}{1,09} \ln \frac{1,695 - 0,082}{0,12 - 0,082} \right)$$

$$\theta_p = 3,89 \text{ h}$$

3.6.5.10. Tiempo total de secado

Ecuación 13-3:

$$\theta_T = \theta_a + \theta_p$$

$$\theta_T = 4 \text{ h} + 3,89 \text{ h}$$

$$\theta_T = 7,89 \text{ h}$$

3.6.5.11. Dimensionamiento del secador de bandejas

Para realizar el dimensionamiento del equipo, se determinó de manera experimental los datos expuestos en la tabla 24-3:

Tabla 24-3: Datos adicionales para el dimensionamiento

	Unidad	Valor
Capacidad de la cámara	kg	60,63
Densidad de la Chillangua	Kg/m ³	1085
Espesor de la Chillangua	cm	0,1

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

- **Carga del sólido sobre las bandejas**

Ecuación 14-3:

$$\frac{Ls}{A} = \delta_p * t$$

Donde:

$\frac{Ls}{A}$ = Carga del sólido sobre las bandejas (kg/m²)

δ_p = Densidad de la Chillangua (kg/m³)

t = Espesor máximo de la Chillangua (m)

$$\frac{Ls}{A} = 1085 \frac{kg}{m^3} * 0,01 m$$

$$\frac{Ls}{A} = 10,85 \frac{kg}{m^2}$$

- **Área total de las bandejas**

Ecuación 15-3:

$$Atb = \frac{L}{\frac{Ls}{A}}$$

Atb = Área total de las bandejas (m²)

L = Capacidad de la cámara (kg)

$$Atb = \frac{60,63 kg}{10,85 \frac{kg}{m^2}}$$

$$Atb = 5,588 m^2$$

- **Área para una bandeja**

Ecuación 16-3:

$$Ab = \frac{Atb}{Nb}$$

Donde:

Nb = Número de bandejas

$$Ab = \frac{5,588 m^2}{24}$$

$$Ab = 0,23 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, las bandejas rectangulares presentan las siguientes dimensiones:

Largo= 0,58 m

Ancho= 0,40 m

- **Espesor de las bandejas**

De acuerdo, a la norma americana AISI se seleccionó la calidad del acero para construir el secador de bandejas y sus distintos componentes, de tal modo que la tabla 25-3 contiene el valor a emplear:

Tabla 25-3: Resistencia a la tracción del acero inoxidable AISI 304

Valor	50-70
Símbolo	t_t
Unidad	kg/mm ²

Fuente: (Ingemeccánica, 2022, p.1).

Ecuación 16-3:

$$t_D = \frac{P * ab^2}{ta^2}$$

Donde:

t_D = Esfuerzo de diseño (lb/pulg²)

ta = Espesor del material del Acero AISI 304

ab = Ancho de las bandejas (pulg)

P = Fuerza máxima de las bandejas (lb/ pulg²)

Ecuación 17-3:

$$P = \frac{Cb * g}{ab * lb}$$

Donde:

Cb = Capacidad por bandeja (kg)

g = Gravedad (m/s²)

lb = Longitud de las bandejas (m)

$$P = \frac{2,75 \text{ kg} * 9,8 \text{ m/s}^2}{(0,40 * 0,58)\text{m}^2}$$

$$P = 117,17 \frac{N}{m^2} = 0,0169 \text{ lb/pulg}^2$$

Ecuación 18-3:

$$t_D = \frac{t_t}{f_s}$$

Donde:

t_t = Resistencia a la tracción del acero AISI 304 (lb/pulg²)

f_s = Factor de seguridad

Se tomó un factor de seguridad de 1,5 con base a Guarán y Tinillo (2013) en su estudio “Diseño de construcción de un prototipo deshidratador atmosférico de bandejas discontinuo con circulación forzada de una capacidad de 0,85 m³ utilizando energía solar” (pp.86-106).

$$t_D = \frac{1705 \text{ lb/pulg}^2}{1,5}$$

$$t_D = 1136,6 \text{ lb/pulg}^2$$

Ecuación 19-3:

$$ta^2 = \frac{P * ab^2}{t_D}$$

$$ta^2 = \frac{0,0169 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} * (15,75)^2 \text{ pulg}^2}{1136,6 \text{ lb/pulg}^2}$$

$$ta^2 = 3,69 \times 10^{-3} \text{ pulg}^2$$

$$ta = 0,061 \text{ pulg} = 0,00154 \text{ m} = 1,54 \text{ mm}$$

Para una carga de 2,75 kg en cada bandeja, 1,54 mm son suficientes para soportar el peso de las hojas de chillangua. Sin embargo, se seleccionó un espesor de 2 mm por recomendación técnica de soldadura y doblado, con el propósito de evitar problemas en la construcción de las bandejas (Ruiz, 2016, p.60).

- **Volumen de las bandejas**

Ecuación 20-3:

$$Vb = V1 + V2 + V3$$

Vb= Volumen de las bandejas

V1=Volumen de la base (m³)

V2= Volumen del pretil ancho (m³)

V3= volumen del pretil largo (m³)

Ecuación 21-3:

$$V1 = ab * lb * ta$$

$$V1 = 0,40 \text{ m} * 0,58 \text{ m} * 0,002 \text{ m}$$

$$V1 = 4,6 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Ecuación 22-3:

$$V2 = ab * hb * ta$$

$$V2 = 0,40 \text{ m} * 0,03 \text{ m} * 0,002 \text{ m}$$

$$V2 = 2,4 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

Ecuación 23-3:

$$V3 = lb * hb * eb$$

$$V3 = 0,58 \text{ m} * 0,03 \text{ m} * 0,002 \text{ m}$$

$$V3 = 3,48 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$Vb = 4,6 \times 10^{-4} \text{ m}^3 + 2,4 \times 10^{-5} \text{ m}^3 + 3,48 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$Vb = 5,23 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

- **Masa de las bandejas**

Ecuación 24-3:

$$\delta = \frac{Mb}{Vb}$$

Donde:

δ = Densidad del acero AISI 304 ($\frac{kg}{m^3}$)

Mb = Masa de la bandeja (kg)

Vb = Volumen de la bandeja (m^3)

Ecuación 25-3:

$$Mb = \delta * Vb$$

$$Mb = 7800 \frac{kg}{m^3} * 5,23 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$Mb = 4,01 \text{ kg}$$

- **Longitud de la cámara interna**

Ecuación 26-3:

$$Ici = lb + 0,10 lb$$

Donde:

Ici= Longitud de la cámara (m)

lb= Longitud de las bandejas (m)

$$Ici = 58 \text{ cm} + 0,10(58\text{cm})$$

$$Ici = 63,8 \text{ cm} = 0,64 \text{ m}$$

- **Ancho de la cámara interna**

Ecuación 27-3:

$$aci = ab + 0,10 ab$$

$$aci = 40 \text{ cm} + 0,10(40\text{cm})$$

$$aci = 44 \text{ cm} = 0,44 \text{ m}$$

- **Altura de la cámara interna**

Ecuación 28-3:

$$hci = nb * hb + 6 * esp$$

Donde:

hci= Altura de la cámara interna (m)

esp= Espacio entre bandejas (m)

$$hci = 24 * 0,03\text{m} + 6 * 0,1\text{m}$$

$$hci = 1,32 \text{ m} = 132 \text{ cm}$$

- **Área de la cámara interna**

Ecuación 29-3:

$$Aci = 2(ac_i * hci + lci * hci + aci * lci)$$

$$Aci = 2(0,44 \text{ m} * 1,32 \text{ m} + 0,64 \text{ m} * 1,32 \text{ m} + 0,44 \text{ m} * 0,64 \text{ m})$$

$$Aci = 1,71 \text{ m}^2$$

- **Volumen de la cámara interna**

Ecuación 30-3:

$$Vci = (aci * hci * lci)$$

$$Vci = (0,44 * 1,32 * 0,64)\text{m}^3$$

$$Vci = 0,37 \text{ m}^3$$

- **Longitud de la cámara externa**

Ecuación 31-3:

$$lce = lci + espt + 2(espm) + espv$$

Donde:

espt= Espesor de la tapa (m)

espm= Espesor del acero inoxidable (m)

espv =Espesor del ventilador (m)

$$lce = 0,64 m + 0,003 m + 2(0,003 m) + 0,04 m$$

$$lce = 0,689 m = 68,90 cm$$

- **Ancho de la cámara externa**

Ecuación 32-3:

$$ace = aci + 4(espm) + 2(espa)$$

Donde:

espa= Espesor de la lana de vidrio (m)

$$ace = 0,44 m + 4(0,003 m) + 2(0,04 m)$$

$$ace = 0,53 m = 53 cm$$

- **Altura de la cámara externa**

Ecuación 33-3:

$$hce = hci + espr + espa + 4(espm)$$

Donde:

espr= Espacio para las resistencias (m)

$$hce = 1,32 m + 0,12 m + 0,04 m + 4(0,003)m$$

$$hce = 1,49 m = 149,2 cm$$

- **Área de la cámara externa**

Ecuación 34-3:

$$Ace = 2(ace * hce + lce * hce + ace * lce)$$

$$Ace = 2(0,53 m * 1,49 m + 0,689 m * 1,49 m + 0,53 m * 0,689 m)$$

$$Ace = 4,36 m^2$$

- **Volumen de la cámara externa**

Ecuación 35-3:

$$Vce = (ace * hce * lce)$$

$$Vce = (0,53 m * 1,49 m * 0,689m)$$

$$Vce = 0,54 m^3$$

• **Calor necesario para calentar el sólido en el secador**

Para calcular el calor necesario se consideró las propiedades físicas de las hojas de chillangua de la tabla 26-3:

Tabla 26-3: Propiedades físicas de las hojas de chillangua

	Símbolo	Valor
Densidad	δ	1085 kg/m ³
Capacidad calorífica	Cp	3,615 Kj/kg°C

Fuente: (Navarrete & Tapia, 2022, p.28)

Del mismo modo, se tomó las propiedades físicas del agua a partir de la tabla A-9, tal como se observa en la tabla 27-3:

Tabla 27-3: Propiedades físicas del agua

Temperatura (°C)	65
Conductividad térmica (Kcal/kg)	568,90

Fuente: (Cengel & Yunus, 2010, p.920).

La tabla 28-3 presenta las magnitudes de los coeficientes necesarios para la transferencia de calor:

Tabla 28-3: Magnitudes de los coeficientes de transferencias de calor

K acero (W/mK)	16,30
K lana de vidrio (W/mK)	0,038
h vapor de agua (W/m²K)	2850

Fuente: (Geankoplis, 2009, pp.246-247).

Ecuación 36-3:

$$Q = mCp_s\Delta T$$

Q= Calor necesario para calentar el sólido (kcal)

m= Peso del material kg

Cp_s= Capacidad calorífica del solido (kcal/kg °C)

ΔT = Variación de temperatura del sólido (°C)

$$Q = (60,63 kg * 0,863 \frac{kcal}{kg} °C * (65°C - 20°C))$$

$$Q = 2354,57 \text{ Kcal}$$

- **Cantidad de energía eléctrica**

Ecuación 37-3:

$$E = 2354,57 \text{ Kcal} * \frac{1,16 \frac{W}{h}}{1 \text{ kcal}}$$

$$E = 2731,30 \frac{W}{h}$$

- **Potencial de la resistencia**

Ecuación 38-3:

$$P = 2731,30 \frac{W}{h} * 7,13 \text{ h}$$

$$P = 19474,18 \text{ W} = 19,47 \text{ kw}$$

- **Resistencias convección al desprenderse vapor de agua de la Chillangua a secar**

Ecuación 39-3:

$$R_1 = \frac{1}{h_1 Ab}$$

Donde:

R1= Resistencia a la transferencia de calor por convección (°K/W)

h1= Coeficiente convectivo (W/m²°K)

$$R_1 = \frac{1}{2850 \frac{W}{m^2 K} * 0,23 m^2}$$

$$R_1 = 1,53 \times 10^{-3} \text{ °K/W}$$

- **Resistencia a la conducción del acero**

Ecuación 40-3:

$$R_2 = \frac{1}{kAce}$$

$$R_2 = \frac{1}{16,3 \frac{W}{m^2 K} * 4,36 m^2}$$

$$R_2 = 0,0141 \text{ °K/W}$$

- **Resistencia a la conducción aislante térmica lana de vidrio**

Ecuación 41-3:

$$R_{3v} = \frac{L}{kA_{ce}}$$

$$R_{3v} = \frac{0,04 \text{ m}}{0,038 \frac{W}{m^2K} * 4,36 \text{ m}^2}$$

$$R_{3v} = 0,24 \text{ }^\circ\text{K/W}$$

- Velocidad de transferencia de calor (1-2)

Ecuación 42-3:

$$q_{1-2} = \frac{\Delta T}{R_1 + R_2}$$

$$q_{1-2} = \frac{(338 - 293)^\circ\text{k}}{1,53 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{K/W} + 0,0141 \text{ }^\circ\text{K/W}}$$

$$q_{1-2} = 2884,424 \text{ W}$$

- Velocidad de transferencia de calor (1-3v)

Ecuación 43-3:

$$q_{1-3v} = \frac{\Delta T}{R_1 + R_2 + R_{3v}}$$

$$q_{1-3v} = \frac{(338 - 293)^\circ\text{k}}{1,53 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{K/W} + 0,0141 \text{ }^\circ\text{K/W} + 0,24 \text{ }^\circ\text{K/W}}$$

$$q_{1-3v} = 176,04 \text{ W}$$

- Calor útil

Ecuación 44-3:

$$Q_{UTIL} = q_{1-2} - q_{1-3v}$$

$$Q_{UTIL} = (2884,424 \text{ W} - 176,04 \text{ W})$$

$$Q_{UTIL} = 2708,39 \text{ W}$$

3.6.6. Diseño de la molienda y triturado de la chillangua

Para diseñar la trituradora a emplear, se utilizó los datos experimentales de la tabla 29-3:

Tabla 29-3: Datos de la chillangua antes y después de la molienda

Muestra	Ti (g)	Tf (g)
1	12,83	12,81
2	9,76	9,38
3	15,76	15,24
4	10,39	10,23
5	13,91	13,71
6	13,67	13,42
7	11,93	11,23
8	13,05	12,95
9	14,69	14,67
10	14,99	14,79
Total	130,98	128,43

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Perdida de la chillangua al triturar y moler: $\frac{130,98 - 128,43}{130,98} * 100$

Ecuación 45-3:

$$\%Removido = \frac{T_i - T_f}{T_i} * 100$$

Donde:

Ti, peso inicial de la muestra antes de la molienda

Tf, peso final de la muestra después de la molienda

$$\%Removido = \frac{130,98 - 128,43}{130,98} * 100$$

$$\%Removido = 1,94\%$$

Después del secado, se debe reducir el tamaño de partícula, comprimiendo a su vez el volumen del alimento triturado, lo que, beneficia en el almacenamiento y empleo de las hojas de chillangua secas para el posterior proceso. Para conseguir este objetivo, se optó una trituradora de hojas con cribas intercambiables, las cuales permiten la selección del tamaño de triturado. La misma que cuenta con un sistema neumático de introducción y auto limpieza en la entrada del material, tal como, se muestra en la ilustración 11-3.



Ilustración 11-3. Trituradora de hojas

Fuente: (ACF, 2023, p.1).

3.6.7. Diseño para el tanque de agitación y mezclado

3.6.7.1. Cálculo para el volumen del tanque de agitación.

Tabla 30-3: Datos para calcular la densidad del cubo sazónador

Peso del cubo	11,5 g	0,0115 kg
Largo del cubo	3,30 cm ³	0,0330 m ³
Ancho del cubo	2,37 cm ³	0,0237 m ³
Espesor del cubo	1,20 cm ³	0,0120 m ³

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Ecuación 46-3:

$$d = \frac{\text{masa del cubo sazónador}}{\text{volumen del cubo sazónador}}$$

$$d = \frac{0,0115 \text{ kg}}{(0,033 * 0,0237 * 0,0120) \text{ m}^3}$$

$$d = 1225,34 \text{ kg/m}^3$$

Para la producción se planteó elaborar 8000 unidades de 11,5 g de cada cubo sazónador, al día se ejecuta 2 lotes. Por lo tanto, se tiene una producción diaria de 92 kg.

La masa de la mezcla para la producción de cada lote es de 46 kg.

Ecuación 47-3:

$$V_A = \frac{\text{masa de la mezcla}}{d}$$

Donde:

V_A : Volumen de la mezcla

$$V_A = \frac{46 \text{ kg}}{1225,34 \text{ kg/m}^3}$$

$$V_A = 0,038 \text{ m}^3 = 38 \text{ L}$$

Factor de seguridad 0,15

Ecuación 48-3:

$$V_S = V_A * 0,15$$

Donde:

V_S : Volumen nominal del tanque de agitación

$$V_S = 0,038 \text{ m}^3 * 0,15$$

$$V_S = 5,7 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Ecuación 49-3:

$$V_{TA} = V_S + V_A$$

Donde:

V_{TA} : Volumen del tanque de agitación

$$V_{TA} = (5,7 \times 10^{-3} + 0,038) \text{ m}^3$$

$$V_{TA} = 0,0437 \text{ m}^3$$

3.6.7.2. Cálculo para la altura del tanque de agitación

Ecuación 50-3:

$$V_{TA} = A * h_{TA}$$

Donde:

A : Área

h_{TA} : altura del tanque de agitación

Ecuación 51-3:

$$A = \pi * r^2$$

Donde:

r: Radio

Ecuación 52-3:

$$r = \frac{\varnothing_{TA}}{2}$$

Donde:

\varnothing_{TA} : Diámetro del tanque de agitación

Reemplazamos:

Ecuación 53-3:

$$A = \pi \frac{\varnothing_{TA}^2}{4}$$

Se tiene la relación (diámetro/altura) entre 1,25 - 2,00, se escoge el valor de 1,3 por estabilidad (Padilla, 2017, p.45).

Ecuación 54-3:

$$h = 1,3\varnothing_{TA}$$

Reemplazamos:

Ecuación 55-3:

$$V_{TA} = \pi \frac{\varnothing_{TA}^2}{4} * 1,3\varnothing_{TA}$$

Despejamos el diámetro

Ecuación 56-3:

$$\varnothing_{TA} = \sqrt[3]{\frac{4V_{TA}}{1,3\pi}}$$
$$\varnothing_{TA} = \sqrt[3]{\frac{4(0,0437 \text{ m}^3)}{1,3\pi}}$$

$$\varnothing_{TA} = 0,34 \text{ m}$$

Reemplazamos los datos obtenidos en la Ecuación 54-3:

$$h_{TA} = 1,3\varnothing_{TA}$$

$$h_{TA} = 1,3 * 0,34 \text{ m}$$

$$h_{TA} = 0,442 \text{ m} \approx 0,45 \text{ m}$$

3.6.7.3. Cálculo de la Superficie útil del tanque de agitación

Ecuación 57-3:

$$A = \pi \frac{\phi_{TA}^2}{4}$$
$$A = \pi \frac{0,34^2}{4}$$
$$A = 0,090 \text{ m}^2$$

Ecuación 58-3:

$$\text{Superficie útil} = \frac{0,090 * 75\%}{100\%}$$
$$\text{Superficie util} = 0,068 \text{ m}^2$$

3.6.7.4. Diseño del agitador

Debido a la alta viscosidad de la mezcla, Castillo (2013) recomienda un agitador tipo paletas, ya que, es ideal para trabajar a bajas velocidades y con fluidos viscosos (Castillo, 2013, p.30).

Tabla 31-3: Consideraciones geométricas impulsor tipo paletas

W/Da= 1	Da/ ϕ_{TA} =0,33	E/ ϕ_{TA} =0,34
---------	-----------------------	----------------------

Fuente: (Castillo, 2013, p.30)

Donde:

W: Ancho de paleta

Da: Diámetro de las palas

ϕ_{TA} : Diámetro del tanque

E: Distancia desde el fondo del tanque hasta el impulsor

3.6.7.5. Cálculo de la distancia del fondo a la base del impulsor

Ecuación 59-3:

$$E/\phi_{TA} = 0,34$$
$$E = 0,34 * \phi_{TA}$$
$$E = 0,34 * 0,34 \text{ m}$$

$$E = 0,1156 \text{ m} = 11,56 \text{ cm}$$

3.6.7.6. Cálculo del diámetro de las palas

Ecuación 60-3:

$$D_a / \phi_{TA} = 0,33$$

$$D_a = 0,33 * \phi_{TA}$$

$$D_a = 0,33 * 0,34$$

$$D_a = 0,1122 \text{ m} = 11,22 \text{ cm} \approx 11,5 \text{ cm}$$

3.6.7.7. Cálculo del ancho de la paleta

Ecuación 61-3:

$$W / D_a = 0,2$$

$$W = 0,2 * D_a$$

$$W = 0,2 * 11,5 \text{ cm}$$

$$W = 2,30 \text{ cm}$$

3.6.7.8. Cálculo de la altura de la chaqueta para el ingreso de vapor

Ecuación 62-3:

$$h_{chaqueta} = \frac{h_{TA}}{1 + f}$$

Donde:

h_{TA} : Altura del tanque de agitación

f : Factor de seguridad 10%

$h_{chaqueta}$: Altura de la chaqueta

$$h_{chaqueta} = \frac{0,45 \text{ m}}{1 + 0,10}$$

$$h_{chaqueta} = 0,41 \text{ m}$$

Tras realizar el proceso de agitación y mezclado, se debe reposar 1 hora.

3.6.8. *Empaquetado del producto final*

Para empaquetar el producto final, previamente se empleó moldes de policarbonato, ya que, distribuyen uniformemente el calor de la mezcla para el cubo sazonador, además, su transparencia permite al operador visualizar el proceso de enfriamiento.



Ilustración 12-3. Moldes de policarbonato

Fuente: (Moldemanía, 2023, p.1).

Una vez fríos, los cubos se encuentran listos para empaquetar, el material del envoltorio será de papel reciclable proveniente de fábricas de pulpa. Y se colocara en una máquina empaquetadora con potencia de 1,8 kw. Similar a la ilustración 13-3:



Ilustración 13-3. Máquina empaquetadora de cubos para condimentos

Fuente: (ACF, 2023, p.1).

Finalmente, para conservar el producto final se almacenará en un cuarto frío, libre de humedad a 16 °C.



Ilustración 13-3. Máquina empaquetadora de cubos para condimentos

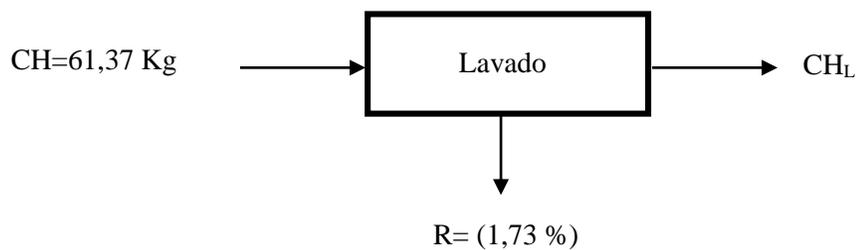
Fuente: (ACF, 2023, p.1).

3.7. Balance de masa

Acorde a la ley de conservación de la materia, se tiene la siguiente igualdad:

$$\text{Entrada} = \text{Salida}$$

3.7.1. Lavado



Ecuación 63-3:

$$CH = \frac{\%R}{100} * CH + CH_L$$

Donde:

CH, Chillangua antes del lavado

CH_L, Chillangua limpia

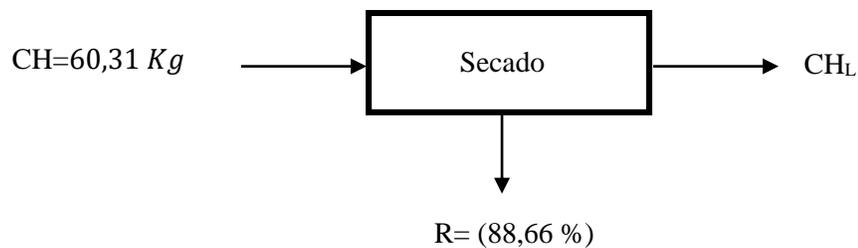
R, Residuos del lavado

$$CH_L = CH - \frac{\%R}{100} * CH$$
$$CH_L = 61,37 - \frac{1,73}{100} * 61,37$$
$$CH_L = 60,31 \text{ Kg}$$

Ecuación 64-3:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{CH_L}{CH} * 100$$
$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{60,31}{61,37} * 100$$
$$\% \text{ Rendimiento} = 98,27 \%$$

3.7.2. Secado



Ecuación 65-3:

$$CH = \frac{\%R}{100} * CH + CH_L$$

Donde:

CH, Chillangua antes del secado

CH_L, Chillangua seca

R, agua evaporada

Ecuación 66-3:

$$CH_L = CH - \frac{\%R}{100} * CH$$

$$CH_L = 60,31 - \frac{88,66}{100} * 60,31$$

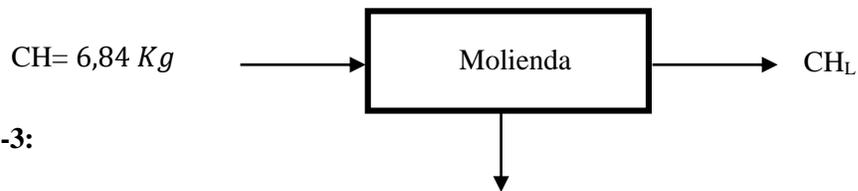
$$CH_L = 6,84 \text{ Kg}$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{CH_L}{CH} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{6,84}{60,31} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 11,34 \%$$

3.7.3. Molienda



Ecuación 67-3:

$$R = (1,94 \%)$$

$$CH = \frac{\%R}{100} * CH + CH_L$$

Donde:

CH, Chillangua antes de la molienda

CH_L, Chillangua molida

R, residuos

$$CH_L = CH - \frac{\%R}{100} * CH$$

$$CH_L = 6,84 - \frac{1,94}{100} * 6,84$$

$$CH_L = 6,72 \text{ Kg}$$

Ecuación 68-3:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{CH_L}{CH} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{6,72}{6,84} * 100$$

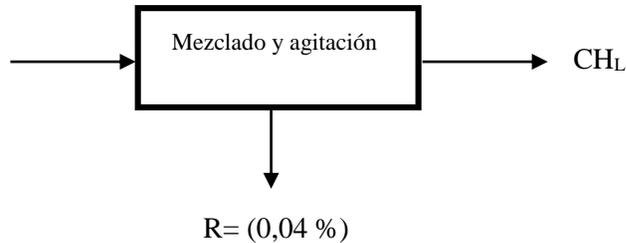
$$\% \text{ Rendimiento} = 98,16 \%$$

3.7.4. Mezclado y agitación

CH= 6,72 Kg

Ajo=3,36 Kg

Aditivos= 35,94 kg



Ecuación 69-3:

$$Mezcla = \frac{\%R}{100} * Mezcla + Mezcla_L$$

Donde:

R, residuos

$$Mezcla_L = Mezcla - \frac{\%R}{100} * Mezcla$$

$$CH_L = (6,72 + 3,36 + 35,94) - \frac{0,04}{100} * (6,72 + 3,36 + 35,94)$$

$$CH_L = 46,01 \text{ Kg}$$

Ecuación 70-3:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{Mezcla_L}{Mezcla} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{46,01}{(6,72 + 3,36 + 35,94)} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 99,97 \%$$

3.8. Balance global

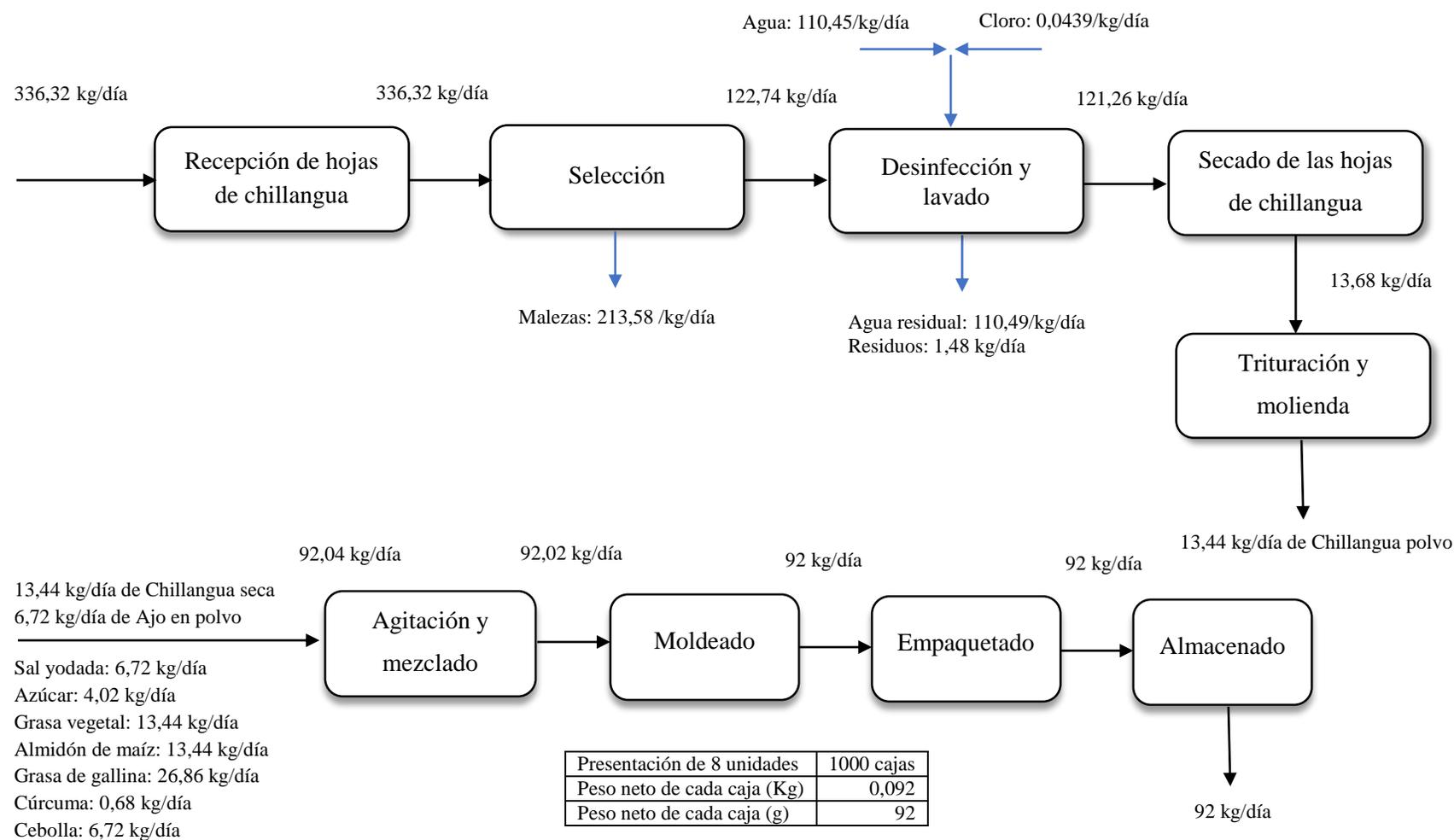


Ilustración 14-3. Balance global del proceso de elaboración de un cubo sazónador

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

3.9. Viabilidad técnica y económica

3.9.2. Inversión fija

Tabla 32-3: Equipos necesarios para la elaboración de un cubo sazoador

Equipo	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Costo Total (\$)
Mesas industriales	3	135,00	405,00
Lavadora por aspersión	1	786,00	786,00
Balanza de piso	2	57,00	114,00
Balanza analítica	2	41,00	82,00
Secador de bandejas	1	1560,00	1560,00
Trituradora de hojas	1	620,00	620,00
Tanque de agitación y mezclado	1	3300,00	3300,00
Moldes de policarbonato	35	1,48	51,80
Empaquetadora	1	6000,00	6000,00
Cuarto frío	1	1800,00	1800,00
Total			14718,80

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

3.9.3. Proyección de gastos de producción

Tabla 33-3: Costos de materia prima e insumos

Materia prima e insumos	Cantidad	Unidad	Costo unitario (\$)	Costo día (\$)	Costo mes (\$)	Costo año (\$)
Chillangua	92,00	kg	0,50	46,00	368,00	4416,00
Ajo	6,72	kg	5,00	33,60	268,80	3225,60
Sal yodada	6,72	kg	0,36	2,42	19,35	232,24
Azúcar	4,02	kg	0,94	3,78	30,23	362,76
Grasa vegetal	13,44	kg	1,98	26,61	212,89	2554,68
Almidón de maíz	13,44	kg	1,55	20,83	166,66	1999,87
Grasa de gallina	26,86	kg	2,05	55,06	440,50	5286,05
Cúrcuma	0,68	kg	8,40	5,71	45,70	548,35
Cebolla blanca	6,72	kg	8,40	56,45	451,58	5419,01
Empaques	8000,00	-	0,02	160,00	1280,00	15360,00
Total				410,46	3283,71	39404,56

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Tabla 34-3: Costos de mano de obra

Personal	Cantidad	Salario Mensual	Gasto Mensual	Gasto Anual
Técnico	1	500	500	6000
Operario	2	460	920	11040
Total			1420	17040

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Tabla 35-3: Costos de servicios básicos

Servicio	Consumo diario (\$)	Costo mensual (\$)	Costo Anual (\$)
Electricidad (KWh)	90	35	420
Agua Potable (m)	20	20	240
Total	110	55	660

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

3.9.4. Capital de operaciones

Tabla 36-3: Capital de operaciones en la elaboración de un cubo sazoador

GASTOS MENSUALES	
DETALLE	COSTO TOTAL
Gastos de materia prima	3283,71
Costos de mano de obra	1420,00
Requerimientos energéticos	55,00
TOTAL	4758,71
TOTAL, ANUAL	57104,56

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

3.9.5. Inversión total

Tabla 37-3: Inversión total del proyecto

Denominación	Costo total (\$)	%
Inversión fija	14718,80	75,57%
Capital de operaciones	4758,71	24,43%
Total	19477,51	100,00%

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

3.9.5.1. Costo de producción

Tabla 38-3: Costo de producción del cubo sazoador

Denominación	Costo total (\$)	%
Material prima e insumos	39404,56	69,00%
Mano de obra	17040,00	29,84%
Requerimientos energéticos	660,00	1,16%
Total	57104,5632	100,00%

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

3.9.6. Precio de venta al público

Acorde a López (2016) menciona que para productos manufacturados se debe seleccionar un beneficio esperado del 30 al 50% (p.6), en este sentido se seleccionó el 33% del margen esperado.

Ecuación 71-3:

$$PVP = GASTO MENSUAL * (0,33) + GASTO MENSUAL$$

$$PVP = 4758,71 * 0,33 + 4758,71$$

$$PVP = 6329,08 \$$$

Dentro del proceso se estipuló que se labora 5 días a la semana, en los que se distribuyó de la siguiente manera:

Lunes y miércoles: Secado de la chillangua

Martes y jueves: Producción de los cubos sazonadores

Viernes: Inventario, salida del producto al mercado.

De modo que, a la semana la producción será de 16000 unidades, y de 64000 al mes.

$$\frac{6329,08}{x} \times \frac{64000 \text{ Unidades}}{1 \text{ Unidad}}$$

$$PVP \text{ por cubo sazonador} = 0,09889 \$$$

Tabla 39-3: Costos totales de la puesta en marcha del proyecto

Producto	Cantidad de unidades que sale al mercado	Costo Unitario	Total, de ingresos diarios	Total, de ingresos mensuales	Total, de ingresos anuales
Cubo sazonador	8000	0,09889	791,136	6329,089	75949,069

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Tabla 40-3: Ganancia mensual

Gastos mensuales	4758,71
PVP unitario	0,099
Venta mensual	6329,08
Margen de utilidad	0,33

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Ecuación 72-3:

$$Ganancia \text{ mensual} = \text{venta mensual} - \text{inversión mensual}$$

$$Ganancia \text{ mensual} = 6329,08 - 4758,71$$

$$Ganancia \text{ mensual} = 1570,38 \$$$

$$\text{Ganancia anual} = 18844,56 \$$$

3.9.7. Punto de equilibrio

Ecuación 73-3:

$$PE = \frac{COSTOS FIJOS TOTALES}{1 - \frac{COSTOS VARIABLES TOTALES}{VENTAS TOTALES}}$$

$$PE = \frac{19477,51 \$}{1 - \frac{57104,56 \$}{75949,07 \$}}$$

$$PE = 78500,28 \$$$

Margen de utilidad: 0,33

$$PE = 78500,28 \$ * 0,33 + 78500,28 \$$$

$$PE = 104405,38 \$$$

3.9.8. Utilidad neta

De acuerdo a Moreno (2019) en su libro el Pronóstico de ventas en los negocios: Modelos y aplicaciones, recomienda una tasa de crecimiento en venta del 3 % y un reajuste del flujo de caja del 2,5 %. Tal como se muestra en la Tabla 41-3:

Tabla 41-3: Utilidad neta en proyección de cinco años

Cuentas	Años proyectados				
	2024	2025	2026	2027	2028
Ventas	75949,07	78227,54	80574,37	82991,60	85481,35
Costo de unidades vendidas	57104,56	58532,18	58532,18	58532,18	58532,18
Utilidad neta o flujo de caja	18844,51	19695,36	22042,19	24459,42	26949,17

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

3.9.9. Tasa interna de retorno (TIR)

Ecuación 74-3:

$$I = \frac{F}{(1 + i)^n}$$

Donde:

I: inversión inicial

F: flujos de caja anuales

I: Tasa interna de retorno 39%

n: Número de años

Tabla 42-3: Comprobación del TIR

Año	n	F	I	Ecuación	I
2024	0	18844,51	39%	$I = \frac{F}{(1+i)^n}$	18844,51
2025	1	19695,36			14169,33
2026	2	22042,19			11408,41
2027	3	24459,42			9107,55
2028	4	26949,17			7219,15
Total				TIR	60748,95

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

3.9.10. Valor actual neto (VAN)

Ecuación 75-3:

$$I = \frac{F}{(1+i)^n}$$

I: inversión inicial

F: flujos de caja anuales

i: Tasa de descuentos 10% anual

n: Número de años

Tabla 43-3: Comprobación del VAN

Año	n	F	I	Ecuación	I
2024	0	18844,51	10%	$I = \frac{F}{(1+i)^n}$	18844,51
2025	1	19695,36			17904,88
2026	2	22042,19			18216,69
2027	3	24459,42			18376,73
2028	4	26949,17			18406,65
Total				VAN	91749,44

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

3.9.11. Periodo de recuperación

Tasa de descuento anual=10%

Tabla 44-3: Recuperación de la inversión

Año	n	F	I	Ecuación	I	I acumulada
2024	0	18844,51	10%	$I = \frac{F}{(1+i)^n}$	18844,51	18844,51
2025	1	19695,36			17904,88	36749,38
2026	2	22042,19			18216,69	54966,07
2027	3	24459,42			18376,73	73342,79
2028	4	26949,17			18406,65	91749,44

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Según la tabla 37-3, se manifestó que para la inversión total del proyecto se necesitó 19477,51 dólares, que se recuperarán en el primer trimestre del año 2025, reflejado en la tabla 44-3.

3.9.12. Beneficio costo del proyecto

Ecuación 76-3:

$$BC = \frac{BENEFICIO}{COSTO}$$

$$BC = \frac{91749,44 \$}{60748,95 \$}$$

$$BC = 1,51$$

Al invertir un dólar para la elaboración de cubos sazonadores a base de chillangua y ajo, se obtendrá 1,51 \$.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Resultado estadístico de la selección de la formulación del cubo sazonador

4.1.2. Resultado del análisis de varianza para el aroma

La tabla 1-4 indica un resumen estadístico del aroma entre las distintas formulaciones:

Tabla 1-4: Resumen estadístico para el aroma

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AROMA	136	0,03	0,01	24,86

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Se realizó el recuento de 136 observaciones de cuatro tratamientos, el coeficiente de variación es inferior al 30%, lo que significa que la media aritmética es representativa del conjunto de datos, por lo tanto, se consideró homogeneidad de los datos.

La tabla 2-4 indica el análisis de varianza para el aroma, el cual pertenece a un componente entre-grupos, de los cuales se determinó la suma de cuadrados (SC), los grados de libertad (gl), el grado de contingencia (CM), y el estadístico F.

Tabla 2-4: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) - Aroma

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,91	3	1,3	1,55	0,2049
MUESTRA	3,91	3	1,3	1,55	0,2049
Error	111,12	132	0,84		
Total	115,03	135			

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

El valor-P de la prueba-F es superior a 0,05, por lo que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre el rendimiento de las formulaciones y entre los valores de aroma de cada formulación. Lo que implica que las cuatro formulaciones mantienen un aroma adecuado y aceptable por parte de los usuarios.

La tabla 3-4 presenta los valores de aroma generados del Test LSD Fisher, el cual, permite comparar las medias de las formulaciones.

Tabla 3-4: Test LSD Fisher - Aroma

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,44018					
Error: 0,8418 gl: 132					
MUESTRA	Medias	n	E.E.		
83	3,53	34	0,16	A	
40	3,59	34	0,16	A	B
51	3,68	34	0,16	A	B
11	3,97	34	0,16		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

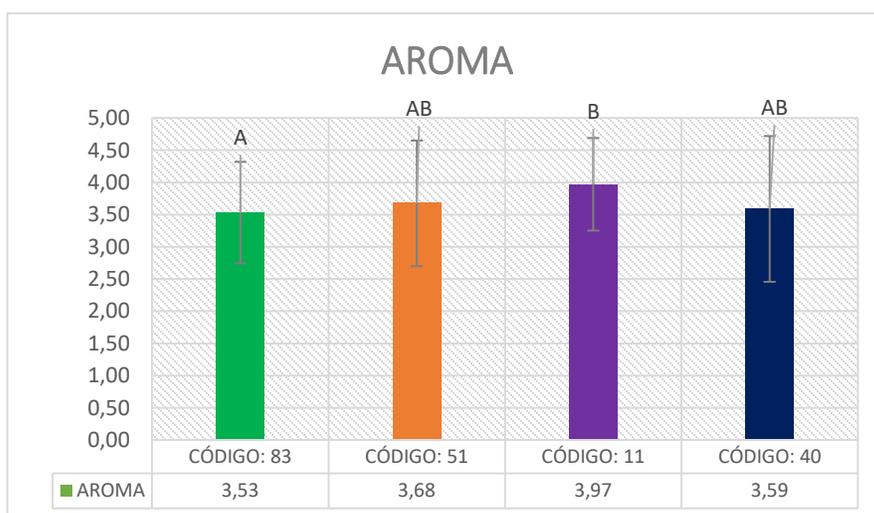


Ilustración 1-4. Gráfica de aceptabilidad del aroma

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Acorde a la ilustración 1-4, se observó la representación gráfica de los datos del experimento, por el cual se consideró el comportamiento de las formulaciones del factor aroma, se determinó que los códigos 83, 11, 51 y 40 presentan una media igual. Aunque, la codificación 11 demuestra una media mayor.

4.1.3. Resultados del análisis de varianza para el color

La tabla 4-4 indica un resumen estadístico del color entre las distintas formulaciones:

Tabla 4-4: Resumen estadístico para el color

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
COLOR	136	0,18	0,16	23,51

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

A partir, del recuento de 136 observaciones en cuatro tratamientos, se obtuvo que el coeficiente de variación es inferior al 30%, lo que significa que la media aritmética es representativa del conjunto de datos, por lo tanto, se consideró homogeneidad de los datos.

La tabla 5-4 indica el análisis de varianza para el color, el cual pertenece a un componente entre-grupos, de los cuales se determinó la suma de cuadrados (SC), los grados de libertad (gl), el grado de contingencia (CM), y el estadístico F.

Tabla 5-4: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) - Color

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20,43	3	6,81	9,53	<0,0001
MUESTRA	20,43	3	6,81	9,53	<0,0001
Error	94,32	132	0,71		
Total	114,76	135			

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Si el valor-P de la prueba-F es menor a 0,05, hay una diferencia estadísticamente significativa entre la media de rendimiento de las formulaciones y entre los valores de color de cada formulación.

La tabla 6-4 presenta los valores de color generados del Test LSD Fisher, el cual, permite comparar las medias de las formulaciones.

Tabla 6-4: Test LSD Fisher - Color

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,40555					
Error: 0,7146 gl: 132					
MUESTRA	Medias	n	E.E.		
83	3,15	34	0,14	A	
40	3,29	34	0,14	A	
51	3,85	34	0,14		B
11	4,09	34	0,14		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

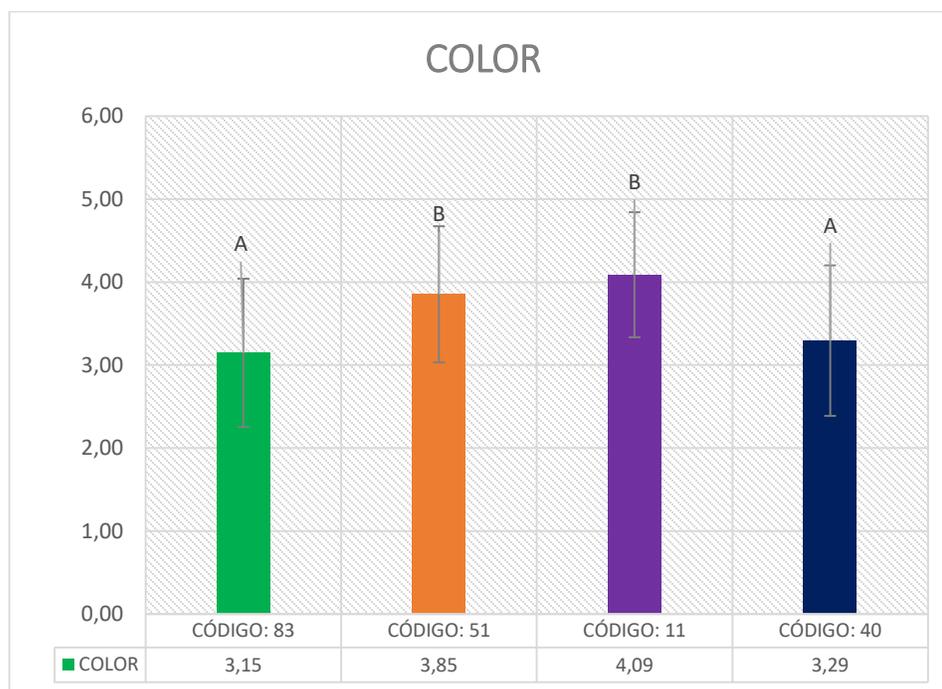


Ilustración 2-4. Gráfica de aceptabilidad del color

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

La ilustración 2-4, es la representación gráfica de los datos del experimento, por el cual se consideró el comportamiento de las formulaciones del factor color, se determinó que los códigos 83,51,11 y 40 presentan una media similar. El color de las cuatro formulaciones es aceptado por los usuarios, destacando la formulación 11 es muy aceptada según el rango de aceptabilidad.

4.1.4. Resultados del análisis de varianza para la textura

La tabla 7-4 indica un resumen estadístico de la textura entre las distintas formulaciones:

Tabla 7-4: Resumen estadístico para la textura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TEXTURA	136	0,04	0,02	25,39

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Con base en el recuento de 136 observaciones en cuatro tratamientos, se obtuvo que el coeficiente de variación es inferior al 30%, lo que significa que la media aritmética es representativa del conjunto de datos, por lo tanto, se consideró homogeneidad de los datos.

La tabla 8-4 indicó el análisis de varianza para la textura, el cual pertenece a un componente entre-grupos, donde se determinó la suma de cuadrados (SC), los grados de libertad (gl), el grado de contingencia (CM), y el estadístico F.

Tabla 8-4: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) - Textura

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,85	3	1,62	2	0,1174
MUESTRA	4,85	3	1,62	2	0,1174
Error	106,88	132	0,81		
Total	111,74	135			

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

El valor-P de la prueba-F es mayor a 0,05, por lo que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre el rendimiento de las formulaciones y entre los valores de la textura de cada formulación.

La tabla 9-4 presenta los valores de la textura formados del Test LSD Fisher, el cual, permite comparar las medias de las formulaciones.

Tabla 9-4: Test LSD Fisher - Textura

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,43171					
Error: 0,8097 gl: 132					
MUESTRA	Medias	n	E.E.		
51	3,24	34	0,15	A	
11	3,56	34	0,15	A	B

40	3,65	34	0,15	A	B
83	3,74	34	0,15		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

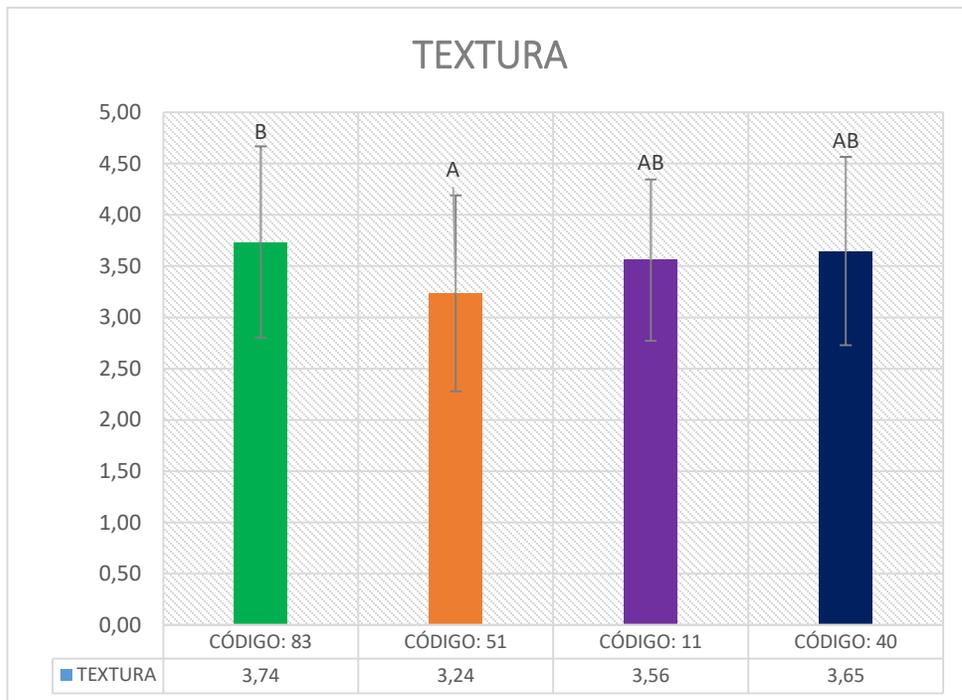


Ilustración 3-4. Gráfica de aceptabilidad de la textura

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Con referencia a la ilustración 3-4, se consideró el comportamiento de las formulaciones del factor textura, donde, se determinó que los códigos 83, 51, 11 y 40 presentan una media similar, aunque la codificación 83 tiene una media mayor.

4.1.5. Resultados del análisis de varianza para el sabor

La tabla 10-4 muestra un resumen estadístico del sabor entre las distintas formulaciones:

Tabla 10-4: Resumen estadístico para el sabor

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SABOR	136	0,04	0,01	27,02

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Conforme al recuento de 136 observaciones en cuatro tratamientos, se obtuvo que el coeficiente de variación es inferior al 30%, lo que significa que la media aritmética es representativa del conjunto de datos, por lo tanto, se consideró homogeneidad de los datos.

La tabla 11-4 enseñó el análisis de varianza para el sabor, el cual pertenece a un componente entre-grupos, donde se determinó la suma de cuadrados (SC), los grados de libertad (gl), el grado de contingencia (CM), y el estadístico F.

Tabla 11-4: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) - Sabor

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,96	3	1,65	1,63	0,1855
MUESTRA	4,96	3	1,65	1,63	0,1855
Error	133,97	132	1,01		
Total	138,93	135			

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

El valor-P de la prueba-F es mayor a 0,05, por lo que no se visualiza una diferencia estadísticamente significativa entre el rendimiento de las formulaciones y entre los valores de sabor de cada formulación.

La tabla 12-4 presenta los valores del sabor formados del Test LSD Fisher, el cual, permite comparar las medias de las formulaciones.

Tabla 12-4: Test LSD Fisher - Sabor

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,48333					
Error: 1,0149 gl: 132					
MUESTRA	Medias	n	E.E.		
83	3,5	34	0,17	A	
51	3,68	34	0,17	A	B
40	3,71	34	0,17	A	B
11	4,03	34	0,17		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)					

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

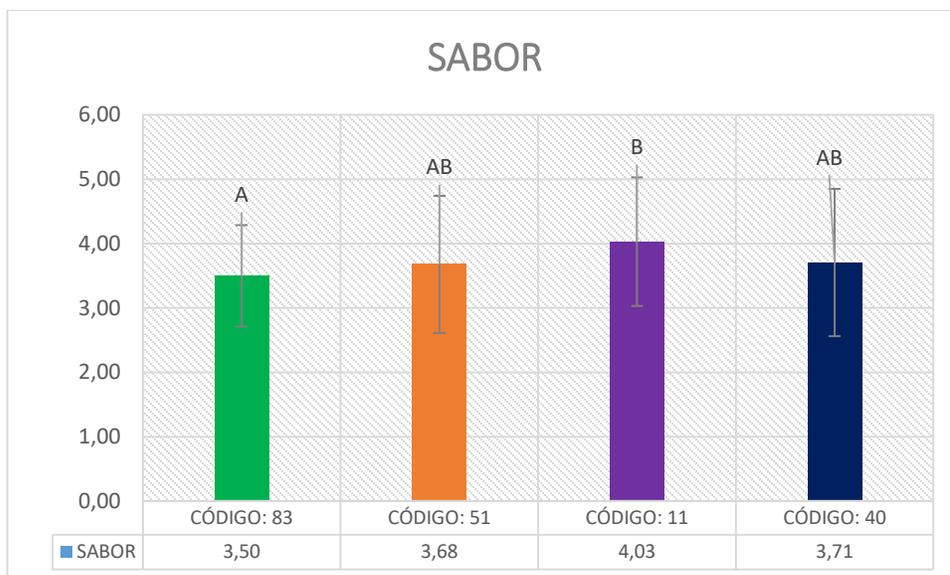


Ilustración 4-3. Gráfica de aceptabilidad sabor

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

La ilustración 4-3, presentó la representación gráfica de los datos del experimento, por el cual se consideró el comportamiento de las formulaciones del factor sabor, se determinó que los códigos 83, 11, 51 y 40 presentan una media similar, aunque, la codificación 11 demuestra una media mayor.

Acorde a los resultados, se ubicó cada codificación en orden descendente según la aceptabilidad de los usuarios, tal como se visualiza en la tabla 13-4, a continuación:

Tabla 13-4: Posicionamiento de cada codificación de acuerdo a su aspecto analizado

	Aroma	Color	Textura	Sabor	Global
1	11	11	83	11	11
2	51	51	40	40	51
3	40	40	11	51	40
4	83	83	51	83	83

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Cabe mencionar que todas las formulaciones las aceptaron los usuarios y que, según los resultados del ANOVA, todas las codificaciones no presentaron diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, Gupta et al (2011) en su investigación recalca que para el consumidor la dureza del cubo es un atributo importante, ya que, está relacionado con la propiedad de flujo aparente y densidad aparente de la mezcla después del enfriamiento (p.9). Asimismo, permite la desmenuzabilidad del

producto, ya que, los consumidores disuelven los cubos en agua como base para sopa, salsa o desmoronarlos sobre su plato para sazonar. Siendo la homogeneidad y la dureza del cubo los parámetros clave de calidad. El atributo del consumidor "desmenuzamiento" se cuantifica por la dureza medible del cubo, hay una compensación delicada en la dureza con respecto al atributo deseado por el consumidor y la fabricación de los cubos. Es así que, los cubos muy duros son complicados de desintegrar y diluir en el agua; por otro lado, los cubos blandos son difíciles de envolver y empaçar (pp.9-11).

Bajo este contexto para seleccionar la formulación para el diseño industrial del cubo sazonador, se realizó observaciones al producto final, así como, se visualiza en la tabla 14-4:

Tabla 14-4: Observaciones de la textura del cubo sazonador

CÓDIGO	N°	Chillangua (g)		Ajo (g)	Observación
	83	SECA	10	5	Pastosa
51	FRESCA	20	10	Muy líquida	
11	FRESCA	10	5	Pastosa	
40	SECA	20	10	Muy arenosa	

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Según la textura de cada formulación, la codificación 11 y 83 son idóneas para que el cubo conserve su forma, además, de desmenuzarse con facilidad. No obstante, agregar la chillangua seca o fresca también repercute en la vida útil del producto. Según, Tapia (2020), mencionó que disminuir el contenido de agua genera una acción de protección de los productos contra el deterioro microbiano (p.19), por tal motivo, en consecución de los objetivos específicos trazados en el presente Trabajo de Integración Curricular, se seleccionó la formulación con código 83, que contiene (10 g de chillangua seca, 5 g de ajo en polvo).

4.2. Resultados de la determinación de variables de diseño del proceso

Se adaptó un enfoque fundamental en el aspecto físico y las transformaciones de materias primas para obtener un producto deseado durante el procesamiento. De tal manera, se vinculó con el diseño del proceso industrial, por lo cual, se determinó las variables expuestas en la tabla 15-4:

Tabla 15-4: Variables del proceso

Variable	Tipo		Medición	Parámetro
Chillangua deshidratada	Dependiente	% humedad	INEN 382	<12%

Secado	Independiente	Cantidad de chillangua	Balanza	60,63 kg
	Dependiente	Tiempo Temperatura	Cronómetro Termómetro	6,32 h 65°C
Mezclado y agitación	Independiente	Cantidad de mezcla	Balanza	46,02 kg
	Dependiente	Tiempo Temperatura	Cronómetro Termómetro	1 h 45°C
Cubo sazónador	Dependiente	Propiedades fisicoquímicas (Humedad) Propiedades microbiológicas Propiedades sensoriales	INEN 382 INEN 1529-15 Pruebas de aceptabilidad	<12% <10 Escala hedónica de 5 puntos

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Se realizó un pretratamiento a las hojas de chillangua deshidratándolas a 65°C durante 6,32 horas con una humedad menor al 12 %, resultado similar a Zambrano et al., (2022) que deshidrató cilantro a 65°C durante 48 horas, generando una humedad de 9,61% (p.525) a Báez & Llerena (2022) en el que secaron la chillangua entre 60°C y 70°C durante un rango de tiempo de 85 a 105 minutos y una humedad de 19,614 % (p.52). Finalmente, otro estudio de Bastillo & Flores (2021) encontraron que a 61°C durante 180 minutos la humedad del sachá culantro fue del 12%. Bajo esta comparativa, se pudo determinar que la humedad es proporcional al tiempo y temperatura empleada, a mayor temperatura y tiempo, menor humedad. Seguidamente, se mezcló con el ajo en polvo y el resto de los ingredientes durante una hora a 45 °C, se adicionó la grasa fundida a 55 °C, ya que, la liberación de calor cristaliza la grasa y disipa la energía viscosa durante el mezclado (Rubbo et al., 2022, p.1). La masa resultante permaneció pegajosa y grumosa hasta que se enfrió a 30 °C. Si la temperatura permanece más alta, la mezcla resultante presenta una mala consistencia en los pasos de formación y empaque. Estas variables del proceso son similares a Pabón (2021) en el que empleo una cocción a temperatura de 65° a 70 °C durante una hora con el propósito de minimizar la cantidad de agua existente en los ingredientes con el objetivo de conservación (p.63), no obstante, son procesos distintos.

4.3. Resultados del diseño del proceso para la elaboración del cubo sazónador

Tabla 16-4: Resultados del diseño del proceso industrial

Operación	Equipo	Variable	Símbolo	Valor	Unidad
Recepción de la materia prima	Mesa industrial	Largo de la mesa	L _{mesa}	1,40	m
		Ancho de la mesa	A _{mesa}	0,60	m
		Altura de la mesa	h _{mesa}	0,90	m
Pesaje	Balanza mecánica				
Sistema de lavado	Lavadora de cinta	Largo	L _{lavado}	1,5	m
		Ancho	A _{lavado}	1	m
		Profundidad	h _{lavado}	0,6	m
Secado		Bandejas	#bandejas	24	unidades

	Secador de bandejas	Temperatura	t	65	°C
		Tiempo	T	6,32	H
Triturado y molienda	Trituradora	Capacidad	C	10	Kg
	Tamiz	Tamaño de apertura		0,2	mm
Mezcla y agitación	Tanque de agitación	Volumen del tanque	V_{TA}	1,6	m^3
		Diámetro del tanque	\varnothing_{TA}	1,2	M
		Altura del tanque	h_{TA}	1,6	M
		Superficie útil	Superf. útil	0,8	m^2
	Agitador	Distancia del fondo a la base del impulsador	E	0,41	M
		Diámetro del impulsor	D_a	0,4	M
		Ancho de la paleta	W	0,08	M
Altura de la chaqueta para el ingreso de vapor		$h_{chaqueta}$	1,45	M	

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Para el diseño del proceso industrial se especificó los flujos de entrada y salida y sus características para el dimensionamiento de los equipos necesarios para la elaboración de un cubo sazón a base de chillangua y ajo. El material de los equipos es de acero inoxidable grado alimenticio AISI 304 para producir 92 kg/día, es decir, 8000 unidades de 11,5 g cada uno.

4.4. Resultados de la caracterización del producto final

Se realizó una caracterización del producto final en el laboratorio certificado SAQMIC, la tabla 17-4 detalla los resultados:

Tabla 17-4: Resultado del examen bromatológico y microbiológico

Determinaciones	Unidades	Métodos de análisis	Resultados
Humedad	%	INEN 1676	1,76
Nitrógeno total	g/L producto	INEN 781	23
<i>Salmonella</i>	UFC/25 g	REVEAL 2.0	NEGATIVO
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	SIEMBRA EN MASA	40
<i>Escherichia Coli</i>	UFC/g	SIEMBRA EN MASA	AUSENCIA
Mohos y levaduras	UFC/g	SIEMBRA EN MASA	AUSENCIA

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

El cubo sazón con la formulación de 10 g de chillangua seca, 5 g de ajo en polvo, obtuvo un valor de 1,76 % de humedad. Este resultado en comparación a diversos autores, como: Areco & Pérez (2021) en el que desarrollaron de un sazón a base de subproductos de langostino alcanzaron una humedad del 9%, siendo mayor al presente estudio, esto pudo deberse a que el almacenamiento del producto final se realizó a una temperatura ambiente con el 30 % de humedad, lo cual, influye en el

resultado final (p.30). Del mismo modo, los autores Martínez & Grandas (2022) elaboraron un cubo de condimento natural a base de cilantro, perejil, cebolla y zanahoria, en el que determinaron un 3 % de humedad, siendo un valor superior al caso de estudio, debido a que la naturaleza de las hortalizas como la cebolla y zanahoria retienen una humedad más alta que la chillangua y el ajo (p.18). Un resultado con una gran diferencia en los resultados es el caso del autor Pabón (2021) quien elaboró un cubo sazónador a base de chillangua y obtuvo una humedad del 51,48%, la cual, presentó una variación gracias a que no se sometió la mezcla a cocción, además, la formulación contenía vinagre, el cual, produjo una cantidad considerable de humedad al cubo sazónador. Finalmente, Ingealimentos S.A.S. mencionó en su ficha técnica de producto terminado del caldo de gallina boiled en una presentación de cubo, especifica una humedad máxima de 7%, siendo superior a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2602:2011, la cual describió al caldo deshidratado, como aquel producto constituido por verduras y/o mezclas de carne y sus extractos, grasa, sal, condimentos, especias. Pueden contener verduras deshidratadas, proteínas hidrolizadas, extractos de levaduras y aditivos permitidos; por lo general se presenta en estado granulado, en polvo o moldeado en forma de cubos, cubitos, tabletas o en pasta, para ser consumido mediante el agregado de agua de acuerdo al modo de empleo indicado en rotulación, por lo tanto, se indicó que la humedad máxima es del 5 %, de manera que, el cubo sazónador del presente trabajo cumple con los requisitos establecidos por la normativa. Referente al Nitrogeno total, el cubo sazónador a partir de chillangua y ajo obtuvo un resultado de 23 g/L producto, por lo que, cumplió con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2602:2011 que indica como requisito mínimo el 0,1 g/L producto. Así mismo, se realizó la comparación del cubo sazónador a base de chillangua y ajo con cubos sazónadores comerciales, como: McCormick, Knorr Suiza, Iberia y RikoPollo con 0,528 g/L producto, 0,506 g/L producto, 0,506 g/L producto y 0,53 g/L producto, por lo que, cumplió con la normativa antes mencionada, la importancia de este parámetro recae en la cuantificación de la proteína como un indicador nutricional para la dieta diaria. Del mismo modo, los requisitos microbiológicos como la *Salmonella* son negativa, el *Staphylococcus aureus* es menor a 100 UFC/g, la *Escherichia Coli* no fue detectada, y la ausencia de mohos y levaduras, indica el buen manejo de las buenas prácticas de manufactura, tal como, lo indica la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2602:2011.

4.5. Resultados de la validación técnica y económica del proyecto

La tabla 18-4 detalla el beneficio costo que tiene el diseño del proceso industrial de la elaboración de un cubo sazónador a base de chillangua y ajo:

Tabla 18-4: Beneficio-costo del proyecto

Detalle	Valor (\$)
TIR	6078,95
VAN	91749,44
Beneficio/costo	1,51

Realizado por: Alcivar Darinka, 2023.

Se observó que por cada dólar invertido se genera 1,51 \$ de beneficio. De acuerdo a Salcedo & Zabala (2022) mencionan que cuando el B/C es mayor a 1, los beneficios son superiores que los costos y el proyecto es válido.

Del mismo modo, con base al análisis financiero y las conclusiones del autor Jiménez (2020) de la tabla 19-4, se realizó la comparación con los resultados de la presente investigación:

Tabla 19-4: Parámetros financieros de la factibilidad

Conclusión	Resultado
La Tasa Interna de Retorno (TIR) es mayor a la tasa de descuento	TIR: 39 % > 10%
El Valor Actual Neto (VAN) es mayor que la Inversión Inicial	91749,44 > 19477,51
Cuando la Recuperación de la inversión es menor a 10 años	2 años < 10 años
Cuando el Coeficiente Beneficio / Costo es mayor a 1	1,51 > 1

Fuente: (Jiménez, 2020, pp.154-155).

Acorde a los resultados el proyecto es viable. De modo que, es factible elaborar cubos sazonadores a base de chillangua y ajo. Los resultados son similares a Moreno (2019) en su estudio de factibilidad de producción de caldos saborizantes vegetales en el que el coeficiente Beneficio/ Costo fue de 1,31 y un tiempo de recuperación de inversión de 2 años (p.59)

CONCLUSIONES

- En consecución al primer objetivo específico se analizó de manera estadística la aceptabilidad de cuatro formulaciones entre 34 usuarios, por lo que, se concluye que la formulación con código 83 es la más adecuada para elaborar el diseño industrial, con 10 g de chillangua seca y 5 g de ajo en polvo, con una media de 3,50 en sabor, 3,74 en textura y 3,65 en global.
- Se identificó las variables del proceso industrial, donde la formulación del producto que involucra la cantidad de chillangua y ajo se consideraron variables independientes y las características microbiológicas y bromatológicas del producto, las variables dependientes. Éstas permitiendo el diseño del proceso industrial con las diferentes operaciones unitarias como secado, agitación y mezclado
- Respecto al diseño del proceso se definió que para elaborar un cubo sazonador se requiere de un pretratamiento de la chillangua, como: la selección de materia prima, lavado y desinfectado, secado, triturado, almacenado. Seguidamente, se continúa con el proceso, con: agitación y mezclado, enfriamiento, moldeado, empaquetado y almacenamiento del producto final. Es así que, se dimensionó mesas industriales, secador de bandejas de 0,54 m² y un tanque de agitación 1,6 en acero inoxidable AISI 304, para producir 92 kg/día, 8000 unidades de 1,5 g cada una.
- Acorde a la normativa NTE INEN 2602:2011 se determinó al producto final como apto para el consumo, ya que, cumple con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2602:2011 con una humedad de 1,76 % inferior al porcentaje máximo de 5 % en productos deshidratados. Así también, el nitrógeno total supera el 0,1 g/L de producto. Del mismo modo, cumple con los requisitos microbiológicos, como: la *Salmonella* negativa, el *Staphylococcus aureus* es menor a 100 UFC/g y la *Escherichia coli* no fue detectada y la ausencia de mohos y levaduras, por lo que se concluye, el buen manejo de las buenas prácticas de manufactura.
- El proyecto presentó viabilidad técnica y económica, por medio, de parámetros financieros. Se concluye la factibilidad del proyecto, debido a que, el (TIR) de 39 % es superior a la tasa de descuento del 10%, el Valor Actual Neto (VAN) 91749,44\$ es superior que la Inversión Inicial de 19477,51\$, la recuperación de la inversión se da en el segundo año y el Coeficiente Beneficio / Costo 1,51 es superior a 1.

RECOMENDACIONES

- Los equipos, materiales y área de trabajo se deben mantener desinfectado y esterilizado, ya que pueden crecer agentes patógenos obteniendo un producto de mala calidad.
- Ampliar la gama de productos: sazonadores en polvo y deshidratados.
- Para otorgar propiedades de potenciadores de sabor y textura, especialmente la dureza y consistencia de los cubos sazonadores, se recomienda utilizar aglutinantes naturales como: almidón de maíz, grasa animal y vegetal, extracto de levadura, etc.
- Emplear adecuadamente el equipo de protección personal para evitar contaminación del producto o materia prima.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACF INDUSTRY SOLUTIONS. Trituradora de hojas. 2022. [Consulta: 02 de agosto de 2023].
Obtenido de: <https://acf-industry.com/trituradora-de-hojas-diesel/>

ALIBABA. Máquina de cubos para condimentos, fabricante de China. 2023. [Consulta: 02 de agosto de 2023]. Obtenido de: <https://spanish.alibaba.com/g/bouillon-cubes-machine.html>

ARECO, Karen Marisol & PÉREZ DEFEO, Jazmín. Desarrollo de un sazón a base de subproductos de langostino. Trabajo de titulación (Pregrado), Universidad Tecnológica Nacional, Barriloché Argentina. 2021. pp.17-100. [Consulta: 02 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/6066/211214-ProyectoIntegradorII-Areco-PérezDefeo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BÁEZ QUINTERO, Jasón Geancarlo & LLERENA MONTALVO, David Alejandro. *Elaboración de un sazón a base de residuos de camarón (*litopenaeus vannamei*), chillangua (*Eryngium foetidum*) y chirarán (*Ocimum basilicum*)* [en línea]. Trabajo de titulación (Pregrado), Universidad Estatal Politécnica del Carchi, Carchi, Ecuador. 2022. pp.2-156. [Consulta: 21 de mayo de 2023]. Obtenido de: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1556/1/082-%20BAEZ%20JASON%20-%20LLERENA%20DAVID.pdf>

BASTILLO, J. & FLORES, J. Optimización de parámetros para la deshidratación por lecho fluidizado del sachá culantro (*Eryngium foetidum* L.) [en línea]. 2021. 1(3), pp.1-22. ISSN-e: 2788-6913. [Consulta: 03 de agosto de 2023]. Obtenido de: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/620/6202805002/html/>

CHIEN HWA CHONG, ADAM FIGIEL, ANTONI SZUMMY, ANETA WOJDYŁO, BEE LIN CHUA, CHUN HONG KHEK, MA CHEE YUAN. Chapter 5 - Herbs drying, Aromatic Herbs in Food, *Academic Press* [en línea]. 2021, pp.167-200, ISBN 9780128227169, [Consulta: 21 de mayo de 2023]. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822716-9.00005-6>.

GUPTA, S., & BONGERS, P. Diseño de proceso de cubo de caldo mediante la aplicación de síntesis de proceso impulsada por productos. *Ingeniería química y procesamiento: intensificación de procesos* [en línea]. 2011, 50(1), 9–15. doi: 10.1016/j.cep.2010.10.008. [Consulta: 21 de mayo de 2023]. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.cep.2010.10.008>

HABTEMARIAM, S. Chapter 19. The chemical and pharmacological basis of garlic (*Allium sativum* L.) as potential therapy for type 2 diabetes and metabolic syndrome, Medicinal Foods as Potential Therapies for Type-2 Diabetes and Associated Diseases, *Academic Press* [en línea]. 2019,

pp. 689-749, ISBN 9780081029220. [Consulta: 21 de mayo. de 2023]. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102922-0.00019-5>.

HANAN ALIPI A, & MONDRAGÓN PICHARDO, J. *Apiaceae, Umbelliferae Eryngium foetidum L* [en línea]. 2021. [Consulta: 21 de mayo. de 2023]. Obtenido de: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/apiaceae/eryngium-foetidum/fichas/ficha.htm>
<https://tech.iberojournals.com/index.php/IBEROTECS/article/download/594/425&cd=19&hl=es&ct=clnk&gl=ec>

INGEALIMENTOS S.A.S. ficha técnica producto terminado clasificación: sabores y sazonzadores productos: caldo de gallina boiled [en línea]. 2021. Disponible en: <https://b2bmarketplace.procolombia.co/sites/default/files/products/ficha-tecnica-caldo-de-gallina-boiled.pdf>

INGEMECÁNICA. Características Mecánicas del Acero. [Consulta: 02 de agosto de 2023]. Obtenido de: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn100.html#seccion3>

JING, L., YUANYUAN, L., XIANGLI, L., JIUBIN, Z., XIAOMIN, W., LONGCHUAN, M. Drying characteristics, quality changes, parameters optimization and flavor analysis for microwave vacuum drying of garlic (*Allium sativum L.*) slices, *LWT* [en línea]. 173(), 2023, 114372, ISSN 0023-6438. [Consulta: 21 de abr. de 23]. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114372>

LABORATORIO PROFECO. Caldos y consomés de pollo. Revista consumidora [en línea]. 2019. pp.42-56. [Consulta: 05 de septiembre. de 2023]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/260287/Estudios_de_Calidad_Caldos_y_Consomés_de_Pollo.pdf

LIU, J., YUANYUAN, L., XIANGLI, L., JIUBIN, Z., XIAOMIN, W., & LONGCHUAN, M. Drying characteristics, quality changes, parameters optimization and flavor analysis for microwave vacuum drying of garlic (*Allium sativum L.*) slices, *LWT* [en línea]. 2023, 173(), 114372, ISSN 0023-6438. [Consulta: 21 de mayo. de 2023]. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114372>.

LÓPEZ. Francisco. Introducción a la filosofía del margen. (2016). Obtenido de: https://accid.org/wp-content/uploads/2018/10/ACCID_NOTA_TECNICA_LA_GESTION_DEL_MARGEN_ORIGINAL_CAST.pdf

MACAS, Lauro & PALACIOS, Petroneo. Diseño y construcción de un deshidratador de plantas medicinales [en línea]. Trabajo de titulación (Pregrado), Universidad Tecnológica Equinoccial, Santo Domingo, Ecuador. 2012. pp.2-140. [Consulta: 02 de agosto de 2023]. Obtenido de: https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/19302/1/5991_1.pdf

MARTÍNEZ MALDONADO, Miguel Ángel & GRANDAS GALEANO, Oscar Javier. Elaboración de un Cubo de Condimento Natural a Base de Hortalizas (Cilantro, Perejil, Cebolla y Zanahoria) Presentado como una Alternativa que Mejore la Economía de los Productores del Municipio de Cota, Cundinamarca. Trabajo de titulación (Pregrado), Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. 2021. pp.17-100. [Consulta: 02 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/b693847a-149f-44ad-abb1-b7a087309c5d/content>

MAYA K. VADIVELOO, HANNIA CAMPOS, JOSIEMER MATTEI. Seasoning ingredient variety, but not quality, is associated with greater intake of beans and rice among urban Costa Rican adults, *Nutrition Research*, [en línea]. 2016, 36(8), pp. 780-788, ISSN 0271-5317. [Consulta: 21 de mayo. de 2023]. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2016.04.001>.

Medina Díaz, K. G. (2018). Chillangua, usos y aplicaciones en la gastronomía moderna y tradicional (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas, Quito.

MOLDEMANÍA. Moldes de policarbonato. 2023. [Consulta: 02 de agosto de 2023]. Obtenido de: <https://moldemania.com/products/moldes-policarbonato>

MONSALVE, J., RAMÍREZ L., JARAMILLO, A., & ARANGO, C. Use of freeze-dried aromatic herbs with quality organoleptic characteristics in gastronomic products, *International Journal of Gastronomy and Food Science* [en línea]. 2021, 24(), 100341, ISSN 1878-450X. [Consulta: 21 de mayo. de 2023]. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100341>.

MORETTI, D., HURRELL, RF Y CERCAMONDI, CI. (2018). Cubitos de caldo. Fortificación de alimentos en un mundo globalizado, *Institute of Food Nutrition and Health* [en línea]. 159–165. doi:10.1016/b978-0-12-802861-2.00016-x. [Consulta: 21 de abr. de 23]. Obtenido de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B97801280286120016X>

NAVARRETE, L., & TAPIA, M. Desarrollo de un microencapsulado del extracto de chillangua (*Eryngium foetidum*), mediante secado por aspersión [en línea]. Trabajo de titulación (Pregrado), Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. 2022. pp.2-51. [Consulta: 02 de agosto de 2023]. Obtenido de: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9358/1/PC-002372.pdf>

NTE INEN 2602. Sopas, caldos y cremas. Requisitos [en línea]. 2011. [Consulta: 02 de agosto de 2023]. Obtenido de: <https://studylib.es/doc/5910592/nte-inen-2602--sopas--caldos-y-cremas.-requisitos>

PABÓN PRECIADO, Edilma Elizabeth. Desarrollo del cubo sazónador a base de chillangua (*Eryngium foetidum* L.) como alternativa de condimento natural para público en general [en línea]. Trabajo de titulación (Pregrado), Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador. 2021. pp.17-

100. [Consulta: 02 de agosto de 2023]. Obtenido de: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PABON%20PRECIADO%20EDILMA.pdf>

PAUL, J. H. A., SEAFORTH, C. E., & TIKASINGH, T. *Eryngium foetidum* L.: A review. *Fitoterapia* [en línea]. 2011. 82(3), pp.302–308. [Consulta: 21 de mayo. de 2023]. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2010.11.010>

PÉREZ A. Tipos de proyectos y sus principales características, OBS Business School [Blog]... [Consulta: 22 de mayo. de 2023]. Obtenido de: <https://www.obsbusiness.school/blog/tipos-de-proyectos-y-sus-principales-caracteristica>

PÉREZ PORTO, J., & MERINO, M. Proyecto técnico - Qué es, utilidad, definición y concepto. Definiciones [Blog]. 2013. Última actualización el 25 de marzo de 2022. [Consulta: 22 de mayo. de 2023]. Obtenido de: <https://definicion.de/proyecto-tecnico/>

PETRA KLASSEN WIGGER, MAARTEN GERAETS, MARIE C. MESSIER, PATRICK DETZEL, HENRI P. LENOBLE, DENIS V. BARCLAY. Chapter 39 - Micronutrient Fortification of Bouillon Cubes in Central and West Africa, *Food Fortification in a Globalized World Academic Press*, [en línea]. 2018, pp.363-372, ISBN 9780128028612, [Consulta: 21 de mayo. de 2023]. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802861-2.00039-0>.

RAMÍREZ MONSALVE, J., JARAMILLO GAVIRIA, L., & ARANGO CORREA, A. Utilización de hierbas aromáticas liofilizadas con características organolépticas de calidad en productos gastronómicos. *Revista Internacional de Gastronomía y Ciencias de la Alimentación*. 2021. 24(), p.100341. doi: 10.1016/j.ijgfs.2021.100341. [Consulta: 21 de mayo. de 2023]. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100341>

RUBBO, A., MARTÍNEZ, G., PÁEZ, Y., MIHALIK, J., IRIGARAY, B., MARTÍNEZ, N., & CALLEJAS, N. Estudio cinético de la cristalización de fases grasas con agregado de fitoesteroles mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC) [en línea]. 2022. 250(), p.22. [Consulta: 03 de agosto de 2023]. Obtenido de: <https://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTECH/article/view/628/1407>

RUIZ SEPA, Lilian Rocío. Diseño de un secador de bandejas para la deshidratación de plátano en la parroquia Veracruz del cantón Pastaza [en línea]. Trabajo de titulación (Pregrado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2016. pp.2-113. [Consulta: 02 de agosto de 2023]. Obtenido de: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/5677/1/96T00337.pdf>

SAYANTAN, C., GUNJANA, D., VILO, A., SIDDHARTHA, S., DEV KUMAR, Y., HIMJYOTI, D. Development and optimization of novel coriander bouillon cubes using pigmented Chakhao poreiton rice as binder, physicochemical and antioxidant characterization, *International Journal of Gastronomy and Food Science* [en línea]. 31(), 2023, 100653, ISSN 1878-450X. [Consulta: 21 de abr. de 23]. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100653>.

SORMAC B.V. Lavadora de cinta BW. 2023. [Consulta: 26 de julio. de 2023]. Obtenido de:
<https://www.sormac.eu/es/maquinaria/lavadora-de-cinta/>

UDLA-EC-TTAB-2018-08

XIAOJING GUO, QIDONG HAO, XUGUANG QIAO, MENG LI, ZHICHANG QIU, ZHENJIA ZHENG, BIN ZHANG. An evaluation of different pretreatment methods of warm air drying of garlic: Drying characteristics, energy consumption and quality properties, *LWT* [en línea]. 2023. 180(), 114685, ISSN 0023-6438. [Consulta: 21 de mayo. de 2023]. Obtenido de:
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114685>.

YINDA. Bandeja Secadora Horno. 2023. [Consulta: 02 de agosto de 2023]. Obtenido de:
<https://www.yindamachinery.com/es/120-300kg-bandeja-secador-horno/>

ZAMBRANO, D., BARZOLA, S., SÁNCHEZ, W., & TIRIRA, F. Caracterización de hojas de culantro deshidratadas de forma natural y artificial para elaboración de condimento [en línea]. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*. 4(4). 2022. pp.516-527. ISSN: 2806-5794. [Consulta: 02 de agosto de 2023]. Obtenido de:
<https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/266>



ANEXO A



a)



b)



c)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ELABORADO POR: Alcivar Castillo Darinka Marivi	PRETRATAMIENTO DE LA CHILLANGUA		
a) Recepción de materia prima b) Selección de materia prima c) Lavado y desinfección de materia prima	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Preliminar <input type="radio"/> Certificado <input checked="" type="radio"/> Por aprobar <input type="radio"/> Información <input type="radio"/> Por calificar		LÁMINA	ESCALA	FECHA
			1	1:1	2023/08/04

ANEXO B



a)



b)



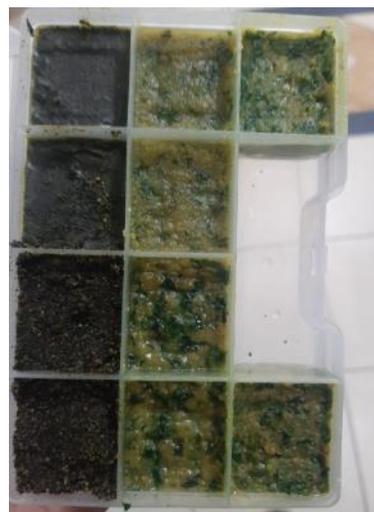
c)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ELABORADO POR: Alcivar Castillo Darinka Marivi	SECADO DE LA CHILLANGUA		
a) Secado de la chillangua b) Chillangua seca c) Triturado de la chillangua	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Preliminar <input type="radio"/> Certificado <input checked="" type="radio"/> Por aprobar <input type="radio"/> Información <input type="radio"/> Por calificar		LÁMINA	ESCALA	FECHA
			1	1:1	2023/08/04

ANEXO C



a)



b)



EXAMEN BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

CÓDIGO: 79-23

CLIENTE: Darinka Alcívar
 TIPO DE MUESTRA: Cubo sazonzador a base de chillangua y ajo
 FECHA DE RECEPCIÓN: 23 de agosto del 2023
 FECHA DE MUESTREO: 23 de agosto del 2023

EXAMEN FÍSICO
 COLOR: Característico
 OLORES: Característico
 ASPECTO: Normal, libre de material extraño

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO
Humedad	%	INEN 1676	1.76
Nitrógeno total	g/L producto	INEN 781	23
Salmonella	UFC/25 g	RENVAL 2.0	NEGATIVO
Staphylococcus aureus	UFC/g	SIEMBRA EN MASA	40
Escherichia Coli	UFC/g	SIEMBRA EN MASA	AUSENCIA
Mohos y levaduras	UFC/g	SIEMBRA EN MASA	AUSENCIA

RESPONSABLE:

SA



Dra. Gina Álvarez R.

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.
 *La muestra es receptada en laboratorio.

c)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ELABORADO POR: Alcivar Castillo Darinka Marivi	ELABORACIÓN DEL CUBO SAZONADOR		
a) Mezclado y agitación b) Moldeado del cubo sazonzador c) Análisis bromatológico y microbiológico	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Preliminar <input type="radio"/> Certificado <input checked="" type="radio"/> Por aprobar <input type="radio"/> Información <input type="radio"/> Por calificar		LÁMINA	ESCALA	FECHA
					1



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 25 / 01 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Darinka Marivi Alcivar Castillo
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Química
Título a optar: Ingeniera Química
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

2268-DBRA-UPT-2023