



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA**

**DISEÑO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE BOLITAS DE  
MAÍZ CON QUESO CHEDAR PARA LA MICROEMPRESA AGUS  
SNACK**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA QUÍMICA**

**AUTORA: MARÍA JOSÉ TERÁN CHAMBA**

**DIRECTORA: BQF. ADRIANA ISABEL RODRÍGUEZ BASANTES**

Riobamba – Ecuador

2023

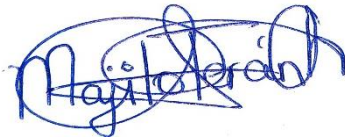
© 2023, María José Terán Chamba

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 de Autor.

Yo, María José Terán Chamba, 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 autor/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, 15 de diciembre de 2023



.....  
**María José Terán Chamba**

**070441928-2**

**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 DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE BOLITAS DE MAÍZ CON QUESO CHEDAR PARA LA MICROEMPRESA AGUS SNACK**, realizado por la señorita: **MARÍA JOSÉ TERÁN CHAMBA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. María Augusta Guadalupe Alcoser <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-12-15
Bqf. Adriana Isabel Rodríguez Basantes <b>DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-12-15
Ing. Mónica Lilian Andrade Avalos <b>ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-12-15

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todas las personas que han sido parte fundamental en la realización de esta tesis, brindándome su apoyo incondicional y alentándome a alcanzar mis metas académicas.

En primer lugar, a Dios y a la Virgencita del Cisne, quienes me han brindado fuerza, sabiduría y discernimiento a lo largo de esta travesía. En su amor y gracia, encuentro la inspiración para superar cada desafío y celebrar cada logro.

A mamita Lupita, papito Lauro (+), papito Amable y mamita Elsa A través de su ejemplo, he aprendido la importancia del esfuerzo, la perseverancia y la dedicación. Este logro es también suyo; gracias por ser mi fuente inagotable de amor, sabiduría y guía.

A mis padres Jaqueline y Pablo, por su amor constante, paciencia y comprensión. Cada uno de ustedes ha sido mi fuente de inspiración y motivación.

A mis hermanos Scarleth y Juanito, su amor incondicional y constante apoyo han iluminado mi camino en cada paso de esta travesía académica. Su compañía ha sido mi fuente de fortaleza.

A mi ñaña Laury quien ha sido mi ejemplo a seguir desde que era muy pequeña y mi mayor fuente de inspiración y admiración quien ha estado en todas las etapas de mi vida.

A mi ñaño Marcelo y a su esposa Maguito que fueron los primeros en recibirme en esta bella ciudad y por su apoyo fundamental en mi carrera universitaria.

A mis primos Ariel, Jenifer, Stefany, Doménica, Rossanita, Rominita, quienes han compartido conmigo risas, desafíos y momentos inolvidables durante este viaje académico. Su amor y amistad ha sido un pilar fundamental.

A Walter, tu amor, paciencia y aliento constante han sido la fuerza impulsora detrás de cada página escrita y cada obstáculo superado.

A la Ing Mónica Andrade por su guía experta y valiosos consejos a lo largo de este proceso. Su dedicación y conocimientos han sido fundamentales para el desarrollo de esta tesis.

María

## AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi sincero agradecimiento a las personas que han sido la base de mi existencia y el motor de mi éxito durante este camino académico.

A Dios y la Virgencita del Cisne por su intercesión y protección constante.

A mis amados padres, Jaqueline y Pablo, su amor incondicional, sacrificios y apoyo constante han sido la luz que ilumina mi sendero. Sin su aliento, este logro no sería posible.

A mis adorados abuelitos, mamita Lupita, papito Lauro (+), papito Amable y mamita Elsa, quienes con sabiduría y ternura han sido faros de inspiración. Su legado de valores y amor perdurará en cada paso que doy.

A mis queridos hermanos, Scarleth y Juanito, su complicidad y respaldo han sido el mejor regalo de la vida. Juntos hemos superado desafíos y celebrados triunfos.

A mis cariñosos tíos y primos, gracias por formar parte de mi historia y por su constante aliento. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi corazón.

A Walter, tu amor incondicional y paciencia han sido mi refugio. Tu apoyo constante ha hecho este viaje más significativo y alegre.

A la Ing. Mónica Andrade y la Dra. Adriana Rodríguez, agradezco su dedicación y orientación experta que han enriquecido mi aprendizaje.

Este logro es el resultado de la colaboración y el amor de todos ustedes. A cada uno, mi más profundo agradecimiento.

María

## ÍNDICE DE CONTENIDO

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

### CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.	Antecedentes.....	2
1.1.1.	<i>Elaboración de snacks de maíz</i> .....	2
1.1.2.	<i>Optimización de la elaboración de snacks a partir de la extracción de maíz</i> .....	2
1.2.	Planteamiento del problema.....	3
1.3.	Justificación.....	4
1.4.	Objetivos.....	4
1.4.1.	<i>Objetivo general</i> .....	4
1.4.2.	<i>Objetivos específicos</i> .....	4

### CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.	Referencias teóricas.....	5
2.1.1.	<i>Maíz</i> .....	5
2.1.2.	<i>Composición del grano de maíz</i> .....	5
2.1.3.	<i>Salvado de maíz</i> .....	6
2.1.4.	<i>Harina de maíz</i> .....	6
2.1.5.	<i>Queso cheddar</i> .....	6
2.1.6.	<i>Snacks de maíz</i> .....	7
2.1.7.	<i>Operaciones unitarias utilizadas en el proceso de extrusión</i> .....	7
2.1.7.1.	<i>Secado</i> .....	7
2.1.7.2.	<i>Secador de bandejas</i> .....	7
2.1.7.3.	<i>Secador de túnel</i> .....	8

2.1.7.4.	<i>Secador de tambor rotatorio</i> .....	9
2.1.7.5.	<i>Estrusión</i> .....	9
2.1.7.6.	<i>Extrusoras de un tornillo</i> .....	9
2.1.7.7.	<i>Extrusoras de doble tornillo</i> .....	10
2.1.7.8.	<i>Productos extruídos: Bolitas de maíz</i> .....	11

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	12
3.1.	<b>Localización del proyecto</b> .....	12
3.2.	<b>Enfoque del objeto de estudio</b> .....	13
3.2.1.	<i>Enfoque de investigación</i> .....	13
3.2.2.	<i>Enfoque de investigación</i> .....	13
3.3.	<b>Metodología o Ingeniería del Proyecto</b> .....	13
3.3.1.	<i>Obtención de la materia prima</i> .....	13
3.3.2.	<i>Caracterización de la materia prima</i> .....	14
3.3.3.	<i>Caracterización físico-química y microbiológica del maíz (ZEA MAÍZ I)</i> .....	14
3.3.4.	<i>Caracterización físico-química y microbiológica del gritz de maíz</i> .....	16
3.3.5.	<i>Variables del proceso para elaboración de bolitas de maíz con queso cheddar</i> .....	17
3.4.	<b>Proceso para la elaboración de las bolitas de maíz con queso cheddar</b> .....	18
3.4.1.	<i>Descripción del proceso de elaboración de bolitas de maíz con queso cheddar</i> .....	18
3.5.	<b>Dimensionamiento del proceso</b> .....	19
3.5.1.	<i>Diseño de un tanque de mezcla</i> .....	19
3.5.1.1.	<i>Cálculo de la potencia</i> .....	19
3.5.1.2.	<i>Cálculo de la altura del reactor</i> .....	20
3.5.1.3.	<i>Determinación del factor de seguridad</i> .....	20
3.5.1.4.	<i>Diseño del sistema de agitación</i> .....	21
3.5.1.5.	<i>Cálculo de la altura del agitador</i> .....	23
3.5.1.6.	<i>Cálculo de la altura óptima de mezclado (h líquido)</i> .....	23
3.5.1.7.	<i>Cálculo del volumen óptimo</i> .....	24
3.5.1.8.	<i>Equipo: tanque de mezcla</i> .....	24
3.5.2.	<b>Diseño de un extrusor</b> .....	25
3.5.2.1.	<i>Cálculo de velocidad</i> .....	25
3.5.2.2.	<i>Cálculo de la viscosidad efectiva</i> .....	25
3.5.2.3.	<i>Potencia requerida</i> .....	26
3.5.2.4.	<i>Garganta de alimentación</i> .....	27



3.5.2.5.	<i>Cálculo de la tolva</i> .....	27
3.5.2.6.	<i>Volumen 1 de la sección superior de la tolva</i> .....	28
3.5.2.7.	<i>Volumen 2 de la sección inferior de la tolva</i> .....	28
3.5.2.8.	<i>Cálculo del volumen total de tolva</i> .....	28
3.5.2.9.	<i>Cálculo presión máxima del tornillo extrusor</i> .....	29
3.5.2.10.	<i>Cálculo de la gradiente de temperatura</i> .....	29
3.5.2.11.	<i>Diseño del Equipo</i> .....	31
3.5.3.	<b><i>Diseño del secador de túnel rotatorio</i></b> .....	31
3.5.3.1.	<i>Determinación del porcentaje de humedad inicial</i> .....	31
3.5.3.2.	<i>Cálculo de la variación de la humedad</i> .....	32
3.5.3.3.	<i>Cálculo de la masa de agua que se evaporará</i> .....	32
3.5.3.4.	<i>Cálculo de la masa del producto seco</i> .....	33
3.5.3.5.	<i>Cálculo del volumen de la masa</i> .....	33
3.5.3.6.	<i>Cálculo de la humedad en base seca</i> .....	33
3.5.3.7.	<i>Humedad en base húmeda</i> .....	34
3.5.3.8.	<i>Calor necesario en el proceso de secado</i> .....	34
3.5.3.9.	<i>Calor de evaporación</i> .....	34
3.5.3.10.	<i>Cálculo del calor sensible</i> .....	35
3.5.3.11.	<i>Cálculo del calor al liquido</i> .....	36
3.5.3.12.	<i>Cálculo de vapor de agua</i> .....	36
3.5.3.13.	<i>Cálculo de calor de la humedad residual</i> .....	37
3.5.3.14.	<i>Cálculo de pérdida de calor desde el secador a sus alrededores</i> .....	37
3.5.3.15.	<i>Cálculo de dimensionamiento de secador</i> .....	37
3.5.3.16.	<i>Cálculo del diámetro de secador</i> .....	38
3.5.3.17.	<i>Cálculo de la longitud del secador</i> .....	39
3.5.3.18.	<i>Cálculo de tiempo de retención</i> .....	39
3.5.3.19.	<i>Cálculo de las revoluciones por minuto del cilindro</i> .....	40
3.5.3.20.	<i>Volumen del secador</i> .....	40
3.5.3.21.	<i>Equipo</i> .....	41
3.5.3.22.	<i>Cálculo de la curva de secado</i> .....	41
3.6.	<b>Balance de masa en el proceso de la elaboración del snack de bolitas de maíz</b>	43
3.6.1.	<b><i>Tolva o tanque de mezclado</i></b> .....	43
3.6.2.	<b><i>Balance del extrusor</i></b> .....	43
3.6.3.	<b><i>Balance del secador</i></b> .....	44
3.7.	<b>Balance de masa global</b> .....	45
3.8.	<b>Rendimiento global</b> .....	46

<b>3.9.</b>	<b>Estudio de viabilidad técnica y económica del proyecto</b> .....	46
<b>3.9.1.</b>	<i>Inversión fija</i> .....	46
<b>3.9.2.</b>	<i>Capital de trabajo</i> .....	46
<b>3.9.3.</b>	<i>Proyección de gastos de producción</i> .....	47
<b>3.9.4.</b>	<i>Costo de producción anual</i> .....	48
<b>3.9.5.</b>	<i>Cálculo del precio de venta al público</i> .....	48
<b>3.9.6.</b>	<i>Puesta en marcha del proyecto</i> .....	49
<b>3.9.7.</b>	<i>Punto de equilibrio</i> .....	50
<b>3.9.8.</b>	<i>Utilidad neta</i> .....	51
<b>3.9.9.</b>	<i>Valor actual neto (VAN)</i> .....	52
<b>3.9.10.</b>	<i>Tasa interna de retorno (TIR)</i> .....	53
<b>3.9.10.1.</b>	<i>Cálculo del TIR</i> .....	54
<b>3.9.10.2.</b>	<i>Comprobación del TIR</i> .....	54
<b>3.9.11.</b>	<i>Periodo de recuperación</i> .....	54
<b>3.9.12.</b>	<i>Beneficio costo del proyecto</i> .....	55

#### **CAPÍTULO IV**

<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	56
<b>4.1.</b>	<b>Caracterización del producto terminado</b> .....	56
<b>4.1.1.</b>	<i>Caracterización del snack de bolitas de maíz</i> .....	56
<b>4.2.</b>	<b>Análisis del dimensionamiento del proceso de elaboración del snack</b> .....	57
<b>4.2.1.</b>	<i>Diseño del proceso de elaboración de bolitas de maíz con queso cheddar</i> .....	57
<b>4.3.</b>	<b>Análisis de la viabilidad técnica y económica del proyecto</b> .....	59

<b>CONCLUSIONES</b> .....	61
---------------------------	----

<b>RECOMENDACIONES</b> .....	62
------------------------------	----

#### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b> Composición química en las diferentes partes del maíz en porcentaje .....	6
<b>Tabla 3-1:</b> Coordenadas del área.....	12
<b>Tabla 3-2:</b> Coordenadas del área.....	14
<b>Tabla 3-3:</b> Caracterización físico-química del maíz ( <i>Zea Mays I</i> ).....	15
<b>Tabla 3-4:</b> Caracterización microbiológica del maíz ( <i>Zea I</i> ).....	16
<b>Tabla 3-5:</b> Caracterización físico-química del griz de maíz ( <i>Zea Mays I</i> ).....	16
<b>Tabla 3-6:</b> Caracterización bromatológica del griz de maíz ( <i>Zea Mays I</i> ).....	17
<b>Tabla 3-7:</b> Especificaciones de la selección del sistema de agitación.....	21
<b>Tabla 3-8:</b> Porcentaje de humedad de las bolitas de maíz con queso cheddar .....	41
<b>Tabla 3-9:</b> Costos de la inversión fija .....	46
<b>Tabla 3-10:</b> Capital de trabajo.....	47
<b>Tabla 3-11:</b> Inversión total.....	47
<b>Tabla 3-12:</b> Gastos de producción de materia primas e insumos .....	47
<b>Tabla 3-13:</b> Costos trabajadores en la microempresa Agus Snacks.....	47
<b>Tabla 3-14:</b> Costos de los servicios básicos.....	48
<b>Tabla 3-15:</b> Costos de producción anual del proyecto .....	48
<b>Tabla 3-16:</b> Producción diaria, mensual y anual .....	48
<b>Tabla 3-17:</b> Cálculo del precio de venta al público.....	49
<b>Tabla 3-18:</b> Costos para la puesta en marcha del proyecto .....	49
<b>Tabla 3-19:</b> Punto de equilibrio total .....	50
<b>Tabla 3-20:</b> Ganancias anuales .....	51
<b>Tabla 3-21:</b> Proyección a 5 años .....	51
<b>Tabla 3-22:</b> Flujo de caja en 5 años proyectados .....	51
<b>Tabla 3-23:</b> Valor actual neto.....	53
<b>Tabla 3-24:</b> Tasa interna de retorno .....	54
<b>Tabla 3-25:</b> Comprobación del TIR .....	54
<b>Tabla 3-26:</b> Periodo de recuperación del proyecto .....	55
<b>Tabla 4-1:</b> Caracterización bromatológica del snack de bolitas de maíz .....	56
<b>Tabla 4-2:</b> Caracterización microbiológica del snack de bolitas de maíz .....	56
<b>Tabla 4-3:</b> Resultados del diseño de elaboración de las bolitas de maíz con queso cheddar .....	57
<b>Tabla 4-4:</b> Beneficio / costo del proyecto .....	59

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b> Secador de bandejas .....	8
<b>Ilustración 2-2:</b> Secador de túnel.....	8
<b>Ilustración 2-3:</b> Secador de Tambor rotatorio .....	9
<b>Ilustración 2-4:</b> Extrusora de un tornillo .....	10
<b>Ilustración 2-5:</b> Extrusora de doble tornillo .....	11
<b>Ilustración 3-1:</b> Georreferencia de la Microempresa AGUS SNACK .....	12
<b>Ilustración 3-2:</b> Proceso para la elaboración de las bolitas.....	18
<b>Ilustración 3-3:</b> Agitador .....	22
<b>Ilustración 3-4:</b> Tanque de mezcla .....	24
<b>Ilustración 3-5:</b> Garganta de Alimentación .....	27
<b>Ilustración 3-6:</b> Gráfica de la tolva.....	29
<b>Ilustración 3-7:</b> Diseño del equipo .....	31
<b>Ilustración 3-8:</b> Equipo.....	41
<b>Ilustración 3-9:</b> Curva de Secado .....	42

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** INFORME DE ENSAYO NR 227209

**ANEXO B:** INFORME DE LAS PRUEBAS FÍSICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL MAIZ

**ANEXO C:** PLANOS EXTRUSOR

**ANEXO D:** PLANOS SECADOR ROTATORLO

**ANEXO E:** PLANOS EMPAQUETADORA

**ANEXO F:** PLANOS LAYOUT

**ANEXO G:** ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL GRITZ DE MAÍZ

**ANEXO H:** ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICOS DEL PRODUCTO

FINAL

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación se realizó con el objetivo de desarrollar un proceso industrial para la elaboración de bolitas de maíz con queso cheddar, un snack de sal expandido y de textura crujiente, listo para el consumo, hecho a base de gritz de maíz mediante el proceso de extrusión en la parroquia San Andrés del cantón Guano en la provincia de Chimborazo. Para el desarrollo del trabajo se calculó el dimensionamiento de los equipos utilizados en el diseño del proceso de la línea de producción de snacks que consta de las operaciones como: mezclado, extrusión, secado y empaque con la utilización de un tanque de mezcla, extrusor, horno secador y una empaquetadora con una capacidad de 260 kg; 100 -150 kg; 350 kg y 100 kg respectivamente, además se tomó la temperatura a lo largo del proceso para determinar el parámetro de control obteniendo un rango de 152 °C a 155°C, el tiempo requerido de 3 – 5 minutos y la presión de 150 kPa para verificar el avance y la culminación del snack, y al cual se le realizó los análisis de caracterización del producto final con base a la norma NTE INEN 2570:2010 donde se obtuvieron los valores de humedad de 3,5%, grasa de 30%, índice de peróxidos de 5%, mohos de <0,01, y ausencia de E-coli cumpliendo con los parámetros permisibles establecidos en dichos reglamentos, para finalizar se estimó el precio de venta al público mediante los costos de producción y el margen de utilidad del 30 % obteniendo un costo de \$0,45.

**Palabras clave:** <EXTRUIDO>, <GRITZ>, <MAÍZ (Zea Mayz l.) >, <BOLITAS DE MAÍZ>, <QUESO CHEDAR>, <SECADO>, <EXTRUSOR>.

2297-DBRA-UPT-2023



## ABSTRACT

The objective of this graduation work dealt with developing an industrial process for the production of corn balls with cheddar cheese, an expanded salt snack with a crunchy texture, ready for consumption, made from corn grits through the extrusion process in San Andres parish of Guano canton in the province of Chimborazo. For the development of the work the sizing of the equipment used in the design of the process of the snack production line was calculated consisting of operations such as: mixing, extrusion, drying and packaging with the use of a mixing tank, extruder, drying oven and a packaging machine with a capacity of 260 kg; 100 -150 kg; 350 kg and 100 kg respectively. In addition, the temperature was taken throughout the process to determine the control parameter, obtaining a range of 152 °C to 155°C, the required time of 3 - 5 minutes and the pressure of 150 kPa to verify the progress and completion of the snack, and to which the final product characterization analysis was carried out based on the NTE INEN 2570 standard: 2010, where moisture values of 3.5%, fat of 30%, peroxide index of 5%, molds of <0.01, and absence of E-coli were obtained, complying with the permissible parameters established in those regulations. Finally, the retail price was estimated using production costs and the profit margin of 30%, obtaining a cost of \$0.45.

**Keywords:** <EXTRUDED>, <GRITZ>, <CORN (Zea Mayz 1.) >, <CORN BALLS>, <CHEDAR CHEESE>, <DRIED>, <EXTRUSER>.



Abg. Ana Gabriela Reinoso. Mgs.

Ced: 1103696132

## **INTRODUCCIÓN**

En primer lugar, el diseño de elaboración de producción implica la planificación y organización de los diferentes pasos y recursos necesarios para fabricar las bolitas de maíz con queso Cheddar. Esto incluye la selección de los ingredientes de alta calidad, como maíz de grano entero y queso Cheddar de primera calidad, así como la adquisición de maquinaria y equipos especializados para la producción en masa. El diseño debe tener en cuenta la capacidad de producción deseada, los tiempos de procesamiento y los estándares de calidad requeridos.

Además, el diseño de elaboración de producción implica la creación de un flujo de trabajo eficiente que optimice los recursos y minimice los tiempos de producción. Esto implica la secuencia correcta de pasos, como la mezcla de los ingredientes, la extrusión de la masa de maíz, el corte en forma de bolitas, el horneado o fritura, y el posterior enfriamiento y envasado. Cada paso debe ser meticulosamente diseñado y coordinado para garantizar una producción fluida y sin interrupciones.

La calidad es un aspecto fundamental en el diseño de elaboración de producción de las bolitas de maíz con queso Cheddar. Esto implica establecer estándares y procedimientos de control de calidad desde el inicio hasta el final del proceso. Se deben realizar pruebas de calidad en cada lote de producto, tanto en términos de sabor y textura como de seguridad alimentaria, para asegurar que las bolitas de maíz cumplan con los requisitos establecidos y sean seguras para el consumo.

Por último, el diseño de elaboración de producción también debe considerar aspectos como el embalaje y el etiquetado de las bolitas de maíz con queso Cheddar. El diseño de un envase atractivo y funcional, que mantenga la frescura del producto y proporcione información clara al consumidor, es crucial para su comercialización. Además, el etiquetado debe cumplir con las regulaciones y normativas vigentes en materia de información nutricional, ingredientes y alérgenos.



## CAPÍTULO I

### 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Antecedentes

##### *1.1.1. Elaboración de snacks de maíz*

(Olalla, 2019), presentó un estudio orientado en desarrollar un producto tipo snack utilizando alimentos tradicionales ecuatorianos: Maíz (*Zea mays*), Quinoa (*Chenopodium quinoa*) y Haba (*Vicia faba*), que fueron nixtamalizados con parámetros óptimos para la elaboración del producto; en la etapa final de producción se empleó horneado y fritura. Se determinó el tiempo de vida útil según la cinética de deterioro de la calidad del producto, donde el atributo medible fue la humedad (%H) en los snacks almacenados a tres diferentes temperaturas (25, 30 y 35 °C), obteniendo una cinética de deterioro de orden cero (n=0). Por esta razón el tiempo de vida útil a 25 °C se reduce de 10,6 meses hasta 5,6 meses a 35 °C, evidenciando que altas temperaturas de almacenamiento provocan un mayor deterioro de la calidad del snack. (pág.7)

(Cadena & Yáñez, 2010), demostraron que la elaboración de un producto expandido es posible utilizando una mezcla chocho-maíz en relaciones comprendidas entre 20-80% y 25-75% (base seca), respectivamente, donde se trata del desarrollo de un snack de sal expandido y de textura crujiente, listo para el consumo, hecho a base de griz de maíz y chocho desamargado mediante el proceso de extrusión. En el prototipo que permite alcanzar una relación 2 a 1 (20% de chocho y 80% de maíz) da como resultado un snack expandido con textura crujiente aceptado por los consumidores. (pág.5)

##### *1.1.2. Optimización de la elaboración de snacks a partir de la extracción de maíz*

(Kaur et al. 2022), estudiaron los efectos de las variables del proceso de extrusión, como la velocidad del tornillo (400-550 rpm), la temperatura del barril (125-175°C) y la humedad del pienso (14-18%, en base seca), sobre el sistema y las propiedades funcionales de los aperitivos a base de maíz normal y de calidad proteica. El análisis de regresión de los datos experimentales reveló los efectos significativos de la velocidad del tornillo, seguida del contenido de humedad del pienso y la temperatura del barril, sobre las propiedades funcionales de los extruídos. Los parámetros óptimos del proceso de extrusión obtenidos fueron el contenido de humedad del pienso 14-16%,

14-15% y la temperatura del barril 138-172°C, 169-175°C a una velocidad del tornillo de 475 rpm para el maíz de proteína normal y de calidad, respectivamente.

(Sahu, Patel & Khokhar, 2021), desarrolló el producto a partir de una mezcla optimizada de maíz, soja desgrasada, mijo y ñame en condiciones óptimas de 14% de humedad del pienso, 110°C de temperatura del barril y 301 rpm de velocidad del tornillo. El calor isotérmico neto de sorción del producto extruido se determinó mediante la ecuación de Clausius-Clapeyron. Se observó que el contenido de humedad de equilibrio (EMC) aumentaba con el incremento de la actividad del agua (aw) a una temperatura determinada. El mayor EMC 30,05% se registró a 0,92 aw y 30 °C de temperatura, mientras que el menor EMC 2,46% a 0,11 aw y 60 °C de temperatura. (pág. 1-4)

## **1.2. Planteamiento del problema**

El maíz es el tercer cereal más cultivado a nivel mundial, detrás del trigo y el arroz. Puede crecer, en una gran variedad de climas, que van desde el trópico hasta los climas templados, desde el nivel del mar hasta altitudes de 300 msnm, latitudes ecuatoriales entre 23° norte y 23° sur desde el Ecuador (INIAP, 2021).

En el Ecuador el maíz es un cultivo de mayor importancia en el ámbito nacional por su producción y consumo, ya que se encuentra distribuida en el litoral ecuatoriano así: 43,240ha., en la provincia del Guayas; 106,681 en la provincia de Los Ríos; 51,923ha., en la provincia de Manabí. Con un rendimiento promedio de 2.5 TM/ha. En la provincia de Loja aproximadamente 12162,89 hectáreas son destinadas al cultivo (CHAQUI, 2013, págs. 1-3).

Por esta razón, los productos procesados derivados del maíz en la actualidad van en aumento tanto por la dinámica del ritmo de vida que se lleva, por el crecimiento de la población urbana, para ello los alimentos de fácil preparación permiten la expansión de la industria de, productos precocidos, congelados, alimentos de consumo final conocidos como snacks o aperitivos en los que se incluyen: frutos secos, galletas, productos de confitería, extruidos, etc. (Pérez, 2019, pág. 8).

La microempresa AGUS SNACK es nueva en el mercado, y no dispone de un estudio de diseño del proceso de producción en la línea de snacks como las bolitas de maíz con queso cheddar el cual es una limitante para que la empresa logre su competitividad en el mercado local.

### **1.3. Justificación**

El diseño del proceso de elaboración de las bolitas de maíz con queso cheddar es un paso fundamental para garantizar la calidad, la eficiencia y la rentabilidad de la producción. Esta tesis tiene como objetivo proporcionar a la microempresa AGUS SNACK una guía detallada y estructurada para diseñar un proceso de fabricación óptimo.

De este proceso, el 32% corresponde a la harina zootécnica y el 8% al germen de maíz, el gritz es utilizado como materia prima principal para la elaboración de alimentos extruidos, tales como cachitos y snacks de maíz (Crespin, Soriano & Zambrano, 2013, pág. 4).

Por lo tanto, la microempresa AGUS SNACK requiere el estudio de la implementación de la línea de snacks tales como: bolitas de maíz con queso cheddar, con el objetivo de mejorar la calidad de los productos y garantizar su ingreso al mercado local de consumo.

### **1.4. Objetivos**

#### ***1.4.1. Objetivo general***

Diseñar el proceso de elaboración de bolitas de maíz con queso cheddar para la microempresa AGUS SNACK.

#### ***1.4.2. Objetivos específicos***

- Realizar la caracterización física, química y microbiológica correspondiente de la materia prima maíz con base a la norma NTE INEN 187:2013 Cereales y leguminosas.
- Determinar las variables, parámetros y operaciones necesarias para el diseño del proceso industrial de elaboración de las bolitas de maíz con queso cheddar.
- Aplicar cálculos de ingeniería para el dimensionamiento del diseño propuesto.
- Realizar la validación técnica y económica del proyecto mediante la caracterización físico-química y microbiológica del producto con base a la norma INEN 2561-2010.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Referencias teóricas

##### 2.1.1. *Maíz*

El maíz es un cereal perteneciente a la familia de las gramíneas cuya descripción taxonómica corresponde a una especie monocotiledónea de crecimiento anual y un ciclo vegetativo muy amplio. De acuerdo con la variedad su desarrollo puede durar de 80 a 200 días, el cual empieza en la siembra y termina con la cosecha (Grande & Orozco, 2013, pág. 98).

La planta del maíz es una monocotiledónea anual de elevado porte (60-80 cm de altura), frondosa, con un sistema radicular fibroso y un sistema caular con pocos macollos. Las yemas laterales en la axila de las hojas de la parte superior de la planta formarán una inflorescencia femenina (mazorca) cubierta por hojas y que servirán como reserva. Las mazorcas son espigas de forma cilíndrica con un raquis central donde se insertan las espiguillas por pares estando cada espiguilla con dos flores postiladas, una fértil y otra abortiva, en hileras paralelas (Ortega, 2014, págs. 151-152).

##### 2.1.2. *Composición del grano de maíz*

Los nutrientes que se encuentran en el grano de cualquier cereal presentan un patrón de distribución dentro de los diferentes componentes del mismo: el endospermo, la cascarilla, el germen. Además de una reducción en el tamaño de la partícula, durante la molienda ocurre un cambio en el contenido de carbohidratos, fibra, grasa, minerales, proteínas y vitaminas. Se presenta una pérdida importante de nutrientes en la obtención de las harinas en comparación con los que están presentes en el grano original. El proceso para obtener harinas refinadas de trigo y de maíz reduce en forma significativa el contenido de vitaminas y minerales; en algunos casos, dicha disminución es superior al 70% del contenido en el grano original (Rosado, & Bourges, 1999, págs. 134-135).

**Tabla 2-1:** Composición química en las diferentes partes del maíz en porcentaje

Componente químico	Pericarpio	Endospermo	Germen
Proteínas	3,7	8,0	18,4
Extracto etéreo	1,0	0,8	33,2
Fibra cruda	86,7	2,7	8,8
Cenizas	0,8	0,3	10,5
Almidón	7,3	87,6	8,3
Azúcar	0,34	0,62	10,8

Fuente: Watson, 1987.

### 2.1.3. *Salvado de maíz*

El salvado de maíz corresponde a la fracción blanda harinosa del grano con un alto contenido de almidón, grasa y fibra que se desprende en el proceso de trillado, su composición abarca fracciones de harina, almidón, germen y cascarilla. Generalmente este subproducto es usado en la elaboración de alimentos balanceados para consumo animal, sin embargo, debido a su contenido nutricional se desea implementar en algunos productos saludables, como en cereales, pasabocas, productos de panadería entre otros (Akbari, 2023, págs. 3-4).

### 2.1.4. *Harina de maíz*

Dentado: este es el maíz de mayor importancia comercial. Ocupa casi el 73% de la producción global. Se utiliza para alimento para ganado y fabricación de productos industriales como almidón, aceite, alcohol, jarabes de maíz, etc. Consiste en un núcleo harinoso con inclusiones laterales de almidón duro. Debido a que la parte alta del grano contiene almidón harinoso, la pérdida de humedad de esta área provoca un ligero colapso durante la maduración, que produce la apariencia dentada característica (Haller, 2007, págs. 3-4).

Blando: es la variedad favorita para consumo humano. Consiste de granos suaves que son fácilmente molidos o cocinados para preparar alimentos como tortillas, atoles, tamales, etc. Ocupa aproximadamente el 12% de la producción global (Haller, 2007).

### 2.1.5. *Queso cheddar*

El queso cheddar es un queso de pasta sura que se madura normalmente de dos a diez meses, tiene una textura cerrada lisa sin ojos y grietas. Su sabor tradicional es a avellanas tiene un pH entre 5,2 y 5,3; el sabor amargo es casi imperceptible y tiene altos niveles de sal cerca del 5%. Su forma

normal es cilíndrica pero también existen en el mercado en forma de cubos. La característica principal es que el salado se realiza en seco sobre la cuajada picada previo al moldeo (Burbano, 2016, págs. 17-18).

#### **2.1.6. Snacks de maíz**

Los Snacks (Tortilla Chip) se cuecen al horno antes de ser fritos, y por lo tanto absorber menos aceite y tienen una textura más firme y un sabor más fuerte de alcalinidad que los chips de maíz. La masa para Snacks normalmente se corta en triángulos o círculos pequeños, luego pasa al horno, fritura, salado y condimentado (De la Portilla, 2018, pág. 17).

#### **2.1.7. Operaciones unitarias utilizadas en el proceso de extrusión**

##### **2.1.7.1. Secado**

El secado una operación unitaria que se describe como un proceso de eliminación de sustancias volátiles (humedad) para producir un producto sólido y seco. La humedad se presenta como una solución líquida dentro del sólido, es decir, en la microestructura del mismo. Cuando un sólido húmedo es sometido a secado térmico dos procesos ocurrirán simultáneamente (RUIZ, 2016, pág.1).

- Habrá transferencia de energía (comúnmente como calor) de los alrededores para evaporar la humedad de la superficie.
- Habrá transferencia de la humedad interna hacia la superficie del sólido.

##### **2.1.7.2. Secador de bandejas**

El secador consiste de una cámara en la cual pueden ser colocadas bandejas con el producto. El secador de cabina es, por lo general, el menos caro de construir, es fácil de mantener y es bastante flexible. Comúnmente es usado para estudios de laboratorio en la deshidratación de hortalizas y frutas y en operaciones comerciales de pequeña escala y temporales (GARCÍA, 2013, págs. 48-49).



**Ilustración 2-1:** Secador de bandejas

**Realizado por:** Terán M., 2023.

### *2.1.7.3. Secador de túnel*

Estos secadores son de uso más común para la deshidratación de frutas y hortalizas. Consisten de túneles de 35 a 50 pies de longitud con vagonetas en su interior que contienen las charolas donde es colocado el alimento. El aire caliente es impelido a través de las charolas. La producción es programada de tal forma, que cuando es sacada de un extremo del secador una vagoneta con producto terminado, una vagoneta de producto fresco es puesta por el otro extremo (GARCÍA, 2013, págs. 48-49).



**Ilustración 2-2:** Secador de túnel

**Realizado por:** Terán M., 2023.

#### 2.1.7.4. Secador de tambor rotatorio

Los secadores de tambor están constituidos por uno o dos cilindros metálicos huecos montados sobre ejes horizontales rotativos. La pared del secador se calienta debido a la condensación del vapor en el interior del tambor. En estos secadores, el calor atraviesa la pared metálica del tambor hasta llegar a la delgada capa de material extendida sobre su superficie externa (Loya, 2010, págs. 6-7).



**Ilustración 2-3:** Secador de Tambor rotatorio

**Realizado por:** Terán M., 2023.

#### 2.1.7.5. Estrusión

Se trata de un proceso continuo que involucra el trabajo y la compresión para formar una masa semisólida, que abarca una serie de operaciones unitarias que se combinan entre sí: mezclado, amasado, cizallamiento, calentamiento, enfriamiento, conformación, texturización y deshidratación de alimentos. En el caso de cereales para el desayuno y aperitivos, la alta temperatura y presión durante la cocción de la masa a base de almidón y la alta caída de presión en la matriz extrusionadora conducen a una evaporación del agua en la salida del troquel. Esta evaporación conduce a la formación de burbujas (nucleación) y crecimiento dentro de la masa, lo cual es responsable de una expansión significativa del producto (Ibrahim, 2023, págs. 1-2).

#### 2.1.7.6. Extrusoras de un tornillo

Las extrusoras de tornillo segmentado / barril de un solo tornillo son el diseño de extrusión por cocción que más se aplica en las industrias de procesamiento de alimentos, alimentos para mascotas y piensos. "Húmedo" significa que el vapor y el agua pueden ser inyectados en el barril



durante el procesamiento. Por lo general, los barriles de estas máquinas están equipados con cubiertas de calor y refrigeración. Pueden procesar más tonelaje de productos extruidos que cualquier otro diseño de extrusora, y pueden producir una gama de productos, desde los totalmente cocidos snacks de maíz de baja densidad, a densas pastas parcialmente cocidas y formadas (Ibrahim, 2023, págs.1-2).

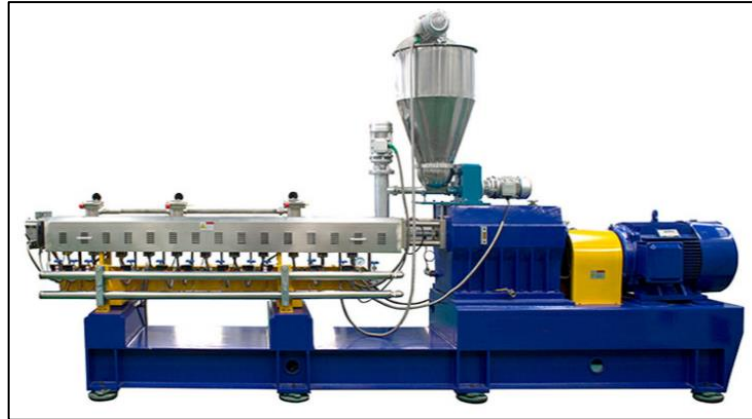


**Ilustración 2-4:** Extrusora de un tornillo

Realizado por: Terán M., 2023.

#### *2.1.7.7. Extrusoras de doble tornillo*

Las extrusoras de doble tornillo pueden cubrir algunas de estas necesidades. El término "de doble tornillo" se aplica a extrusoras con dos tornillos de igual longitud, ambos colocados en el interior del mismo barril. Las extrusoras de doble tornillo son mucho más complicadas que las extrusoras de un solo tornillo, pero al mismo tiempo proporcionan mucha más flexibilidad y un mejor control. Las extrusoras de doble tornillo se clasifican generalmente de acuerdo con la dirección de rotación del tornillo y por el grado en que el tornillo se engrana (CHAVEZ & NARVAEZ, 2021, pág.45).



**Ilustración 2-5:** Extrusora de doble tornillo

**Realizado por:** Terán M., 2023.

#### *2.1.7.8. Productos extruídos: Bolitas de maíz*

Este producto es un derivado de maíz y pertenece al grupo de cereales. Proporciona una gran cantidad de calorías y contiene mucha grasa y sal, por lo que su consumo es desaconsejado (Harada padermo et al. 2021).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Localización del proyecto

La microempresa AGUS SNACK se encuentra ubicada en la parroquia de San Andrés perteneciente al cantón Guano, provincia de Chimborazo-Ecuador.



**Ilustración 3-1:** Georreferencia de la Microempresa AGUS SNACK

**Fuente:** Google Earth ,2023.

**Tabla 3-1:** Coordenadas del Área

Coordenadas Geográficas	
Provincia	Chimborazo
Cantón	Guano
Parroquia	San Andrés
Coordenadas	1°36'14.0''S 78°42'44'5''W
Altitud	5310 m.s.n.m
Población	15487 aprox

**Fuente:** Google Earth, 2023.

## **3.2. Enfoque del objeto de estudio**

### **3.2.1. Enfoque de investigación**

El enfoque del trabajo adoptado es de naturaleza técnico-sistemática, ya que se basa en la ejecución de pruebas y experimentos, tanto en su aspecto teórico como práctico. Este enfoque garantiza la obtención óptima del resultado final y, al mismo tiempo, ofrece una descripción detallada junto con los requisitos esenciales para llevarlo a cabo. Con este propósito, se definen de manera clara las variables y las etapas operativas involucradas en el proceso de producción del producto.

### **3.2.2. Enfoque de investigación**

La naturaleza de estudio se estableció en la aplicación de 2 enfoques científicos que indican la recopilación de datos y la información requerida para alcanzar los objetivos establecidos.

**Método Deductivo:** Implica el conocimiento con los procesos industriales utilizados para producir el snack, a través de diversas pruebas que se realizan a nivel de laboratorio para analizar y describir en detalle las propiedades de la materia prima.

**Método Inductivo:** a través de esta metodología, se llega a conclusiones respaldadas por los resultados obtenidos durante la ejecución de las pruebas correspondientes. Esto proporciona una comprensión precisa de los pasos idóneos para implementar de manera industrial la producción del snack. Estos procesos abarcan desde la recolección inicial de la materia prima hasta un minucioso análisis físico-químico y microbiológico, garantizando la calidad del producto de acuerdo con los lineamientos establecidos en la norma NTE 2051 2013.

## **3.3. Metodología o Ingeniería del Proyecto**

El proyecto es de tipo técnico y sistémico porque se basa en la parte experimental que va desde la obtención de las materias primas, el cual es el maíz (*Zea Maíz*), donde se detalla el tipo de proceso de elaboración de bolitas de maíz con queso cheddar para la empresa AGUS SNACK.

### **3.3.1. Obtención de la materia Prima**

La materia prima que se requiere para el snack es el griz de maíz, el cual es evaluado por parámetros óptimos de control en el proceso de elaboración de las bolitas de maíz con queso chedar mediante ensayos y pruebas experimentales.

### 3.3.2. *Caracterización de la materia prima*

De acuerdo con la norma NTE INEN 187:2013 Cereales y leguminosas la variedad de desarrollo del maíz puede durar de 80 a 200 días, el cual empieza en la siembra y termina con la cosecha a continuación (Grande & Orozco, 2013, pág. 98).

**Tabla 3-2:** Coordenadas del Área

Reino	Plantae
División	Macrophyllphyta
Subdivisión	Magnoliophytina
Clase	Nymphaespsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	Zea
Especie	Zea mays I

Fuente: (Grande & Orozco, 2013).

### 3.3.3. *Caracterización físico-química y microbiológica del maíz (ZEA MAÍZ I)*

La caracterización del maíz (Zea maíz I) fundamental en la elaboración del snack, teniendo un mejor control de calidad en el proceso, mediante pruebas basadas en la NTE INEN 187:2013.

**Tabla 3-3:** Caracterización físico-química del Maíz (*Zea Mays L*)

<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>MÉTODO DE ENSAYO</b>	<b>VALORES (MÍNIMO %)</b>	<b>VALORES (MÁXIMO %)</b>	<b>VALOR OBTENIDO (Laboratorio)</b>
<b>Humedad, %(m/m)</b> Medida que indica la cantidad de vapor de agua en el aire.	NTE INEN 187:2013	-	13,0	5.659
<b>Materias orgánicas residuos, %(m/m)</b> Residuos de origen natural no comestibles	NTE INEN 187:2013	-	1,5	0,5 %
<b>Materias inorgánicas extrañas, % (m/m)</b> Residuos que carecen de C y se encuentran presentes en todos los seres vivos.	NTE INEN 187:2013	-	0,5	0,15 %
<b>Suciedad, %(m/m)</b> Residuos de tipo orgánico e inorgánico.	NTE INEN 187:2013	-	0,1	0,05%
<b>Granos defectuosos %(m/m)</b> Objeto de análisis puntuales para determinar que defectos tienen.	NTE INEN 187:2013	-	7,0	0,10%
<b>Granos infectados, %(m/m)</b> Bacterias, hongos, microorganismos patógenos,	NTE INEN 187:2013	-	0,5	0
<b>Otros granos</b>	NTE INEN 187:2013	-	2,0	-
<b>Proteína</b> Moléculas de gran tamaño formadas por una larga cadena lineal de sus elementos constitutivos propios, los aminoácidos.	NTE INEN 543	8,0	-	9,40

Fuente: (INEN, 2013).

**Tabla 3-4:** Caracterización microbiológica del Maíz (*Zea mays*)

MICROORGANISMO	Número de muestras que se van a examinar	Número de muestras permisibles con resultados entre m y M	VALORES			Valores obtenidos (Laboratorio)
			M	M	Método de ensayo	
<b>Mohos</b> Son organismos microscópicos que viven en la materia animal o vegetal.	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>5</sup>	NTE INEN 1529-10	10 <sup>2</sup>

Fuente: (INEN, 2013).

**3.3.4. Caracterización físico-química y microbiológica del griz de maíz**

La materia prima que se utiliza en la elaboración del snack es el griz de maíz, el cual deberá cumplir con los parámetros y requisitos fundamentales para asegurar la inocuidad y calidad del producto con base a la norma NTE INEN 2051:2013 GRANOS Y CEREALES. MAÍZ MOLIDO, SÉMOLA, HARINA, GRITZ. REQUISITOS.

**Tabla 3-5:** Caracterización físico-química del griz de Maíz (*Zea Mays*)

REQUISITO	VALORES		
	Mínimo	Máximo	Valor Obtenido (Laboratorio)
Humedad % (m/m)	-	13,0 %	10,495 %
Materias orgánicas extrañas % (m/m)	-	1,5 %	1 %
Materias inorgánicas extrañas % (m/m)	-	0,5 %	0,3 %
Suciedad % (m/m)	-	0,1 %	0,09 %

Fuente: (INEN, 2013).

**Tabla 3-6:** Caracterización bromatológica del griz de Maíz (*Zea Mays I*)

REQUISITOS	% MÍNIMO	% MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO	VALOR OBTENIDO
PROTEÍNA	8,0	----		9,48
GRASA	----	3,1		0,687
CENIZA	----	3,0		0,158
FIBRA	----	2,5		1,8

Realizado por: Terán M., 2023.

### 3.3.5. Variables del proceso para la elaboración de bolitas de maíz con queso cheddar

**Humedad del snack:** Conforme al artículo de optimización de la elaboración de un snack (Kaur et al. 2022), los parámetros óptimos del proceso de extrusión el contenido de humedad para el snack es de 14-16% o 14-15%.

**Temperatura de almacenamiento:** De acuerdo al artículo para la elaboración de snacks (Olalla 2019), se establecen temperaturas de almacenamiento de 25, 30, 35°C para mejorar el tiempo de vida útil del producto.

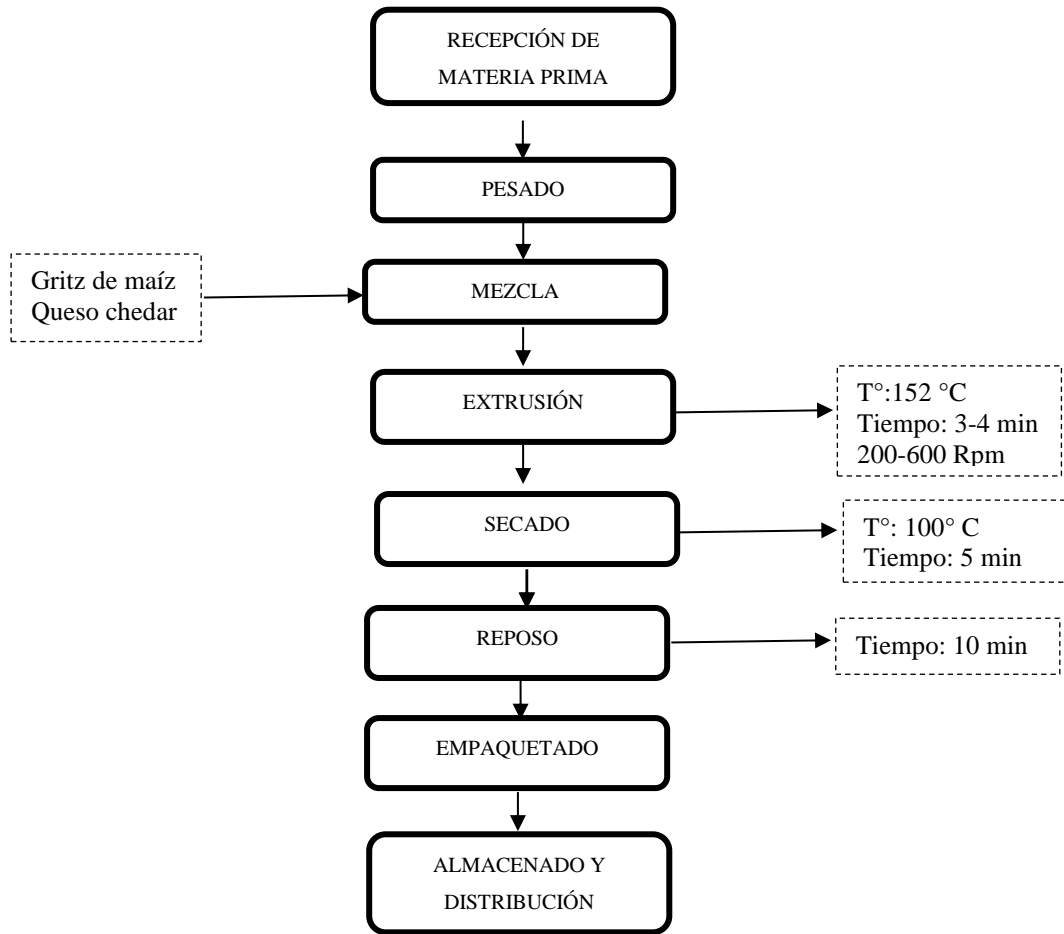
**Tiempo de vida útil:** De acuerdo al artículo de elaboración de snacks (Olalla 2019), el tiempo de vida útil a 25°C sería de aproximadamente 11 meses y a 35° C un tiempo de vida controlada aproximadamente de 6 meses.

#### **Velocidad de extrusión:**

De acuerdo al artículo (Kaur et al. 2022), la velocidad óptima en la que debe trabajar el extrusor de tornillo es de 475 rpm obteniendo un producto de calidad.



### 3.4. Proceso para la elaboración de las bolitas de maíz con queso cheddar



**Ilustración 3-2:** Proceso para la elaboración de las bolitas de maíz con queso cheddar

Realizado por: Terán M., 2023.

#### 3.4.1. Descripción del proceso de elaboración de las bolitas de maíz con queso cheddar

En la elaboración de bolitas de maíz con queso cheddar empieza con la recepción de la materia prima (gritz), que pasa por diferentes etapas para garantizar su inocuidad y adecuada gestión. La agitación y mezcla implica una preparación minuciosa del equipo y la dosificación exacta de ingredientes como colorantes, saborizantes, edulcorantes, conservantes y el gritz. El secado se efectúa bajo control de temperatura y tiempo para evitar sobre cocción u oscurecimiento del producto. En la etapa de horneado, se prepara el horno y se monitorea el proceso con precisión.

Posteriormente, se enfría el producto de manera adecuada y se almacena en empaques herméticos, asegurando el control de inventario y las condiciones óptimas de almacenamiento para mantener la calidad del producto final.

Además, se destaca la importancia de un empaçado adecuado y etiquetado correcto, junto con una logística eficiente y un almacenamiento adecuado en los puntos de venta. La presentación llamativa, el control de inventario y la capacitación a distribuidores también son aspectos cruciales para asegurar que el producto llegue al consumidor final en condiciones óptimas y cumpla con las expectativas de calidad, proporcionando un servicio al cliente satisfactorio.

### 3.5. Dimensionamiento del proceso

#### 3.5.1. Diseño de un tanque de mezcla

El tanque de agitación se utiliza para mezclar la dosificación y proporciones adecuadas de cada uno de los ingredientes y homogenizar la mezcla formando una masa uniforme.

##### 3.5.1.1. Cálculo de la potencia

Para el cálculo de la potencia se utiliza el número de potencia que es expresado en variables convenientes para que se produzca la agitación con la siguiente fórmula.

$$Np = \frac{P}{N^3 D^5 \rho}$$
$$P = N_p N^3 D^5 \rho$$

**Donde:**

$N$  = velocidad de rotación (rps)

$D$  = diámetro del agitador (m)

$\rho$  = densidad del fluido  $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$

$N_p$  = número de potencia

$P$  = potencia

**Datos:**

$N = 200 \text{ rps} \rightarrow 1200 \text{ rps}$

$D = 0,5 \text{ m}$

$\rho = 500 \frac{kg}{m^3}$

$N_p = 2,2$  referenciar

$$P = (2,2)(1200)^3(0,5)^5(500)$$

$$P = 5,94 * 10^3 \text{ Watts} \rightarrow 5,94 \text{ Kw}$$

### 3.5.1.2. Cálculo de la altura del reactor

La altura del reactor dependerá del volumen y diámetro del diseño del equipo, donde se emplea la siguiente ecuación:

$$h_i = \frac{4 * V_c}{\pi * D_i^2}$$

**Donde:**

$h_i$  = altura del reactor

$V_c$  = volumen de diseño del reactor

$D_i$  = diámetro de la base del reactor

$$h_i = \frac{4 * 0,2}{\pi * 0,5^2}$$

$$h_i = 1 \text{ m}$$

### 3.5.1.3. Determinación del factor de seguridad

Es el valor que se encarga de la relación que existe entre el volumen real del equipo y el volumen del diseño como se observa en la siguiente fórmula:

$$V_R = V_c * (1,3)$$

El factor de seguridad para este reactor se encuentra en 1,3 como se puede observar en el ANEXO 1.

**Donde:**

$V_R$  = volumen real del reactor ( $m^3$ )

$V_c$  = volumen de diseño del reactor ( $m^3$ )

$$V_R = 0,2 * (1,3)$$

$$V_R = 0,26 \text{ m}^3$$

Se obtiene que el volumen real del reactor es  $0,26 \text{ m}^3$ , a medida que su volumen incrementa también varía la altura del mismo:

$$h_{iR} = \frac{4 * V_R}{\pi * D_i^2}$$

**Donde:**

$h_{iR}$  = altura real del reactor (m)

$V_R$  = volumen real del reactor ( $\text{m}^3$ )

$D_i$  = diámetro de la base del reactor

$$h_{iR} = \frac{4 * 0,26}{\pi * 0,50^2}$$

$$h_{iR} = 1,32 \text{ m}$$

#### 3.5.1.4. Diseño del sistema de agitación

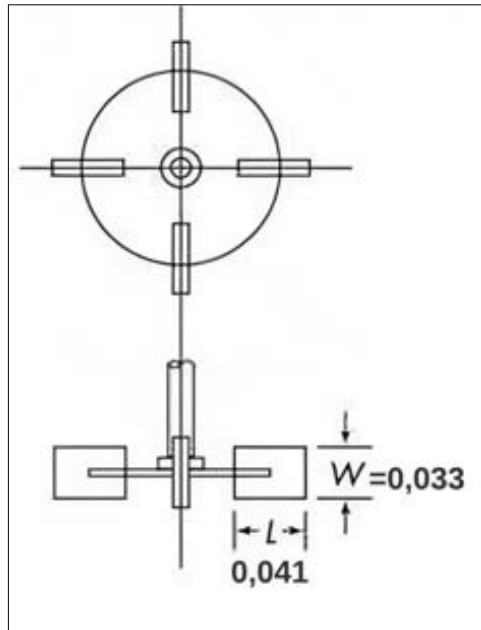
El sistema de agitación permite el movimiento de dos o más fluidos, para que el equipo sea el adecuado es importante que los parámetros sean apropiados al momento de escoger el diseño del sistema como en la Tabla 3-7.

**Tabla 3-7:** Especificaciones de la selección del sistema de agitación

Servicio	Mezclado	
Impulsor	Turbina	Volumen del tanque
	Propela	
	Paleta	
Rango	50 %	Hasta $500 \text{ m}^3$
	100 %	
	15 %	
Relaciones- diámetro tanque a diámetro del impulsor	3:1 hasta 6:1	
Altura del tanque	Ilimitada	
Impulsores y posición	Sencillos y multiples	

Fuente: (Valiente, 1993).

Realizado por: Terán M., 2023.



**Ilustración 3-3:** Agitador

**Fuente:** AutoCAD, 2024.

**Realizado por:** Terán M., 2023.

Diámetro del agitador:

$$\frac{D_A}{D_T} = cte$$

Donde:

$D_A$  = Diámetro de los agitadores (m)

$D_T$  = Diámetro de tanque (m)

cte = altura del agitador es 3: 1.

$$D_A = cte * D_T$$

$$D_A = 0,33 * 0,5m$$

$$D_A = 0,165 m$$

El sistema de agitación requiere paletas cuyo diámetro de 0,165 m.

### 3.5.1.5. Cálculo de la Altura del Agitador:

Se considera el valor de la constante en una proporción de 1:2 que es equivalente a 0,5, mediante el siguiente cálculo:

$$\frac{h_A}{h_i} = cte$$

Donde:

$h_A =$  Altura del agitador (m)

$h_i =$  Altura del tanque (m)

$cte = 1:2 \rightarrow$  proporcional al valor de 0,5

$$h_A = cte * h_i$$

$$h_A = 0.5 * 1m$$

$$h_A = 0,5m$$

### 3.5.1.6. Cálculo de la Altura óptima de mezclado (h líquido)

La altura del mezclado debe tener una longitud igual o menor a la altura del agitador, se lo realiza mediante el cálculo:

$$\frac{h_{\text{líquido}}}{D_T} = cte$$

Donde:

$h_{\text{líquido}} =$  Altura del óptima (m)

$D_T =$  Diámetro del tanque

$$h_{\text{líquido}} = cte * D_T$$

$$h_{\text{líquido}} = 1(0,5m)$$

$$h_{\text{líquido}} = 0,5 m$$

### 3.5.1.7. Cálculo del Volumen óptimo

Se sustituye el valor calculado de la anterior fórmula  $h_{\text{liquido}} = 0,5 \text{ m}$  en la ecuación:

$$V_o = \frac{\pi O^2 h_{\text{liquido}}}{4}$$

Donde:

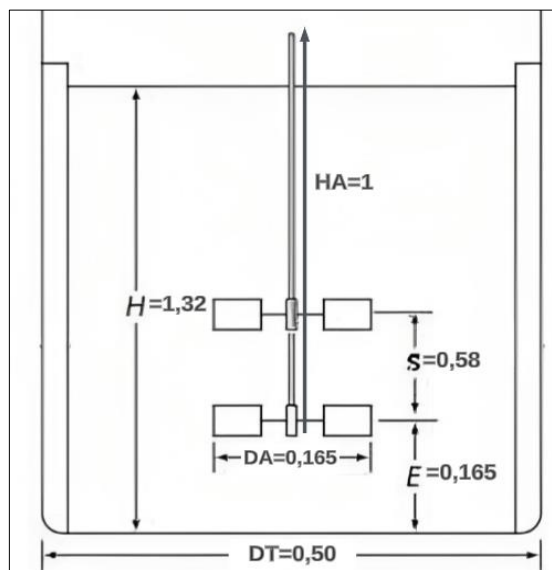
$h_{\text{liquido}} = \text{Altura del óptimo}$

$V_o = \text{Volumen óptimo (m}^3\text{)}$

$$V_o = \frac{\pi(0,5)(1\text{m})}{4}$$

$$V_o = 0,19 \text{ m}^3 \rightarrow 98\%$$

### 3.5.1.8. Equipo: Tanque de mezcla



**Ilustración 3-4:** Tanque de mezcla

Fuente: AutoCAD, 2024.

Realizado por: Terán M., 2023.

En el diseño de este equipo se tiene el dato del volumen de  $0,26 \text{ m}^3$  de planta con un volumen óptimo de  $0,19 \text{ m}^3$  y un promedio de trabajo de 8 h/día.

### 3.5.2. Diseño de un extrusor

El extrusor es fundamental en el proceso de elaboración de snacks o cereales que se produce de modo continuo, por esta razón se desarrollaran los cálculos de los principales parámetros de este equipo.

#### 3.5.2.1. Cálculo de velocidad

Aplicando la fórmula de la velocidad, en el extrusor existe una relación entre las revoluciones por los radios de las poleas:

$$N_1 * r_1 = N_2 * r_2 \quad (1)$$

Donde:

$$N_1 = \text{Velocidad del motor } \left(\frac{rev}{min}\right)$$

$$N_2 = \text{Velocidad del husillo } \left(\frac{rev}{min}\right)$$

$$r_1 = \text{Radio de la polea menor (in)}$$

$$r_2 = \text{Radio de la polea mayor (in)}$$

Con lo cual se determina la velocidad del husillo:

$$N_2 = \frac{N_1 * r_1}{r_2}$$
$$N_2 = \frac{\left(800 \frac{rev}{min}\right) * 1.5 \text{ in}}{20 \text{ in}}$$
$$N_2 = 60 \frac{rev}{min}$$

#### 3.5.2.2. Cálculo de la viscosidad efectiva

Este parámetro se cumple a través de la relación entre de la velocidad de husillo y las distancias que corresponden al barril y al husillo, se calcula mediante la ecuación.:

$$\gamma = \frac{\pi * D_b * N}{h} \quad (1)$$

Donde:

$$D_B = D \text{ ímetro interno del barril (mm)}$$



$N = \text{Velocidad del husillo (revs)}$

$h = \text{distancia entre el filete del husillo y el barril (mm)}$

Datos:

$D_B = 65 \text{ mm}$

$N = 60 \text{ revs}$

$h = 0,5 \text{ mm}$

$$\gamma = \frac{\pi * D_b * N}{h}$$
$$\gamma = \frac{\pi * 65\text{mm} * \frac{60 \text{ rev}}{60 \text{ s}}}{0.5\text{mm}}$$
$$\gamma = 408.407 \frac{1}{s}$$

### 3.5.2.3. Potencia requerida

La regla empírica de (Goff & Whelan, 2016), enuncia que se puede extraer  $4.5 \frac{\text{kilogramos}}{\text{hora}}$  de producto, por 1 HP en un equipo de un solo tornillo.

$$4.5 \frac{kg}{h} \rightarrow 1HP$$

La producción en la empresa se aproxima a los  $100 \frac{kg}{h}$ :

$$Pot = \frac{100 \frac{kg}{h} * 1 HP}{4.5 \frac{kg}{h}}$$

$$Pot = 22.22 HP$$

$$Pot = 16.57 Kw$$

Se aprecia un valor excesivamente alto de  $22kw$  para el motor más importante del equipo donde se suministra energía al sistema.

#### 3.5.2.4. Garganta de alimentación

Es una cavidad que se encuentra integrada en el barril para que pueda ingresar el material. Esta abertura está conectada al extremo de la salida de la tolva. La dimensión de la garganta de alimentación debe ser equivalente a 1.5 veces el diámetro del cilindro mientras que el ancho es 0.7 veces el diámetro.

$$G_L = 1.5 * D_B \quad (2)$$

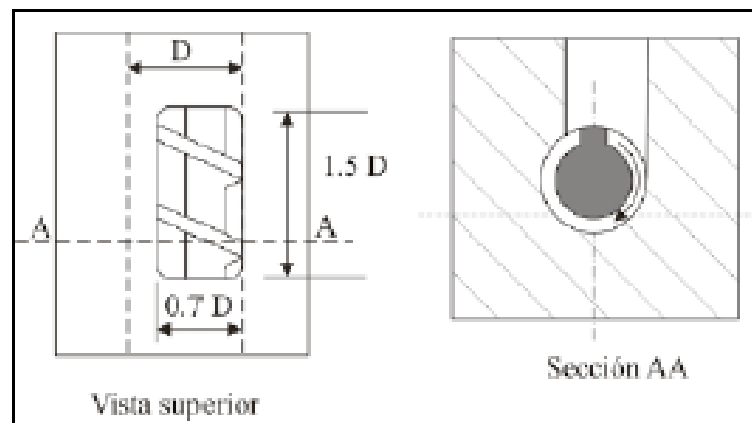
$$G_a = 0.7 * D_B \quad (3)$$

Donde:

$D_B$  = Diámetro interno del barril (mm)

$G_L$  = Largo de la garganta de alimentación (mm)

$G_a$  = Ancho de la garganta de alimentación (mm)



**Ilustración 3-5:** Garganta de Alimentación

Fuente: (BELTRÁN & MARCILLA, 2013).

$$G_L = (1.5 * 65)mm \rightarrow 97.5 mm$$

$$G_a = (0.7 * 65)mm \rightarrow 45.5 mm$$

#### 3.5.2.5. Cálculo de la tolva

Se divide en dos segmentos a la tolva para obtener el volumen total de la misma, la primera sección es una figura tetraédrica con las siguientes medidas:  $440 \times 500 \times 370 mm$ , el segundo segmento es un cono truncado con las dimensiones:  $500 \times 200 \times 300 mm$ . Se calcula con las fórmulas:

$$V_1 = a_1 + h_1 + l_1 \quad (4)$$

$$V_2 = \frac{h_2}{3} * (A_M + A_m + \sqrt{A_M * A_m}) \quad (5)$$

Donde:

$V_1 = \text{Volumen de la sección tetraédrica de la tolva (mm}^3\text{)}$

$V_2 = \text{Volumen del cono truncado (mm}^3\text{)}$

### 3.5.2.6. Volumen 1 de la sección superior de la tolva

Se calcula el primer volumen con la primera fórmula del primer segmento para la figura tetraédrica:

$$V_1 = (440 + 500 + 370)mm^3$$

$$V_1 = 8.14 * 10^7 mm^3 \text{ en m}^3$$

### 3.5.2.7. Volumen 2 de la sección inferior de la tolva

Para obtener el valor del segundo volumen se lo resuelve con la siguiente fórmula:

$$V_2 = \frac{h_2}{3} * (A_M + A_m + \sqrt{A_M * A_m})$$

$$V_2 = \frac{300}{3} * (500 + 200 + \sqrt{500 * 200})$$

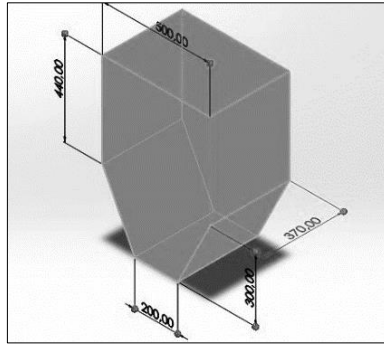
$$V_2 = 1.016 * 10^5 mm^3$$

### 3.5.2.8. Cálculo del volumen total de tolva

El volumen total de la tolva se obtiene mediante la suma de los volúmenes de cada segmento:

$$V_t = V_1 + V_2 = (8.14 * 10^7 + 1.016 * 10^5)mm^3$$

$$V_t = 8.15 * 10^7 mm^3 = 81.5 L$$



**Ilustración 3-6:** Gráfica de la tolva

**Fuente:** AutoCAD,2024.

**Realizado por:** Terán M., 2023.

### 3.5.2.9. Cálculo presión máxima del tornillo extrusor

La presión máxima se genera por el tornillo en la sección que se encuentra frontal del equipo, conocida como la zona de dosificación, el cual resulta de la operación del tornillo que tiene menor diámetro.

Donde:

La fuerza máxima  $\rightarrow 15000000 \frac{Newton}{m^2}$ , se utiliza el material de acero inoxidable 316 para extruir el griz de maíz además de comprimirlo y cocerlo y que de esta manera pueda resistir:

$$A = \frac{\pi}{4} (D)^2$$

$$P_{max} = \frac{F}{A}$$

$$P_{max} = \frac{15000}{\frac{\pi}{4} (0.065)^2 m^2}$$

$$P_{max} = 4520377,082 Pa$$

$$4520377,082 Pa \frac{1 MPa}{1 \times 10^6 Pa}$$

$$P_{max} = 4,52 MPa$$

### 3.5.2.10. Cálculo de la gradiente de temperatura

Para asegurar una correcta combinación y la extrusión del snack, es preciso que el producto se mantenga en distintas temperaturas en las regiones del dado extrusor, mezcla, alimentación y

dosificación. El cambio de temperatura (gradiente) más significativo suele ocurrir en las áreas de mezcla y alimentación.

La transferencia de calor en esos dos segmentos, teniendo en cuenta la presencia de un material aislante entre ellas se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{cond.} = kA \frac{T_1 - T_2}{L} \quad (38)$$

Donde:

$k =$  Conductividad térmica del aislante ( $0.044 \frac{W}{mk}$ )

$A =$  Área perpendicular a la dirección de transferencia de calor ( $m^2$ )

$T_1 =$  Temperatura de la pared uno ( $^{\circ}C$ )

$T_2 =$  Temperatura de la pared dos ( $^{\circ}C$ )

$L =$  Separación entre las dos paredes ( $m$ )

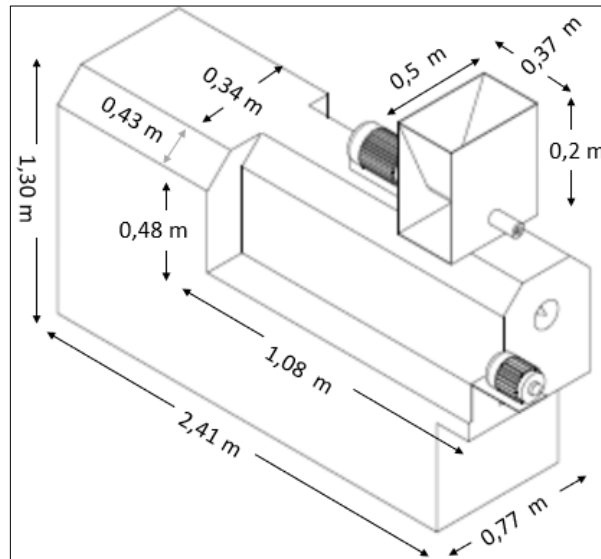
Datos:

$T_1 = 60^{\circ}C \rightarrow 333.15^{\circ}K$  temperatura de entrada del extrusor

$T_2 = 135^{\circ}C \rightarrow 408.15^{\circ}K$  temperatura de salida del extrusor

$$A = \frac{\pi}{4} (0.065)^2 m^2 \rightarrow 0.0033 m^2$$
$$Q_{cond.} = \left( 0.044 \frac{W}{m^{\circ}K} \right) (0.0033 m^2) \frac{|333.15 - 408.15|^{\circ}K}{(0.01m)}$$
$$Q_{cond.} = 1.089 W$$

### 3.5.2.11. Diseño del Equipo:



**Ilustración 3-7:** Diseño del equipo

Fuente: AutoCAD, 2024.

Realizado por: Terán M., 2023.

### 3.5.3. Diseño del secador de túnel rotatorio

Este tipo de secador tiene un túnel mediante el cual se deja fluir, un ligero aire caliente que permite secar los sólidos, este equipo se lo utiliza en la industria alimentaria, es importante analizar el calor necesario que ocupa el sistema como se desarrollará a continuación:

#### 3.5.3.1. Determinación del porcentaje de humedad inicial

Para determinar el grado o porcentaje de humedad, se han desarrollado varios enfoques de medición, que exhiben distintos niveles de precisión y aplicaciones específicas. Algunas de estas técnicas proporcionan mediciones directas del contenido de humedad de manera absoluta, mientras que otros se sustentan en el uso de tablas o curvas. Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$H_o = \frac{100 * (W_H - W_S)}{W_H}$$

Donde:

$W_S$  = Peso en seco (Kg)

$W_H$  = Peso en húmedo (Kg)

$W_S$  = 1,005 (Kg)

$$W_H = 1,275 \text{ (Kg)}$$

$$H_o = \frac{100 * (1,275 - 1,005)}{1,275}$$

$$H_o = 21,17\%$$

### 3.5.3.2. Cálculo de la variación de la humedad

La depreciación requerida de humedad  $\Delta H$  se utiliza de base para definir la cantidad de agua que se evaporará:

$$\Delta H = \frac{H_o - H_f}{100 - H_f} \times 100$$

Donde:

$H_f$  = Humedad final de la hoja %

$H_o$  = Humedad inicial %

$H_o = 21,17$  (%)

$H_f = 8$  (%)

$$\Delta H = \frac{21,17 - 8}{100 - 8} \times 100$$

$$\Delta H = 14,31 \%$$

### 3.5.3.3. Cálculo de la masa de agua que se evaporará

La masa de agua que se evaporará constituye el estado en que el agua cambia de gas a líquido y se calcula de la siguiente manera:

$$m_{H_2O} = m_h \left( \frac{\frac{H_o}{100} - \frac{H_f}{100}}{1 - \frac{H_f}{100}} \right)$$

$m_{H_2O}$  = Masa de agua a evaporar (kg)

$m_h$  = Masa materia húmeda a ingresar (kg)

$$m_{H_2O} = 100 \left( \frac{\frac{21,17}{100} - \frac{8}{100}}{1 - \frac{8}{100}} \right)$$

$$m_{H_2O} = 14,32 \text{ Kg}$$

#### 3.5.3.4. Cálculo de la masa del producto seco

Masa que presenta la menor cantidad de humedad posible, resultado del proceso de evaporación se define como:

$$m_s = m_h - m_{H_2O}$$

$$m_s = 100 - 14,32$$

$$m_s = 85,68 \text{ Kg}$$

#### 3.5.3.5. Cálculo del volumen de la masa

El volumen de la masa se obtiene con la siguiente fórmula:

$$V_h = \frac{m_h}{\rho_h}$$

Donde:

$V_h =$  Volumen de la masa ( $m^3$ )

$\rho_h =$  Densidad promedio ( $\frac{Kg}{m^3}$ )

$$V_h = \frac{100}{500}$$

$$V_h = 0,2 \text{ m}^3$$

#### 3.5.3.6. Cálculo de la humedad en base seca

La humedad en base seca se la obtiene de la siguiente fórmula:

$$H_{bs} = \frac{m_h}{m_s}$$

Donde:

$m_h =$  Masa de agua a evaporar (kg)

$m_s =$  Masa en seco (kg)

Datos:

$m_s = 78,83 \text{ (Kg)} \rightarrow$  la base de cálculo son 100 kg

$m_h = 21,17 \text{ (Kg)} \rightarrow$  porcentaje promedio



$$H_{bs} = \frac{21,17}{78,83}$$

$$H_{bs} = 0,27 \text{ Kg}$$

### 3.5.3.7. Humedad en base húmeda

En base húmeda se obtiene un 8% semejante a la humedad de salida, se tiene la ecuación:

$$H_{bh} = \frac{m'_h}{m'_s}$$

$$H_{bh} = \frac{8}{92}$$

$$H_{bh} = 0,087 \text{ Kg}$$

### 3.5.3.8. Calor necesario en el proceso de secado

El balance de energía está definido por el volumen de la coraza cilíndrica fija del secador utilizando la fórmula:

$$q_t = q_e + q_s + q_l + q_v + q_{hr} + q_p$$

Donde:

$q_e =$  Calor de evaporación

$q_s =$  Calor sensible

$q_l =$  Calor al líquido

$q_v =$  Calor al vapor de agua

$q_{hr} =$  Calor humedad residual

$q_p =$  Pérdida de calor desde el secador a sus alrededores

### 3.5.3.9. Calor de evaporación

El calor de cambio de estado es la energía que se requiere para que una sustancia pueda cambiar de fase, de sólido a líquido.

El calor de evaporación se calcula:

$$q_e = E * h_{fg}$$

$$E = \frac{m_s(H_{bs} - H_{bh})}{t}$$

Donde:

$E$  = Velocidad de evaporación

$t$  = Tiempo en el que se llevara a cabo el secado

$h_{fg}$  = Calor latente de evaporización de agua

Datos:

$$t = 3600 \text{ s}$$

$$h_{fg} = 2260 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$m_s = 78,83 \text{ Kg}$$

$$H_{bs} = 0,27 \text{ Kg}$$

$$H_{bh} = 0,087 \text{ Kg}$$

$$E = \frac{m_s(H_{bs} - H_{bh})}{t}$$

$$E = \frac{78,83(0,27 - 0,087)}{3600}$$

$$E = 4,00 * 10^{-3} \frac{\text{Kg}}{\text{s}}$$

$$q_e = 4,00 * 10^{-3} * 2260$$

$$q_e = 9,04 \text{ KW}$$

### 3.5.3.10. Cálculo del calor sensible

Este parámetro se refiere al proceso en el que un cuerpo recibe calor y hace que aumente su temperatura sin afectar su estructura molecular y por lo tanto su estado físico. Se obtiene utilizando la siguiente fórmula:

$$q_s = \frac{(m_s C_p (T_{sh} - T_{eh}))}{t}$$

$T_{eh}$  = Temperatura de entrada °C

$T_{sh}$  = Temperatura de salida °C

$$C_p = \text{Calor específico } \frac{KJ}{Kg^{\circ}C}$$

$$C_p = 1,675 + (0,025 \times Ho)$$

$$C_p = 1,675 + (0,025 \times 21,17)$$

$$C_p = 2,20 \frac{KJ}{Kg^{\circ}C}$$

$$q_s = \frac{78,83 \times 2,20 \times (40 - 137)}{3600}$$

$$q_s = 4,67KW$$

### 3.5.3.11. Cálculo del calor al líquido

El líquido alcanza la temperatura adecuada antes de lograr evaporarse mediante la siguiente ecuación:

$$q_l = \frac{m_s \times H_{bs} \times C_{pf}(T_{bhg} - T_{eh})}{t}$$

Donde:

$$T_{bhg} = 37,62^{\circ}C$$

$$C_{pf} = 4,179 \frac{KJ}{Kg^{\circ}C}$$

$$q_l = \frac{78,83 \times 0,27 \times 4,179(37,62 - 137)}{3600}$$

$$q_l = -2,47 KW$$

### 3.5.3.12. Cálculo de vapor de agua

Es el excesivo aumento de calor en condiciones constantes referente a la termodinámica, se determina a partir de la diferencia entre la temperatura de secado y la temperatura de aire de salida.

Se obtiene realizando el siguiente cálculo:

$$q_v = ExC_{pg}x(T_{sg} - T_{bhg})$$

Donde:

$T_{sg}$  = Temperatura del gas de salida, (°C)

$C_{pg}$  = Calor específico del agua saturada en vapor,  $\left(\frac{KJ}{Kg \text{ } ^\circ C}\right)$

$$q_v = (4,00 \times 10^{-3})(1,93)(50 - 37,62)$$

$$q_v = 0,1 \text{ KW}$$

### 3.5.3.13. Cálculo de calor de la humedad residual

El calor que el agua presente en el producto absorbe que nunca llega a evaporarse y se calcula como:

$$q_{hr} = \frac{m_s * H_{bh} * C_{pf} * (T_{sh} - T_{eh})}{t}$$

$$q_{hr} = \frac{78,83 * 0,087 * 4,179(40 - 137)}{3600}$$

$$q_{hr} = -0,77 \text{ KW}$$

### 3.5.3.14. Cálculo de pérdida de calor desde el secador a sus alrededores

Es el calor necesario para que el proceso de secado logre efectuarse y se lo calcula mediante la ecuación:

$$q_t = q_e + q_s + q_1 + q_v + q_{hr} + q_p$$

$$q_p \rightarrow \text{se desprecia}$$

$$q_t = (9,04 - 4,57 - 2,47 + 0,1 - 0,77 + 0)$$

$$q_t = 1,33 \text{ KW}$$

### 3.5.3.15. Cálculo de dimensionamiento de secador

Se utiliza el flujo másico requerido del aire que se encuentra en las temperaturas de entrada y salida, obteniendo el calor que se pierde en el aire:

La velocidad másica del se calcula:

$$G = \frac{q_t}{C_{pa}(T_{eg} - T_{sg})}$$

Donde:

$$G = \text{Velocidad másica de aire,} \quad \left(\frac{Kg}{s}\right)$$

$$C_{pa} = \text{Calor específico del gas promedio,} \quad \left(\frac{KJ}{Kg^{\circ}C}\right)$$

$$C_{pa} = 1 \left(\frac{KJ}{Kg^{\circ}C}\right)$$

$$G = \frac{1,33}{1(67,62 - 50)}$$

$$G = 0,075 \frac{Kg}{s}$$

### 3.5.3.16. Cálculo del diámetro de secador

Se obtiene de la ecuación que se encuentra a continuación:

$$D = \sqrt{\frac{4 * G}{0,95 * \pi * F}}$$

Donde:

$$D = \text{Diámetro del secador,} \quad (m)$$

$$F = \text{Flujo másico por unidad superficial,} \quad \left(\frac{Kg}{sm^3}\right)$$

$$F = v * \rho_{aire}$$

$$v = \text{Velocidad del aire,} \quad \left(\frac{m}{s}\right)$$

$$\rho_{aire} = 1 \left(\frac{Kg}{m^3}\right)$$

$$F = 2,25 * 1$$

$$F = 2,25 \left(\frac{Kg}{m^2s}\right)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * G}{0,95 * \pi * F}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0,075}{0,95 * \pi * 2,25}}$$

$$D = 0,211 \text{ m}$$

### 3.5.3.17. Cálculo de la longitud del secador

La relación de la longitud y el diámetro de un secador rotatorio es directamente proporcional y se la calcula de la siguiente manera:

$$\frac{L}{D} = R$$

Donde:

$L =$  Longitud del secador

$R =$  Razón del diámetro longitudinal

$$L = 4D$$

$$L = 4 * 0,211$$

$$L = 0,84 \text{ m} \quad \approx \quad L = 1$$

### 3.5.3.18. Cálculo de tiempo de retención

El tiempo de retención tiene que ser equivalente al tiempo requerido de secado si el sólido va a salir al contenido deseado de humedad:

$$t_{\theta} = \frac{60 * \pi * D^2 * L * f * \rho h}{4 * m_h}$$

Donde:

$f =$  Porcentaje de llenado para dispositivos circulares  $\rightarrow 25\%$

$f = 0,25$

$$t_{\theta} = \frac{60 * \pi * D^2 * L * f * \rho h}{4 * m_h}$$

$$t_{\theta} = \frac{60 * \pi * (0,211)^2 * (1) * (0,25) * (500)}{4 * 100}$$

$$t_{\theta} = 2,62(\text{min}) * \frac{60(\text{s})}{1(\text{mn})}$$

$$t_{\theta} = 157,2$$

### 3.5.3.19. Cálculo de las revoluciones por minuto del cilindro

Se escoge una velocidad adecuada, que tiene por lo común una velocidad periférica el recubrimiento en un rango de 10 a 15 min, escogiendo una velocidad más baja se tiene que las revoluciones por minuto (rpm) del cilindro se calculan como:

$$w = \frac{10}{D}$$

$$w = \frac{10}{0,211}$$

$$w = 47,39 \text{ (RPM)}$$

### 3.5.3.20. Volumen del secador

Para el cálculo del diseño del secador rotatorio el volumen que se hace referencia:

$$V_s = \frac{t_{\theta} * m_h}{t * 0,25 * \rho_h}$$

Donde:

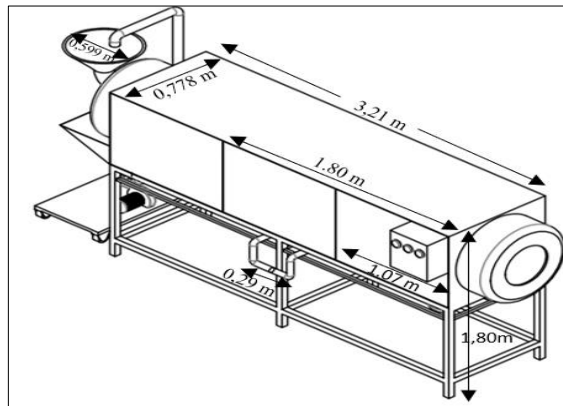
$V_s = \text{Volumen del secador total, } (m^3)$

$$V_s = \frac{t_{\theta} * m_h}{t * 0,25 * \rho_h}$$

$$V_s = \frac{157,2 * 100}{3600 * 0,25 * 500}$$

$$V_s = 0,035 \text{ m}^3 \approx 35L$$

### 3.5.3.21. Equipo



**Ilustración 3-8:** Equipo

Fuente: AutoCAD, 2023.

Realizado por: Terán M., 2024.

### 3.5.3.22. Cálculo de la curva de secado

El secado se realizó con el snack de bolitas de maíz con queso cheddar en cada bandeja, su peso inicial se encontraba en 116 g a medida del paso del tiempo se notó una ligera pérdida de humedad con relación a la bandeja 2 obteniendo un peso entre el 116g – 62g y a medida que pasa el tiempo su humedad disminuye, pero no en su totalidad.

**Tabla 3-8:** Porcentaje de humedad de las bolitas de maíz con queso cheddar

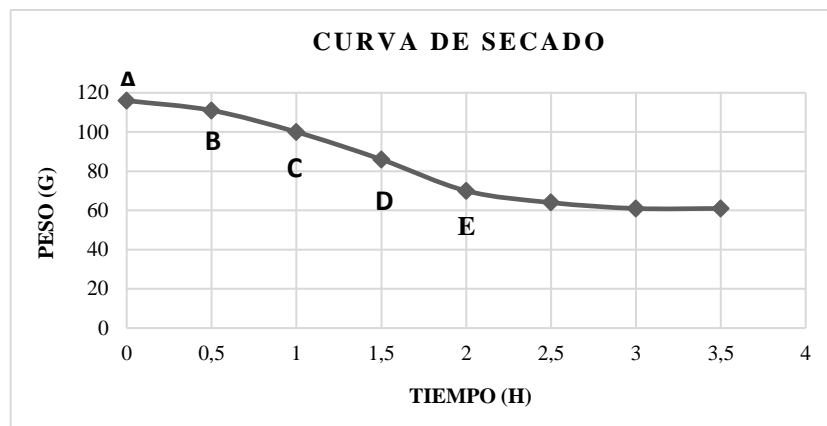
Tiempo (h)	PESO 1 (g)	PESO 2 (g)	PESO TOTAL
0	61	55	116
0,5	59	52	111
1	52	48	100
1,5	48	38	86
2	45	25	70
2,5	43	21	64
3	42	19	61
3,5	42	19	61

Realizado por: Terán M., 2024.

En este gráfico se observa que al deshidratar el snack existieron cambios en su coloración, textura y tamaño también cambiaron ya que se obtuvieron un volumen mayor y se hicieron más crocantes. Se puede considerar que la velocidad de secado durante las 2 horas se considera constante ya que



existe una variación en las bandejas de manera uniforme y que a partir de la segunda hora de secado podemos considerar que la velocidad fue ligeramente decreciente.



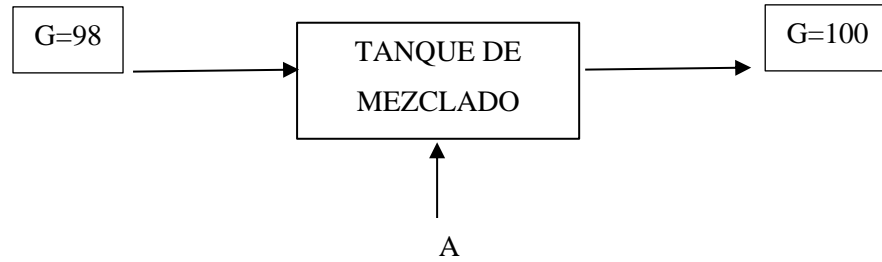
**Ilustración 3-9:** Curva de Secado

Realizado por: Terán M., 2024.

### 3.6. Balances de masa en el proceso de la elaboración del snack de bolitas de maíz

Para realizar el dimensionamiento de los equipos para la obtención de las bolitas de maíz con queso chedar es muy importante realizar los respectivos balances de masa que intervienen en el proceso para obtener una estimación de los costos.

#### 3.6.1. Tolva o tanque de mezclado



Donde:

$G$ : Gritz de maíz

$GM$ : Flujo másico de griz mezclado

$A$  = Alimentación

Balance de Masa Global:

$$G + A = GM$$

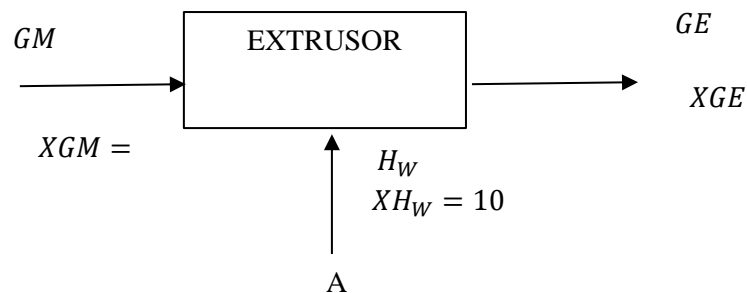
$$98 + A = 100$$

$$A = 1 \text{ kg/lote}$$

$$G + A = GM$$

$$98 + 2 = 100$$

#### 3.6.2. Balance del extrusor



Balance de masa global:

$$GM + H_W = GE$$

$$100 + H_W = GE$$

Balance de masa por componentes:

$$GM(X_{GM}) + H_W(X_{H_W}) = GE(X_{GE})$$

$$100(0,10) + H_W(1) = GE(0,2117)$$

$$10 + H_W = 0,2117GE$$

SISTEMA DE ECUACIONES

$$-100 - H_W = -GE$$

$$10 + H_W = 0,2117GE$$

$$-90 = -0,7883 GE$$

$$GE = 114,17 \text{ kg}$$

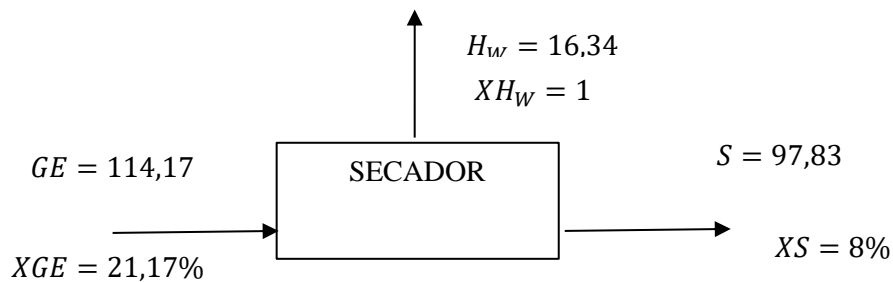
BMG:

$$100 + H_W = GE$$

$$100 + H_W = 114,17$$

$$H_W = 14,17$$

### 3.6.3. Balance del secador



Balance de masa general:

$$GE = H_W + S$$

$$114,17 = H_W + S$$

Balance de masa por componentes:

$$GE(XGE) = H_W(XH_W) + S(XS)$$

$$114,17(0,2117) = H_W(1) + S(0,08)$$

$$24,17 = H_W + 0,08S$$

Sistema de ecuaciones:

$$-114,17 = -H_W - S$$

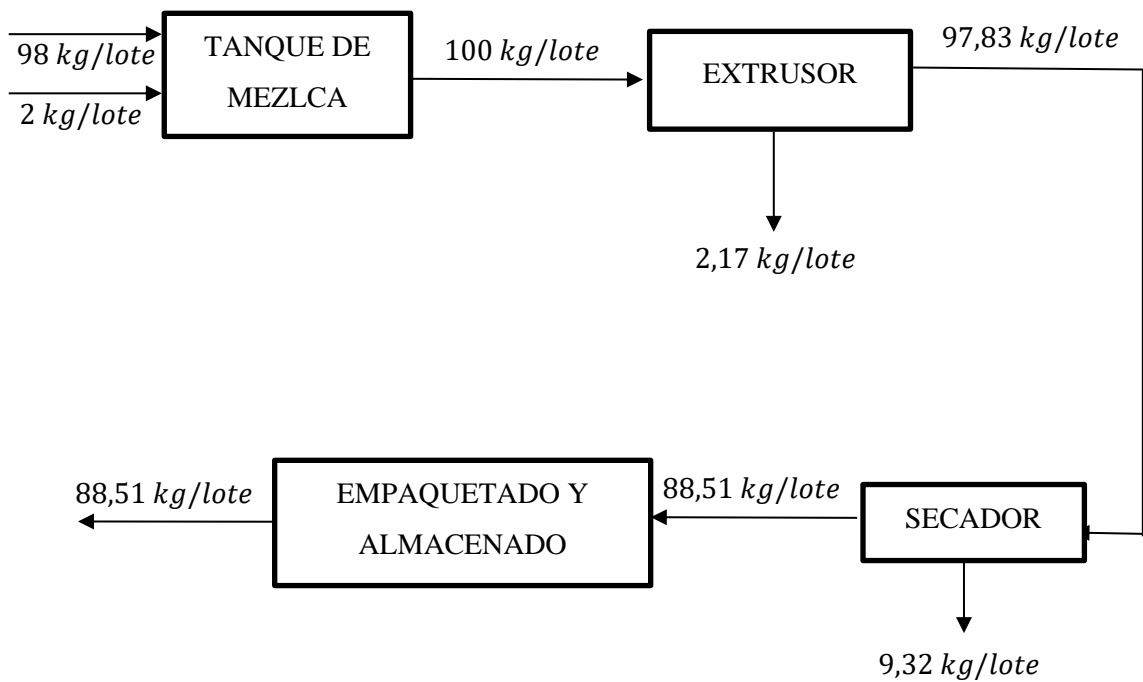
$$24,17 = H_W + 0,08S$$

$$-90 = -0,92S$$

$$S = -\frac{90}{-0,92}$$

$$S = 97,83 \frac{kg}{lote}$$

### 3.7. Balance de masa global



### 3.8. Rendimiento global

$$\text{Rendimiento Global} = \frac{88,51 \text{ kg/lote}}{100 \text{ kg/lote}} * 100\%$$
$$\text{Rendimiento Global} = 88,51\%$$

### 3.9. Estudio de viabilidad técnica y económica del proyecto

Se realiza el análisis de viabilidad técnica y económica correspondiente a la planta de producción de extruidos con el propósito de analizar y determinar el costo-beneficio para la microempresa Agus Snacks.

#### 3.9.1. Inversión fija

Se refiere a la cantidad de dinero que se requiere para establecer la planta de producción de snacks, es decir, es la unión de los activos fijos, sean estos tangibles e intangibles.

**Tabla 3-9:** Costos de la inversión fija

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo total</b>
<b>Extrusor y Tolva</b>	1	\$28.000,00	\$28.000,00
<b>Horno</b>	1	\$14.500,00	\$14.500,00
<b>Enfriador</b>	1	\$8.500,00	\$8.500,00
<b>Empaquetador</b>	1	\$6.600,00	\$6.600,00
<b>TOTAL</b>			\$57.600,00

Realizado por: Terán M., 2023.

#### 3.9.2. Capital de trabajo

El capital de trabajo representa la diferencia entre los activos circulantes y los pasivos circulantes de una empresa, siendo vital para su operatividad y solvencia financiera. Se calcula como Activos Circulantes - Pasivos Circulantes. Mantener un adecuado capital de trabajo es esencial para cubrir las obligaciones a corto plazo y mantener las operaciones fluidas.

**Tabla 3-10:** Capital de trabajo

<b>Capital Propio</b>	\$15.000,00
<b>Financiamiento</b>	\$0,00
<b>Total, Capital de Trabajo</b>	\$15.000,00

Realizado por: Terán M., 2023.

**Tabla 3-11:** Inversión total

Activos Fijos	<b>\$57.600,00</b>	<b>79%</b>
<b>Capital de Trabajo</b>	<b>\$15.000,00</b>	<b>21%</b>
<b>Inversión Total</b>	<b>\$72.600,00</b>	<b>100%</b>

Realizado por: Terán M., 2023.

### 3.9.3. Proyección de gastos de producción

Los costos de la materia prima, trabajadores y los servicios básicos son parte fundamental para el cálculo de viabilidad y rentabilidad que permite conocer el total del producto final para la producción de **100 kg** de snack.

**Tabla 3-12:** Gastos de producción de Materia primas e insumos

Materias primas e insumos	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Diario	Costo semanal	Costo mes	Costo año
Gritz de maíz	50	kg	\$35,00	\$17,50	\$87,50	\$1.750,00	\$21.000,00
Queso Cheddar (saborizante)	1	kg	\$1,25	\$1,25	\$6,25	\$125,00	\$1.500,00
Sal	2	kg	\$1,00	\$2,00	\$10,00	\$200,00	\$2.400,00
<b>TOTAL</b>				\$20,75	\$103,75	\$2.075,00	\$24.900,00

Realizado por: Terán M., 2023.

**Tabla 3-13:** Costos trabajadores en la microempresa Agus Snacks

Personal	Cantidad	Salario Mensual (\$)	Décimo tercero	Décimo cuarto	Salario mensual a recibir	Salario anual a recibir
Técnico	1	\$900,00	\$75,00	\$37,50	\$1.012,50	\$12.150,00
Operario	2	\$550,00	\$45,83	\$37,50	\$633,33	\$7.600,00
<b>TOTAL</b>			\$120,83	\$75,00	\$1.645,83	\$19.750,00

Realizado por: Terán M., 2023.

**Tabla 3-14:** Costos de los servicios básicos

<b>Servicio</b>	<b>Consumo diario</b>	<b>Costo mensual (\$)</b>	<b>Costo Anual (\$)</b>
<b>Electricidad (KW/h)</b>	\$27,00	\$540,00	\$6.480,00
<b>Agua Potable (m<sup>3</sup>)</b>	\$15,00	\$300,00	\$3.600,00
<b>Gas (tanque)</b>	\$92,00	\$1.840,00	\$22.080,00
<b>TOTAL</b>	\$134,00	\$2.680,00	\$32.160,00

Realizado por: Terán M., 2023.

### 3.9.4. Costo de producción anual

El costo de producción anual se obtiene calculando los activos fijos de la empresa, consiguiendo los siguientes resultados:

**Tabla 3-15:** Costos de producción anual del proyecto

<b>Denominación</b>	<b>Costo total (\$)</b>	<b>%</b>
<b>Material directo (materia prima)</b>	\$24.900,00	32%
<b>Mano de obra</b>	\$19.750,00	26%
<b>Servicios básicos</b>	\$32.160,00	42%
<b>TOTAL</b>	\$76.810,00	100%

Realizado por: Terán M., 2023.

Las unidades utilizadas para calcular la producción diaria, mensual y anual en la siguiente tabla se reflejan en la tabla:

**Tabla 3-16:** Producción diaria, mensual y anual

<b>Cantidad de cada unidad (Kg)</b>	0,05
<b>Cantidad utilizada a diario (kg)</b>	50
<b>Fundas de cereal diarias</b>	1000
<b>Fundas de cereal mensuales</b>	20000
<b>Fundas de cereal anuales</b>	240000

Realizado por: Terán M., 2023.

### 3.9.5. Cálculo del precio de venta al público

El precio de venta al público indica el costo que el consumidor tendrá que pagar por cada unidad del producto.

$$PVP = \frac{\frac{CTP}{U}}{1 - MG}$$

**Donde:**

*CTP: Costos totales de producción*

*U: UNIDADES*

*MG: Margen de ganancia*

**Tabla 3-17:** Cálculo del precio de venta al público

CTP/U	1-MG	RESULTADO
0,32	1-30%	0,45

Realizado por: Terán M., 2023.

$$PVP = \frac{\frac{76.810}{240000}}{1 - 30\%}$$

**Precio por unidad:** se realiza la operación con los valores obtenidos para las 240.000 unidades que serán producidas cada año;  $PVP = 0,45$

Se estima que cada presentación de 50 g tendría un valor de 0,45 *ctvs*

### 3.9.6. Puesta en marcha del proyecto

Se refiere al proceso de inicio y ejecución de un proyecto después de haber completado la evaluación de factibilidad.

**Tabla 3-18:** Costos para la puesta en marcha del proyecto

Producto	Cantidad de unidades que sale al mercado	Precio de Venta	Ingresos diarios \$	Ingresos semanales \$	Ingresos mensuales \$	Ingresos anuales \$
Bolitas de queso cheddar	1000	\$0,45	\$457,20	\$2.286,01	\$9.144,05	\$109.728,57

Realizado por: Terán M., 2023.



Se observa una ganancia mensual de \$ 9.144,05 por las 20000 presentaciones de 50 g.

### 3.9.7. Punto de equilibrio

El punto de equilibrio indica cuando los ingresos de la empresa son equivalentes a los gastos que tiene la misma, es decir que no hay ni ganancia ni perdida permitiendo conocer si la producción de bolitas de maíz con queso chedar es viable.

Datos:

**Tabla 3-19:** Punto de equilibrio total

<b>Costos Fijos Totales</b>	\$51.910,00
<b>Costos Variables Unitarios</b>	\$0,10
<b>Precio de Venta unitario</b>	\$0,45

Realizado por: Terán M., 2023.

Se utiliza la siguiente fórmula para encontrar el punto de equilibrio en \$:

$$PE = \frac{CFT}{1 - \frac{CVT}{VT}}$$

Donde:

*PE: Punto de equilibrio*

*CFT = Costos fijos totales*

*CVT: Costos variables totales*

$$PE = \frac{51.910,00}{1 - \frac{0,10}{0,45}}$$

$$PE = 67.147,31$$

Margen de utilidad: 0,30

La fórmula que se utiliza para calcular en punto de equilibrio en unidades:

$$PEQ = \frac{\text{Costos fijos totales}}{\text{Precio de venta Unitario} - \text{Costo variable unitario}}$$

$$PEQ = \frac{51.910,00}{0,45 - 0,10}$$

$$PEQ = 146.866$$

El punto de equilibrio calculado demuestra que se debe vender al menos 146.866 unidades para que la empresa recupere lo que ha invertido.

### 3.9.8. Utilidad neta

La utilidad neta evalúa los beneficios económicos que la empresa puede obtener. Para ello, se utiliza los valores de las ventas y los costos de producción que se necesitan para la producción del producto. Se ha determinado una proyección para dentro de 5 años, para establecer cuando se logrará recuperar la inversión fija que se requiere para tener rentabilidad en la empresa.

Se anticipa un ajuste del 2,5 % al pasar de los años, mientras que las ventas se prevé que aumenten en un 3 % y lograr ingresar en el mercado, tomando en cuenta que pueden existir cambios o un incremento de precios.

**Tabla 3-20:** Ganancias anuales

Ingresos anuales	\$109.728,57
Costos anuales	\$76.810,00
<b>Utilidad Neta</b>	<b>\$32.918,57</b>

Realizado por: Terán M., 2023.

El 2,5% es el aumento de ingresos que se sugiere que e próximo año tenga en ganancias mientras que el 2% indica el aumento máximo que se requiera gastar en años posteriores como se refleja en la siguiente tabla.

**Tabla 3-21:** Proyección a 5 años

<b>Ventas anuales</b>	2,5%
<b>Costos anuales</b>	2,0%

Realizado por: Terán M., 2023.

**Tabla 3-22:** Flujo de caja en 5 años proyectados

Parámetro	Años Proyectados				
	2023	2024	2025	2026	2027
<b>Ventas anuales</b>	\$109.728,57	\$112.471,79	\$115.283,58	\$118.165,67	\$121.119,81
<b>Costo de producción anual</b>	\$76.810,00	\$78.346,20	\$79.913,12	\$81.511,39	\$83.141,61
<b>Utilidad neta o flujo de carga</b>	<b>\$32.918,57</b>	<b>\$34.125,59</b>	<b>\$35.370,46</b>	<b>\$36.654,28</b>	<b>\$37.978,20</b>

Realizado por: Terán M., 2023.

En la Tabla 18. se refleja la utilidad neta prevista, comienza con un aumento de 467,98 dólares en el primer año, finalizando con una diferencia de 456.78 dólares con respecto al año anterior en 2027, es decir que estos valores revelan un promedio de incremento de 250,80 dólares por año.

### **3.9.9. Valor actual neto (VAN)**

El valor actual neto evalúa los flujos de dinero actuales con los futuros ingresos y gastos futuros de la empresa, con el propósito de calcular las ganancias luego de deducir la inversión inicial. A continuación, se exponen los parámetros a considerar al tomar una decisión.

***VAN < 0: Proyecto no viable***

***VAN > 0: Proyecto viable***

***VAN = 0: Proyecto de inversión insignificante***

Para el siguiente cálculo se toma en cuenta:

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

Donde:

***I = Inversión de cada año***

***F = Flujo de dinero en cada periodo t***

***i = Tasa de interés***

***n = Número de periodos de tiempos***

Se asume una tasa de interés del 10 %, para los datos obtenidos en el cálculo del VAN.

**Tabla 3-23:** Valor Actual Neto

Inversión inicial		\$72.600,00			
Año	Tiempo (n)	Flujo de caja	Tasa de descuento	Ecuación	I
	0	-\$72.600,00	10%	$I = \frac{F}{(1+i)^n}$	-\$72.600,00
2023	1	\$32.918,57			\$29.925,97
2024	2	\$34.125,59			\$28.202,96
2025	3	\$35.370,46			\$26.574,35
2026	4	\$36.654,28			\$25.035,37
2027	5	\$37.978,20			\$23.581,47
<b>TOTAL</b>				<b>VAN</b>	\$60.720,13

Realizado por: Terán M., 2023.

Se obtuvo un VAN de 60.720,13 dólares, es decir que la inversión inicial se va a recuperar tomando en cuenta el 10% de interés. Esto nos indica que el proyecto está generando un valor adicional.

### 3.9.10. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa de retorno es un parámetro que nos indica la rentabilidad de la línea de producción de los snacks de bolitas de maíz con queso cheddar, su finalidad es determinar la viabilidad de la inversión. Para calcular este indicador, se usó una hoja de cálculo de excel en donde se efectuó el estudio de costo-beneficio para la elaboración del snack, usando la función de “=TIR (valores; estimar)” y se obtuvo los siguientes valores:

El valor calculado se comprueba mediante los siguientes parámetros:

***TIR > i:*** La inversión del proyecto es rentable.

***TIR < i:*** La inversión del proyecto es rechazada

***TIR = i:*** La inversión del proyecto es indiferente

### 3.9.10.1. Cálculo del TIR

El valor del TIR fue calculado en Excel donde fueron ingresados los datos del flujo de caja y se realizó mediante la fórmula “=TIR (valores; estimar)”.

**Tabla 3-24:** Tasa interna de retorno

<b>Inversión inicial</b>		-\$72.600,00
<b>Flujo de caja</b>	2023	\$32.918,57
	2024	\$34.125,59
	2025	\$35.370,46
	2026	\$36.654,28
	2027	\$37.978,20
<b>TIR</b>		38%

Realizado por: Terán M., 2023.

Se obtuvo un valor mayor al 10% logrando un TIR de 38%, esto indica que el proyecto se puede realizar ya que si tiene factibilidad.

### 3.9.10.2. Comprobación del TIR

Para demostrar que el TIR está calculado correctamente se realiza la comprobación con él 38%de interés.

**Tabla 3-25:** Comprobación del TIR

<b>Año</b>	<b>Flujos de efectivo</b>	<b>Factor actualización (TIR=14.78)</b>	<b>Valor actual</b>
0	\$ (72.600,00)	1,0000	\$ (72.600,00)
1	\$ 32.918,57	0,7233	\$ 23.810,24
2	\$ 34.125,59	0,5232	\$ 17.853,60
3	\$ 35.370,46	0,3784	\$ 13.384,71
4	\$ 36.654,28	0,2737	\$ 10.032,66
5	\$ 37.978,20	0,1980	\$ 7.518,80
<b>VAN</b>			<b>\$ 177.047,09</b>

Realizado por: Terán M., 2023.

### 3.9.11. Periodo de recuperación

Se establece el lapso estimado en que se va a recuperar la inversión y en qué momento comienzan apreciar los primeros beneficios de la ejecución del proyecto.

**Tabla 3-26:** Periodo de recuperación del proyecto

<b>Años</b>	<b>Flujo de Caja</b>	<b>Flujo acumulado</b>
0	-\$72.600,00	-\$72.600,00
1	\$32.918,57	-\$39.681,43
2	\$34.125,59	-\$5.555,84
3	\$35.370,46	\$29.814,61
4	\$36.654,28	\$66.468,90
5	\$37.978,20	\$104.447,09

Realizado por: Terán M., 2023.

$$PDR = \text{último periodo acumulativo negativo} + \frac{|\text{último flujo acumulado negativo}|}{\text{flujo de caja del año siguiente}}$$

$$PDR = 1 + \frac{|-64000,2|}{55435,8}$$

$$PDR = 1.11$$

El valor de 1,11 representa a 1 año y 11 meses, quiere decir que en el año 2025 se podrá recuperar la versión inicial de 6400 dólares.

### 3.9.12. Beneficio costo del proyecto

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

$$BC = \frac{221952,6979}{41081,4196}$$

$$BC = 1.4$$

La relación costo-beneficio para el proyecto es de 1,48, esto refleja que en la microempresa AGUS SNACK por cada dólar invertido en la elaboración del snack se gana 0.45 centavos, demostrando la viabilidad y rentabilidad del proceso de producción en las bolitas de maíz con queso cheddar.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. Caracterización del producto terminado

##### 4.1.1. Caracterización del snack de bolitas de maíz

La caracterización físico-química y microbiológica de las bolitas de maíz con queso cheddar implica el análisis de sus propiedades físicas y químicas, así como la evaluación de la presencia de microorganismos. Esto incluye aspectos como la textura, color, contenido de humedad, contenido de grasa, perfil de nutrientes, pH, actividad de agua y la detección de microorganismos patógenos o indicadores de calidad. Estos análisis proporcionan información sobre la calidad, seguridad y valor nutricional del producto.

**Tabla 4-1:** Caracterización bromatológica del snack de bolitas de maíz

Parámetro	Valores Referenciales NTE INEN 2561:2010	Resultados
<b>Humedad (%)</b>	5	3,5
<b>Grasa (%)</b>	40	30
<b>Índice de peróxidos meq (<math>\frac{O_2}{kg}</math>) (en la grasa extraída)</b>	10	5
<b>Colorantes</b>	Permitidos en NTE INEN 2074	-----

Fuente: (NTE-INEN-2561, 2010).

Realizado por: Terán M., 2023.

**Tabla 4-2:** Caracterización microbiológica del snack de bolitas de maíz

Requisito	n	c	m	M	Resultado
Recuento estándar en placa, $\frac{ufc}{g}$	5	2	$10^3$	$10^2$	< 0,01
Mohos, $\frac{ufc}{g}$	5	2	10	$10^2$	< 0,01
E coli ufc $\frac{ufc}{g}$	5	0	< 10	---	A

Fuente: (NTE-INEN-2561 2010).

Realizado por: Terán M., 2023.

Los límites analizados en las tablas 5 y 6 de la caracterización de maíz se encuentran dentro de la norma referencial NTE INEN 2561 2010 de productos extruidos., excepto el porcentaje de cenizas, según lo analizado sobrepasa el valor establecido en la norma, debido a que los valores de referencia para cenizas se comparan con otra referencia bibliográfica. De acuerdo con (Silva, 2007, p.1) en sus resultados de cenizas obtiene 4,1 %, un resultado aproximado al obtenido en este caso de considerándose estar en un rango adecuado.

## 4.2. Análisis del dimensionamiento del proceso de elaboración del snack de bolitas de maíz

### 4.2.1. Diseño del proceso de elaboración de bolitas de maíz con queso cheddar

En la siguiente tabla se detallan los resultados de cada uno de los equipos utilizados en este proceso:

**Tabla 4-3:** Tabla de resultados del diseño de elaboración de las bolitas de maíz con queso cheddar

<b>Diseño de un tanque de mezcla</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Diámetro	(m)	0,5
Altura	(m)	1,32
Capacidad	(m <sup>3</sup> )	0,26
<b>Diseño del Sistema de Agitación</b>		
Diseño de paletas	(m)	0,165
Altura de agitador	(m)	0,5
Altura óptima de mezclador	(m)	0,5
Volumen óptimo de mezclado		0,19
<b>Diseño del Sistema del Extrusor</b>		
Velocidad	$\left(\frac{rev}{min}\right)$	60
Viscosidad efectiva	$\left(\frac{1}{s}\right)$	408.407
Potencia requerida	(Kw)	16.57
Garganta de alimentación	(largo mm)	97.5
Garganta de alimentación	(ancho mm)	45.5



Volumen 1 de la sección de la tolva	$(mm^3)$	$8.14 * 10^7 mm^3$
Volumen 2 de la sección inferior de la tolva	$(mm^3)$	$1.016 * 10^5$
Volumen total de tolva	$(L)$	81.5
Presión máxima del tornillo extrusor	$(MPa)$	4,52
Gradiente de temperatura	$(W)$	1.089
<b>Diseño del Sistema del secador Rotatorio</b>		
Porcentaje de humedad inicial	$(\%)$	21,17
Variación de la humedad	$(\%)$	14,31
Masa de agua	$(Kg)$	14,32
Masa del producto seco	$(Kg)$	85,68
Volumen de la masa	$(m^3)$	0,2
Humedad en base seca	$(Kg)$	0,27
Humedad en base húmeda	$(Kg)$	0,087
Calor necesario en el proceso de secado	$(kw)$	9,04
Calor sensible	$(kw)$	4,67
Calor al liquido	$(kw)$	-2,47
Vapor de agua	$(kw)$	0,1
Calor de la humedad residual	$(kw)$	-0,77
Pérdida de calor	$(kw)$	1,33
Flujo másico requerido del aire	$\left(\frac{Kg}{s}\right)$	0,075
Diámetro de secador	$(m)$	0,211
Longitud del secador	$(m)$	1
Tiempo de retención	$(s)$	157,2
Revoluciones por minuto del cilindro	$(RPM)$	47,39
Volumen del secador	$(L)$	35

Realizado por: Terán M., 2023.

Se empleó como punto de referencia para calcular las dimensiones de los equipos necesarios en la elaboración de las bolitas de maíz una producción estimada de 100 kg de materia prima, en correspondencia con la cantidad utilizada en las etapas a nivel de laboratorio. En el diseño de estos equipos, se optó por utilizar acero inoxidable para evitar la corrosión, que podría afectar la calidad del producto final. El tanque de mezcla, requiere un volumen de 0.85 m<sup>3</sup>, con dimensiones de 1.8 m de longitud y 0.90 m de altura. Para el extrusor, se necesita un tornillo sin fin con una potencia de 0,3Hp y girar a 1800rpm.

En el caso del secador de tornillo rotatorio, la tolva de alimentación tiene un volumen de 0.11 m<sup>3</sup>, con un diámetro de 0.29 m y una altura de 0.2 m.

Para establecer la línea de producción de la empresa, considerando la disposición de los equipos, los espacios de seguridad y las áreas de circulación, se requiere un espacio de 99.72 m<sup>2</sup>, que se redondea a 100 m<sup>2</sup> para la comodidad de la empresa en la implementación del proceso de producción de snacks de maíz.

#### 4.3. Análisis de la viabilidad técnica y económica del proyecto

**Tabla 4-4:** Beneficio / Costo del proyecto

Detalle	Valor (\$)
TIR	41081,42
VAN	232495,11
<b>Beneficio/costo</b>	1,4

Realizado por: Terán M., 2023.

En el análisis de la factibilidad económica, se consideró la inversión fija que abarca los costos de implementación, como equipos, maquinaria, adaptaciones, mano de obra y servicios básicos, con un valor total de \$1222,897. A partir del año 2026, la producción de bolitas de maíz con queso cheddar permitirá recuperar esta inversión, lo que a su vez cubrirá los gastos relacionados con la estructura e implementación del proceso.

En cuanto al capital de operación, que involucra la compra de 100 kg de griz como materia prima, se calcula un costo total de \$770, lo que resulta en la producción de 1155 empaques de presentación de 100 g cada uno. Estas se venden al público a un precio de \$0.40 por unidad. La relación entre costos y beneficios para el proyecto es de 1.48, lo que indica que en la microempresa AGUS SNACK, por cada dólar invertido, se obtiene un beneficio de \$0.48, lo que

revela que la viabilidad y rentabilidad del proceso de elaboración de bolitas de maíz con queso cheddar, genera ganancias en su producción.

## CONCLUSIONES

- Se diseñó el proceso de elaboración de bolitas de maíz con queso cheddar utilizando griz de maíz para la microempresa AGUS SNACK, el proceso tiene una carga laboral de 5 días a la semana, con una producción de 100 kg/h con 1770 unidades al mes en presentaciones de 50 g. El proceso se realiza de forma continua con un rendimiento global del 88,51 % producido.
- Se realizó la caracterización físico-química y microbiológica correspondiente de la materia prima a utilizar, con base a la norma NTE INEN 2051:2010 Granos y cereales, maíz molido, sémola, harina, griz; la caracterización se desarrolló en el laboratorio de “Bromatología” de la Facultad de Ciencias obteniéndose los siguientes resultados: humedad 10,495 %; materias orgánicas extrañas 0,35%; materias inorgánicas extrañas 0,04%; suciedad <0,01%; proteína 9,87%; grasa 1,38 %; ceniza 0,78; y fibra 1,8% con estos valores la materia prima cumple con la norma técnica antes mencionada.
- Se determinaron las variables, parámetros y operaciones necesarias para el diseño industrial del proceso que intervienen directamente en la producción del snack; siendo la temperatura 152°C , el tiempo de mezcla de 3-5 min, la presión de 150 kpa las variables y parámetros esenciales para que el procedimiento se desarrolle en óptimas condiciones.
- Se aplicaron los cálculos de ingeniería para el proceso de elaboración de snack, la línea de producción constará de las siguientes operaciones: extrusión con la utilización de un extrusor con una capacidad de 100 kg, operación de secado con la utilización de un horno secador con capacidad de 100 kg, el proceso de empaque de 100 kg, materiales de los equipos son de acero inoxidable.
- Mediante la caracterización físico-química y microbiológica del producto obtenido con base a la norma NTE INEN 2570:2010 Bocadoitos de granos, cereales y semillas se obtuvieron los valores de humedad de 3,5%, grasa de 30 %, índice de peróxidos de 5%, mohos de <0,01 %, y ausencia de E-coli de que cumplen con la norma antes mencionada dándole la variabilidad técnica al proyecto propuesto, con el análisis del TIR con un valor de 38% y del VAN con 60720, 13 se determina la rentabilidad y la factibilidad económica del proyecto con un tiempo de recuperación de 2 años generando un producto que tenga un precio de venta al público de: 0,45 ctvs.

## RECOMENDACIONES

- Implementar un sistema de enfriamiento para la producción de los snacks: bolitas de maíz como para aumentar el volumen del extruido y permita mejorar la calidad del producto.
- Se recomienda llevar a cabo un análisis de mercado con el fin de determinar la potencial demanda a nivel nacional. Además, esta investigación permitiría identificar segmentos de mercado específicos, es importante considerar la viabilidad de exportar el producto.
- Se sugiere llevar a cabo el proceso de saborización del snack mediante aspersion, utilizando un equipo especialmente diseñado para esta tarea. Esta estrategia garantizaría una distribución más uniforme del sabor en un período de tiempo reducido, justo después de la salida del extrusor, cuando el producto se encuentra caliente, para lograr una mayor adherencia del sabor al producto.
- Considerar la posibilidad de incorporar nuevos sabores adicionales y aumentar la variedad en los snacks, realizar pruebas pequeñas antes de implementar cambios a gran escala para asegurarse de que los nuevos sabores sean bien recibidos por los consumidores.

## BIBLIOGRAFÍA

AKBARI, M., HADI, S., KHODAIYAN, F., BLESAS, J. & ESTEVE, M.J. "Fermented corn bran: A by-product with improved total phenolic content and antioxidant activity". *Revista Food Science and Technology* [en línea], 2023, (Spain). vol. 184, págs. 3-4. [Consulta: 22 de julio 2023]. ISSN 0023-6438. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115090>.

BURBANO CACHIGUANO, Remigio Armando. Estudio de prefactibilidad técnica y económica para el establecimiento de una Planta productora de queso con especias tipo tipo cheddar , en la parroquia "La Carolina", provincia de Imbabura. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Escuela Politécnica Nacional. Quito-Ecuador. 2016. págs. 17-18. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/15218/1/CD-6993.pdf>.

CADENA, C. & YÁNEZ, S. Elaboración de un snack extruido expandido: a base de chocho y gritz de maíz. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Universidad San Francisco de Quito. Quito-Ecuador. 2010. pág. 5. [Consulta: 2023-08-23]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/147378539.pdf>.

CHAQUI, C. Formación de una variedad experimental de maíz amarillo suave (*Zea Maíz L.*) tipo mishca a partir de medios hermanos y hermanos completos. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador. 2013. págs. 1-3. [Consulta: 2023-08-30]. Disponible en: <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a50aeeb6-8bfb-4b04-ac894fb93cbcd124/content>.

CHAVEZ, R. & NARVAEZ, A. Diseño y construcción de un prototipo de extrusor de doble tornillo (EDT) para fabricación de filamento polimérico con alta carga metálica para impresión 3D mediante tecnología. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Universidad de las Fuerzas Armadas. Quito-Ecuador. 2013. pág. 45. [Consulta: 2023-09-05]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/28021>.

CRESPIN, J. & ZAMBRANO, H. Instalación de Planta Molinera en la ciudad de Quevedo para procesar maíz y obtener grits como subproducto principal. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador. 2013. pág. 4. [Consulta: 2023-09-10]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/30528/D P11792>.

DE LA PORTILLA, E. Diseño de un Snack a base de granos de maíz negro/morado *Zea Mays L.* y evaluación de sus propiedades funcionales. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador. 2018. pág. 17. [Consulta: 2023-09-12]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7838/1/03>.

GARCÍA, M. Diseño de un secador de bandejas para el secado de maíz, quinua y amaranto en la Hacienda San Jorge. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2013. págs. 48-49. [Consulta: 2023-09-12]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4850/3/96T00332>.

GRANDE, C. & OROZCO, B. "Producción y procesamiento del maíz". *Revista Científica Guillermo de Ockham* [en línea], 2018, (Colombia), vol. 11 (1), pág. 98. [Consulta: 12 de septiembre 2023]. ISSN 2256-3202. Disponible en: <https://doi.org/10.21500/issn.2256-3202>.

HALLER, A. Determinación de las condiciones de extrusión adecuadas para elaborar harina de maíz con características similares a una harina nixtamalizada. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador. 2007. págs. 3-4. [Consulta: 2023-09-18]. Disponible en: <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/89/tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

HARADA, S., DIAS, L., SELANI, M., CONTI, C. & FERREIRA DE SOUZA, M. "Umami Ingredient, a newly developed flavor enhancer from shiitake byproducts, in low-sodium products: A study case of application in corn extruded snacks". *Food and Nutrition* [en línea], 2013, (Brasil), vol. 138, págs 5-6. [Consulta: 19 de septiembre 2023]. ISSN 0023-6438. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110806>.

IBRAHIM, M. "Interaction of starch with some food macromolecules during the extrusion process and its effect on modulating physicochemical and digestible properties". *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications* [en línea], 2023, (Sudan), vol. 5, págs. 1-2. [Consulta: 19 de septiembre 2023]. ISSN 2666-8939. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.carpta.2023.100294>.

INEN, 2013. NTE INEN 187 *Cereales y Leguminosas, Maíz Requisitos*.

INIAP, 2021. *Recursos genéticos de maíz en la sierra*.

KAUR, N., SINGH, B., SHARMA, S. & KUMAR, R. "Study of relationships between independent extrusion variables and dependent product properties during Quality Protein Maize extrusion". *Applied Food Research* [en línea], 2022, (Ludhiana), vol. 2, págs. [Consulta: 20 de septiembre 2023]. 1-4. ISSN 27725022. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100048>.

LOYA, P. Diseño e Implantación de un programa de software para el dimensionamiento de un secador doble tambor. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Escuela Politécnica Nacional. Quito-Ecuador. 2010. págs. 6-7. [Consulta: 2023-09-25]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1993/1/CD-2837.pdf>.

OLALLA, W., 2019. Desarrollo tecnológico para la elaboración de snacks de maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y haba (*Vicia faba*) nixtamalizados. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Universidad Técnica De Ambato. Tungurahua-Ecuador. 2019. pág. 7. [Consulta: 2023-09-25]. Disponible en: [http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30179/1/AL\\_711.pdf](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30179/1/AL_711.pdf).

ORTEGA, I. 2014. "Maíz I (*Zea mays*)". *Reduca (Biología). Serie Botánica* [en línea], 2014, (Madrid) vol. 7 (2), págs 151-152. [Consulta: 19 de septiembre 2023]. ISSN 1989-3620. Disponible en: [https://eprints.ucm.es/id/eprint/27974/1/MAIZ\\_I.pdf](https://eprints.ucm.es/id/eprint/27974/1/MAIZ_I.pdf).

PÉREZ, A. Determinación de las condiciones técnicas para la elaboración de un snack de maíz enriquecido con soya a escala industrial. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Escuela Politécnica Nacional. Quito-Ecuador. 2019. pág. 8. [Consulta: 2023-10-01]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1676/1/CD-2143.pdf>.

ROSADO, J., CAMACHO, R. & BOURGES, H. Adición de vitaminas y minerales a harinas de maíz y de trigo en México. *Salud Pública de México* [en línea], 1999, (México) vol. 41 (2), págs. 134-135. [Consulta: 02 de octubre 2023]. ISSN 00363634. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10641208>.

RUIZ, L.R. Diseño de un secador de bandejas para la deshidratación de plátano en la parroquia Veracruz del Cantón Pastaza. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2016. pág. 1. [Consulta: 2023-10-12]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5677/1/96T00337.pdf>.




SAHU, C., PATEL, S. & KHOKHAR, D., 2021. Sorption behavior and isosteric heat of maize-millet based protein enriched extruded product. *Heliyon* [en línea], 2021, (India) vol. 7 (4), págs. 1-4. [Consulta: 06 de octubre 2023]. ISSN 24058440. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06742>.



# ANEXOS

## ANEXO A: INFORME DE ENSAYO NR 227209

 <b>SEIDLABORATORY CÍA. LTDA.</b> SERVICIO INTEGRAL DE LABORATORIO <a href="http://www.seidlaboratory.com.ec">www.seidlaboratory.com.ec</a>			
<b>INFORME DE ENSAYO NR. 227209</b>			
<b>INFORMACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE</b>			
<b>CLIENTE:</b>	SIMAA CIA.LTDA.		
<b>DIRECCION:</b>	CHIMBORAZO / GUANO / SAN ANDRES /		
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	GRITZ DE MAIZ		
<b>TIPO DE PRODUCTO:</b>	GRITZ DE MAIZ		
<b>FECHA DE ELABORACION:</b>	03.05.2021	<b>FECHA DE CADUCIDAD:</b>	03.11.2021
<b>LOTE:</b>	1112121	<b>FORMA DE CONSERVACION:</b>	AMBIENTE
<b>CONTENIDO DECLARADO:</b>	25kg, 45kg, 50kg		
<b>MATERIAL DE ENVASE:</b>	SACOS DE POLIPROPILENO		
<b>INFORMACION DE LA MUESTRA</b>			
<b>CODIGO LABORATORIO:</b>	227209-1	<b>CONTENIDO ENCONTRADO:</b>	1880.2g (Muestra para análisis)
<b>FECHA RECEPCION:</b>	21/05/11	<b>FECHA INICIO ENSAYO:</b>	21/05/11
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DE LLEGADA DE LA MUESTRA:</b>	Temperatura 20C°	<b>MUESTREO:</b> Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió	
<b>INFORMACION NUTRICIONAL</b>			
<b>Tamaño por porción en g.</b>		30	
<b>Porción por envase</b>		833	
<b>Energía (Calorías) ...kJ</b>	419	100 (kcal)	
<b>Energía de grasa (Calorías de grasa)...kJ</b>	21	5 (kcal)	
			<b>% Valor Diario*</b>
<b>Grasa Total 0,5 g</b>			1 %
Acidos grasos saturados 0 g			0 %
Acidos grasos - trans 0 g			
Acidos grasos mono insaturados 0 g			
Acidos grasos poli insaturados 0 g			
<b>Colesterol 0 mg</b>			0 %
<b>Sodio 0 mg</b>			0 %
<b>Carbohidratos Totales 23 g</b>			8 %
Fibra 1 g			4 %
Azúcares Totales 0 g			
<b>Proteína 2 g</b>			4 %
*Los porcentajes de Valores Diarios están basados en una dieta de 8380 KJ (2000 calorías). Sus valores diarios pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades caloríficas.			
	Energía	8380	10.475
	Calorías	2000	2500
		kJ	kJ
		kcal	Cal
Grasa Total	Menos que	65 g	80 g
Grasa Saturada	Menos que	20 g	25 g
Colesterol	Menos que	300 mg	300 mg
Sodio	Menos que	2400 mg	2400 mg
Potasio	Menos que	3500 mg	3500 mg
Carbohidratos Totales	Menos que	300 g	375 g
Fibra alimentaria		25 g	30 g
kJ por gramo (Calorías por gramo):			
Grasa 37 kJ	Carbohidratos 17 kJ		Proteína 17 kJ


Atentamente,

21/05/21  
FECHA EMISION

Firmado digitalmente por: NORMA EDITH AMORES AMORES Fecha y hora: 2021-05-21 16:03:12

Página 2 de 2

Confidencialidad e Imparcialidad  
Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) analizada(s). Información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes, en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.  
Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio  
Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.  
Información  
Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:  
Dirección de Calidad: [directorcalidad@seidlaboratory.com.ec](mailto:directorcalidad@seidlaboratory.com.ec); Gerencia General: [gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec](mailto:gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec); Servicio al Cliente: [servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec](mailto:servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec)  
Melchor Toaza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483145 - 0995450911 - 0992750633



# ANEXO B: INFORME DE LAS PRUEBAS FÍSICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL MAIZ



**SEIDLABORATORY CÍA. LTDA.**  
SERVICIO INTEGRAL DE LABORATORIO  
[www.seidlaboratory.com.ec](http://www.seidlaboratory.com.ec)

INFORME DE ENSAYO NR. 227209

INFORMACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
<b>CLIENTE:</b>	SIMAA CIALTDA.		
<b>DIRECCION:</b>	CHIMBORAZO / GUANO / SAN ANDRES /		
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	GRITZ DE MAIZ		
<b>TIPO DE PRODUCTO:</b>	GRITZ DE MAIZ		
<b>FECHA DE ELABORACION:</b>	03.05.2021	<b>FECHA DE CADUCIDAD:</b>	03.11.2021
<b>LOTE:</b>	1112121	<b>FORMA DE CONSERVACION:</b>	AMBIENTE
<b>CONTENIDO DECLARADO:</b>	25kg, 45kg, 50kg		
<b>MATERIAL DE ENVASE:</b>	SACOS DE POLIPROPILENO		

INFORMACION DE LA MUESTRA			
<b>CODIGO LABORATORIO:</b>	227209-1	<b>CONTENIDO ENCONTRADO:</b>	1880,2g (Muestra para análisis)
<b>FECHA RECEPCION:</b>	21/05/11	<b>FECHA INICIO ENSAYO:</b>	21/05/11
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DE LLEGADA DE LA MUESTRA:</b>	Temperatura 20C°		
<b>TAMAÑO DE PORCION:</b>	30g		
<b>MUESTREO:</b>	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió		

ENSAYOS FISICO QUIMICOS	METODO	UNIDAD	RESULTADO
Humedad	SEF-H (AOAC 925.09)	%	13,78
Proteina F= 6,25	SEF-PDU (AOAC 993.01)	%	6,40
Grasa	SEF-G (AOAC 922.06)	%	1,38
Acidos Grasos Saturados	SEIN-PL1 (AOAC 963.22)	%	0,25
Acidos Grasos Monoinsaturados	SEIN-PL1 (AOAC 963.22)	%	0,43
Acidos Grasos Poliinsaturados	SEIN-PL1 (AOAC 963.22)	%	0,70
Grasa trans	CG-M.I	%	0,00
Ceniza	SEF-C (AOAC 923.03)	%	0,73
Fibra	M. INTERNO (AOAC 978.10)	%	1,76
Carbohidratos	CALCULO	%	77,71
Energía Total	CALCULO	kJ/100g	1481
Sodio	SEI-MIN (AOAC 999.11)	mg/100g	0,00
Colesterol	SEIN-CL1 (AOAC 994.10)	mg/100g	0,00
Azúcares totales	SEIN-AZU (AOAC 977.20)	%	0,00

Datos tomados del cuaderno P Pág. 315 / H-RG-02 Pág. 369 / GE-RG-03 Pág. 194 / C-RG-04 Pág. 194 / PL RG-15 Pág. 46 / COL-RG-14 pág. 52 / MIN-RG-12 pág. 538 / AZU RG-20 pág. 37 / F RG-05 Pág. 99

Sodio <4 mg/100g.  
Colesterol <0,4 mg/100g.  
Azúcares totales <4 mg/100g.

INCERTIDUMBRE:			
PARÁMETRO FISICO QUIMICO	INCERTIDUMBRE	PARÁMETRO FISICO QUIMICO	INCERTIDUMBRE
HUMEDAD	L±0,10% (Rangos menores al 5%) L±0,04% (Rangos mayores al 5%)	GRASA	L±0,31% (Rangos menores al 1%) L±0,1% (Rangos menores al 10%) L±0,04% (Rangos mayores al 10%)
PROTEINA	L±0,06%	CENIZA	L±0,11% (Rangos < al 1,5%) L±0,04% (Rangos mayores al 1,5%)

La incertidumbre expandida reportada esta basada en una incertidumbre típica multiplicada por un factor de cobertura K=2, proporcionando un nivel de confianza de aproximadamente un 95%

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote.  
El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado  
Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

**Tiempo de almacenamiento de informes:** Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente,

21/05/21  
**FECHA EMISION**

Firmado digitalmente por: NORMA EDITH AMORES AMORES Fecha y hora: 2021-05-21 16:03:12

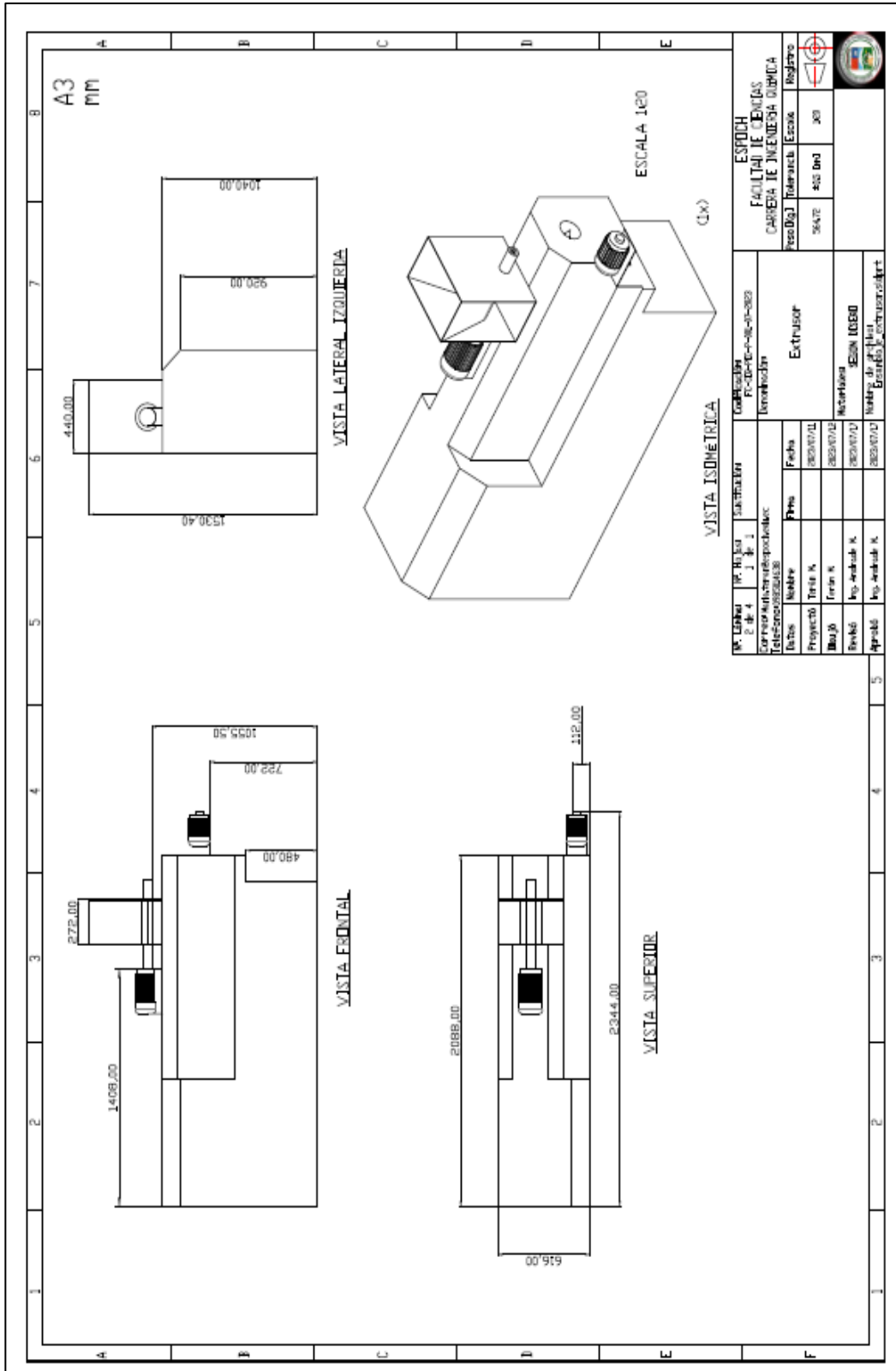


Página 1 de 2

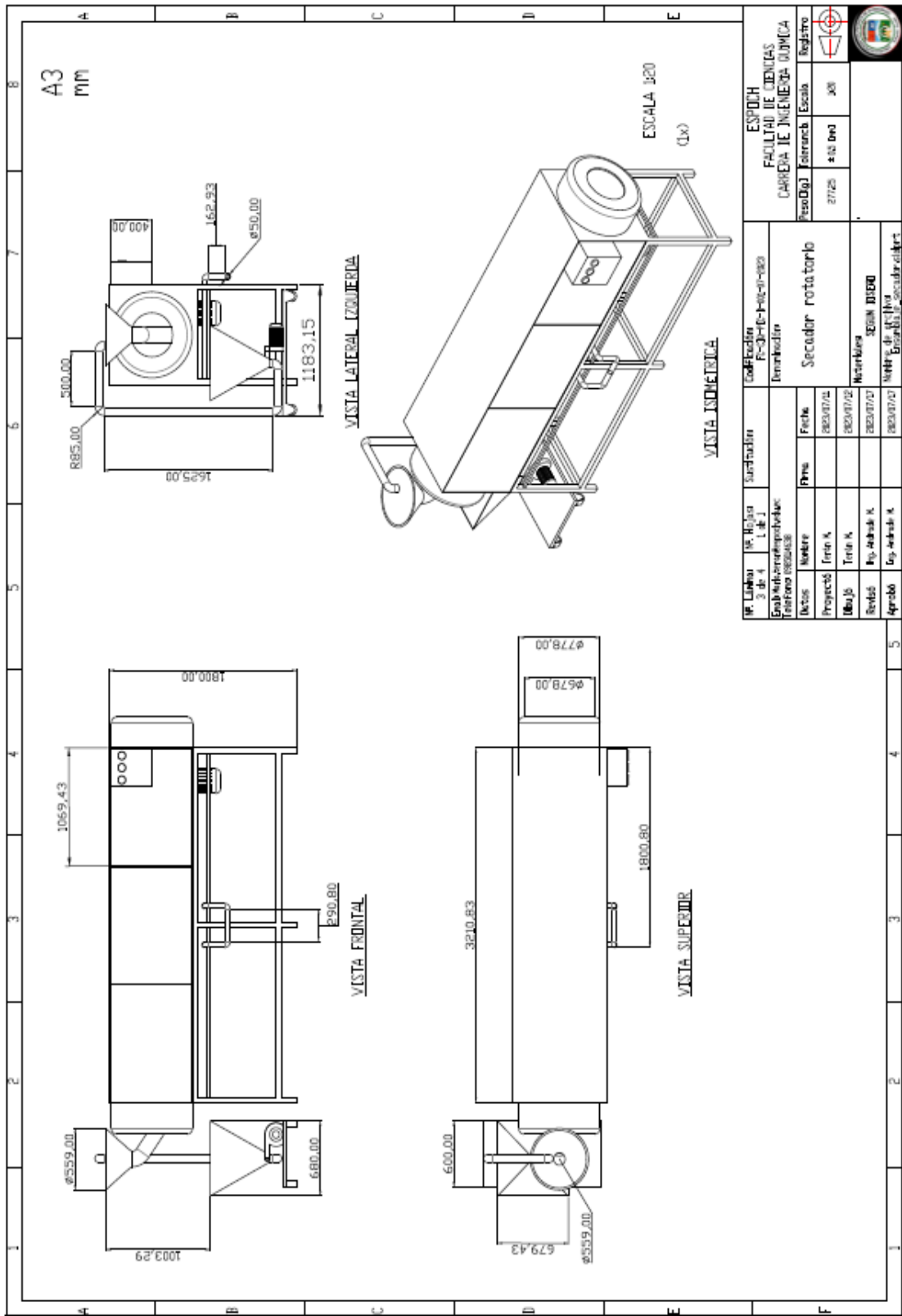
Confidencialidad e imparcialidad  
SeidLaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. SeidLaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.  
Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio  
Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.  
Información  
Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:  
Dirección de Calidad: [directordecalidad@seidlaboratory.com.ec](mailto:directordecalidad@seidlaboratory.com.ec); Gerencia General: [gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec](mailto:gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec); Servicio al Cliente: [servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec](mailto:servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec)  
Melchor Toaza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483145 - 0995450911 - 0992750633



# ANEXO C: PLANOS EXTRUSOR



# ANEXO D: PLANOS SECADOR ROTATORLO



No. Línea 3 de 4		No. Hoja 1 de 1		Descripción Secador rotatorio		Configuración P-3-D-100-000		Colocación Demarcador		ESPOLH FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA DE INGENIERIA QUÍMICA	
Proyecto Ferre K.		Fecha 2020/02		Nombre Secador rotatorio		Pisos # 02 de 3		Escala 30X		Registro	
Dibujo Tere K.		Fecha 2020/02		Nombre SECOM DISEÑO		Pisos # 02 de 3		Escala 30X		Registro	
Revisión Esp. Andrés K.		Fecha 2020/02		Nombre SECOM DISEÑO		Pisos # 02 de 3		Escala 30X		Registro	
Aprobado Esp. Andrés K.		Fecha 2020/02		Nombre SECOM DISEÑO		Pisos # 02 de 3		Escala 30X		Registro	





# ANEXO G: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL GRITZ DE MAÍZ



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
CARRERA: INGENIERÍA QUÍMICA  
INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS



**Fecha:** 10 de mayo del 2023

**Análisis solicitado por:** María José Terán Chamba

**Laboratorio:** Bromatología de la Facultad de Ciencias

**Tema:** “DISEÑO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE BOLITAS DE MAÍZ CON QUESO CHEDAR PARA LA MICROEMPRESA AGUS SNACK”

**Tipo de muestra:** Gritz de maíz

**Localidad:** Riobamba

## Análisis Físico-químico

Determinaciones	Unidades	Método	Valores Referenciales NTE INEN 187 2013	RESULTADOS
Humedad	%	INEN 187	Max. 13.0	10,495

## Análisis microbiológicos

Determinaciones	Unidades	Método	Valores Referenciales NTE INEN 187 2013	RESULTADOS
Ceniza	%	INEN 543	Max. 3,0	0,17
Grasa	%	INEN 543	Max. 3,1	0,672

Atentamente.

BQF. PAMELA MORALES

RESPONSABLE TÉCNICO LABORATORIO



ANEXO H: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICOS DEL PRODUCTO  
FINAL



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO



FACULTAD DE CIENCIAS  
CARRERA: INGENIERÍA QUÍMICA  
INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS

**Fecha:** 22 de junio del 2023

**Análisis solicitado por:** María José Terán Chamba

**Laboratorio:** Análisis del Agua

**Tema:** “DISEÑO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE BOLITAS DE MAÍZ CON QUESO CHEDAR EN LA MICROEMPRESA AGUS SNACK”

**Tipo de muestra:** Maíz (*Zea Mays L.*)

**Localidad:** Riobamba

**Análisis físicos del maíz**

Determinaciones	Método	Valores Referenciales (%) NTE INEN 187 2013	RESULTADOS (%)
Materias orgánicas extrañas % (m/m)	NTE INEN 187	Max. 1,5	0,35
Materias inorgánicas extrañas % (m/m)	NTE INEN 187	Max. 0,5	0,04
Suciedad % (m/m)	NTE INEN 187	Max. 0,1	< 0,01
Granos defectuosos % (m/m)	NTE INEN 187	Max. 7	0,54
Granos infectados % (m/m)	NTE INEN 187	Max. 0,5	0,064
Otros granos	NTE INEN 187	Max. 2	< 0,01

Atentamente.

DRA. GINA ALVAREZ

RESPONSABLE TÉCNICO LABORATORIO



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: 23 / 01 / 2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> María José – Terán Chamba
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Ingeniería Química
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Química
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

2297-DBRA-UPT-2023

