



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

**“DISEÑO DEL PROCESO INDUSTRIAL PARA LA  
ELABORACIÓN DE TRES VARIEDADES DE EXTRUIDO DE  
QUINUA (*Chenopodium Quinoa*) EN COPROBICH”**

**Trabajo de titulación**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO QUÍMICO**

**AUTOR:** DIEGO ANDRÉS VILLA VALDIVIESO

**TUTORA:** Ing. MABEL MARIELA PARADA RIVERA

Riobamba – Ecuador

2020

**©2020, Diego Andrés Villa Valdivieso**

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, Diego Andrés Villa Valdivieso, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 20 de febrero de 2020

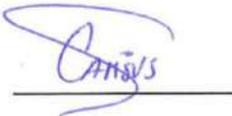


**Diego Andrés Villa Valdivieso**

**060406116-8**

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

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: el trabajo de titulación: Tipo: Proyecto Técnico, **DISEÑO DEL PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE TRES VARIETADES DE EXTRUIDO DE QUINUA (*Chenopodium Quinoa*) EN COPROBICH**, realizado por el señor: **DIEGO ANDRÉS VILLA VALDIVIESO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos y legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dr. Bolívar Edmundo Flores Humanante <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2020-02-20
Ing. Mabel Mariela Parada Rivera <b>DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		2020-02-20
Ing. Sonia Mercedes Vallejo Abarca <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		2020-02-20

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo va dedicado para todas aquellas personas que fueron parte de esta etapa de mi vida, ya que sin ellos nada de esto hubiese sido posible. Principalmente a mi madre y a mi padre que con su apoyo, ejemplo y buenos consejos formaron un hijo capaz de afrontar todas y cada una de las batallas que se presentaron a lo largo de la carrera profesional, además de que con su cariño y amor de padres motivaron a que esta meta sea cumplida con éxito.

Andrés

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo iniciar agradeciendo infinitamente a mis padres debido a que sin su incondicional apoyo no hubiese podido siquiera empezar mis estudios universitarios, ellos haciendo un sacrificio sobrehumano me sacaron adelante e hicieron que el sueño de obtener mi título profesional se hiciera realidad, en serio, Dios les pague papitos amados. Agradezco también a cada uno de mis familiares y amigos quienes aportaron con más de un granito de arena en todo este proceso, me faltaría papel para nombrarlos a todos los que estuvieron en las situaciones más difíciles de mi vida y me ayudaron a superar cada una de ellas. Y finalmente, quiero hacer un agradecimiento especial a mi tutora y a mi colaboradora del presente proyecto, Ing. Mabel Parada e Ing. Sonia Vallejo, quienes con toda la amabilidad del mundo me supieron guiar y brindar sus conocimientos para llevar a cabo de una manera excelente el desarrollo del mismo.

Andrés

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY .....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

1	DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.1	Identificación del problema.....	3
1.2	Antecedentes de la empresa.....	3
1.3	Beneficiarios directos e indirectos .....	4
1.3.1	<i>Beneficiarios directos</i> .....	4
1.3.2	<i>Beneficiarios indirectos</i> .....	4
1.4	Localización del proyecto .....	4
1.5	Objetivos .....	5
1.5.1	<i>General</i> .....	5
1.5.2	<i>Específicos</i> .....	5

### CAPÍTULO II

2	REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS....	7
2.1	Quinua.....	7
2.2	Taxonomía de la quinua .....	7
2.3	Descripción botánica de la quinua .....	8
2.4	Industrialización de la quinua.....	9
2.5	Mercados potenciales para la quinua y sus productos elaborados .....	9
2.6	Productos con valor agregado .....	10
2.7	Productos elaborados a base de quinua en el Ecuador .....	10
2.8	Perfil del consumidor de quinua .....	10

2.9	<b>Extruido de quinua</b> .....	11
2.10	<b>Proceso de extrusión</b> .....	12
2.10.1	<i>Mejora de las propiedades funcionales de los alimentos vegetales</i> .....	12
2.10.2	<i>Desnaturalización e inactivación de factores anti-nutricionales</i> .....	12
2.10.3	<i>La extrusión es ampliamente utilizada en la industria alimentaria</i> .....	12

### CAPÍTULO III

3	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	14
3.1	<b>Tipo de estudio</b> .....	14
3.2	<b>Métodos</b> .....	14
3.2.1	<i>Método Deductivo</i> .....	14
3.2.2	<i>Método Inductivo</i> .....	15
3.2.3	<i>Método Experimental</i> .....	15
3.3	<b>Técnicas</b> .....	15
3.3.1	<b>Técnicas para la caracterización de la Materia Prima</b> .....	15
3.3.1.1	<i>NTE INEN 1671:2013 Quinua. Determinación de infestación e impurezas...</i>	16
3.3.1.2	<i>Método de Análisis Oficiales. AOAC 925.10. Determinación de Humedad...</i>	17
3.3.1.3	<i>Método de Análisis Oficiales. AOAC 2001.11. Determinación de Proteína...</i>	18
3.3.1.4	<i>Método de Análisis Oficiales. AOAC 923.03. Determinación de Ceniza .....</i>	20
3.3.1.5	<i>Método de Análisis Oficiales. AOAC 2003.06. Determinación de Grasa.....</i>	21
3.3.1.6	<i>NTE INEN 522:2013. Determinación de la fibra cruda .....</i>	23
3.3.1.7	<i>Análisis proximal. Determinación de carbohidratos .....</i>	25
3.3.1.8	<i>NTE INEN 1673:2013. Quinua. Requisitos. ....</i>	25
3.3.2	<b>Técnicas para la caracterización del Extruido de Quinua</b> .....	26
3.3.2.1	<i>NTE INEN 277:1978. Determinación del Índice de Peróxido.....</i>	26
3.3.2.2	<i>NTE INEN 2570 (2011): Bocaditos de grano y cereales. Requisitos.....</i>	27
3.4	<b>Procedimiento a nivel de laboratorio</b> .....	27
3.4.1	<b>Selección de materia prima</b> .....	27
3.4.2	<b>Caracterización de la materia prima</b> .....	28
3.4.3	<b>Elaboración de extruido de quinua en el laboratorio</b> .....	29
3.4.3.1	<i>Extrusión</i> .....	29
3.4.3.2	<i>Elaboración de pop de quinua sabor a vainilla.....</i>	30
3.4.3.3	<i>Elaboración de pop de quinua sabor a chocolate.....</i>	33
3.4.3.4	<i>Elaboración de pop de quinua sabor a maracuyá.....</i>	36
3.5	<b>Análisis de aceptabilidad mediante una ficha de evaluación sensorial ....</b>	38

3.5.1	<b>Realización de la ficha de evaluación sensorial</b> .....	39
3.5.2	<b>Definición de hipótesis</b> .....	39
3.5.3	<b>Análisis de parámetro: Sabor</b> .....	41
3.5.4	<b>Análisis del parámetro: Olor</b> .....	44
3.5.5	<b>Análisis de parámetro: Apariencia</b> .....	46
3.5.6	<b>Análisis de parámetro: Textura</b> .....	48
3.5.7	<b>Análisis respecto a la aplicación de la ficha de evaluación sensorial</b> .....	51
3.6	<b>Procedimiento a nivel industrial</b> .....	51
3.6.1	<b>Variables de proceso</b> .....	51
3.6.2	<b>Operaciones Unitarias del proceso</b> .....	52
3.6.2.1	<i>Extrusión</i> .....	52
3.6.2.2	<i>Evaporación</i> .....	52
3.6.2.3	<i>Mezclado</i> .....	52
3.6.2.4	<i>Secado</i> .....	53
3.6.3	<b>Formulaciones para la elaboración de extruido de quinua</b> .....	53
3.6.3.1	<i>Formulación para extruido de quinua sabor a vainilla</i> .....	53
3.6.3.2	<i>Formulación para extruido de quinua sabor a chocolate</i> .....	54
3.6.3.3	<i>Formulación para extruido de quinua sabor a maracuyá</i> .....	55
3.6.4	<b>Balances de masa parciales</b> .....	57
3.6.4.1	<i>Balance de masa en la mezcla de insumos (sabor maracuyá)</i> .....	58
3.6.4.2	<i>Balance de masa en el extrusor</i> .....	58
3.6.4.3	<i>Balance de masa en la mezcla de insumos (sabor vainilla)</i> .....	59
3.6.4.4	<i>Balance de masa en la mezcla de insumos (sabor chocolate)</i> .....	60
3.6.4.5	<i>Balance de masa en el evaporador (sabor vainilla)</i> .....	61
3.6.4.6	<i>Balance de masa en el evaporador (sabor chocolate)</i> .....	61
3.6.4.7	<i>Balance de masa en el evaporador (sabor maracuyá)</i> .....	62
3.6.4.8	<i>Balance de masa en el mezclador (sabor vainilla)</i> .....	63
3.6.4.9	<i>Balance de masa en el mezclador (sabor chocolate)</i> .....	63
3.6.4.10	<i>Balance de masa en el mezclador (sabor maracuyá)</i> .....	64
3.6.4.11	<i>Balance de masa en el secador (sabor vainilla)</i> .....	65
3.6.4.12	<i>Balance de masa en el secador (sabor chocolate)</i> .....	73
3.6.4.13	<i>Balance de masa en el secador (sabor maracuyá)</i> .....	80
3.6.5	<b>Balances de masa globales</b> .....	89
3.6.5.1	<i>Balance de masa global para el extruido de quinua sabor a vainilla</i> .....	89
3.6.5.2	<i>Balance de masa global para el extruido de quinua sabor a chocolate</i> .....	89
3.6.5.3	<i>Balance de masa global para el extruido de quinua sabor a maracuyá</i> .....	90
3.6.6	<b>Proceso de producción</b> .....	90

3.6.6.1	<i>Materia prima e insumos .....</i>	91
3.6.6.2	<i>Diagrama del proceso.....</i>	92
3.6.6.3	<i>Descripción del diagrama del proceso .....</i>	93
3.6.7	<b><i>Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria .....</i></b>	95
3.6.8	<b><i>Validación del proceso .....</i></b>	97
3.6.9	<b><i>Análisis de costo/beneficio del proyecto .....</i></b>	98
3.6.9.1	<i>Presupuesto.....</i>	98
3.6.9.2	<i>Análisis costo/beneficio.....</i>	100
3.7	<b><i>Cronograma de ejecución del proyecto.....</i></b>	101
 <b>CAPÍTULO IV .....</b>		102
4	<b>RESULTADOS.....</b>	102
4.1	<b>Análisis y discusión de resultados .....</b>	102
 <b>CONCLUSIONES.....</b>		105
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		106
<b>GLOSARIO</b>		
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Coordenadas Geográficas del Área .....	4
<b>Tabla 1-2:</b> Taxonomía de la quinua .....	7
<b>Tabla 2-2:</b> Descripción botánica de la quinua.....	8
<b>Tabla 3-2:</b> Características de la extrusión .....	12
<b>Tabla 1-3:</b> Determinación del nivel de infestación (insectos).....	16
<b>Tabla 2-3:</b> Determinación de las impurezas.....	16
<b>Tabla 3-3:</b> Determinación del contenido de humedad .....	17
<b>Tabla 4-3:</b> Determinación del contenido de proteína.....	18
<b>Tabla 5-3:</b> Determinación del contenido de cenizas .....	20
<b>Tabla 6-3:</b> Determinación del contenido de grasa.....	19
<b>Tabla 7-3:</b> Determinación del contenido de fibra cruda.....	23
<b>Tabla 8-3:</b> Determinación del contenido de carbohidratos .....	25
<b>Tabla 9-3:</b> Caracterización física de la materia prima .....	25
<b>Tabla 10-3:</b> Caracterización bromatológica de la materia prima .....	25
<b>Tabla 11-3:</b> Caracterización microbiológica de la materia prima .....	25
<b>Tabla 12-3:</b> Determinación del Índice de Peróxido .....	26
<b>Tabla 13-3:</b> Caracterización del producto final.....	27
<b>Tabla 14-3:</b> Caracterización física de la materia prima .....	28
<b>Tabla 15-3:</b> Caracterización bromatológica de la materia prima .....	28
<b>Tabla 16-3:</b> Caracterización microbiológica de la materia prima .....	29
<b>Tabla 17-3:</b> Codificación única para las muestras de extruido de quinua.....	39
<b>Tabla 18-3:</b> Resultados del nivel de aceptación general de los jueces afectivos .....	40
<b>Tabla 19-3:</b> Frecuencia observada-sabor .....	41
<b>Tabla 20-3:</b> Contingencia-sabor.....	42
<b>Tabla 21-3:</b> Prueba de independencia-sabor .....	42
<b>Tabla 22-3:</b> Resumen estadístico 1: sabor.....	43
<b>Tabla 23-3:</b> Resumen estadístico 2: sabor.....	43
<b>Tabla 24-3:</b> Frecuencia observada-olor.....	44
<b>Tabla 25-3:</b> Contingencia-olor .....	44
<b>Tabla 26-3:</b> Prueba de independencia-olor .....	45
<b>Tabla 27-3:</b> Resumen estadístico 1: olor .....	45
<b>Tabla 28-3:</b> Resumen estadístico 2: olor .....	46
<b>Tabla 29-3:</b> Frecuencia observada “apariencia” .....	46

<b>Tabla 30-3:</b> Contingencia-apariencia .....	46
<b>Tabla 31-3:</b> Prueba de independencia-apariencia .....	47
<b>Tabla 32-3:</b> Resumen estadístico 1: apariencia.....	48
<b>Tabla 33-3:</b> Resumen estadístico 2: apariencia.....	48
<b>Tabla 34-3:</b> Frecuencia observada-textura.....	48
<b>Tabla 35-3:</b> Contingencia-textura .....	49
<b>Tabla 36-3:</b> Prueba de independencia-textura.....	50
<b>Tabla 37-3:</b> Resumen estadístico 1: textura .....	50
<b>Tabla 38-3:</b> Resumen estadístico 2: textura .....	50
<b>Tabla 39-3:</b> Variables del proceso .....	51
<b>Tabla 40-3:</b> Datos Adicionales.....	57
<b>Tabla 41-3:</b> Datos de secado .....	65
<b>Tabla 42-3:</b> Resultados de los cálculos de secado .....	72
<b>Tabla 43-3:</b> Datos de secado .....	73
<b>Tabla 44-3:</b> Resultados de los cálculos de secado .....	80
<b>Tabla 45-3:</b> Datos de secado .....	79
<b>Tabla 46-3:</b> Resultados de los cálculos de secado .....	88
<b>Tabla 47-3:</b> Materia prima para la obtención de extruido de quinua industrialmente .....	91
<b>Tabla 48-3:</b> Especificaciones de los equipos .....	95
<b>Tabla 49-3:</b> Análisis bromatológico del extruido de quinua.....	97
<b>Tabla 50-3:</b> Análisis microbiológico del extruido de quinua.....	98
<b>Tabla 51-3:</b> Presupuesto Recursos Humanos (primer año).....	98
<b>Tabla 52-3:</b> Presupuesto insumos, materiales y maquinaria (primer año) .....	98
<b>Tabla 53-3:</b> Presupuesto servicios (primer año).....	99
<b>Tabla 54-3:</b> Presupuesto gastos administrativos/funcionamiento (primer año) .....	99
<b>Tabla 55-3:</b> Presupuesto servicios especializados (primer año).....	99
<b>Tabla 56-3:</b> Presupuesto otros costos (primer año).....	100
<b>Tabla 57-3:</b> Total presupuesto implementación proyecto (primer año).....	100
<b>Tabla 58-3:</b> Cronograma de ejecución del proyecto.....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Georreferenciación de COPROBICH.....	5
<b>Figura 1-2:</b> Planta de Quinoa.....	8
<b>Figura 2-2:</b> Extruido de quinua.....	11
<b>Figura 1-3:</b> Dilución de insumos (V).....	30
<b>Figura 2-3:</b> Concentrado (V).....	31
<b>Figura 3-3:</b> Mezclado (V).....	31
<b>Figura 4-3:</b> Secado (V).....	32
<b>Figura 5-3:</b> Empacado (V).....	32
<b>Figura 6-3:</b> Dilución de insumos (C).....	33
<b>Figura 7-3:</b> Concentrado (C).....	34
<b>Figura 8-3:</b> Mezclado (C).....	34
<b>Figura 9-3:</b> Secado (C).....	35
<b>Figura 10-3:</b> Empacado (C).....	35
<b>Figura 11-3:</b> Dilución de insumos (M).....	36
<b>Figura 12-3:</b> Concentrado (M).....	36
<b>Figura 13-3:</b> Mezclado (M).....	37
<b>Figura 14-3:</b> Secado (M).....	37
<b>Figura 15-3:</b> Empacado (M).....	38

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Porcentaje de aceptación de cada variedad .....	40
<b>Gráfico 2-3:</b>	Aceptación general del extruido de quinua vainilla .....	41
<b>Gráfico 3-3:</b>	Frecuencia “sabor” .....	42
<b>Gráfico 4-3:</b>	Frecuencia “olor” .....	44
<b>Gráfico 5-3:</b>	Frecuencia “apariencia” .....	46
<b>Gráfico 6-3:</b>	Frecuencia “textura” .....	49
<b>Gráfico 7-3:</b>	Curva de secado de pop de vainilla en un secador de bandejas a 75 °C.....	66
<b>Gráfico 8-3:</b>	Curva de velocidad de secado de pop de vainilla.....	72
<b>Gráfico 9-3:</b>	Curva de secado de pop de chocolate en un secador de bandejas a 75 °C.....	74
<b>Gráfico 10-3:</b>	Curva de velocidad de secado de pop de chocolate.....	80
<b>Gráfico 11-3:</b>	Curva de secado de pop de maracuyá en un secador de bandejas a 75 °C .....	82
<b>Gráfico 12-3:</b>	Curva de velocidad de secado de pop de maracuyá .....	88
<b>Gráfico 13-3:</b>	Balance de masa global para el extruido de quinua sabor a vainilla .....	89
<b>Gráfico 14-3:</b>	Balance de masa global para el extruido de quinua sabor a chocolate.....	89
<b>Gráfico 15-3:</b>	Balance de masa global para el extruido de quinua sabor a maracuyá.....	90
<b>Gráfico 16-3:</b>	Diagrama del proceso para la elaboración de extruido de quinua.....	92
<b>Gráfico 17-3:</b>	Cronograma de ejecución del proyecto.....	98

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A.** NTE INEN 1673 (2013): QUINUA. REQUISITOS.

**ANEXO B.** NTE INEN 2570 (2011): BOCADITOS DE GRANOS, CEREALES Y SEMILLAS.  
REQUISITOS.

**ANEXO C.** ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA QUINUA

**ANEXO D.** ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO DEL EXTRUIDO DE  
QUINUA DE VAINILLA

**ANEXO E.** ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO DEL EXTRUIDO DE  
QUINUA DE CHOCOLATE

**ANEXO F.** ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO DEL EXTRUIDO DE  
QUINUA DE MARACUYA

**ANEXO G.** FICHA APLICADA

**ANEXO H.** CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO

**ANEXO I.** PROFORMA PARA EQUIPOS INDUSTRIALES

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo por principal objetivo diseñar el proceso industrial para la elaboración de tres variedades de extruido de quinua (*Chenopodium Quinoa*) en COPROBICH, donde para cumplirlo se inició con la caracterización física, bromatológica y microbiológica de la materia prima acorde a la “NTE INEN 1673 (2013): Quinoa. Requisitos.”, seguido a esto se desarrolló el proceso tanto a nivel de laboratorio como industrial en donde se determinaron las operaciones unitarias idóneas para un diseño preciso entre las que constan la extrusión, la evaporación, el mezclado y el secado, a la vez se tomaron los datos necesarios de las variables del proceso que ayudarían a realizar todos los cálculos de ingeniería indispensables para generar una producción diaria que utiliza 17 kg de extruido de quinua natural para obtener 22,702 kg de vainilla, 23,491 de chocolate y 24,137 kg de maracuyá, todo esto se sintetiza en que con las 4,7 Tm de quinua que la empresa asignará a este proceso se podrán obtener 5,55 Tm de extruido de quinua con sabor aproximadamente. Con las muestras elaboradas se procedió a realizar una ficha de evaluación sensorial en la que el sabor de vainilla tuvo un 63,03% de aceptabilidad, seguido del de maracuyá con un 20,72% y por último el de chocolate con un 16,22%. Una vez se culminó el diseño se realizó su validación a través de la “NTE INEN 2570 (2011): Bocado de granos, cereales y semillas. Requisitos.”, registrando valores dentro de los límites recomendados por dicha norma, por lo tanto el producto es apto para el consumo humano. Se recomienda a la empresa realizar el análisis para la determinación de la vida de anaquel del producto para determinar el período de tiempo en el cual éste va a conservar las propiedades organolépticas esperadas por el consumidor.

**Palabras clave:** <PROCESO INDUSTRIAL>, <EXTRUIDO DE QUINUA>, <EXTRUSIÓN>, <EVAPORACIÓN>, <BALANCE DE MASA>, <STATGRAPHYCS (SOFTWARE)>



## SUMMARY

The main objective of this degree work was to design the industrial process for the elaboration of three varieties of quinoa extruded (*Chenopodium Quinoa*) in COPROBICH, where, to comply with it, it was started with the physical, bromatological and microbiological characterization of the raw material according to the "NTE INEN 1673 (2013): Quinoa Requirements", followed by this developed the process both at laboratory and industrial level where the unitary operations suitable for precise design, including extrusion, the evaporation, mixing and drying, while the necessary data were taken from the of the process that would help perform all the engineering calculations essential to generate a daily production using 17 kg of natural quinoa extrude to obtain 22,702 kg of vanilla, 23,491 kg of chocolate and 24,137 kg of passion fruit, all this is synthesized in that with the 4.7 Tm of quinoa that the company will assign to this process will be able to obtain 5.55 Tm of extruded Quinoa with flavor approximately. With the elaborated samples we proceeded to make a of sensory evaluation in which the vanilla flavor had a 63.03% acceptability, followed the passion fruit with 20.72% and finally the chocolate with 16.22%. Once it was completed the design was validated through the "NTE INEN 2570 (2011): grain, cereal and seed snacks. Requirements", recording values within the limits recommended by The product is therefore fit for human consumption. It is recommended that the company perform the analysis for the determination of the product shelf life for determine the time in which it will retain its organoleptic properties expected by the consumer.

**Keywords:** <INDUSTRIAL PROCESS>, <QUINOA EXTRUDED>, <EXTRUSION>, <EVAPORATION>, <MASS BALANCE>, <STATGRAPHYCS (SOFTWARE)>



## INTRODUCCIÓN

Conocida por los científicos como *Chenopodium Quinoa*, por nuestros ancestros como *chisiya mama* y hoy por hoy por nosotros como el “grano de oro”, la quinua en la actualidad es el producto alimenticio de moda. “Varios profesionales la recomiendan en una dieta que evita subir de peso, la NASA la usa como alimento para sus astronautas cuando éstos se encuentran en el espacio” (Peláez, 2017) y además según menciona (CEFA,2018) este organismo de exploración espacial se encuentra desarrollando el sistema CELSS (Sistema Ecológico Controlado para Mantener la Vida) con el que podría equipar todas sus naves destinadas a viajes que duren un largo lapso de tiempo, este sistema se basa en emplear plantas de quinua para absorber CO<sub>2</sub> del medio y producir alimento y oxígeno para el consumo de la tripulación, mientras que para la FAO ( Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) “es un alimento que cuenta con la calidad suficiente para ser suministrado a lugares que padecen inseguridad alimentaria y hasta para la población mundial considerando el cambio climático (FAO,2016).

El año 2013 fue declarado como “Año Internacional de la Quinoa” por las Naciones Unidas mediante una Asamblea General, reconociendo así a los pueblos andinos y sus ancestrales prácticas de conservación de la quinua en su estado natural para así ser usado como alimento en el presente y el futuro (Peláez, 2017). Gracias al trabajo que ha venido realizando la FAO, el consumo de quinua a nivel internacional ha aumentado considerablemente en estos últimos años, esta organización asegura que el mencionado alimento puede ser capaz de colaborar en cada desafío que está enfrentando el mundo moderno.

En USA el consumo de este pseudocereal se encuentra de moda, motivados por conocer que se trata de un nutritivo alimento vegetal rico en todos los aminoácidos esenciales, oligoelementos y vitaminas.

Sabemos que por tradición la quinua es cultivada específicamente en los países de Bolivia, Perú y Ecuador, pero en la actualidad su producción se ha extendido a alrededor de 70 países entre los que sobresalen Francia, Holanda, Suecia, Italia, Inglaterra y Dinamarca, aunque estudios revelan que también Estados Unidos, Kenia e India empiezan a tener éxito en este proceso.

En Ecuador, el consumo de quinua aún no logra estar al nivel que se encuentra en el exterior, esto se debe a que, “según Esteban Vega quien fue el coordinador de la Unidad de Agroindustria del en ese entonces (2016) MAGAP, en el país a la quinua se la considera como un alimento exclusivo

de las zonas rurales, por tal motivo en la ciudad su consumo es mínimo” (El Telégrafo, 2016).

En la provincia de Chimborazo la producción agrícola e industrial de quinua desde hace unos años viene siendo de gran importancia para su economía, además de que su alto valor nutricional y su capacidad de uso en la agroindustria dejan en evidencia la necesidad de convertirla en diferentes subproductos. Es por ello que la academia y la industria están impulsando el desarrollo de derivados de este pseudocereal.

La Corporación de Productores y Comercializadores Orgánicos Bio Taita Chimborazo en su sitio web enfatiza en que “busca producir, transformar y comercializar productos de alta calidad, cumpliendo estándares mundiales para satisfacer y superar las demandas de sus clientes, promoviendo la protección del medio ambiente, contribuyendo al desarrollo socio-económico de sus socios y de la Provincia de Chimborazo”.

La realización de este proyecto técnico da respuesta a la problemática que presenta COPROBICH, que al tener un limitado número de productos desea lanzar al mercado uno nuevo, que al final también espera contribuir con el aumento del consumo de la quinua en nuestro país que como se mencionó anteriormente se encuentra muy por debajo de lo recomendado. El objetivo central de este estudio es diseñar el proceso industrial para la elaboración de tres variedades de extruido de quinua y compartirlo con la corporación para analizar si se encuentra en la posibilidad de implementar y poner en marcha el proceso.

Para llevar a efecto este proyecto, su escrito consta de cuatro capítulos. El primero está constituido por el Diagnóstico y Definición del Problema, donde se identifica el mismo, se describen los antecedentes de la empresa donde se llevará a cabo el desarrollo del proyecto, sus beneficiarios y al mismo tiempo los objetivos a cumplir a lo largo de su desarrollo. El segundo tiene por nombre Revisión de la Literatura o Fundamentos Teóricos, en él se efectúan varias precisiones teórico-conceptuales tanto de la quinua como del proceso a desarrollar que permitan comprenderlo. El siguiente capítulo es el Marco Metodológico que consiste en puntualizar el tipo de estudio que se va a realizar, los métodos y técnicas que se usarán a fin de emprender el trabajo, el procedimiento tanto a nivel de laboratorio como industrial que será necesario implementar y el cronograma que se siguió para avanzar en el proyecto. Y el último viene dado por el análisis de los resultados conseguidos a lo largo del desenvolvimiento del estudio.

## CAPÍTULO I

### 1 DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1 Identificación del problema

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo está llevando a cabo el Diseño e Implementación del “Proyecto de Producción, Transformación, Comercialización y Promoción del consumo de la Quinua y sus derivados”, un objetivo de este proyecto de investigación e innovación es que la academia colabore con determinadas unidades productivas, dándoles las herramientas necesarias para la generación de nuevos productos. Una de las beneficiarias del éste es la Corporación de Productores y Comercializadores Orgánicos Bio Taita Chimborazo, empresa que “compra directamente quinua a sus socios aplicando el comercio justo y la exporta al mercado de los países como Francia, Bélgica, Alemania, Canadá y Holanda” (COPROBICH, 2018).

Esta empresa produce quinua de alta calidad, pero lastimosamente su producción se ve limitada a productos como: quinua en grano, harina de quinua y mezcla de harinas de avena y quinua. Debido a esto nace la necesidad de impulsar la creación de nuevos e innovadores subproductos que generen un valor agregado, satisfagan las expectativas del cliente y fortalezcan la economía de la corporación.

Con el fin de entregar el prototipo de un producto derivado de la quinua se ha diseñado el proceso industrial para la elaboración de tres variedades de extruido de quinua, en el cual se ha aprovechado los conocimientos de ingeniería para aplicar las operaciones unitarias que hagan del mismo un proceso óptimo, originando una posible alternativa de producción y rentabilidad direccionada a la empresa.

#### 1.2 Antecedentes de la empresa

La Corporación de Productores y Comercializadores Orgánicos Bio Taita Chimborazo (COPROBICH), fue reconocida legalmente mediante acuerdo ministerial N° 184 del 21 de julio del 2003 del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) pegado a lo que contiene el Título XXX del Código Civil, en su artículo 564 (COPROBICH, 2017).

La regulación de las actividades de COPROBICH, gracias al criterio del asesor Jurídico del MAGAP, se encarga el sector financiero Popular y Solidario, a través de la SUPERINTENDENCIA DE ECONOMÍA POPULAR Y SOLIDARIA (COPROBICH, 2017).

En el artículo 15 de esta ley especifica que las organizaciones del sector comunitario son todas aquellas que están vinculadas por relaciones de territorio, identidades étnicas, culturales, de género, de cuidado de la naturaleza, urbanas o rurales; o, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades, que mediante el trabajo conjunto, tienen por objeto la producción, comercialización, distribución y el consumo de bienes o servicios lícitos y socialmente necesarios, en forma solidaria y auto gestionada, bajo los principios de la presente Ley (COPROBICH, 2017).

### **1.3 Beneficiarios directos e indirectos**

#### ***1.3.1 Beneficiarios directos***

Los beneficiarios directos del presente trabajo de titulación planteado son las más de 541 familias parte de las 56 comunidades de los cantones Colta, Riobamba y Guamate asociadas a la Corporación de Productores y Comercializadores Orgánicos Bio Taita Chimborazo (COPROBICH).

#### ***1.3.2 Beneficiarios indirectos***

El principal beneficiario indirecto con el desarrollo de este proyecto es el consumidor, ya que degustaría un producto elaborado con quinua 100% orgánica, de calidad y al mismo tiempo con innumerables ventajas nutricionales.

### **1.4 Localización del proyecto**

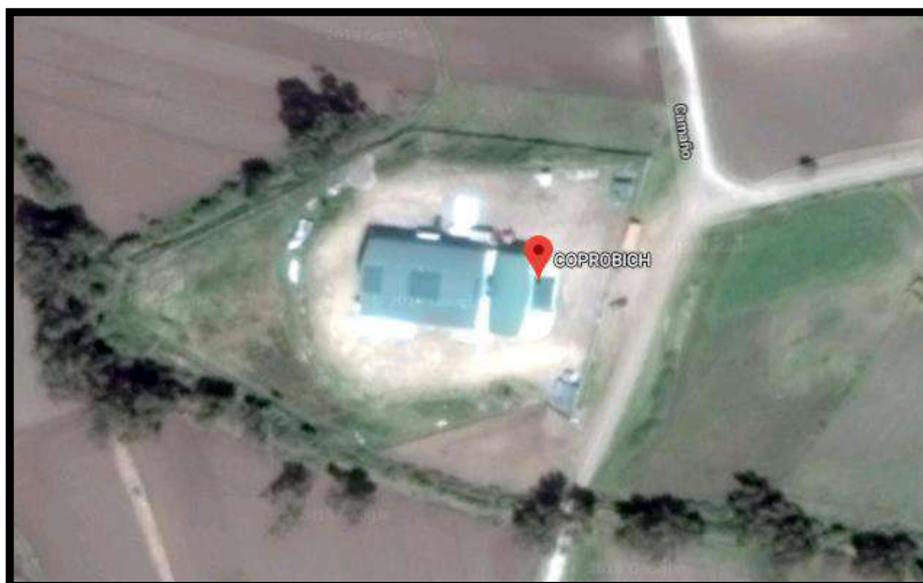
El proyecto se llevará a cabo en las instalaciones de la planta de producción de la Corporación de Productores y Comercializadores Orgánicos Bio Taita Chimborazo (COPROBICH), ubicada en la Primero de Agosto – Sector Mishquilli, a 500 metros del taller del GADMC-COLTA.

**Tabla 1-1:** Coordenadas Geográficas del Área

<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>	
Provincia	Chimborazo
Cantón	Colta
Parroquia	Cajabamba
Coordenadas	1°42'47''S y 78°45'37''O
Altitud	3233 m s. n. m.

Fuente: GOOGLE MAPS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020



**Figura 1-1:** Georreferenciación de COPROBICH.

Fuente: (Google Maps, 2020)

## **1.5      Objetivos**

### ***1.5.1      General***

Diseñar el proceso industrial para la elaboración de tres variedades de extruido de quinua (*Chenopodium Quinoa*) en la Corporación de Productores y Comercializadores Orgánicos Bio Taita Chimborazo (COPROBICH).

### ***1.5.2      Específicos***

- Elaborar los prototipos de tres variedades de extruido de quinua con sabor a chocolate, maracuyá y vainilla.
- Caracterizar la quinua mediante un análisis físico, bromatológico y microbiológico acorde a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1673 (2013): Quinoa. Requisitos.
- Reconocer las variables de proceso, parámetros y operaciones para la elaboración de extruido de quinua a nivel industrial.

- Realizar los cálculos de ingeniería para el diseño del proceso industrial para la elaboración de extruido de quinua.
- Validar el diseño del proceso industrial para la elaboración de extruido de quinua mediante el análisis bromatológico y microbiológico del producto final conforme a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2570 (2011): Bocaditos de granos, cereales y semillas. Requisitos.

## CAPÍTULO II

### 2 REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.1 Quinua

Para tener una definición acertada de lo que es la quinua revisamos el artículo científico “OBTENCIÓN DE DETERGENTE LÍQUIDO USANDO SAPONINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*), CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) CABUYA (*Sisalana perrine*) Y SU DISEÑO DE PRODUCCIÓN” parte de la Revista Perfiles donde se menciona:

*La quinua es una planta propia de la región andina, su cultivo puede soportar condiciones adversas como heladas, viento, sequía etc. Desde hace cientos de años se la utiliza como alimento y existen estudios que muestran sus propiedades beneficiosas como por ejemplo antimicrobianas y antioxidantes (Villacrés et al., 2019: p. 38).*

Originaria de los Andes, este pseudocereal es un recurso alimentario natural de gran valor nutritivo cuya importancia es cada vez más reconocida en la seguridad alimentaria, para las presentes y futuras generaciones. Las comunidades indígenas andinas han sido quienes han mantenido, controlado, protegido y preservado este cultivo alimentario utilizando sus conocimientos y prácticas tradicionales (FAO, 2019).

#### 2.2 Taxonomía de la quinua

**Tabla 1-2:** Taxonomía de la quinua

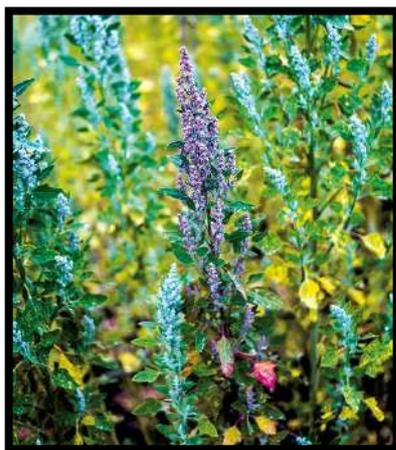
<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Caryophyllales
<b>Familia</b>	Amaranthaceae
<b>Subfamilia</b>	Chenopodioideae
<b>Tribu</b>	Chenopodieae
<b>Género</b>	Chenopodium
<b>Especie</b>	Chenopodium quinoa

Fuente: LACK, H.; FUENTE S., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

### 2.3 Descripción botánica de la quinua

La quinua es una planta herbácea de ciclo anual que alcanza alturas entre uno y dos metros que presenta pequeñas semillas que son utilizadas para la alimentación, se encuentran ubicadas en los extremos superiores de las ramificaciones por lo general esta planta se considera bisexual y se autofertiliza, su fruto es seco mide aproximadamente 2 mm de diámetro (Fontan, 2002, pp.17-21).



**Figura 1-2:** Planta de Quinua.

**Fuente:** (© Isabel Corthier Photographer, 2020).

**Tabla 2-2:** Descripción botánica de la quinua

Raíz	Se incrusta de forma perpendicular al suelo, es muy fibrosa y ramificada, puede alcanzar hasta los 180 cm de profundidad, lo cual le da gran estabilidad a la planta y además buena resistencia a la sequía.
Tallo	Son muy finos con forma cilíndrica y varias ramificaciones secundarias
Hojas	Tienen una silueta dentada y una coloración muy variada como por ejemplo de verde claro pasa a verde oscuro y a su vez va cambiando a amarillo, rojo o púrpura según la maduración que tenga.
Flores	Poseen un tamaño muy reducido (aproximadamente 3 mm) y se sabe que son hermafroditas, por tanto, se permite una gran variación sexual según cada variedad.
Fruto	Es diminuto y presenta diferentes coloraciones según su tipo. Está cubierto por una capa externa que en contacto con el agua se desprende, en ella se almacena la sustancia denominada saponina que es la que le da ese amargor natural de este fruto.
Semilla	Se considera al fruto como maduro una vez que ya no tiene el perigonio, posee una forma lenticular.

**Fuente:** CASTAÑEDA, V., 2018

**Realizado por:** Villa Diego, 2020

## **2.4 Industrialización de la quinua**

“En el país se manejan procesos simples y semi-complejos. La gama ecuatoriana de productos elaborados con quinua es restringida y limitada a la quinua desaponificada, perlada y alimentos intermedios (hojuelas, insuflados y harinas de quinua)” (Peralta, 2009).

## **2.5 Mercados actuales y potenciales para la quinua y sus productos elaborados**

La quinua es endémica de los países andinos, de entre los cuales destacan Bolivia, Perú y Ecuador por ser los principales productores de la zona, según la información de FAO y los datos de Trade Map el cultivo de este producto ha cruzado fronteras hasta llegar alrededor de 90 países, tales como Francia, Holanda, Alemania, Canadá, entre otros, donde se está intentando producirla, aunque con dificultades (COPROBICH, 2016).

Estados Unidos también produce quinua, aunque en pocas cantidades porque debe afrontar algunas dificultades por el tipo de suelo y el clima que dañan a la semilla, además de los elevados costos y la inversión riesgosa que representa su siembra, sobre todo considerando que no siempre obtienen una cosecha exitosa, como lo ocurrido este año a White Mountain Farm (COPROBICH, 2016).

En cuanto a las importaciones de quinua desde el mundo, se observa un crecimiento del 72% hasta 2014; sin embargo haciendo una comparación entre el primer trimestre 2015 vs 2014, se refleja una importante disminución del 24%, a efectos de la sobre oferta principalmente de Perú, ante la baja de precios y ante la demanda de otros cereales como la chía y el amaranto (COPROBICH, 2016).

Según datos del USDA, de enero a febrero de 2015, el precio de la quinua comercializada a Estados Unidos, tuvo una reducción promedio de 24,62% con respecto al mismo período en 2014. De enero a febrero de 2015, el valor FOB del grano andino disminuyó de USD 7.27 a USD 5.4 por kilogramo y consiguieron disminuir las ventas (COPROBICH, 2016).

La planta Procesadora de la COPROBICH, exportó alrededor de 160 toneladas a los mercados de Europa con la marca ETHIQUABLE; y comercializó en el mercado nacional unas 5 toneladas que significaron USD 601.871,88 y 9.125,15 respectivamente (COPROBICH, 2016).

## **2.6 Productos con valor agregado**

Los consumidores estadounidenses deciden probar nuevos productos en base a su nivel de educación y capacidad adquisitiva, con este motivo actualmente se han desarrollado diferentes líneas de productos elaborados, los más populares son: pop, quinoto, harina, ojuelas, pasta, premezclas de harina fortificada, precocidos con vegetales y carnes, sopas, bebidas, entre otros. Hay que mencionar que existe una tendencia a desarrollar productos en línea de marca blanca, es decir con la marca de los diferentes supermercados (COPROBICH, 2016).

## **2.7 Productos elaborados a base de quinua en el Ecuador**

En Ecuador existen antecedentes de producción y comercialización de productos a base de quinua a nivel industrial como son:

- Mezclas de harina de quinua con avena: quinua-avena.
- Mezcla de harina de quinua con soya: quinua-soya.
- Productos infantiles tipo papilla en base de cereales que incluyen quinua.
- Bebidas en base de cereales que incluyen quinua y sabores de frutas.
- Cereales para desayuno que incluyen expandidos (reventados) de quinua.
- Pan con porcentaje de sustitución de harina de quinua: panaderías exclusivas.
- En menor escala y solamente en almacenes de productos producidos por campesinos (comercio justo), se comercializan fideos con algún porcentaje de sustitución.

Analizando los productos derivados de la quinua que se realizan en nuestro país se puede notar que la elaboración del extruido de quinua no ha sido explotada mayormente en nuestro país por lo que esto representa una ventaja debido a que sería un producto innovador sobre todo porque se va a realizar tres variedades y a la vez una desventaja ya que no se sabe la aceptabilidad que tenga en el mercado.

## **2.8 Perfil del consumidor de quinua**

En el estudio “CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE QUINUA (*Chenopodium Quinoa Willd.*) PRODUCIDA EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO, ECUADOR” parte de la Revista Perfiles (Mira y Sucoshañay, 2016: p. 28) mencionan que la quinua por sus características nutricionales puede ser muy útil en las etapas de desarrollo y crecimiento del organismo, es fácil de digerir, no contiene colesterol, forma una dieta completa y balanceada, debido a su valor

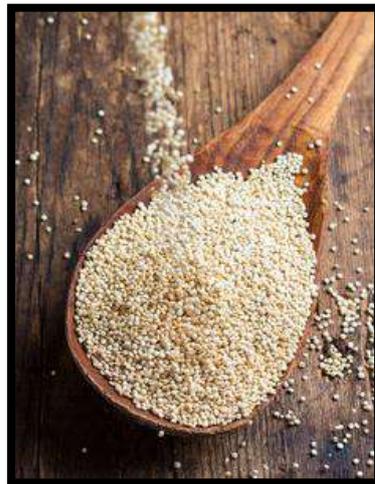
nutritivo y al no contener gluten es posible su utilización en la formulación de productos aptos para celíacos, a la vez puede ser introducida en la alimentación de poblaciones en riesgo nutricional.

Los principales consumidores de la quinua en el Ecuador son niños en edad escolar (5 – 10 años de edad); jóvenes de entre 25 y 35 años y adultos mayores de 50 años o más del sector urbano; de estratos sociales alto, medio alto y medio - medio. Se interesan en primer lugar por la salud y en segundo lugar por la nutrición personal y de su familia (COPROBICH, 2016).

Es por esto que el extruido de quinua va enfocado a este sector de la población ya que al consumir quinua en grano se estima que un producto derivado de ella causará atracción en estos consumidores.

## **2.9 Extruido de quinua**

Tal como si de palomitas de maíz se tratara, la quinua se infla y resultan pequeñas bolitas crujientes también llamadas quinoa pops o técnicamente nombradas como extruido de quinua que puede reemplazar perfectamente a los cereales de desayuno colmados de azúcar. Además, estos integran aire a su estructura y por esta razón, una taza llena de quinua extruida resulta muy ligera y nutritiva a la vez (Gottau, 2017).



**Figura 2-2:** Extruido de quinua.

**Fuente:** (Vitónica, 2017).

## 2.10 Proceso de extrusión

Es una operación unitaria que básicamente, a partir de determinadas condiciones de presión y temperatura, hace que la materia prima utilizada en ella se expanda y sufra un cambio en su forma, color, sabor y textura. Los ingredientes más utilizados para la extrusión son: alimentos ricos en almidón, es decir, granos y harinas de cereales como trigo, maíz, arroz y quinua, y alimentos ricos en proteína como girasol y aislados proteicos de cereales (Colina, 2018).

### 2.10.1 *Mejora de las propiedades funcionales de los alimentos vegetales*

La extrusión afecta la estructura y composición de las proteínas (desnaturalización, formación de enlaces disulfuro no covalentes, etc.) que provocan cambios en sus propiedades funcionales (solubilidad, capacidad de retención de agua, emulsificación, gelificación y texturización) (Colina, 2018).

### 2.10.2 *Desnaturalización e inactivación de factores anti-nutricionales*

Ciertos vegetales tienen un alto valor nutricional pero también altas concentraciones de factores anti-nutricionales. La extrusión se lleva a cabo bajo determinadas condiciones que llegan al punto de mejorar la aptitud de estas fuentes vegetales para la obtención de productos. Ejemplo: destrucción de aflotoxinas o gossypol en harina de cacahuate, gelatinización de proteínas vegetales, etc. (Colina, 2018).

### 2.10.3 *La extrusión es ampliamente utilizada en la industria alimentaria debido a que tiene:*

**Tabla 3-2:** Características de la extrusión

Gran versatilidad	Se puede elaborar una amplia gama de productos, mediante la combinación de diferentes ingredientes y condiciones operativas, que difícilmente se puedan llevar a cabo por otras operaciones.
Alto rendimiento productivo	Proceso continuo que realiza simultáneamente operaciones de mezclado, cocción, texturización y secado parcial. Asimismo, requiere de poca mano de obra y espacio para ser instalado.
Eficiente utilización de la energía	La humedad a la que opera el sistema es relativamente baja y la operación además sirve de cocimiento. El consumo de energía es de 0,02 a 0,1 kW/h*kg de producto aproximadamente.

Alta calidad nutricional del producto	Es una operación que trabaja a una alta temperatura y a un corto tiempo.
Proceso favorable al ambiente	No se genera ningún tipo de residuo que deba ser tratado al finalizar esta operación.

**Fuente:** COLINA, V., 2018

**Realizado por:** Villa Diego, 2020

## CAPÍTULO III

### 3 MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Tipo de estudio

El presente proyecto de tipo técnico se basa en un estudio exploratorio y experimental con el objetivo de alcanzar una metodología apropiada para la obtención de las tres variedades de extruido de quinua que se desea elaborar.

Pertenece al tipo exploratorio debido a que la elaboración de subproductos de la quinua es un tema que no ha sido suficientemente abordado. Además, la intención es indagar métodos y procedimientos hasta conseguir el desarrollo de un producto de calidad., para su posterior explotación en el campo industrial.

Por otro lado, se dice que el estudio es experimental debido a que, en cada una de las operaciones (extrusión, evaporación, mezclado y secado) que conforman el proceso se necesita un control óptimo de las variables que intervienen. Es necesario un experimento utilizando una muestra representativa, seguido del diseño experimental y una metodología cuantitativa para poder hacer un análisis y un control de aquellos datos que se puedan obtener.

#### 3.2 Métodos

Los fundamentos teóricos y prácticos son indispensables al momento de desarrollar un proyecto técnico, esto debido a que las variables de proceso van a ser manipuladas a tal punto de conseguir el cumplimiento de los objetivos propuestos. Para esto, los métodos a seguir son:

##### 3.2.1 *Método Deductivo*

“El método deductivo permite determinar las características de una realidad particular que se estudia por derivación o resultado de los atributos o enunciados contenidos en proposiciones o leyes científicas de carácter general formuladas con anterioridad” (Abreu, 2014).

Es decir, este método permite partir de conceptos generales hasta conseguir el objetivo deseado del trabajo, empleando principios de algunas Operaciones Unitarias, Química Orgánica, Química Analítica, etc., para la obtención del producto final. Mientras que para el diseño del proceso se

necesita conceptos de Ingeniería de Plantas y Cálculos Básicos para un desarrollo adecuado del proceso que se busca diseñar.

### **3.2.2 *Método Inductivo***

“El método inductivo plantea un razonamiento ascendente que fluye de lo particular o individual hasta lo general. Se razona que la premisa inductiva es una reflexión enfocada en el fin” (Abreu, 2014). En otras palabras, este método consiste en partir desde premisas particulares planteadas y obtener conclusiones generales. Se estudia así la posibilidad de diseñar un proceso industrial para cada una de las variedades de extruido de quinua para llevar a cabo la obtención de este nuevo e innovador producto. Para ello se caracterizará la materia prima y se analizará las diferentes alternativas de composición porcentual de cada uno de los ingredientes a utilizar para obtener la formulación óptima, bajo la mencionada condición se pondrá en marcha la parte experimental y, por último, se procederá a realizar la caracterización correspondiente del producto obtenido.

### **3.2.3 *Método Experimental***

A través de experimentos se logra manipular las variables de diseño; lo que posibilita el análisis de los efectos que éstas tienen sobre el producto final obtenido. Con la finalidad de registrar ciertas particularidades en el desarrollo de este proceso, las condiciones de trabajo se llevarán bajo un riguroso control.

## **3.3 *Técnicas***

Se va a realizar la caracterización bromatológica y microbiológica de la materia prima (quinua) y del producto obtenido en un laboratorio certificado por el SAE con la finalidad de proporcionar a la empresa resultados válidos para tramitar la notificación sanitaria respectiva del producto final.

El Laboratorio Multianalityca Cía. Ltda. será el encargado de realizar estos análisis y para validar los datos obtenidos serán contrastados con los parámetros de la Norma Técnica Ecuatoriana “NTE INEN 1673 (2013): Quinua. Requisitos.”

### **3.3.1 *Técnicas para la caracterización de la Materia Prima***

Las técnicas utilizadas para la caracterización de la quinua se detallan a continuación:

3.3.1.1 NTE INEN 1671:2013 *Quinua. Determinación del nivel de infestación y de las impurezas*

**Tabla 1-3: Determinación del nivel de infestación (insectos)**

Equipos	Se usan tamices con aberturas circulares de 2 milímetros (ver NTE INEN 154 y NTE INEN 1515), que posean una bandeja de fondo.
Procedimiento	Se masa 1 kg de quinua de la muestra global y se pasa por el tamiz la totalidad de materia.
	Después de ser tamizada la muestra, se trasladan a una bandeja de fondo los posibles insectos que hayan quedado en el tamiz y se contabilizan.
	En la muestra de quinua, el grado de infestación por insectos se expresa como el número de insectos por cada kg de muestra.

Fuente: NTE INEN 1671., 2013

Realizado por: Villa Diego, 2020

**Tabla 2-3: Determinación de las impurezas**

Equipos	Se usan tamices con aberturas circulares de 4,75 milímetros y 1 milímetro (ver NTE INEN 154 y NTE INEN 1515), que posean bandeja de fondo.
Procedimiento	Se masa una porción debidamente cuarteada de más o menos 500 gramos, después se limpia con una zaranda eléctrica o algo similar, a aproximadamente 68 vaivenes/min, durante un minuto, utilizando los tamices
	A mano se separan las impurezas que se encuentren en cada tamiz. Luego, se pesa la muestra limpia y, haciendo una diferencia entre los pesos, se establece el porcentaje de impurezas. El tamizado de la muestra aproximadamente de 500 gramos debe realizarse en dos raciones de más o menos idénticas masas.
Cálculos	La cantidad de impurezas se calcula, en porcentaje en masa, a través de la siguiente ecuación: $I = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100$ <p>En donde:  I = contenido de impurezas, en porcentaje en masa  M<sub>1</sub> = masa de la muestra con impurezas, en gramos  M<sub>2</sub> = masa de la muestra sin impurezas, en gramos.</p>
Informe de resultados	En el resultado final, debe mostrarse la media aritmética de todas las determinaciones ejecutadas por duplicado en la misma muestra de ensayo.
	El método usado y el resultado obtenido deben ser indicados en el informe del ensayo. Además, deberá nombrarse todas las condiciones de operación no especificadas en esta norma o consideradas como opcionales, así como cualquier particularidad que pudo haber influenciado en los resultados.
	Para una completa identificación de la muestra, el informe del ensayo incluirá toda la información necesaria.

Fuente: NTE INEN 1671., 2013

Realizado por: Villa Diego, 2020

3.3.1.2 Método de Análisis Oficiales. AOAC 925.10. Determinación de Humedad

**Tabla 3-3:** Determinación del contenido de humedad

Fundamento	El método consiste en la medición de la disminución de peso del producto debida a la evaporación de agua, puede realizarse en estufa con circulación forzada de aire, a presión atmosférica o al vacío.
Materiales y equipos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estufa</li> <li>• Balanza analítica</li> <li>• Cápsula</li> <li>• Espátula</li> <li>• Desecador</li> </ul>
Procedimiento con estufa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar la cápsula limpia y seca por dos horas a 103 °C por un lapso de tiempo de dos horas.</li> <li>• Enfriar en el desecador hasta conseguir la temperatura ambiente.</li> <li>• Pesar la cápsula en la balanza analítica.</li> <li>• Colocar la muestra entre 5 y 10 g en la cápsula e introducirla en la estufa a 103 ± 2 °C.</li> <li>• Sacar la cápsula y colocarla en el desecador hasta enfriar.</li> <li>• Pesar y registrar.</li> <li>• Este procedimiento se va a repetir hasta que dos pesos consecutivos sean constantes, en ese momento se deducirá que toda el agua se ha extraído.</li> <li>• Registrar el peso final.</li> <li>• Realizar el cálculo.</li> </ul>
Cálculos	<p>Cuando se parte de un producto que no necesita trituración:</p> $H = (m_o - m_s) \times \frac{100}{m_o}$ <p>Donde:  H = humedad en porcentaje de masa.  m<sub>o</sub> = masa de la muestra inicial, en gramos.  m<sub>s</sub> = masa de la muestra seca, en gramos.</p>
Errores de método	La diferencia entre los resultados de una determinación realizada por duplicado, no debe exceder de ± 0,2%, caso contrario debe repetirse el análisis.
Informe de resultados	En el resultado final debe plasmarse la media aritmética de los dos análisis, aproximada a centésimas.
	El método usado y el resultado obtenido deben ser indicados en el informe final.
	Se incluirán todos y cada uno de los detalles para la completa identificación de la muestra.

Fuente: AOAC 925.10., 2015

Realizado por: Villa Diego, 2020

3.3.1.3 Método de Análisis Oficiales. AOAC 2001.11. Determinación de Proteína

**Tabla 4-3: Determinación del contenido de proteína**

Fundamento	<p>La presente norma describe el procedimiento para poder determinar el contenido de nitrógeno en los cereales, las legumbres y en los productos derivados, de acuerdo con el método de Kjeldahl, y un método para calcular el contenido de proteína bruta en la muestra.</p> <p>La desventaja de este método es que no tiene la capacidad de distinguir entre el nitrógeno parte de las proteínas y el nitrógeno que no forma parte las de proteínas. Para distinguirlo se utiliza un método específico.</p>
Materiales, equipos y reactivos	<p>Materiales y equipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bloqueo de digestión.</li> <li>• Tubos de digestión</li> <li>• Unidades de destilación</li> <li>• Matraz de titulación</li> <li>• Colector de escape de humos</li> <li>• Papel de pesaje</li> <li>• Dispensador de pipeteo</li> </ul> <p>Reactivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido sulfúrico al 95–98%</li> <li>• Catalizador.</li> <li>• Solución de hidróxido de sodio al 40%</li> <li>• Solución indicadora de rojo de metilo.</li> <li>• Solución indicadora verde de bromocresol</li> <li>• Solución de ácido bórico al 4%</li> <li>• Solución de ácido bórico al 1%</li> <li>• Solución estándar de ácido clorhídrico 0.1000M</li> <li>• Estándares de referencia</li> <li>• Sacarosa</li> </ul>
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digestión: Encienda el digestor de bloque y caliente a 420 °C. Pese los materiales, registrando el peso de cada porción de prueba (W) al mg más cercano para pesos de <math>\geq 1</math> g, y al más cercano 0.1 mg para pesos de <math>&lt; 1.0</math> g. No exceda de 1,2 g. Para materiales con 3–25% de proteína, pese aproximadamente 1.0 g de la porción de prueba; con 25–50% de proteína, aproximadamente 0.5 g de porción de prueba; y <math>&gt; 50\%</math> de proteína, aproximadamente 0.3 g de porción de prueba.</li> <li>• Estándares: Realice análisis de control de calidad y análisis de estándares con cada lote. Los estándares disponibles de Hach Co. (PO Box 389, Loveland, CO 80539, EE. UU.; + 1-800-227-4224 o + 1-970-669-3050), Sigma (St. Louis, MO), J.T. Baker (Phillipsburg, NJ), el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST; Gaithersburg, MD) se enumeran en la Tabla 2001.11C.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digestión: Agregue 2 tabletas de catalizador a cada tubo. Agregue 12 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a cada tubo, utilizando un dispensador de pipetas; agregue 15 ml para materiales con alto contenido de grasa (&gt; 10% de grasa). Las mezclas se pueden mantener durante la noche en este punto. Si la mezcla hace espuma, agregue lentamente 3 ml de 30–35% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Deje que la reacción disminuya en la campana extractora de ácido perclórico o en el sistema de escape.</li> <li>• Destilación: Coloque NaOH (40%) en el tanque alcalino de la unidad de destilación. Ajuste el volumen dispensado a 50 ml. Conecte un tubo de digestión que contenga digestión diluida a la unidad de destilación, o use la función de dilución automática, si está disponible. Coloque un matraz de titulación Erlenmeyer graduado de 500 ml que contenga 30 ml de solución H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> con indicador en la plataforma receptora, y sumerja el tubo del condensador debajo de la superficie de la solución H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>. (Cuando se utiliza un sistema de titulación automático que comienza la titulación inmediatamente después de que comienza la destilación, se puede sustituir con H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> al 1%). Destilación al vapor hasta que se recojan ≥150 ml de destilado (total 180 ml de volumen total).</li> </ul>
Cálculos	$\text{Nitrógeno Kjeldahl}(\%) = \frac{(V_S - V_B) \times M \times 14,01}{W \times 10}$ $\text{Proteína cruda} = \text{Nitrógeno Kjeldahl}(\%) \times F$ <p>Donde:</p> <p>V<sub>S</sub> = volumen (ml) de ácido estandarizado utilizado para valorar una prueba.</p> <p>V<sub>B</sub> = volumen (ml) de ácido estandarizado utilizado para valorar blanco de reactivo.</p> <p>M = molaridad de HCl estándar.</p> <p>14,01 = peso atómico de N.</p> <p>W = peso (g) de la porción de prueba o estándar.</p> <p>10 = factor para convertir mg / g en porcentaje.</p> <p>F = factor para convertir N en proteína</p>
Errores de método	La diferencia entre los resultados de una determinación realizada por duplicado, no debe exceder de ± 0,2%, caso contrario debe repetirse el análisis.
Informe de resultados	En el resultado final debe plasmarse la media aritmética de los dos análisis, aproximada a centésimas.
	El método usado y el resultado obtenido deben ser indicados en el informe final.
	Se incluirán todos y cada uno de los detalles para la completa identificación de la muestra.

Fuente: AOAC 2001.11, 2001

Realizado por: Villa Diego, 2020

3.3.1.4 Método de Análisis Oficiales. AOAC 923.03. Determinación de Ceniza

**Tabla 5-3: Determinación del contenido de cenizas**

Fundamento	Esta norma se encarga de describir un método para determinar el contenido en cenizas de productos destinados al consumo humano.
Materiales y equipos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza analítica, sensibilidad 0,1 mg</li> <li>• Crisoles de porcelana</li> <li>• Mufla regulada a 550 +/- 25°C</li> <li>• Mechero</li> <li>• Desecador</li> <li>• Espátula</li> </ul>
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar el crisol limpio y seco por una hora en la mufla a 550 +/- 25°C.</li> <li>• Sacar y colocar en el desecador hasta que se enfríe.</li> <li>• Pesar el crisol en la balanza analítica y registrar como C<sub>1</sub>.</li> <li>• Pesar más o menos 2 a 5 g de muestra anteriormente homogeneizada y nombrarla C<sub>2</sub>.</li> <li>• Precalcinar la muestra en un mechero, evitando que se inflame, después colocarla en la mufla a 550 +/- 25°C hasta conseguir unas cenizas blancas o algo grises, con la mufla apagada la preenfriamos.</li> <li>• Colocar el crisol con la muestra en el desecador hasta enfriar completamente.</li> <li>• Pesar y registrar como C<sub>3</sub>.</li> </ul>
Cálculos	<p>Las cenizas de la muestra en porcentaje, es:</p> $Cenizas (\%) = \frac{(C_3 - C_1)}{(C_2 - C_1)} \times 100$ <p>Donde:</p> <p>C<sub>1</sub> = masa del crisol vacío, en gramos.</p> <p>C<sub>2</sub> = masa del crisol con el producto, en gramos.</p> <p>C<sub>3</sub> = masa del crisol con las cenizas, en gramos.</p>
Errores de método	La diferencia entre los resultados de una determinación realizada por duplicado, no debe exceder de ± 0,2%, caso contrario debe repetirse el análisis.
Informe de resultados	En el resultado final debe plasmarse la media aritmética de los dos análisis, aproximada a centésimas.
	El método usado y el resultado obtenido deben ser indicados en el informe final.
	Se incluirán todos y cada uno de los detalles para la completa identificación de la muestra.

Fuente: AOAC 923.03, 2005

Realizado por: Villa Diego, 2020

**Tabla 6-3:** Determinación del contenido de grasa

Fundamento	Esta norma describe procedimientos para la determinación del contenido de materia grasa en los alimentos, cereales y forrajes. Dichos procedimientos no resultan aplicables para semillas oleaginosas y para frutas oleaginosas.										
Materiales, equipos y reactivos	<p>Materiales y equipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de extracción por solvente</li> <li>• Dedales y soporte</li> <li>• Tazas de extracción</li> </ul> <p>Reactivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hexanos</li> <li>• Algodón</li> <li>• Arena</li> <li>• Celite 545</li> </ul>										
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesarse de 1 a 5 gramos porciones de muestra que contienen aproximadamente 100-200 mg de grasa directamente en dedales de celulosa tarada, de acuerdo con el siguiente esquema:</li> </ul> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Grasa cruda %</th> <th style="text-align: center;">Peso de la porción de prueba, g</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">&lt;2</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">2-4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">1-2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">&gt;20</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Registre el peso al 0,1 mg (S) más cercano y el número del dedal.</li> <li>• Los dedales secos que contienen porciones de prueba a <math>102 \pm 2^\circ\text{C}</math> durante 2 h. Si los portales de prueba secos no se separarán inmediatamente, guárdelos en el desecador. Tanto el solvente como los materiales de prueba deben estar libres de humedad para evitar la extracción de componentes solubles en agua como carbohidratos, urea, ácido láctico y glicerol, lo que dará como resultado valores falsos altos</li> <li>• Se puede agregar un absorbente, como la tierra de diatomeas (Celite o Super.Cel), a la porción de prueba cuando está presente material con alto contenido de grasa, que se derrite a través del dedal durante el paso de secado.</li> <li>• Alternativamente, se puede agregar algodón desgrasado antes del paso previo para absorber la grasa derretida. Si el material se derrite a <math>102^\circ\text{C}</math>, coloque una copa de extracción previamente taladrada debajo del dedal durante el paso de secado para atrapar la grasa derretida que no se absorbió y escapó del dedal.</li> <li>• Coloque un tapón de algodón desgrasado (con el mismo solvente que se utilizará para la extracción) en la parte superior de la porción de prueba para mantener el material sumergido durante el paso de ebullición y evitar cualquier pérdida de la porción de prueba desde la parte superior del dedal.</li> </ul>	Grasa cruda %	Peso de la porción de prueba, g	<2	5	5	2-4	10	1-2	>20	1
Grasa cruda %	Peso de la porción de prueba, g										
<2	5										
5	2-4										
10	1-2										
>20	1										

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prepare un tapón de algodón lo suficientemente grande como para mantener los materiales en su lugar, pero lo más pequeño posible para minimizar la absorción de solvente. Agregar el tapón de algodón antes de <math>102\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}</math>, se aceptan 2 h de secado.</li> <li>• Coloque tres o cuatro cuentas de vidrio hirviendo de 5 mm en cada vaso, y seque los vasos durante al menos 30 minutos a <math>102\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}</math>. transferir al desecador y enfriar a temperatura ambiente. Pesar las tazas de extracción y registrar el peso al 0,1 mg (T) más cercano.</li> <li>• Extracto, siguiendo las instrucciones del fabricante para la operación del extractor. precalentar el extractor y encender el agua de enfriamiento del condensador.</li> <li>• Adjunte los dedales que contienen porciones de prueba secas a las columnas de separación. Ponga suficiente cantidad de solvente en cada vaso de extracción para cubrir la porción de prueba cuando los dedales estén en posición de ebullición. Coloque las tazas debajo de las columnas de separación y asegure el lugar.</li> <li>• Asegúrese de que las tazas coincidan con su dedal correspondiente. Baje los dedales al disolvente y hierva durante 20 min. Verifique la tasa de reflujo adecuada que es crítica para la extracción completa de grasa. Una tasa de reflujo de aprox. 3-5 gotas se aplica a muchos sistemas de extracciones.</li> <li>• Levantar los dedales del disolvente y extraer en esta posición durante 40 min. luego destile la mayor cantidad de solvente posible de las tazas para recuperar el solvente y lograr la sequedad aparente.</li> <li>• Retire las copas de extracción del extractor y colóquelas en la campana extractora para terminar de evaporar el disolvente a baja temperatura.</li> <li>• Las copas de extracción en seco en un horno de <math>102\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}</math> durante 30 minutos para eliminar la humedad. El secado excesivo puede oxidar la grasa y dar resultados altos. Enfríe en el desecador a temperatura ambiente y pese al 0,1 mg (F) más cercano.</li> </ul>
Cálculos	<p>La grasa de la muestra en porcentaje, es:</p> $\text{Grasa cruda, extracto de hexanos (\%)} = \frac{F - T}{S} \times 100$ <p>Donde:  F = peso de la taza + residuo graso, en gramos.  T = peso de la taza vacía, en gramos.  S = peso de la porción de prueba, en gramos.</p>
Errores de método	<p>La diferencia entre los resultados de una determinación realizada por duplicado, no debe exceder de <math>\pm 0,2\%</math>, caso contrario debe repetirse el análisis.</p>
Informe de resultados	<p>En el resultado final debe plasmarse la media aritmética de los dos análisis, aproximada a centésimas.</p> <p>El método usado y el resultado obtenido deben ser indicados en el informe final.</p>

Fuente: AOAC 2003.06, 2003

Realizado por: Villa Diego, 2020

3.3.1.6 NTE INEN 522:2013. Determinación de la fibra cruda

**Tabla 7-3: Determinación del contenido de fibra cruda**

Fundamento	Esta norma describe el método para determinar el contenido de fibra cruda en harinas de origen vegetal.
Materiales, equipos y reactivos	<p>Materiales y equipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estufa</li> <li>• Balanza analítica</li> <li>• Cápsula de porcelana</li> <li>• Aparato de extracción Soxhlet</li> <li>• Desecador</li> <li>• Mufla</li> <li>• Embudo de 12 cm de diámetro</li> <li>• Matraz Erlenmeyer</li> <li>• Filtro de succión</li> <li>• Pipeta volumétrica</li> <li>• Aparato de digestión</li> </ul> <p>Reactivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Éter anhidro</li> <li>• Sol. 0,255 N de ácido sulfúrico</li> <li>• Sol. 0,313 N de hidróxido de sodio</li> <li>• Alcohol etílico al 95%</li> <li>• Antiespumante</li> <li>• Perlas de vidrio</li> <li>• Asbesto preparado</li> </ul>
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La determinación siempre se hará por duplicado sobre la misma muestra preparada.</li> <li>• Pesar, con aproximación al 0,1 mg, 3 g de producto y pasar a un dedal de porosidad adecuada, tapar con algodón, colocar en la estufa calentada a <math>130 \pm 2^\circ\text{C}</math>, por el lapso de una hora.</li> <li>• Transferir al desecador el dedal que contiene la muestra, dejar que se enfríe hasta temperatura ambiente.</li> <li>• Colocar en el equipo Soxhlet y proceder a la extracción de la grasa, con lo suficiente de éter anhidro; el tiempo de extracción será de cuatro horas, si la velocidad con la que se condensa es de cinco a seis gotas por segundo, o por 16 h, si dicha velocidad es de dos a tres gotas por segundo.</li> <li>• Sacar el dedal con la muestra sin grasa, exponerla al medio ambiente para que el solvente se evapore, colocarlo en la estufa y llevar a una T de <math>100^\circ\text{C}</math>, por dos horas. Transferir al desecador y dejar que se enfríe al ambiente.</li> <li>• Pesar, con aproximación al 0,1 mg, más o menos 2 g de la muestra desengrasada y colocar en el balón de precipitación de 600 cm<sup>3</sup>, con sumo cuidado.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adicionar aproximadamente 1 g de asbesto preparado, 200 cm<sup>3</sup> de solución hirviendo, 0,255 N de ácido sulfúrico, una gota de antiespumante diluido o perlas de vidrio.</li> <li>• Colocar el balón y su contenido en el aparato de digestión, dejar hervir durante 30 min exactos, girando el balón periódicamente, para prevenir que los sólidos se adhieran a las paredes del mismo.</li> <li>• Filtrar a través de la tela de tejido fino colocada en el embudo, el que, a su vez, se pone en el Erlenmeyer de 1 litro, lavar el residuo con agua destilada caliente, hasta que no se de una reacción ácida en las aguas de lavado.</li> <li>• Ubicar el residuo en el balón de precipitación, agregar 200 cm<sup>3</sup> de solución 0,313 N de hidróxido de sodio hirviendo, colocar en el aparato de digestión y llevar a ebullición por 30 min exactos.</li> <li>• Filtrar a través de la tela de tejido fino, lavar el residuo con 25 cm<sup>3</sup> de la solución 0,255 N de ácido sulfúrico hirviendo y después con agua destilada hirviendo, hasta que no se de una reacción alcalina en las aguas de lavado.</li> <li>• El residuo es trasvasado cuantitativamente al crisol de Gooch que contiene asbesto, y anteriormente pesado, añadir 25 cm<sup>3</sup> de alcohol etílico poco a poco y filtrar aplicando el vacío.</li> <li>• Colocar el crisol Gooch y su contenido en la estufa calentada a 130 ± 2°C por el tiempo de dos horas, pasar al desecador, dejar que se enfríe al ambiente y pesar.</li> <li>• Colocar el crisol con la muestra seca en la mufla e incinerar a una temperatura de 500 ± 50°C, por el tiempo de 30 min; enfriar en desecador y pesar.</li> <li>• Realizar un solo blanco de ensayo con todos los reactivos, sin la muestra y siguiendo el mismo procedimiento.</li> </ul>
Cálculos	<p>El contenido de fibra cruda en muestras de harina vegetal es calcula mediante la siguiente ecuación:</p> $F_c = \frac{(m_1 - m_2) - (m_3 - m_4)}{m} \times 100$ <p>Donde:</p> <p>Fc = contenido de fibra cruda, en porcentaje de masa.</p> <p>m = masa de la muestra desengrasada y seca, en g.</p> <p>m1 = masa de crisol conteniendo asbestos y la fibra seca, en g.</p> <p>m2 = masa de crisol contiendo asbesto después de ser incinerado, en g.</p> <p>m3 = masa de crisol del ensayo en blanco conteniendo asbestos, en g.</p> <p>m4 = masa de crisol del ensayo en blanco conteniendo asbesto, luego de ser incinerado, en g.</p>
Errores de método	La diferencia entre los resultados de una determinación realizada por duplicado, no debe exceder de ± 0,1%, caso contrario debe repetirse el análisis.
Informe de resultados	En el resultado final debe plasmarse la media aritmética de los dos análisis, aproximada a centésimas.
	El método usado y el resultado obtenido deben ser indicados en el informe final.

Fuente: NTE INEN 522., 2013

Realizado por: Villa Diego, 2020

### 3.3.1.7 Análisis proximal. Determinación de carbohidratos

**Tabla 8-3:** Determinación del contenido de carbohidratos

Cálculo	Finalmente, el factor Carbohidrato se lo calculó mediante la diferencia proximal de todos los factores anteriores teniendo como fórmula la siguiente: $C = 100 - (\%H + \%P + \%Ce + \%G + \%Fc)$
---------	--

Fuente: Howl Barf, 2019

Realizado por: Villa Diego, 2020

### 3.3.1.8 NTE INEN 1673:2013. Quinoa. Requisitos.

**Tabla 9-3:** Caracterización física de la materia prima

Requisito	Valores	
	Mínimo	Máximo
Piedrecillas en 100 gramos de muestra	-	Ausencia
Insectos (enteros, partes o larvas)	-	Ausencia

Fuente: NTE INEN 1673, 2013

Realizado por: Villa Diego, 2020

**Tabla 10-3:** Caracterización bromatológica de la materia prima

Requisito	Valores	
	Mínimo	Máximo
Humedad	-	13,5%
Proteínas	10%	-
Cenizas	-	3,5%
Grasa	4%	-
Fibra cruda	3%	-
Carbohidratos	65%	-

Fuente: NTE INEN 1673, 2013

Realizado por: Villa Diego, 2020

**Tabla 11-3:** Caracterización microbiológica de la materia prima

Requisito	Valores	
	m (buena calidad)	M (calidad aceptable)
Mohos	10 <sup>2</sup>	10 <sup>5</sup>

Fuente: NTE INEN 1673, 2013

Realizado por: Villa Diego, 2020

### 3.3.2 *Técnicas para la caracterización del Extruido de Quinua*

Las técnicas utilizadas para la caracterización de las tres variedades de extruido de quinua se detallan a continuación:

#### 3.3.2.1 *NTE INEN 277:1978. Determinación del Índice de Peróxido*

**Tabla 12-3:** Determinación del Índice de Peróxido

Fundamento	Esta norma describe el método para determinar el índice de peróxido en las grasas y aceites vegetales o animales
Materiales, equipos y reactivos	Materiales y equipos: <ul style="list-style-type: none"><li>• Pipeta de Mohr, de 1 cm<sup>3</sup> de capacidad</li><li>• Matraz Erlenmeyer, de 250 cm<sup>3</sup> con tapa esmerilada</li><li>• Balanza analítica, sensible al 0,1 mg</li></ul>
	Reactivos: <ul style="list-style-type: none"><li>• Solución de ácido acético y cloroformo. Mezclar tres volúmenes de ácido acético glaciado con dos volúmenes de cloroformo.</li><li>• Solución saturada de yoduro de potasio</li><li>• Solución 0,1 N de tiosulfato de sodio</li></ul> <p>Solución de almidón. Disolver 1 g de almidón soluble en agua destilada fría, añadir 100 cm<sup>3</sup> de agua hirviendo, agitar rápidamente la solución y enfriar.</p>
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"><li>• La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.</li><li>• Pesar, con aproximación a 0,1 mg, aproximadamente 5 g de muestra.</li><li>• Transferir la muestra al matraz Erlenmeyer de tapa esmerilada y agregar 30 cm<sup>3</sup> de la solución de ácido acético y cloroformo.</li><li>• Agitar el matraz Erlenmeyer hasta completa disolución del contenido y luego añadir 0,5 cm<sup>3</sup> de la solución saturada de yoduro de potasio, usando la pipeta de Mohr</li><li>• Agitar el matraz Erlenmeyer con su contenido durante un minuto y añadir 30 cm<sup>3</sup> de agua destilada</li><li>• Usando la solución 0,1 N de tiosulfato de sodio titular gradualmente y con agitación constante el contenido en el matraz Erlenmeyer, hasta que el color amarillo haya casi desaparecido.</li><li>• Añadir 0,5 cm<sup>3</sup> de la solución indicadora de almidón y continuar la titulación cerca del punto final, agitando constantemente para liberar todo el yodo de las capas de cloroformo. Añadir la solución de tiosulfato de sodio gota a gota, hasta que el color azul desaparezca completamente.</li><li>• Si en la titulación se ha obtenido un valor menor de 0,5 cm<sup>3</sup>, repetir el ensayo usando solución 0,01 N de tiosulfato de sodio.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar un solo ensayo en blanco con todos los reactivos sin la muestra y siguiendo el mismo procedimiento a partir del tercer paso para cada determinación o serie de determinaciones.</li> </ul>
Cálculos	<p>El Índice de Péroxido se calcula mediante la aplicación de la siguiente ecuación:</p> $I = \frac{vN}{m} * 1000$
	<p>Donde:</p> <p>I = Índice de Peróxido en meq. de O<sub>2</sub> por kg de producto</p> <p>v = volumen de la solución de tiosulfato de sodio empleado en la titulación de la muestra, en cm<sup>3</sup></p> <p>N = Normalidad de la solución de tiosulfato de sodio</p> <p>m = masa de la muestra analizada, en g.</p>
Errores de método	La diferencia entre los resultados de una determinación realizada por duplicado, no debe exceder de ± 0,1 meq de O <sub>2</sub> por kg, caso contrario debe repetirse el análisis.
Informe de resultados	En el resultado final debe plasmarse la media aritmética de los dos resultados de una determinación.
	El método usado y el resultado obtenido deben ser indicados en el informe final.

Fuente: NTE INEN 522., 2013

Realizado por: Villa Diego, 2020

### 3.3.2.2 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2570 (2011): Bocado de granos, cereales y semillas. Requisitos.

**Tabla 13-3:** Caracterización del producto final

Requisito	Máximo
Índice de peróxidos meq O <sub>2</sub> /kg (en la grasa extraída)	10

Fuente: NTE INEN 2570, 2011

Realizado por: Villa Diego, 2020

## 3.4 Procedimiento a nivel de laboratorio

### 3.4.1 Selección de materia prima

La quinua seleccionada para elaborar las tres variedades de extruido de quinua es obtenida a partir del secado que es parte del proceso industrial que la empresa realiza. Se debe tener en cuenta un aspecto muy importante a la hora de seleccionar la quinua para este proceso, COPROBICH seca

y empaqueta la quinua orgánica para sacarla a la venta con una humedad menor al 10%, mientras que para este nuevo proceso es necesario tomar la materia prima con un porcentaje de humedad de entre 15 y 20 %, para que el proceso posterior de extrusión o expansión de la quinua se lleve a cabo sin inconvenientes.

La Corporación de Productores y Comercializadores Bio Taita Chimborazo utiliza cada día 80 sacos de 100 lb (45,36 kg) de quinua para ser lavada y empaquetada, la misma ha fijado que para este nuevo proceso se destinen aproximadamente 4,7 toneladas anuales, es decir, más o menos unos 19,5 kg diarios. Por lo tanto, del 100% (80 sacos) de quinua que procesa la planta, tan solo el 0,54% va a convertirse en extruido de quinua.

### 3.4.2 Caracterización de la materia prima

El procedimiento llevado a cabo para el análisis de las características físicas, bromatológicas y microbiológicas de la quinua se puede visualizar desde la **Tabla 1-3** hasta la **Tabla 11-3**. Se debe considerar que para ésta caracterización existen normas específicas como las Normas Técnicas Ecuatorianas INEN y los Métodos Oficiales de Análisis AOAC en las cuales el laboratorio encargado de realizar las pruebas se basó para conseguir los datos, a continuación, se presentan los resultados fruto de estas caracterizaciones.

**Tabla 14-3:** Caracterización física de la materia prima

Requisito	Método	Requisito NTE INEN 1673		Resultado
		Mínimo	Máximo	
Piedrecillas en 100 gramos de muestra	NTE INEN 1671	-	Ausencia	Ausencia
Insectos (enteros, partes o larvas)	NTE INEN 1671	-	Ausencia	Ausencia

Fuente: Multianáltyca Cía. Ltda., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

**Tabla 15-3:** Caracterización bromatológica de la materia prima

Requisito	Método	Requisito NTE INEN 1673		Resultado
		Mínimo	Máximo	
Humedad	AOAC 925.10	-	13,5%	9,77
Proteínas	AOAC 2001.11	10%	-	12,99
Cenizas	AOAC 923.03	-	3,5%	2,65
Grasa	AOAC 2003.06	4%	-	7,25
Fibra cruda	INEN 522:2013	3%		1,93
Carbohidratos	Cálculo	65%		65,41

Fuente: Multianáltyca Cía. Ltda., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

**Tabla 16-3:** Caracterización microbiológica de la materia prima

Requisito	Método	Requisito NTE INEN 1673		Resultado
		m (buena calidad)	M (calidad aceptable)	
Recuento de mohos	AOAC 997.02	10 <sup>2</sup>	10 <sup>5</sup>	10 UFC/g
Recuento de levaduras	AOAC 997.02	No específica	No específica	< 10 UFC/g

Fuente: Multianalítica Cía. Ltda., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

### 3.4.3 Procedimiento para la elaboración de extruido de quinua en el laboratorio

Para comprender el procedimiento para la elaboración de las tres variedades de extruido de quinua hay que tener en cuenta lo siguiente: la humedad juega un papel fundamental en este proceso, es decir, que si no se tiene las condiciones propicias de esta variable (15-20%) en la materia prima se hace imposible llevarlo a cabo. En este punto podría darse una pequeña confusión debido a que en la caracterización de la quinua se tiene como dato oficial que ésta posee un 9,77 % de humedad, valor con el cuál no se puede trabajar en este estudio, pero es necesario para cumplir con los parámetros que la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1673 (2013): Quinua. Requisitos dictamina. Es por tanto que, en el proceso de secado que COPROBICH realiza a la quinua se obtiene un porcentaje de humedad menor al 10% cumpliendo con la norma, pero para llevar a efecto el proyecto siempre se retirará la quinua del secador cuando, con el equipo de medición de humedad, marque un valor óptimo para que la primera operación (extrusión) del proceso se ejecute.

#### 3.4.3.1 Extrusión

Una vez lista la materia prima en las condiciones necesarias se efectuó el proceso de extrusión, donde se alimentó la extrusora tipo cañón con 1,024 kg de quinua y al cabo de un minuto de encendido el equipo y por efecto de la presión y temperatura se obtuvo 0,874 kg de extruido o pop de quinua natural (sin sabor, olor o color), éste fue empacado para evitar que por su alto nivel de higroscopía se altere su textura, pero cabe destacar que está listo para ser usado en los posteriores procesos:

### 3.4.3.2 *Elaboración de pop de quinua sabor a vainilla*

- *Dilución*

Se midió 250 ml de leche entera y 25 ml de saborizante de vainilla en una probeta, se pesó 125 g de azúcar impalpable en una balanza digital y al final el azúcar y el saborizante fueron diluidos en la cantidad de leche medida.



**Figura 1-3:** Dilución de insumos (V)  
Realizado por: Villa Diego, 2020

- *Evaporación*

En un recipiente se añadió la dilución realizada anteriormente, a continuación en baño María se procedió a evaporarla, realizando una ligera agitación se obtuvo una mezcla homogénea y se logró, al cabo de 3 horas, un concentrado con las condiciones óptimas: 27,959 kg/m.s de viscosidad, 66,82 ° Brix, 1453 kg/m<sup>3</sup> de densidad y 6,01 de pH.



**Figura 2-3: Concentrado (V)**  
Realizado por: Villa Diego, 2020

- *Mezclado*

Se pesó 500 g de extruido de quinua que previamente se empacó, se lo colocó en el equipo mezclador regulado a 1000 rpm, se procedió a hacer el mezclado añadiendo poco a poco el concentrado elaborado durante 5-10 minutos hasta conseguir una mezcla totalmente homogénea.



**Figura 3-3: Mezclado (V)**  
Realizado por: Villa Diego, 2020

- *Secado*

Inmediatamente se cambió de recipiente a uno de superficie más amplia (bandeja), se realizó una buena distribución en el mismo y se ingresó al secador de bandejas regulado a 75 °C durante 2 horas.



**Figura 4-3: Secado (V)**  
Realizado por: Villa Diego, 2020

- *Empacado*

Luego, se procedió a empacar manualmente en fundas de polietileno de baja densidad, empacando una cantidad de 100 gramos en cada una, posteriormente se selló cada empaque herméticamente con la ayuda de una máquina selladora.



**Figura 5-3: Empacado (V)**  
Realizado por: Villa Diego, 2020

- *Almacenamiento*

El almacenamiento del producto empacado tuvo lugar en un cuarto a temperatura ambiente, la cual permite conservar tranquilamente el producto sin que éste pierda las propiedades organolépticas y su capacidad nutricional durante aproximadamente tres meses.

### 3.4.3.3 *Elaboración de pop de quinua sabor a chocolate*

- *Dilución*

Se midió 125 ml de leche entera en una probeta, se pesó 75 g de azúcar impalpable y 200 g de chocolate en barra en una balanza digital y por último el azúcar y el chocolate fueron diluidos en la determinada cantidad de leche.



**Figura 6-3:** Dilución de insumos (C)  
Realizado por: Villa Diego, 2020

- *Evaporación*

En un recipiente se añadió la dilución realizada anteriormente, a continuación en baño María se procedió a concentrar esta mezcla, realizando una ligera agitación para que el chocolate se vaya derritiendo y acoplado a la leche y azúcar, al cabo de 3 horas se obtuvo un concentrado con las condiciones óptimas: 112,836 kg/m.s de viscosidad, 71,32 ° Brix, 1244 kg/m<sup>3</sup> de densidad y 6,79 de pH.



**Figura 7-3: Concentrado (C)**  
Realizado por: Villa Diego, 2020

- *Mezclado*

Se pesó 500 g de extruido de quinua que previamente se empacó, se lo colocó en el equipo mezclador regulado a 1000 rpm, se procedió a hacer el mezclado añadiendo poco a poco el concentrado elaborado durante 5-10 minutos hasta conseguir una mezcla totalmente homogénea.



**Figura 8-3: Mezclado (C)**  
Realizado por: Villa Diego, 2020

- *Secado*

Inmediatamente se cambió de recipiente a uno de superficie más amplia (bandeja), se realiza una buena distribución en el mismo y se procedió a ingresar al secador de bandejas regulado a 75 °C por 2 horas.



**Figura 9-3: Secado (C)**  
Realizado por: Villa Diego, 2020

- *Empacado*

A continuación, se procedió a empacar manualmente en fundas de polietileno de baja densidad, empacando una cantidad de 100 gramos en cada una, posteriormente se selló cada empaque herméticamente con la ayuda de una máquina selladora.



**Figura 10-3: Empacado (C)**  
Realizado por: Villa Diego, 2020

- *Almacenamiento*

El almacenamiento del producto empacado tuvo lugar en un cuarto a temperatura ambiente, la cual permite conservar tranquilamente el producto sin que éste pierda las propiedades organolépticas y su capacidad nutricional durante aproximadamente tres meses.

#### 3.4.3.4 *Elaboración de pop de quinua sabor a maracuyá*

- *Dilución*

Se midió 125 ml de leche entera, 250 ml de pulpa de maracuyá y 125 ml de agua en una probeta, se pesó 250 g de azúcar impalpable en una balanza digital y por último todos estos componentes se diluyeron en la determinada cantidad de leche.



**Figura 11-3:** Dilución de insumos (M)  
Realizado por: Villa Diego, 2020

- *Evaporación*

En un recipiente se añadió la dilución realizada anteriormente, a continuación en baño María se procedió a evaporarla, realizando una ligera agitación se obtuvo una mezcla homogénea y se logró, al cabo de 3 horas, un concentrado con las condiciones óptimas: 17,132 kg/m.s de viscosidad, 75,76 ° Brix, 1323 kg/m<sup>3</sup> de densidad y 3,38 de pH.



**Figura 12-3:** Concentrado (M)  
Realizado por: Villa Diego, 2020

- *Mezclado*

Se pesó 500 g de extruido de quinua que previamente se empacó, se lo colocó en el equipo mezclador regulado a 1000 rpm, se procedió a hacer el mezclado añadiendo poco a poco el concentrado elaborado durante 5-10 minutos hasta conseguir una mezcla totalmente homogénea.



**Figura 13-3: Mezclado (M)**  
Realizado por: Villa Diego, 2020

- *Secado*

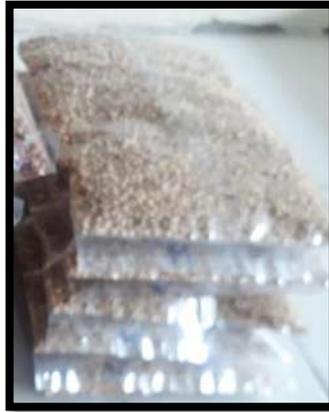
Inmediatamente se cambió de recipiente a uno de superficie más amplia (bandeja), se realizó una buena distribución del producto en el mismo y se procedió a ingresar al secador de bandejas regulado a 75 °C por 2 horas.



**Figura 14-3: Secado (M)**  
Realizado por: Villa Diego, 2020

- *Empacado*

Una vez secados, se procedió a empacar manualmente en fundas de polietileno de baja densidad ya etiquetadas una cantidad de 100 gramos cada una, posteriormente se procedió al sellado hermético.



**Figura 15-3:** Empacado (M)  
Realizado por: Villa Diego, 2020

- *Almacenamiento*

El almacenamiento del producto empacado tuvo lugar en un cuarto a temperatura ambiente, la cual permite conservar tranquilamente el producto sin que éste pierda las propiedades organolépticas y su capacidad nutricional durante aproximadamente tres meses.

### **3.5 Análisis de aceptabilidad mediante una ficha de evaluación sensorial**

El análisis realizado mediante una FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL contribuyó en la decisión estadística de cuál es el sabor o los sabores de extruido de quinoa que se deberá o deberán producir, ésta proporcionó la información necesaria para determinar cuál es la oportunidad que tiene cada uno de los sabores para ser consumidos y además de la frecuencia con la cuál deberían ser elaborados.

La recolección de datos fue realizada en las instalaciones de la Facultad de Ciencias perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y fue dirigida a estudiantes de diferentes semestres de la carrera de Ingeniería Química, distintas edades y además variados lugares de origen, esto representa un buen síntoma ya que con esa diversidad se obtiene una ampliación en el área de estudio, es decir, se logra tener opiniones de personas a nivel nacional. Los participantes

fueron elegidos al azar, éstos actuaron como jueces afectivos y fueron quienes luego de degustar cada una de las variedades de extruido de quinua plasmaron sus respuestas en la ficha y posteriormente los datos obtenidos fueron tabulados e ingresados al software STATGRAPHICS para de él conseguir los resultados. La totalidad de personas participantes fue de 111 y para llevar a efecto el proceso, cada uno de los sabores de extruido de quinua obtuvo una codificación única, ésta se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 17-3:** Codificación única para las muestras de extruido de quinua

<b>Procedencia de la muestra</b>	<b>Denominación</b>	<b>Codificación</b>
Ensayos a nivel de laboratorio	Extruido de quinua sabor a Vainilla	V
	Extruido de quinua sabor a Chocolate	C
	Extruido de quinua sabor a Maracuyá	M

Fuente: VILLA D., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

### **3.5.1 Realización de la ficha de evaluación sensorial**

El 08 de enero de 2020 se procedió a recopilar los datos necesarios para la ficha, para ello primeramente se explicó el procedimiento que se iba a llevar a cabo y la forma de llenado de la misma. Luego, todos y cada uno de los jueces no entrenados a los que se les realizó pruebas afectivas para determinar la aceptación o rechazo de una muestra de cada sabor de extruido de quinua, procedieron a degustarlas en un orden determinado para finalmente plasmar sus observaciones en la ficha de evaluación sensorial.

Después de realizar las 111 fichas se procedió a tabular los datos para luego procesar la cantidad de personas que aceptan la muestra contra el número de rechazos de la misma, a través de un análisis estadístico aplicando el método Chi Cuadrado ( $X^2$ ) en el software STATGRAPHICS, acorde a los parámetros de sabor, olor, apariencia y textura. Para la escala hedónica verbal se admitieron los criterios de: me gusta, ni me gusta ni me disgusta y no me gusta, para con ellas obtener resultados más precisos referidos a la aceptación o rechazo del producto. Al momento de aplicar un Chi Cuadrado necesariamente se debe definir dos hipótesis; la nula por un lado y la alternativa por otro, y así verificar si existe una relación entre las variables.

### **3.5.2 Definición de hipótesis**

Las hipótesis de estudio, en las variables de aceptación o rechazo de los diferentes parámetros analizados (sabor, olor, apariencia y textura), se plantean de la manera a continuación detallada:

Hipótesis nula (Variables de estudio independientes)

$H_0$  = No existe relación entre la muestra y el nivel de respuesta otorgado por los jueces.

Hipótesis alternativa (Variables de estudio relacionadas)

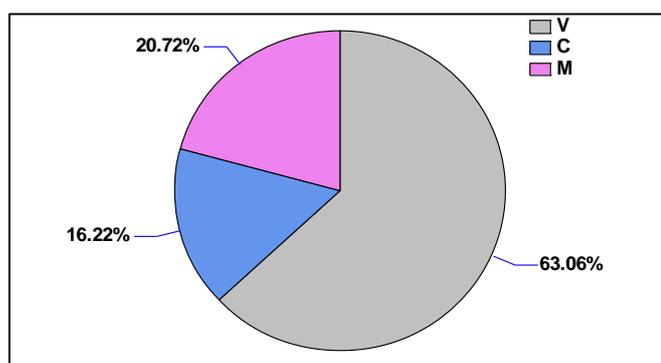
$H_a$  = Existe relación entre la muestra y el nivel de respuesta otorgado por los jueces.

**Tabla 18-3:** Resultados del nivel de aceptación general de los jueces afectivos

Código	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
V	70	63,06 %	63,06 %
C	18	16,22 %	79,28 %
M	23	20,72 %	100 %
TOTAL	111	100 %	

Fuente: STATGRAPHICS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

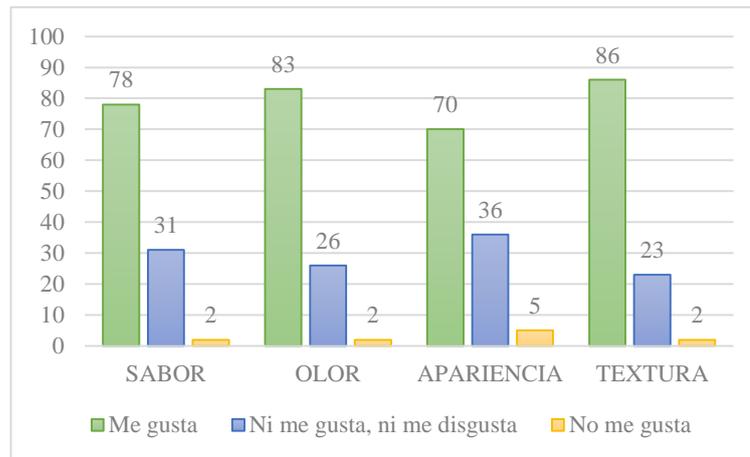


**Gráfico 1-3:** Porcentaje de aceptación de cada variedad

Realizado por: Villa Diego, 2020

En el **Gráfico 1-3** se observa que a través de las respuestas de las personas que participaron como jueces afectivos se obtuvo como resultado que la muestra “V” es la que cuenta con la mayor aceptabilidad, es decir, la muestra de extruido de quinua sabor a vainilla

Es así que, el extruido de quinua de vainilla en manera general cuenta con una buena aceptabilidad en cuanto a criterios de sabor, olor, apariencia y textura, en donde se denota la preferencia del consumidor por este sabor, esto se representa a continuación en un nuevo gráfico:



**Gráfico 2-3:** Aceptación general del extruido de quinua vainilla  
**Realizado por:** Villa Diego, 2020

### 3.5.3 *Análisis de parámetro: Sabor*

Hipótesis nula (Variables de estudio independientes)

$H_0$  = No existe relación entre la muestra y el nivel de respuesta otorgado por los jueces.

Hipótesis alternativa (Variables de estudio relacionadas)

$H_a$  = Existe relación entre la muestra y el nivel de respuesta otorgado por los jueces.

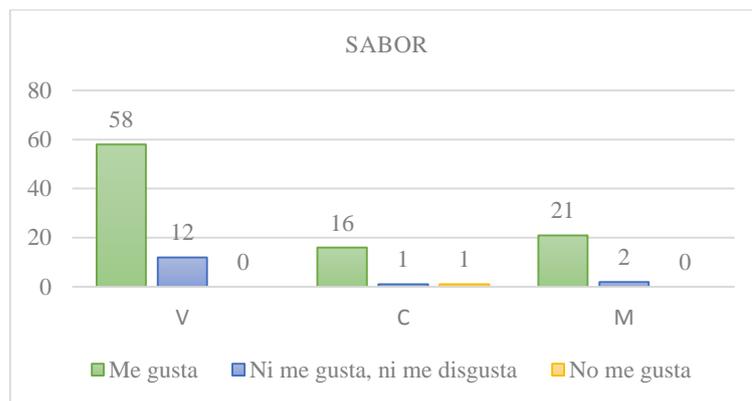
Las respuestas proporcionadas por los jueces afectivos se tabulan, tomando en consideración la frecuencia observada ( $f_{\text{observada}}$ ).

**Tabla 19-3:** Frecuencia observada-sabor

SABOR			
Código	Me gusta	Ni me gusta, ni me disgusta	No me gusta
V	58	12	0
C	16	1	1
M	21	2	0

**Fuente:** STATGRAPHICS, 2020

**Realizado por:** Villa Diego, 2020



**Gráfico 3-3:** Frecuencia “sabor”

Realizado por: Villa Diego, 2020

A continuación, en el software se establece la tabla de contingencia:

**Tabla 20-3:** Contingencia-sabor

Código	Me gusta	Ni me gusta, ni me disgusta	No me gusta	Total por Fila
V	58	12	0	70
	52.25%	10.81%	0.00%	63.06%
C	16	1	1	18
	14.41%	0.90%	0.90%	16.22%
M	21	2	0	23
	18.92%	1.80%	0.00%	20.72%
<b>Total por Columna</b>	95	15	1	111
	85.59%	13.51%	0.90%	100.00%

Fuente: STATGRAPHICS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

Esta tabla muestra los recuentos para una tabla de 3 por 3. El primer número en cada celda de la tabla es el recuento o frecuencia. El segundo número muestra el porcentaje de toda la tabla que representa esa celda. Por ejemplo, hubo 58 valores en la primera fila y primera columna. Esto representa 52.2523% de los 111 valores en la tabla.

A partir de la tabla anterior se realizó la prueba de independencia, es decir, el análisis Chi-Cuadrado para estos datos, el programa arrojó los siguientes resultados:

**Tabla 21-3:** Prueba de independencia-sabor

Prueba	Estadístico	Gl	Valor-P
Chi-Cuadrado ( $X^2$ calculado)	7.259	4	0.1228
Razón de Verosimilitud ( $X^2$ crítico)	5.977	4	0.2009

Fuente: STATGRAPHICS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

Esta tabla muestra los resultados de la prueba de hipótesis ejecutada para determinar si se rechaza, o no, la idea de que las clasificaciones de fila y columna son independientes. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, y el  $X^2$  calculado es menor que el  $X^2$  crítico, no se puede rechazar la hipótesis de que filas y columnas son independientes ( $H_0$ ) para 4 grados de libertad con un nivel de confianza del 95%. No hay suficiente evidencia para concluir que las variables están asociadas, por lo tanto, la muestra analizada, pudiera no tener relación con el nivel de respuesta otorgado por los jueces en cuanto se refiere al parámetro sabor.

Para finalizar se realizó un resumen donde los análisis estadísticos mostrados aquí miden el grado de asociación entre filas y columnas. De particular interés son el coeficiente de contingencia y lambda, los cuales miden el grado de asociación en una escala de 0 a 1. Lambda mide que tan útil es el factor de la fila (o de la columna) para predecir al otro factor. Por ejemplo, el valor de lambda con columnas dependientes es igual a 0.0. Esto significa que hay un 0.0% de reducción en el error cuando las filas se usan para predecir a las columnas. Para aquellos estadísticos con valores P, valores-P menores que 0.05 indican una asociación significativa entre filas y columnas con un nivel de confianza del 95%:

**Tabla 22-3:** Resumen estadístico 1: sabor

		Con Filas	Con Columnas
Estadístico	Simétrico	Dependientes	Dependientes
Lambda	0.0175	0.0244	0.0000
Coef. de Incertidumbre	0.0396	0.0295	0.0603
Somer's D	-0.0880	-0.1381	-0.0646
Eta		0.1500	0.0995

Fuente: STATGRAPHICS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

**Tabla 23-3:** Resumen estadístico 2: sabor

Estadístico	Valor	Valor-P	GI
Coef. De Contingencia	0.2478		
Cramer's V	0.1808		
Gamma Condicional	-0.2775		
Pearson's R	-0.0994	0.2993	109
Kendall's Tau b	-0.0944	0.2999	
Kendall's Tau c	-0.0516		

Fuente: STATGRAPHICS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

### 3.5.4 Análisis del parámetro: Olor

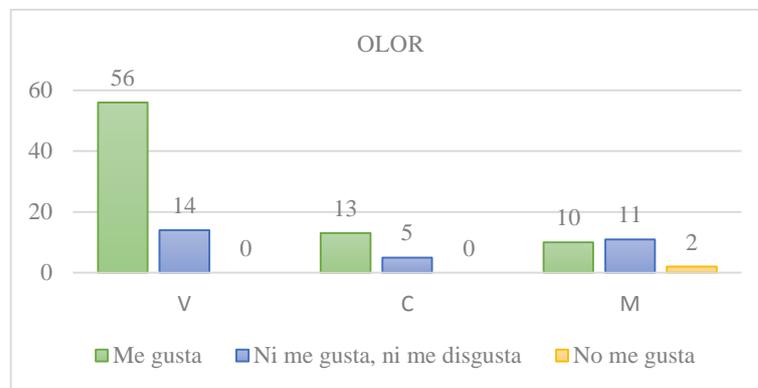
Las respuestas proporcionadas por los jueces afectivos se tabulan, tomando en consideración la frecuencia observada ( $f_{\text{observada}}$ ).

**Tabla 24-3:** Frecuencia observada-olor

OLOR			
Código	Me gusta	Ni me gusta, ni me disgusta	No me gusta
V	56	14	0
C	13	5	0
M	10	11	2

Fuente: STATGRAPHICS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020



**Gráfico 4-3:** Frecuencia “olor”

Realizado por: Villa Diego, 2020

A continuación, en el software se estableció la tabla de contingencia:

**Tabla 25-3:** Contingencia-olor

Código	Me gusta	Ni me gusta, ni me disgusta	No me gusta	Total por Fila
V	56	14	0	70
	50.45%	12.61%	0.00%	63.06%
C	13	5	0	18
	11.71%	4.50%	0.00%	16.22%
M	10	11	2	23
	9.01%	9.91%	1.80%	20.72%
<b>Total por Columna</b>	79	30	2	111
	71.17%	27.03%	1.80%	100.00%

Fuente: STATGRAPHICS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

El primer número en cada celda de la tabla es el recuento o frecuencia. El segundo número muestra el porcentaje de toda la tabla que representa esa celda. Por ejemplo, hubo 56 valores en la primera fila y primera columna. Esto representa 50.4505% de los 111 valores en la tabla.

A partir de la tabla anterior se realizó la prueba de independencia, es decir, el análisis Chi-Cuadrado para estos datos, el programa arroja los siguientes resultados:

**Tabla 26-3:** Prueba de independencia-olor

Prueba	Estadístico	Gl	Valor-P
Chi-Cuadrado ( $X^2$ calculado)	15.864	4	0.0032
Razón de Verosimilitud ( $X^2$ crítico)	14.317	4	0.0063

Fuente: STATGRAPHICS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

Esta tabla muestra los resultados de la prueba de hipótesis ejecutada para determinar si se rechaza, o no, la idea de que las clasificaciones de fila y columna son independientes. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, y el  $X^2$  calculado es mayor que el  $X^2$  crítico, se puede rechazar la hipótesis de que filas y columnas son independientes ( $H_0$ ) para 4 grados de libertad con un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, las muestras analizadas están relacionadas con el nivel de respuesta otorgado por los jueces en cuanto se refiere al parámetro olor.

Para finalizar se realizó un resumen donde los análisis estadísticos mostrados en las siguientes tablas miden el grado de asociación entre filas y columnas. De particular interés son el coeficiente de contingencia y lambda, los cuales miden el grado de asociación en una escala de 0 a 1. Lambda mide que tan útil es el factor de la fila (o de la columna) para predecir al otro factor. Por ejemplo, el valor de lambda con columnas dependientes es igual a 0.03125. Esto significa que hay un 3.125% de reducción en el error cuando las filas se usan para predecir a las columnas. Para aquellos estadísticos con valores P, valores-P menores que 0.05 indican una asociación significativa entre filas y columnas con un nivel de confianza del 95%:

**Tabla 27-3:** Resumen estadístico 1: olor

Estadístico	Simétrico	Con Filas	Con Columnas
		Dependientes	Dependientes
Lambda	0.0411	0.0488	0.0313
Coef. de Incertidumbre	0.0816	0.0707	0.0965
Somer's D	0.2871	0.3257	0.2567
Eta		0.3315	0.3337

Fuente: STATGRAPHICS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

**Tabla 28-3:** Resumen estadístico 2: olor

Estadístico	Valor	Valor-P	Gl
Coef. De Contingencia	0.3536		
Cramer's V	0.2673		
Gamma Condicional	0.5312		
Pearson's R	0.3033	0.0012	109
Kendall's Tau b	0.2892	0.0014	
Kendall's Tau c	0.2053		

Fuente: STATGRAPHICS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

### 3.5.5 *Análisis de parámetro: Apariencia*

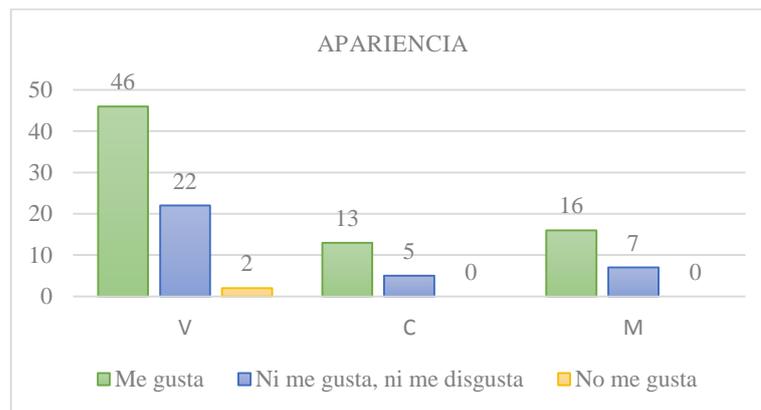
Las respuestas proporcionadas por los jueces afectivos se tabulan, tomando en consideración la frecuencia observada.

**Tabla 29-3:** Frecuencia observada “apariencia”

APARIENCIA			
Código	Me gusta	Ni me gusta, ni me disgusta	No me gusta
V	46	22	2
C	13	5	0
M	16	7	0

Fuente: STATGRAPHICS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020



**Gráfico 5-3:** Frecuencia “apariencia”

Realizado por: Villa Diego, 2020

A continuación, en el software se estableció la tabla de contingencia:

**Tabla 30-3:** Contingencia-apariencia

Código	Me gusta	Ni me gusta, ni me disgusta	No me gusta	Total por Fila
V	46	22	2	70
	41.44%	19.82%	1.80%	63.06%
C	13	5	0	18
	11.71%	4.50%	0.00%	16.22%
M	16	7	0	23
	14.41%	6.31%	0.00%	20.72%
<b>Total por Columna</b>	75	34	2	111
	67.57%	30.63%	1.80%	100.00%

Fuente: STATGRAPHICS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

Esta tabla muestra los recuentos para una tabla de 3 por 3. El primer número en cada celda de la tabla es el recuento o frecuencia. El segundo número muestra el porcentaje de toda la tabla que representa esa celda. Por ejemplo, hubo 46 valores en la primera fila y primera columna. Esto representa 41.4414% de los 111 valores en la tabla.

A partir de la tabla anterior se realizó la prueba de independencia, es decir, el análisis Chi-Cuadrado para estos datos, el programa arroja los siguientes resultados:

**Tabla 30-3:** Prueba de independencia-apariencia

Prueba	Estadístico	Gl	Valor-P
Chi-Cuadrado ( $X^2$ calculado)	1.341	4	0.8544
Razón de Verosimilitud ( $X^2$ crítico)	2.014	4	0.7332

Fuente: STATGRAPHICS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

Esta tabla muestra los resultados de la prueba de hipótesis ejecutada para determinar si se rechaza, o no, la idea de que las clasificaciones de fila y columna son independientes. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, y el  $X^2$  calculado es menor que el  $X^2$  crítico, no se puede rechazar la hipótesis de que filas y columnas son independientes ( $H_0$ ) para 4 grados de libertad con un nivel de confianza del 95%. No hay suficiente evidencia para concluir que las variables están asociadas, por lo tanto, la muestra analizada, pudiera no tener relación con el nivel de respuesta otorgado por los jueces en cuanto se refiere al parámetro apariencia.

Para finalizar se realizó un resumen donde los análisis estadísticos mostrados aquí miden el grado de asociación entre filas y columnas. De particular interés son el coeficiente de contingencia y

lambda, los cuales miden el grado de asociación en una escala de 0 a 1. Lambda mide que tan útil es el factor de la fila (o de la columna) para predecir al otro factor. Por ejemplo, el valor de lambda con columnas dependientes es igual a 0.0. Esto significa que hay un 0.0% de reducción en el error cuando las filas se usan para predecir a las columnas. Para aquellos estadísticos con valores P, valores-P menores que 0.05 indican una asociación significativa entre filas y columnas con un nivel de confianza del 95%:

**Tabla 31-3:** Resumen estadístico 1: apariencia

		Con Filas	Con Columnas
Estadístico	Simétrico	Dependientes	Dependientes
Lambda	0.0000	0.0000	0.0000
Coef. de Incertidumbre	0.0113	0.0099	0.0130
Somer's D	-0.0519	-0.0567	-0.0478
Eta		0.1046	0.0624

Fuente: STATGRAPHICS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

**Tabla 33-32:** Resumen estadístico 2: apariencia

Estadístico	Valor	Valor-P	GI
Coef. De Contingencia	0.1093		
Cramer's V	0.0777		
Gamma Condicional	-0.1088		
Pearson's R	-0.0548	0.5678	109
Kendall's Tau b	-0.0521	0.5660	
Kendall's Tau c	-0.0382		

Fuente: STATGRAPHICS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

### 3.5.6 *Análisis de parámetro: Textura*

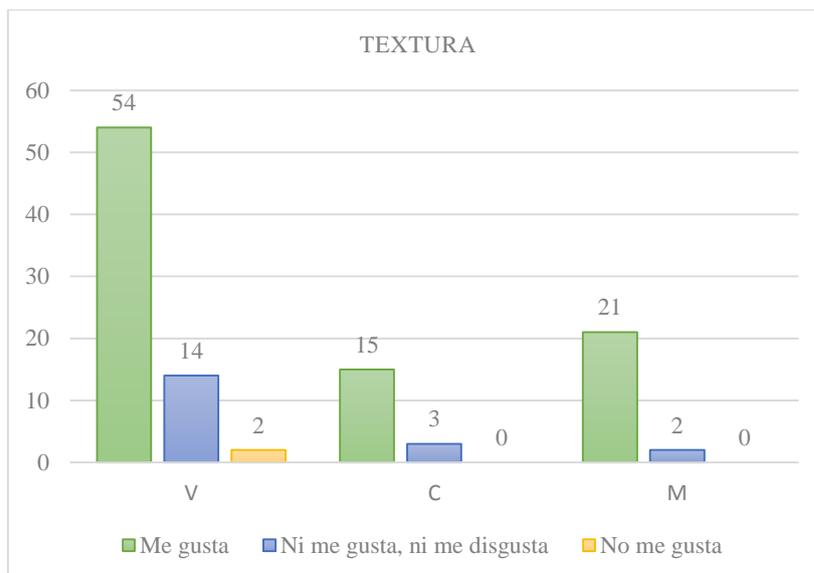
Las respuestas proporcionadas por los jueces afectivos se tabulan, tomando en consideración la frecuencia observada.

**Tabla 33-3:** Frecuencia observada-textura

TEXTURA			
Código	Me gusta	Ni me gusta, ni me disgusta	No me gusta
V	54	14	2
C	15	3	0
M	21	2	0

Fuente: STATGRAPHICS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020



**Gráfico 6-3:** Frecuencia “textura”

Realizado por: Villa Diego, 2020

A continuación, en el software se estableció la tabla de contingencia:

**Tabla 34-3:** Contingencia-textura

Código	Me gusta	Ni me gusta, ni me disgusta	No me gusta	Total por Fila
V	54	14	2	70
	48.65%	12.61%	1.80%	63.06%
C	15	3	0	18
	13.51%	2.70%	0.00%	16.22%
M	21	2	0	23
	18.92%	1.80%	0.00%	20.72%
<b>Total por Columna</b>	90	19	2	111
	81.08%	17.12%	1.80%	100.00%

Fuente: STATGRAPHICS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

Esta tabla muestra los recuentos para una tabla de 3 por 3. El primer número en cada celda de la tabla es el recuento o frecuencia. El segundo número muestra el porcentaje de toda la tabla que representa esa celda. Por ejemplo, hubo 54 valores en la primera fila y primera columna. Esto representa 48.6486% de los 111 valores en la tabla.

A partir de la tabla anterior se realizó la prueba de independencia, es decir, el análisis Chi-Cuadrado para estos datos, el programa arroja los siguientes resultados:

**Tabla 35-3:** Prueba de independencia-textura

Prueba	Estadístico	Gl	Valor-P
Chi-Cuadrado ( $X^2$ calculado)	2.908	4	0.5733
Razón de Verosimilitud ( $X^2$ crítico)	3.765	4	0.4387

Fuente: STATGRAPHICS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

Esta tabla muestra los resultados de la prueba de hipótesis ejecutada para determinar si se rechaza, o no, la idea de que las clasificaciones de fila y columna son independientes. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, y el  $X^2$  calculado es menor que el  $X^2$  crítico, no se puede rechazar la hipótesis de que filas y columnas son independientes ( $H_0$ ) para 4 grados de libertad con un nivel de confianza del 95%. No hay suficiente evidencia para concluir que las variables están asociadas, por lo tanto, la muestra analizada, pudiera no tener relación con el nivel de respuesta otorgado por los jueces en cuanto se refiere al parámetro textura.

Para finalizar se realizó un resumen donde los análisis estadísticos mostrados aquí miden el grado de asociación entre filas y columnas. De particular interés son el coeficiente de contingencia y lambda, los cuales miden el grado de asociación en una escala de 0 a 1. Lambda mide que tan útil es el factor de la fila (o de la columna) para predecir al otro factor. Por ejemplo, el valor de lambda con columnas dependientes es igual a 0.0. Esto significa que hay un 0.0% de reducción en el error cuando las filas se usan para predecir a las columnas. Para aquellos estadísticos con valores P, valores-P menores que 0.05 indican una asociación significativa entre filas y columnas con un nivel de confianza del 95%:

**Tabla 36-3:** Resumen estadístico 1: textura

Estadístico	Simétrico	Con Filas	Con Columnas
		Dependientes	Dependientes
Lambda	0.0000	0.0000	0.0000
Coef. de Incertidumbre	0.0233	0.0186	0.0311
Somer's D	-0.1339	-0.1810	-0.1063
Eta		0.1555	0.1482

Fuente: STATGRAPHICS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

**Tabla 37-3:** Resumen estadístico 2: textura

Estadístico	Valor	Valor-P	Gl
Coef. De Contingencia	0.1598		
Cramer's V	0.1145		
Gamma Condicional	-0.3678		

Pearson's R	-0.1455	0.1276	109
Kendall's Tau b	-0.1387	0.1264	
Kendall's Tau c	-0.0850		

Fuente: STATGRAPHICS, 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

### 3.5.7 *Análisis respecto a la aplicación de la ficha de evaluación sensorial*

Una vez analizada la ficha de evaluación sensorial realizada a personas al azar y el análisis estadístico (Chi Cuadrado) se tiene que, a la luz de los datos y tras el resultado obtenido a través del contraste de hipótesis realizado, no se dispone de evidencia suficiente para poder rechazar las hipótesis nulas de los parámetros: Sabor, Apariencia y Textura, por el contrario, para el parámetro Olor si se dispone de evidencia suficiente para poder rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, no se puede asegurar estadísticamente que la muestra “V” específicamente es la que mayor aceptabilidad tendrá, pero si se considera de manera general si se puede hacer ya que la muestra “V” generó un 63,06 % de aceptabilidad.

## 3.6 Procedimiento a nivel industrial

### 3.6.1 *Variables de proceso*

Las principales variables y parámetros en el desarrollo de este proceso son:

**Tabla 38-3:** Variables del proceso

Variable	Concepto	Método de medición	Proceso	Parámetro
Humedad	Cantidad de agua que está en un cuerpo	Higrómetro	Selección de materia prima	18 %
			Secado	6,2 %
Temperatura	Cantidad de calor que posee un cuerpo	Sensor de temperatura	Extrusión	100 °C
		Termómetro	Evaporación	92 °C
		Sensor de temperatura	Secado	75 °C
Tiempo	Período determinado para el proceso	Cronómetro	Extrusión	0,65 h
			Evaporación	3 h
			Mezclado	3 min
			Secado	2 h

Fuente: VILLA D., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

### **3.6.2 Operaciones Unitarias del proceso**

Una operación unitaria es el área de proceso o el equipo donde se introducen materiales, insumos o materias primas y se lleva a cabo una función determinada, básicamente es una parte del proceso principal (Ribas, Barbosa, p. 27).

Mientras transcurre la transformación de la materia prima, es decir, en el proceso de elaboración de las tres variedades de extruido de quinua son necesarias diversas operaciones unitarias mencionadas a continuación:

#### **3.6.2.1 Extrusión**

Es una operación que básicamente a partir de determinadas condiciones de presión y temperatura hace que la materia prima utilizada en ella se expanda, es decir sufre un cambio en su forma, color, sabor y textura. Los ingredientes más utilizados para la extrusión son: alimentos ricos en almidón como granos y harinas de cereales como trigo, maíz, arroz y quinua, y alimentos ricos en proteína como girasol y aislados proteicos de cereales (Colina, 2018).

#### **3.6.2.2 Evaporación**

Es aquella operación en la cual se hierve un líquido, el suministro de calor proviene de condensación de vapor de agua en una chaqueta o en serpentines sumergidos en el líquido. En algunos casos, el evaporador o también conocido como marmita se calienta a fuego directo y otros son eléctricos. Estos equipos son económicos y de operación simple. En ciertos evaporadores se utilizan paletas o raspadores para agitar el líquido (Muñoz, 2016).

En este trabajo se utiliza la evaporación para concentrar la mezcla de insumos como la leche, el chocolate, maracuyá y/o vainilla y el azúcar.

#### **3.6.2.3 Mezclado**

Operación unitaria utilizada en este proyecto para obtener una mezcla homogénea entre el extruido de quinua, el determinado saborizante (chocolate, maracuyá y vainilla) y edulcorantes (azúcar) usados en este proceso.

#### 3.6.2.4 *Secado*

Esta operación es extensamente usada en la industria de los alimentos especialmente en los cereales para garantizar la inocuidad de los productos y atribuirle la textura necesaria mediante su estancia en él a una determinada temperatura y en un lapso de tiempo.

#### 3.6.3 *Formulaciones para la elaboración de extruido de quinua*

Se detallan las formulaciones para cada una de las variedades elaboradas, se tomó en cuenta la cantidad de insumos utilizada en el laboratorio y se calculó su proporcional a la cantidad de producción requerida por la empresa.

##### 3.6.3.1 *Formulación para extruido de quinua sabor a vainilla*

✓ Leche

0,5 kg extruido → 0,25 l leche

17 kg extruido → X

$$X = \frac{17 \text{ kg extruido} * 0,25 \text{ l leche}}{0,5 \text{ kg extruido}}$$

$$X = 8,5 \text{ l leche}$$

$$m_{leche} = 8,5 \text{ l} * 1032 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{leche} = 8,772 \text{ kg}$$

✓ Azúcar

0,5 kg extruido → 0,125 kg azúcar

17 kg extruido → X

$$X = \frac{17 \text{ kg extruido} * 0,125 \text{ kg azúcar}}{0,5 \text{ kg extruido}}$$

$$X = 4,250 \text{ kg azúcar}$$

$$m_{\text{azúcar}} = 4,250 \text{ kg}$$

✓ Saborizante a Vainilla

0,5 kg extruido → 0,025 kg saborizante de vainilla

17 kg extruido → X

$$X = \frac{17 \text{ kg extruido} * 0,025 \text{ l saborizante vainilla}}{0,5 \text{ kg extruido}}$$

$$X = 0,85 \text{ l saborizante vainilla}$$

$$m_{\text{sab.vainilla}} = 0,850 \text{ l} * 1056 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{\text{sab.vainilla}} = 0,898 \text{ kg}$$

### 3.6.3.2 Formulación para extruido de quinua sabor a chocolate

✓ Leche

0,5 kg extruido → 0,125 l leche

17 kg extruido → X

$$X = \frac{17 \text{ kg extruido} * 0,125 \text{ l leche}}{0,5 \text{ kg extruido}}$$

$$X = 4,25 \text{ l leche}$$

$$m_{\text{leche}} = 4,25 \text{ l} * 1032 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{\text{leche}} = 4,386 \text{ kg}$$

✓ Azúcar

0,5 kg extruido → 0,075 kg azúcar

17 kg extruido → X

$$X = \frac{17 \text{ kg extruido} * 0,075 \text{ kg azúcar}}{0,5 \text{ kg extruido}}$$

$$m_{\text{azúcar}} = X = 2,55 \text{ kg azúcar}$$

✓ Barra de chocolate

0,5 kg extruido → 0,2 kg barra chocolate

17 kg extruido → X

$$X = \frac{17 \text{ kg extruido} * 0,2 \text{ kg barra chocolate}}{0,5 \text{ kg extruido}}$$

$$X = 6,8 \text{ kg barra chocolate}$$

$$m_{\text{chocolate}} = 6,8 \text{ kg}$$

### 3.6.3.3 Formulación para extruido de quinua sabor a maracuyá

✓ Leche

0,5 kg extruido → 0,125 l leche

17 kg extruido → X

$$X = \frac{17 \text{ kg extruido} * 0,125 \text{ l leche}}{0,5 \text{ kg extruido}}$$

$$X = 4,25 \text{ l leche}$$

$$m_{\text{leche}} = 4,25 \text{ l} * 1032 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{\text{leche}} = 4,386 \text{ kg}$$

✓ Azúcar

0,5 kg extruido → 0,25 kg azúcar

17 kg extruido → X

$$X = \frac{17 \text{ kg extruido} * 0,25 \text{ g azúcar}}{0,5 \text{ g extruido}}$$

$$X = 8,5 \text{ kg azúcar}$$

$$m_{\text{azúcar}} = 8,5 \text{ kg}$$

✓ Pulpa de maracuyá

0,5 kg extruido → 0,25 l pulpa de maracuyá

17 kg extruido → X

$$X = \frac{17 \text{ kg extruido} * 0,25 \text{ l pulpa de maracuyá}}{0,5 \text{ kg extruido}}$$

$$X = 8,5 \text{ l pulpa de maracuyá}$$

$$m_{\text{maracuyá}} = 8,5 \text{ l} * 1049 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{\text{maracuyá}} = 8,917 \text{ kg}$$

✓ Agua

0,5 kg extruido → 0,125 l leche

17 kg extruido → X

$$X = \frac{17 \text{ kg extruido} * 0,125 \text{ l agua}}{0,5 \text{ kg extruido}}$$

$$X = 4,250 \text{ l agua}$$

$$m_{\text{agua}} = 4,250 \text{ l} * 997 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{\text{agua}} = 4,237 \text{ kg}$$

### 3.6.4 *Balances de masa parciales*

Mediante los ensayos realizados en el laboratorio de Procesos Industriales de la Facultad de Ciencias perteneciente a la ESPOCH, se llevó a cabo la elaboración de las tres variedades de extruido de quinua a partir de 0,5 kilogramos de materia prima para cada uno de los sabores, esta cantidad constituye un volumen manejable en todo sentido para el autor. Ahora bien, debido a la planificación de COPROBICH se destinará 4,7 toneladas de quinua anualmente para este proceso, es decir, aproximadamente 19,5 kg diarios de quinua que ingresan al proceso de extrusión y se transforman en 17 kg de extruido de quinua natural, mismos que serán utilizados para cada una de las variedades de producto a elaborar para luego pasar por cada operación descrita anteriormente, antes de iniciar con los balances se ponen en conocimiento datos adicionales sobre las propiedades que poseen los insumos a adicionarse durante el proceso:

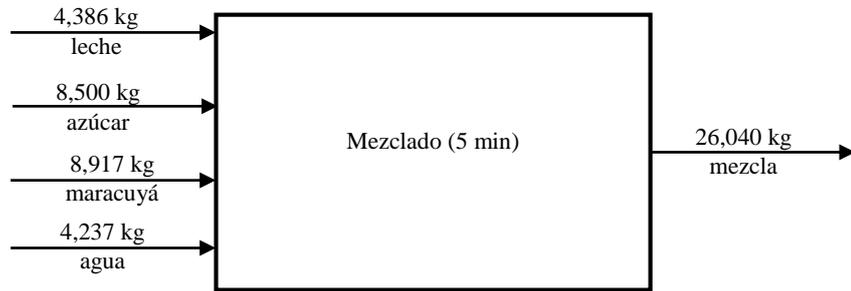
**Tabla 39-3: Datos Adicionales**

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
$\rho$ agua	Densidad del agua	997	(kg/m <sup>3</sup> )
$\rho$ leche	Densidad de la leche	1032	(kg/m <sup>3</sup> )
$\rho$ vainilla	Densidad del saborizante de vainilla	1056	(kg/m <sup>3</sup> )
$\rho$ c. vainilla	Densidad del concentrado con saborizante de vainilla	1453	(kg/m <sup>3</sup> )
pH c. vainilla	pH del concentrado con saborizante de vainilla	6,01	
°Brix c. vainilla	Contenido de azúcar del concentrado con saborizante de vainilla	66,82	%
$\mu$ c. vainilla	Viscosidad del concentrado con saborizante de vainilla	27,959	(kg/m.s)
$\rho$ chocolate	Densidad de la barra de chocolate	2500	(kg/m <sup>3</sup> )
$\rho$ c. chocolate	Densidad del concentrado con la barra de chocolate	1244	(kg/m <sup>3</sup> )
pH c. chocolate	pH del concentrado de la barra de chocolate	6,79	
°Brix c. chocolate	Contenido de azúcar del concentrado de la barra de chocolate	71,32	%
$\mu$ c. chocolate	Viscosidad del concentrado de la barra de chocolate	112,836	(kg/m.s)
$\rho$ maracuyá	Densidad de la pulpa de maracuyá	1049	(kg/m <sup>3</sup> )
$\rho$ c. maracuyá	Densidad del concentrado de pulpa de maracuyá	1323	(kg/m <sup>3</sup> )
pH c. maracuyá	pH del concentrado de pulpa de maracuyá	3,38	
°Brix c. maracuyá	Contenido de azúcar del concentrado de pulpa de maracuyá	75,76	%
$\mu$ c. maracuyá	Viscosidad del concentrado de pulpa de maracuyá	17,132	(kg/m.s)

Fuente: VILLA D., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

3.6.4.1 Balance de masa en la mezcla de insumos (sabor maracuyá)



$$E = S$$

$$E = m_{leche} + m_{azúcar} + m_{maracuyá} + m_{agua}$$

Donde:

$m_{leche}$ : masa de la leche entera

$m_{azúcar}$ : masa del azúcar

$m_{maracuyá}$ : masa de la pulpa de maracuyá

$m_{agua}$ : masa del agua

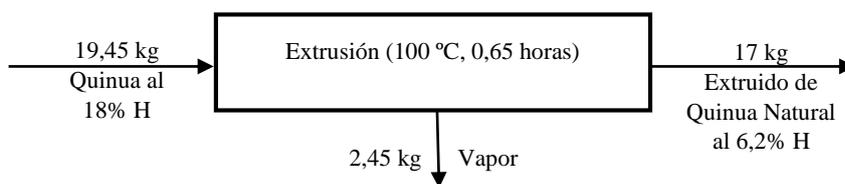
$$E = (4,386 + 8,500 + 8,917 + 4,237)kg$$

$$E = 26,040 kg$$

Al realizarse el mezclado de la leche, el azúcar y la pulpa de maracuyá en un recipiente antes de ingresar al evaporador, esta no tiene ninguna pérdida por lo que se afirma que su eficiencia en el correspondiente balance de masa es del 99,999 %.

Ahora que ya se obtuvo la masa de cada uno de los componentes que va a ingresar, se realiza el balance de masa para la evaporación de cada uno de los sabores, así:

3.6.4.2 Balance de masa en el extrusor



$$E = S + E_v$$

$$19,45 \text{ kg} = S + E_v$$

$$(0,18)19,45 \text{ kg} = (0,062)S + E_v$$

$$\begin{cases} 19,45 \text{ kg} = S + E_v \\ 3,501 \text{ kg} = (0,062)S + E_v \end{cases}$$

$$\begin{cases} -E_v = S - 19,45 \text{ kg} \\ -E_v = (0,062)S - 3,501 \text{ kg} \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_v = 19,45 \text{ kg} - S \\ E_v = 3,501 \text{ kg} - (0,062)S \end{cases}$$

$$E_v = E_v$$

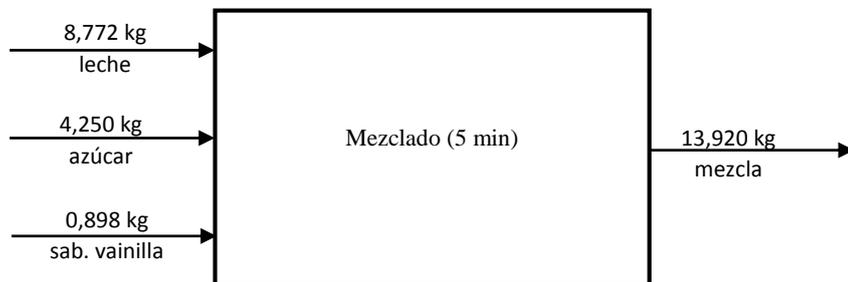
$$19,45 \text{ kg} - S = 3,501 \text{ kg} - (0,062)S$$

$$-S + (0,062)S = 3,501 \text{ kg} - 19,45 \text{ kg}$$

$$-0,938S = -15,949 \text{ kg}$$

$$S = 17,003 \text{ kg}$$

### 3.6.4.3 Balance de masa en la mezcla de insumos (sabor vainilla)



$$E = S$$

$$E = m_{leche} + m_{azúcar} + m_{sab.vainilla}$$

Donde:

$m_{\text{leche}}$ : masa de la leche entera

$m_{\text{azúcar}}$ : masa del azúcar

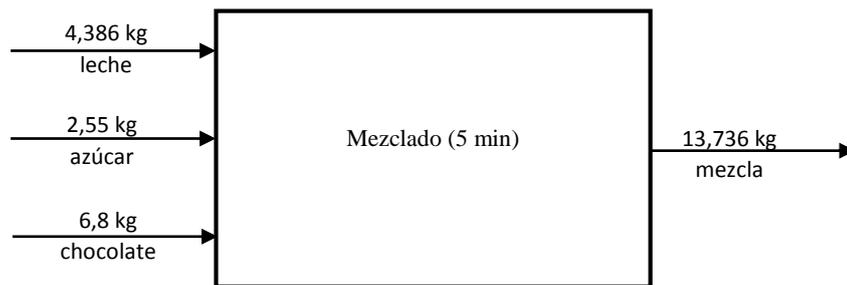
$m_{\text{sab. vainilla}}$ : masa del saborizante de vainilla

$$E = (8,772 + 4,250 + 0,898)kg$$

$$E = 13,92 kg$$

Al realizarse el mezclado de la leche, el azúcar y el saborizante de vainilla en un recipiente antes de ingresar al evaporador, esta no tiene ninguna pérdida por lo que se afirma que su eficiencia en el correspondiente balance de masa es del 99,999 %.

#### 3.6.4.4 Balance de masa en la mezcla de insumos (sabor chocolate)



$$E = S$$

$$E = m_{\text{leche}} + m_{\text{azúcar}} + m_{\text{chocolate}}$$

Donde:

$m_{\text{leche}}$ : masa de la leche entera

$m_{\text{azúcar}}$ : masa del azúcar

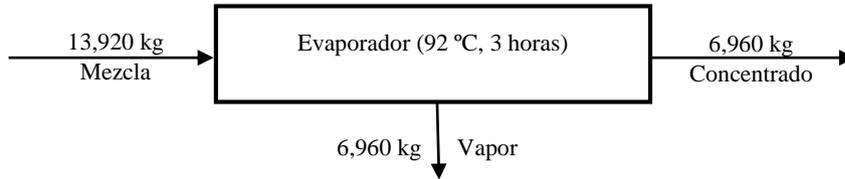
$m_{\text{chocolate}}$ : masa de la barra de chocolate

$$E = (4,386 + 2,550 + 6,800)kg$$

$$E = 13,736 kg$$

Al realizarse el mezclado de la leche, el azúcar y la barra de chocolate en un recipiente antes de ingresar al evaporador, esta no tiene ninguna pérdida por lo que se afirma que su eficiencia en el correspondiente balance de masa es del 99,999 %.

### 3.6.4.5 Balance de masa en el evaporador (sabor vainilla)



$$E = S + E_v$$

Donde:

$E_v$ : pérdida por evaporación

$$E = 13,920 \text{ kg} = S$$

$$S = E - \frac{E * \%}{100}$$

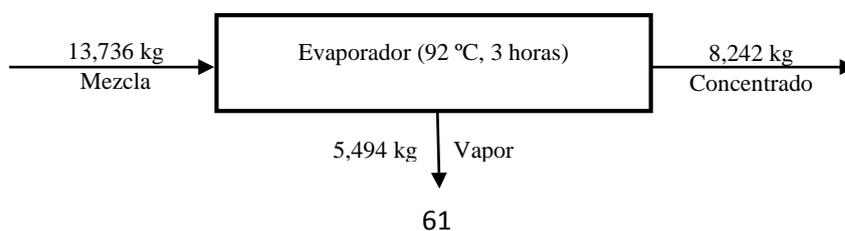
$$S = 13,920 - \frac{13,920 * 50}{100}$$

$$S = 13,920 \text{ kg} - 6,960 \text{ kg}$$

$$S = 6,960 \text{ kg}$$

En el concentrado por evaporación se tiene una elevada cantidad de agua que se pierde en forma de vapor, es así que cuantitativamente podemos decir que solamente el 50% de la mezcla anterior sirve para el proceso principal.

### 3.6.4.6 Balance de masa en el evaporador (sabor chocolate)



$$E = S + E_v$$

Donde:

$E_v$ : pérdida por evaporación

$$E = 13,736 \text{ kg} = S$$

$$S = E - \frac{E * \%}{100}$$

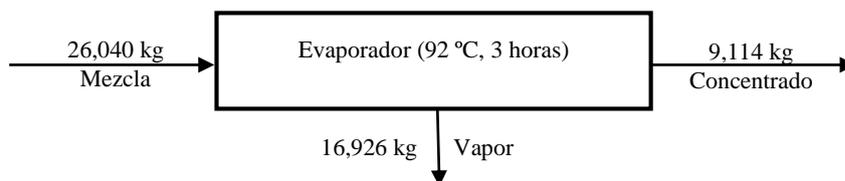
$$S = 13,736 - \frac{13,736 * 40}{100}$$

$$S = 13,736 \text{ kg} - 5,494 \text{ kg}$$

$$S = 8,242 \text{ kg}$$

En el concentrado por evaporación se tiene una elevada cantidad de agua que se pierde en forma de vapor, es así que cuantitativamente podemos decir que solamente el 60% de la mezcla anterior sirve para el proceso principal.

#### 3.6.4.7 Balance de masa en el evaporador (sabor maracuyá)



$$E = S + E_v$$

Donde:

$E_v$ : pérdida por evaporación

$$E = 26,040 \text{ kg} = S$$

$$S = E - \frac{E * \%}{100}$$

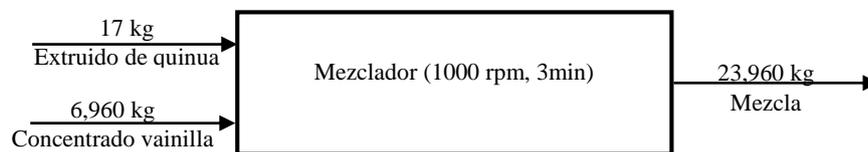
$$S = 26,040 - \frac{26,040 * 65}{100}$$

$$S = 26,040 \text{ kg} - 16,926 \text{ kg}$$

$$S = 9,114 \text{ kg}$$

En el concentrado por evaporación se tiene una elevada cantidad de agua que se pierde en forma de vapor, es así que cuantitativamente podemos decir que solamente el 35% de la mezcla anterior sirve para el proceso principal.

#### 3.6.4.8 Balance de masa en el mezclador (sabor vainilla)



$$E = S$$

$$S = m_{eq} + m_{cv}$$

Donde:

$m_{eq}$ : masa del extruido de quinua

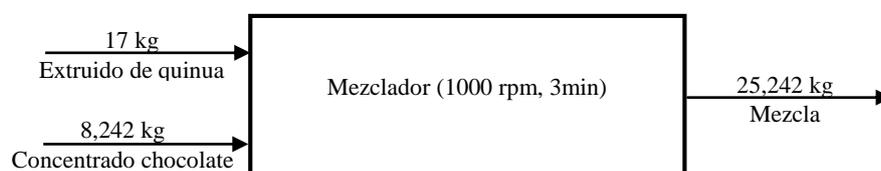
$m_{cv}$ : masa del concentrado de vainilla

$$S = (17 + 6,960) \text{ kg}$$

$$S = 23,960 \text{ kg}$$

Al realizar la mezcla del extruido de quinua natural con el concentrado de vainilla, se procura no tener ninguna pérdida por lo que se puede afirmar que su eficiencia en el correspondiente balance de masa es del 99,999 %.

#### 3.6.4.9 Balance de masa en el mezclador (sabor chocolate)



$$E = S$$

$$S = m_{eq} + m_{cch}$$

Donde:

$m_{eq}$ : masa del extruido de quinua

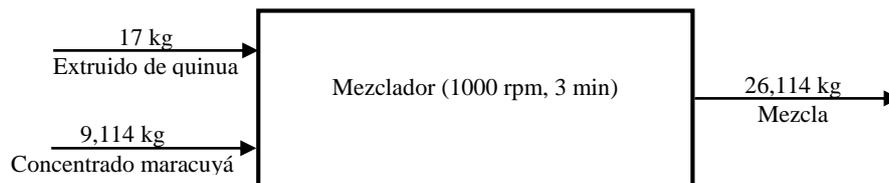
$m_{cch}$ : masa del concentrado de chocolate

$$S = (17 + 8,242)kg$$

$$S = 25,242 kg$$

Al realizar la mezcla del extruido de quinua natural con el concentrado de chocolate, se procura no tener ninguna pérdida por lo que se puede afirmar que su eficiencia en el correspondiente balance de masa es del 99,999 %.

#### 3.6.4.10 Balance de masa en el mezclador (sabor maracuyá)



$$E = S$$

$$S = m_{eq} + m_{cm}$$

Donde:

$m_{eq}$ : masa del extruido de quinua

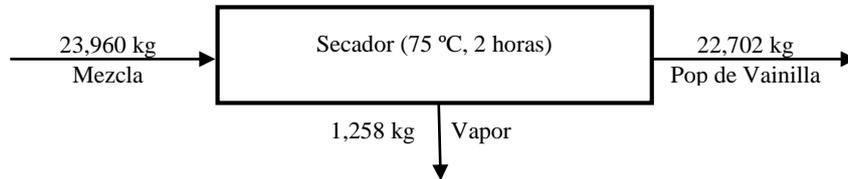
$m_{cm}$ : masa del concentrado de maracuyá

$$S = (17 + 9,114)kg$$

$$S = 26,114 kg$$

Al realizar la mezcla del extruido de quinua natural con el concentrado de maracuyá, se procura no tener ninguna pérdida por lo que se puede afirmar que su eficiencia en el correspondiente balance de masa es del 99,999 %.

### 3.6.4.11 Balance de masa en el secador (sabor vainilla)



La masa de la muestra utilizada en el laboratorio para la simulación es: 0,170 kg mezcla

Masa bandeja: 1,69922 kg

Masa bandeja + masa muestra: 1,86922 kg

**Tabla 40-3:** Datos de secado

t (min)	Masa bandeja + muestra (kg)	Masa muestra (kg)
0	1,86922	0,17000
15	1,86305	0,16383
30	1,86136	0,16214
45	1,86098	0,16176
60	1,86074	0,16152
75	1,86050	0,16128
90	1,86036	0,16114
105	1,86036	0,16114
120	1,86036	0,16114

Fuente: VILLA D., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

✓ Cálculo de X en base seca

$$X = \frac{P_{SH} - P_{SS}}{P_{SS}}$$

$$X = \frac{(0,17000 - 0,16114) \text{ kg}}{(0,16114) \text{ kg}} = 0,05498$$

$$X_1 = \frac{(0,16383 - 0,16114) \text{ kg}}{(0,16114) \text{ kg}} = 0,01669$$

$$X_2 = \frac{(0,16214 - 0,16114) \text{ kg}}{(0,16114) \text{ kg}} = 0,00621$$

$$X_3 = \frac{(0,16176 - 0,16114) \text{ kg}}{(0,16114) \text{ kg}} = 0,00385$$

$$X_4 = \frac{(0,16152 - 0,16114) \text{ kg}}{(0,16114) \text{ kg}} = 0,00236$$

$$X_5 = \frac{(0,16128 - 0,16114) \text{ kg}}{(0,16114) \text{ kg}} = 0,00087$$

$$X_6 = \frac{(0,16114 - 0,16114) \text{ kg}}{(0,16114) \text{ kg}} = 0$$

$$X_7 = \frac{(0,16114 - 0,16114) \text{ kg}}{(0,16114) \text{ kg}} = 0$$

$$X_8 = \frac{(0,16114 - 0,16114) \text{ kg}}{(0,16114) \text{ kg}} = 0$$

✓

Curva de secado



**Gráfico 7-3:** Curva de secado de pop de vainilla en un secador de bandejas a 75 °C

Realizado por: Villa Diego, 2020

Como se observa en el **Gráfico 7-3** correspondiente a la curva de secado al iniciar la hora y media del proceso, la humedad se ha perdido en su totalidad volviéndose la masa de la muestra constante.

$$\text{Masa de humedad} = 0,17000 \text{ kg} - 0,16114 \text{ kg}$$

$$\text{Masa de humedad} = 0,00886 \text{ kg}$$

$$\begin{array}{r} 0,17000 \text{ kg} \\ 24,13700 \text{ kg} \end{array} \quad \begin{array}{r} 0,00886 \text{ kg} \\ X = 1,25796 \text{ kg} \end{array}$$

Esto quiere decir que a nivel industrial se tendrá un total de pérdidas por evaporación de humedad en el secado de 1,25796 kg.

$$\begin{array}{r} 24,13700 \text{ kg} \\ 1,25796 \text{ kg} \end{array} \quad \begin{array}{r} 100 \% \\ X = 5,21 \% \end{array}$$

El porcentaje calculado anteriormente quiere decir que de la totalidad de producto que se ingresó al secador un 5,21 % se evaporó.

- ✓ Cálculo de la velocidad de secado
- Cálculo de humedad promedio

$$\bar{X} = \frac{X + X_{n+1}}{2}$$

$$\bar{X}_0 = \frac{0,05498 + 0,01669}{2} = 0,03584$$

$$\bar{X}_1 = \frac{0,05498 + 0,00621}{2} = 0,03060$$

$$\bar{X}_2 = \frac{0,05498 + 0,00385}{2} = 0,02942$$

$$\bar{X}_3 = \frac{0,05498 + 0,00236}{2} = 0,02867$$

$$\bar{X}_4 = \frac{0,05498 + 0,00087}{2} = 0,00279$$

$$\bar{X}_5 = \frac{0,05498 + 0}{2} = 0,00275$$

$$\bar{X}_6 = \frac{0,05498 + 0}{2} = 0,00275$$

$$\bar{X}_7 = \frac{0,05498 + 0}{2} = 0,00275$$

$$\bar{X}_8 = \frac{0,05498 + 0}{2} = 0,00275$$

**Dónde:**

$\bar{X}$  = Humedad media

X = Valor de humedad

$X_{n+1}$  = Valor de humedad siguiente

- Cálculo de variación del tiempo ( $\Delta\theta$ )

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

$$\Delta\theta = 0$$

$$\Delta\theta_0 = 0,25 - 0 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_1 = 0,5 - 0,25 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_2 = 0,75 - 0,50 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_3 = 1 - 0,75 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_4 = 1,25 - 1 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_5 = 1,50 - 1,25 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_6 = 1,75 - 1,50 = 0,25 \text{ h}$$

$$\Delta\theta_7 = 2,00 - 1,75 = 0,25 \text{ h}$$

$$\Delta\theta_8 = 2,25 - 2,00 = 0,25 \text{ h}$$

**Dónde:**

$\theta$  = Tiempo (h)

$\Delta\theta$  = Variación del tiempo (h)

- Cálculo de variación de la humedad

$$\Delta X = X_n - X_{n-1}$$

$$\Delta X = 0$$

$$\Delta X_0 = 0,01669 - 0,05498 = -0,03829$$

$$\Delta X_1 = 0,00621 - 0,01669 = -0,01048$$

$$\Delta X_2 = 0,00385 - 0,00621 = -0,00236$$

$$\Delta X_3 = 0,00236 - 0,00385 = -0,00149$$

$$\Delta X_4 = 0,00087 - 0,00236 = -0,00149$$

$$\Delta X_5 = 0 - 0,00087 = -0,00087$$

$$\Delta X_6 = 0$$

$$\Delta X_7 = 0$$

$$\Delta X_8 = 0$$

**Dónde:**

$X_n$  = Valor de humedad

$X_{n-1}$  = Valor de humedad anterior

- Cálculo de la velocidad de secado

$$W = \frac{S}{A} \left[ -\frac{\Delta X}{\Delta \theta} \right]$$

$$W_0 = \frac{0,16114}{0,166} * \left( -\frac{-0,03829}{0,25} \right) = 0,14868 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_1 = \frac{0,16114}{0,166} * \left( -\frac{-0,01048}{0,25} \right) = 0,04069 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_2 = \frac{0,16114}{0,166} * \left( -\frac{-0,00236}{0,25} \right) = 0,00916 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_3 = \frac{0,16114}{0,166} * \left( -\frac{-0,00149}{0,25} \right) = 0,00579 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_4 = \frac{0,16114}{0,166} * \left( -\frac{-0,00149}{0,25} \right) = 0,00579 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_5 = \frac{0,16114}{0,166} * \left( -\frac{-0,00087}{0,25} \right) = 0,00338 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_6 = \frac{0,16114}{0,166} * \left( -\frac{0}{0,25} \right) = 0 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_7 = \frac{0,16114}{0,166} * \left( -\frac{0}{0,25} \right) = 0 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_8 = \frac{0,16114}{0,166} * \left( -\frac{0}{0,25} \right) = 0 \text{ kg/hm}^2$$

Dónde:

W= Velocidad de secado (kg/hm<sup>2</sup>).

S= Peso del sólido seco (kg).

A=Área de la superficie expuesta (m<sup>2</sup>).

ΔX= Variación de la humedad.

Δθ= Variación del tiempo (h)

- Cálculo de período anticrítico

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

$$\theta_a = \frac{0,16114}{0,166} * \left( \frac{0,05498 - 0,01669}{0,14868} \right)$$

$$\theta_a = 0,25 h$$

**Dónde:**

X<sub>i</sub> = Humedad inicial (Kg H<sub>2</sub>O/ Kgss)

X<sub>c</sub> = Humedad crítica (Kg H<sub>2</sub>O/ Kgss)

W<sub>c</sub> = Velocidad antecrítica Kg/h-m<sup>2</sup>

θ<sub>a</sub> = Tiempo antecrítico (h)

- Cálculo de período postcrítico

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

$$\theta_p = \frac{0,16114}{0,166} \left( \frac{0,01669 - 0,00087}{0,14868 - 0,00338} \right) \ln \frac{0,14868}{0,00338}$$

$$\theta_p = \frac{0,16114}{0,166} \left( \frac{0,01669 - 0,00087}{0,14868 - 0,00338} \right) (3,78392)$$

$$\theta_p = 0,40 h$$

- Cálculo del tiempo total de secado

$$\theta_t = \theta_a + \theta_p$$

$$\theta_t = 0,25 + 0,40$$

$$\theta_t = 0,65 h$$

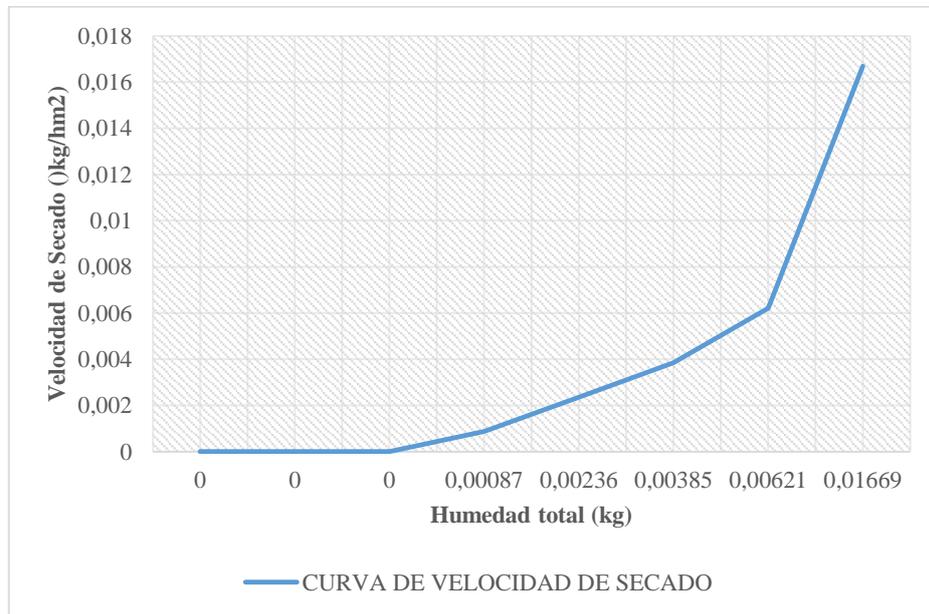
**Tabla 41-3:** Resultados de los cálculos de secado

$\theta$ (h)	M <sub>SH</sub> (kg)	A (m <sup>2</sup> )	X (Kg H <sub>2</sub> O/ Kgss)	$\bar{X}$ (Kg H <sub>2</sub> O/ Kgss)	$\Delta\theta$ (h)	$\Delta X$	W (kg/hm <sup>2</sup> )	$\theta_t$ (h)
0	0,17000	0,166	0,05498	0,03584				
0,25	0,16383	0,166	0,01669	0,03060	0,25	-0,03829	0,14868	0,65
0,5	0,16214	0,166	0,00621	0,02942	0,25	-0,01048	0,04069	0,65
0,75	0,16176	0,166	0,00385	0,02867	0,25	-0,00236	0,00915	0,65
1	0,16152	0,166	0,00236	0,00279	0,25	-0,00149	0,00579	0,65
1,25	0,16128	0,166	0,00087	0,00275	0,25	-0,00149	0,00579	0,65
1,5	0,16114	0,166	0	0,00275	0,25	-0,00087	0,00338	0,65
1,75	0,16114	0,166	0	0,00275	0,25	0	0	0,65
2	0,16114	0,166	0	0,00275	0,25	0	0	0,65

Fuente: VILLA D., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

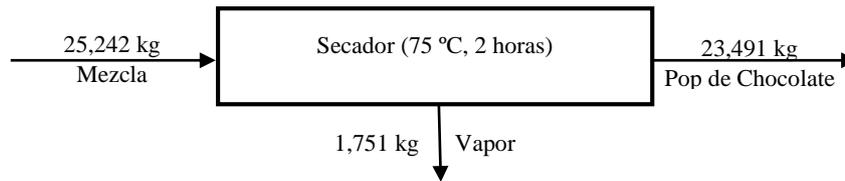
✓ Curva de velocidad de secado



**Gráfico 8-3:** Curva de velocidad de secado de pop de vainilla

Realizado por: Villa Diego, 2020

### 3.6.4.12 Balance de masa en el secador (sabor chocolate)



La masa de la muestra utilizada en el laboratorio para la simulación es: 0,170 kg mezcla

Masa bandeja: 1,69922 kg

Masa bandeja + masa muestra: 1,86922 kg

**Tabla 42-3:** Datos de secado

t (min)	Masa bandeja + muestra (kg)	Masa muestra (kg)
0	1,86922	0,17000
15	1,86469	0,16547
30	1,86161	0,16239
45	1,86015	0,16093
60	1,85880	0,15958
75	1,85692	0,15896
90	1,85818	0,15821
105	1,85818	0,15821
120	1,85818	0,15821

Fuente: VILLA D., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

✓ Cálculo de X en base seca

$$X = \frac{P_{SH} - P_{SS}}{P_{SS}}$$

$$X = \frac{(0,17000 - 0,15821) \text{ kg}}{(0,15821) \text{ kg}} = 0,07452$$

$$X_1 = \frac{(0,16547 - 0,15821) \text{ kg}}{(0,15821) \text{ kg}} = 0,04589$$

$$X_2 = \frac{(0,16239 - 0,15821) \text{ kg}}{(0,15821) \text{ kg}} = 0,02642$$

$$X_3 = \frac{(0,16093 - 0,15821) \text{ kg}}{(0,15821) \text{ kg}} = 0,01719$$

$$X_4 = \frac{(0,15958 - 0,15821) \text{ kg}}{(0,15821) \text{ kg}} = 0,00866$$

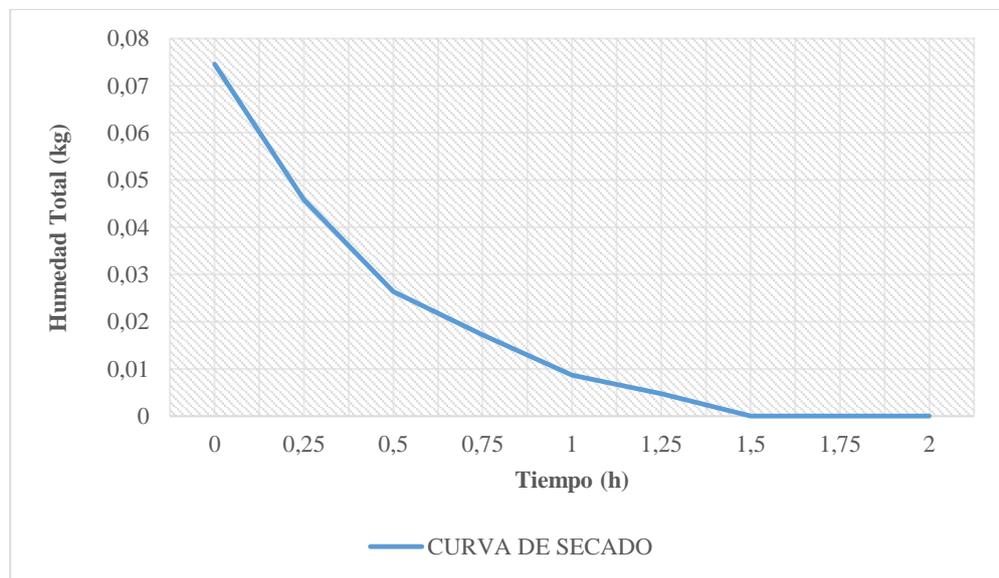
$$X_5 = \frac{(0,15896 - 0,15821) \text{ kg}}{(0,15821) \text{ kg}} = 0,00474$$

$$X_6 = \frac{(0,15821 - 0,15821) \text{ kg}}{(0,15821) \text{ kg}} = 0$$

$$X_7 = \frac{(0,15821 - 0,15821) \text{ kg}}{(0,15821) \text{ kg}} = 0$$

$$X_8 = \frac{(0,15821 - 0,15821) \text{ kg}}{(0,15821) \text{ kg}} = 0$$

✓ Curva de secado



**Gráfico 9-3:** Curva de secado de pop de chocolate en un secador de bandejas a 75 °C

Realizado por: Villa Diego, 2020

Como se observa en el **Gráfico 9-3** correspondiente a la curva de secado al iniciar la hora y media del proceso, la humedad se ha perdido en su totalidad volviéndose la masa de la muestra constante.

Masa de humedad = 0,17000 kg – 0,15821 kg

Masa de humedad = 0,01179 kg

$$\begin{array}{r} 0,17000 \text{ kg} \\ 25,24200 \text{ kg} \end{array} \quad \begin{array}{r} 0,01179 \text{ kg} \\ X = 1,75061 \text{ kg} \end{array}$$

Esto quiere decir que a nivel industrial se tendrá un total de pérdidas por evaporación de humedad en el secado de 1,75061 kg.

$$\begin{array}{r} 25,24200 \text{ kg} \\ 1,75061 \text{ kg} \end{array} \quad \begin{array}{r} 100 \% \\ X = 6,94 \% \end{array}$$

El porcentaje calculado anteriormente quiere decir que de la totalidad de la materia prima que se ingresó al secador un 6,94 % se evaporó.

✓ Cálculo de la velocidad de secado

○ Cálculo de humedad promedio

$$\bar{X} = \frac{X + X_{n+1}}{2}$$

$$\bar{X}_0 = \frac{0,07452 + 0,04589}{2} = 0,06021$$

$$\bar{X}_1 = \frac{0,07452 + 0,02642}{2} = 0,05047$$

$$\bar{X}_2 = \frac{0,07452 + 0,01719}{2} = 0,04586$$

$$\bar{X}_3 = \frac{0,07452 + 0,00866}{2} = 0,04159$$

$$\bar{X}_4 = \frac{0,07452 + 0,00474}{2} = 0,03963$$

$$\bar{X}_5 = \frac{0,07452 + 0}{2} = 0,03726$$

$$\bar{X}_6 = \frac{0,07452 + 0}{2} = 0,03726$$

$$\bar{X}_7 = \frac{0,07452 + 0}{2} = 0,03726$$

$$\bar{X}_8 = \frac{0,07452 + 0}{2} = 0,03726$$

**Dónde:**

$\bar{X}$  = Humedad media

X = Valor de humedad

$X_{n+1}$  = Valor de humedad siguiente

- Cálculo de variación del tiempo ( $\Delta\theta$ )

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

$$\Delta\theta = 0$$

$$\Delta\theta_0 = 0,25 - 0 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_1 = 0,5 - 0,25 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_2 = 0,75 - 0,50 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_3 = 1 - 0,75 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_4 = 1,25 - 1 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_5 = 1,50 - 1,25 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_6 = 1,75 - 1,50 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_7 = 2,00 - 1,75 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_8 = 2,25 - 2,00 = 0,25 \text{ h}$$

**Dónde:**

$\theta$  = Tiempo (h)

$\Delta\theta$  = Variación del tiempo (h)

- Cálculo de variación de la humedad

$$\Delta X = X_n - X_{n-1}$$

$$\Delta X = 0$$

$$\Delta X_0 = 0,04589 - 0,07452 = -0,02863$$

$$\Delta X_1 = 0,02642 - 0,04589 = -0,01947$$

$$\Delta X_2 = 0,01719 - 0,02642 = -0,00923$$

$$\Delta X_3 = 0,00866 - 0,01719 = -0,00853$$

$$\Delta X_4 = 0,00474 - 0,00866 = -0,00392$$

$$\Delta X_5 = 0 - 0,00474 = -0,00474$$

$$\Delta X_6 = 0$$

$$\Delta X_7 = 0$$

$$\Delta X_8 = 0$$

**Dónde:**

$X_n$  = Valor de humedad

$X_{n-1}$  = Valor de humedad anterior

- Cálculo de la velocidad de secado

$$W = \frac{S}{A} \left[ -\frac{\Delta X}{\Delta \theta} \right]$$

$$W_0 = \frac{0,15821}{0,166} * \left( -\frac{-0,02863}{0,25} \right) = 0,10915 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_1 = \frac{0,15821}{0,166} * \left( -\frac{-0,01947}{0,25} \right) = 0,07423 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_2 = \frac{0,15821}{0,166} * \left( -\frac{-0,00923}{0,25} \right) = 0,03519 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_3 = \frac{0,15821}{0,166} * \left( -\frac{-0,00853}{0,25} \right) = 0,03252 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_4 = \frac{0,15821}{0,166} * \left( -\frac{-0,00392}{0,25} \right) = 0,01494 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_5 = \frac{0,15821}{0,166} * \left( -\frac{-0,00474}{0,25} \right) = 0,01807 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_6 = \frac{0,15821}{0,166} * \left( -\frac{0}{0,25} \right) = 0 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_7 = \frac{0,15821}{0,166} * \left( -\frac{0}{0,25} \right) = 0 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_8 = \frac{0,15821}{0,166} * \left( -\frac{0}{0,25} \right) = 0 \text{ kg/hm}^2$$

Dónde:

W= Velocidad de secado (kg/hm<sup>2</sup>).

S= Peso del sólido seco (kg).

A= Área de la superficie expuesta (m<sup>2</sup>).

ΔX= Variación de la humedad.

Δθ= Variación del tiempo (h)

- Cálculo de período anticrítico

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

$$\theta_a = \frac{0,15821}{0,166} * \left( \frac{0,07452 - 0,04589}{0,10915} \right)$$

$$\theta_a = 0,25 \text{ h}$$

**Dónde:**

$X_i$  = Humedad inicial (Kg H<sub>2</sub>O/ Kgss)

$X_c$  = Humedad crítica (Kg H<sub>2</sub>O/ Kgss)

$W_c$  = Velocidad antecrítica Kg/h-m<sup>2</sup>

$\theta_a$  = Tiempo antecrítico (h)

- Cálculo de período postcrítico

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

$$\theta_p = \frac{0,15821}{0,166} \left( \frac{0,04589 - 0,00474}{0,10915 - 0,01807} \right) \ln \frac{0,10915}{0,01807}$$

$$\theta_p = \frac{0,15821}{0,166} \left( \frac{0,04589 - 0,00474}{0,10915 - 0,01807} \right) (1,79792)$$

$$\theta_p = 0,77 \text{ h}$$

- Cálculo del tiempo total de secado

$$\theta_t = \theta_a + \theta_p$$

$$\theta_t = 0,250 + 0,77$$

$$\theta_t = 1,02 \text{ h}$$

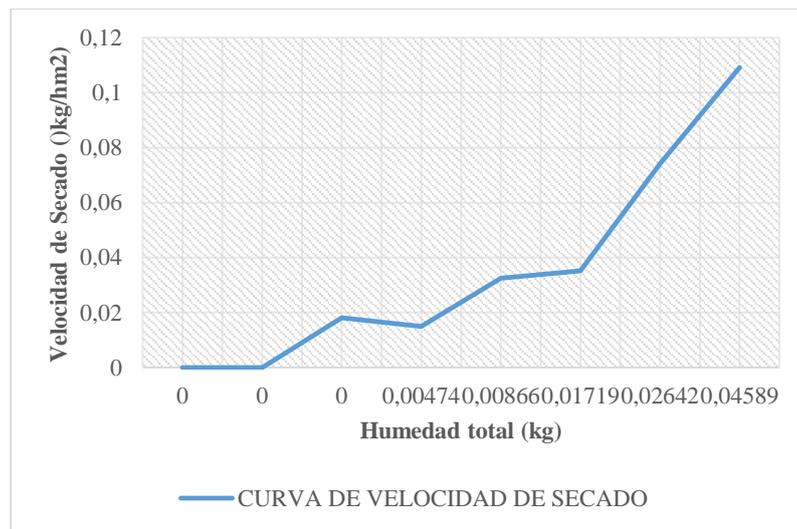
**Tabla 43-3:** Resultados de los cálculos de secado

$\theta$ (h)	$M_{SH}$ (kg)	A (m <sup>2</sup> )	X (Kg H <sub>2</sub> O/ Kgss)	$\bar{X}$ (Kg H <sub>2</sub> O/ Kgss)	$\Delta\theta$ (h)	$\Delta X$	W (kg/hm <sup>2</sup> )	$\theta_t$ (h)
0	0,17000	0,166	0,07452	0,06021				
0,25	0,16547	0,166	0,04589	0,05047	0,25	-0,02863	0,10915	1,02
0,5	0,16239	0,166	0,02642	0,04586	0,25	-0,01947	0,07423	1,02
0,75	0,16093	0,166	0,01719	0,04159	0,25	-0,00923	0,03519	1,02
1	0,15958	0,166	0,00866	0,03963	0,25	-0,0853	0,03252	1,02
1,25	0,15896	0,166	0,00474	0,03726	0,25	-0,00392	0,01494	1,02
1,5	0,15821	0,166	0	0,03726	0,25	-0,00474	0,01807	1,02
1,75	0,15821	0,166	0	0,03726	0,25	0	0	1,02
2	0,15821	0,166	0	0,03726	0,25	0	0	1,02

Fuente: VILLA D., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

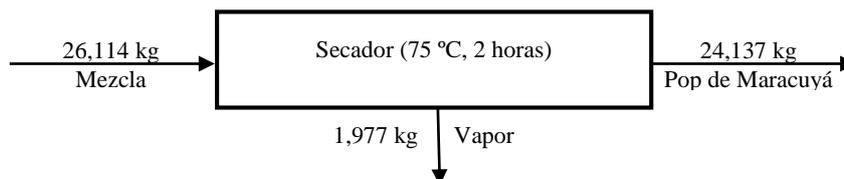
✓ Curva de velocidad de secado



**Gráfico 10-3:** Curva de velocidad de secado de pop de chocolate

Realizado por: Villa Diego, 2020

3.6.4.13 Balance de masa en el secador (sabor maracuyá)



La masa de la muestra utilizada en el laboratorio para la simulación es: 0,170 kg mezcla

Masa bandeja: 1,69922 kg

Masa bandeja + masa muestra: 1,86922 kg

**Tabla 45-3:** Datos de secado

t (min)	Masa bandeja + muestra (kg)	Masa muestra (kg)
0	1,86922	0,17000
15	1,86618	0,16696
30	1,86321	0,16399
45	1,86098	0,16176
60	1,85832	0,15910
75	1,85692	0,15770
90	1,85635	0,15713
105	1,85635	0,15713
120	1,85635	0,15713

Fuente: VILLA D., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

✓ Cálculo de X en base seca

$$X = \frac{P_{SH} - P_{SS}}{P_{SS}}$$

$$X = \frac{(0,17000 - 0,15713) \text{ kg}}{(0,15713) \text{ kg}} = 0,08191$$

$$X_1 = \frac{(0,16696 - 0,15713) \text{ kg}}{(0,15713) \text{ kg}} = 0,06256$$

$$X_2 = \frac{(0,16399 - 0,15713) \text{ kg}}{(0,15713) \text{ kg}} = 0,04366$$

$$X_3 = \frac{(0,16176 - 0,15713) \text{ kg}}{(0,15713) \text{ kg}} = 0,02945$$

$$X_4 = \frac{(0,15910 - 0,15713) \text{ kg}}{(0,15713) \text{ kg}} = 0,01254$$

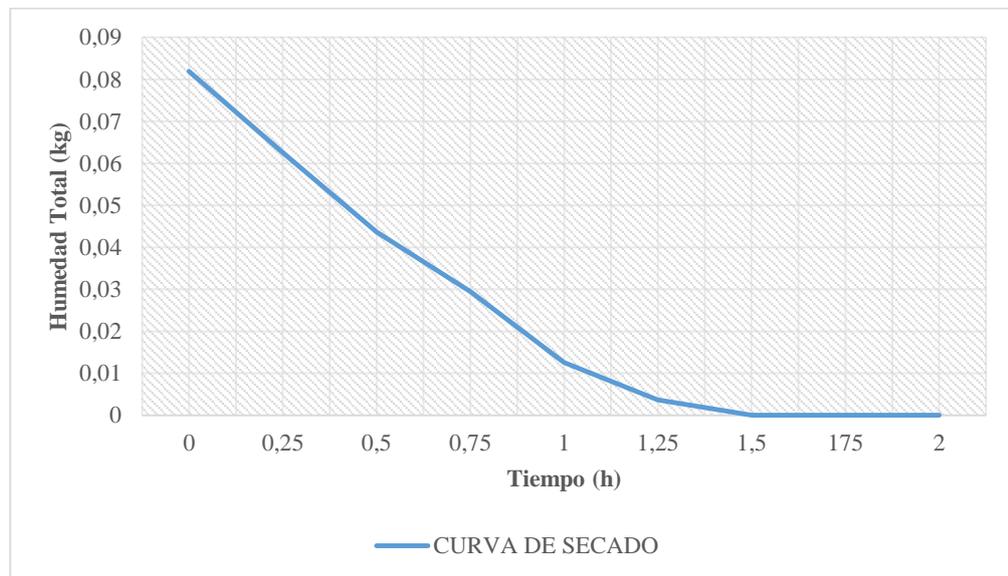
$$X_5 = \frac{(0,15770 - 0,15713)kg}{(0,15713)kg} = 0,00363$$

$$X_6 = \frac{(0,15713 - 0,15713)kg}{(0,15713)kg} = 0$$

$$X_7 = \frac{(0,15713 - 0,15713)kg}{(0,15713)kg} = 0$$

$$X_8 = \frac{(0,15713 - 0,15713) kg}{(0,15713) kg} = 0$$

✓ Curva de secado



**Gráfico 11-3:** Curva de secado de pop de maracuyá en un secador de bandejas a 75 °C

Realizado por: Villa Diego, 2020

Como se observa en el **Gráfico 11-3** correspondiente a la curva de secado al iniciar la hora y media del proceso, la humedad se ha perdiendo en su totalidad volviéndose la masa de la muestra constante.

Masa de humedad = 0,17000 kg – 0,15713 kg

Masa de humedad = 0,01287 kg

$$\begin{array}{ll} 0,17000 \text{ kg} & 0,01287 \text{ kg} \\ 26,11400 \text{ kg} & X = 1,97698 \text{ kg} \end{array}$$

Esto quiere decir que a nivel industrial se tendrá un total de pérdidas por evaporación de humedad en el secado de 1,97698 kg.

$$\begin{array}{ll} 26,11400 \text{ kg} & 100 \% \\ 1,97698 \text{ kg} & X = 7,57 \% \end{array}$$

El porcentaje calculado anteriormente quiere decir que de la totalidad de la materia prima que se ingresó al secador un 7,57 % se evaporó.

- ✓ Cálculo de la velocidad de secado
- Cálculo de humedad promedio

$$\bar{X} = \frac{X + X_{n+1}}{2}$$

$$\bar{X}_0 = \frac{0,08191 + 0,06256}{2} = 0,07224$$

$$\bar{X}_1 = \frac{0,08191 + 0,04366}{2} = 0,06279$$

$$\bar{X}_2 = \frac{0,08191 + 0,02945}{2} = 0,05568$$

$$\bar{X}_3 = \frac{0,08191 + 0,01254}{2} = 0,04723$$

$$\bar{X}_4 = \frac{0,08191 + 0,00363}{2} = 0,04277$$

$$\bar{X}_5 = \frac{0,08191 + 0}{2} = 0,04096$$

$$\bar{X}_6 = \frac{0,08191 + 0}{2} = 0,04096$$

$$\bar{X}_7 = \frac{0,08191 + 0}{2} = 0,04096$$

$$\bar{X}_8 = \frac{0,08191 + 0}{2} = 0,04096$$

**Dónde:**

$\bar{X}$  = Humedad media

X = Valor de humedad

$X_{n+1}$  = Valor de humedad siguiente

- Cálculo de variación del tiempo ( $\Delta\theta$ )

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

$$\Delta\theta = 0$$

$$\Delta\theta_0 = 0,25 - 0 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_1 = 0,5 - 0,25 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_2 = 0,75 - 0,50 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_3 = 1 - 0,75 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_4 = 1,25 - 1 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_5 = 1,50 - 1,25 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_6 = 1,75 - 1,50 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_7 = 2,00 - 1,75 = 0,25 h$$

$$\Delta\theta_8 = 2,25 - 2,00 = 0,25 h$$

**Dónde:**

$\theta$  = Tiempo (h)

$\Delta\theta$  = Variación del tiempo (h)

- Cálculo de variación de la humedad

$$\Delta X = X_n - X_{n-1}$$

$$\Delta X = 0$$

$$\Delta X_0 = 0,06256 - 0,08191 = -0,01935$$

$$\Delta X_1 = 0,04366 - 0,06256 = -0,01890$$

$$\Delta X_2 = 0,02945 - 0,04366 = -0,01421$$

$$\Delta X_3 = 0,01254 - 0,02945 = -0,01691$$

$$\Delta X_4 = 0,00363 - 0,01254 = -0,00891$$

$$\Delta X_5 = 0 - 0,00363 = -0,00363$$

$$\Delta X_6 = 0$$

$$\Delta X_7 = 0$$

$$\Delta X_8 = 0$$

**Dónde:**

$X_n$  = Valor de humedad

$X_{n-1}$  = Valor de humedad anterior

- Cálculo de la velocidad de secado

$$W = \frac{S}{A} \left[ -\frac{\Delta X}{\Delta \theta} \right]$$

$$W_0 = \frac{0,15713}{0,166} * \left( -\frac{-0,01935}{0,25} \right) = 0,07326 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_1 = \frac{0,15713}{0,166} * \left( -\frac{-0,01890}{0,25} \right) = 0,07156 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_2 = \frac{0,15713}{0,166} * \left( -\frac{-0,01421}{0,25} \right) = 0,05380 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_3 = \frac{0,15713}{0,166} * \left( -\frac{-0,01691}{0,25} \right) = 0,06403 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_4 = \frac{0,15713}{0,166} * \left( -\frac{-0,00891}{0,25} \right) = 0,03374 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_5 = \frac{0,15713}{0,166} * \left( -\frac{-0,00363}{0,25} \right) = 0,01374 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_6 = \frac{0,15713}{0,166} * \left( -\frac{0}{0,25} \right) = 0 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_7 = \frac{0,15713}{0,166} * \left( -\frac{0}{0,25} \right) = 0 \text{ kg/hm}^2$$

$$W_8 = \frac{0,15713}{0,166} * \left( -\frac{0}{0,25} \right) = 0 \text{ kg/hm}^2$$

Dónde:

W= Velocidad de secado (kg/hm<sup>2</sup>).

S= Peso del sólido seco (kg).

A= Área de la superficie expuesta (m<sup>2</sup>).

ΔX= Variación de la humedad.

Δθ= Variación del tiempo (h)

- Cálculo de período anticrítico

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

$$\theta_a = \frac{0,15713}{0,166} * \left( \frac{0,08191 - 0,06256}{0,07326} \right)$$

$$\theta_a = 0,25 h$$

**Dónde:**

$X_i$  = Humedad inicial (Kg H<sub>2</sub>O/ Kgss)

$X_c$  = Humedad crítica (Kg H<sub>2</sub>O/ Kgss)

$W_c$  = Velocidad antecrítica Kg/h-m<sup>2</sup>

$\theta_a$  = Tiempo antecrítico (h)

- Cálculo de período postcrítico

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

$$\theta_p = \frac{0,15713}{0,166} \left( \frac{0,06256 - 0,00363}{0,07326 - 0,01374} \right) \ln \frac{0,07326}{0,01374}$$

$$\theta_p = \frac{0,15713}{0,166} \left( \frac{0,06256 - 0,00363}{0,07326 - 0,01374} \right) (1,67370)$$

$$\theta_p = 1,569 h$$

- Cálculo del tiempo total de secado

$$\theta_t = \theta_a + \theta_p$$

$$\theta_t = 0,250 + 1,569$$

$$\theta_t = 1,819 h$$

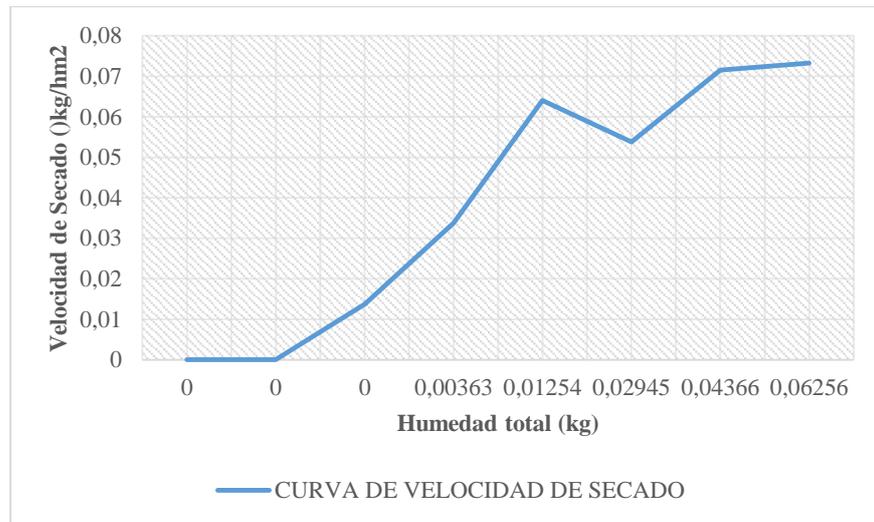
**Tabla 44-3:** Resultados de los cálculos de secado

$\theta$ (h)	M <sub>SH</sub> (kg)	A (m <sup>2</sup> )	X (Kg H <sub>2</sub> O/Kgss)	$\bar{X}$ (Kg H <sub>2</sub> O/Kgss)	$\Delta\theta$ (h)	$\Delta X$	W (kg/hm <sup>2</sup> )	$\theta_t$ (h)
0	0,17000	0,166	0,08191	0,07224				
0,25	0,16696	0,166	0,06256	0,06279	0,25	-0,01935	0,07326	1,819
0,5	0,16399	0,166	0,04366	0,05568	0,25	-0,01890	0,07156	1,819
0,75	0,16176	0,166	0,02945	0,04723	0,25	-0,01421	0,05380	1,819
1	0,15910	0,166	0,01254	0,04277	0,25	-0,01691	0,06403	1,819
1,25	0,15770	0,166	0,00363	0,04096	0,25	-0,00891	0,03374	1,819
1,5	0,15713	0,166	0	0,04096	0,25	-0,00363	0,01374	1,819
1,75	0,15713	0,166	0	0,04096	0,25	0	0	1,819
2	0,15713	0,166	0	0,04096	0,25	0	0	1,819

Fuente: VILLA D., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

✓ Curva de velocidad de secado

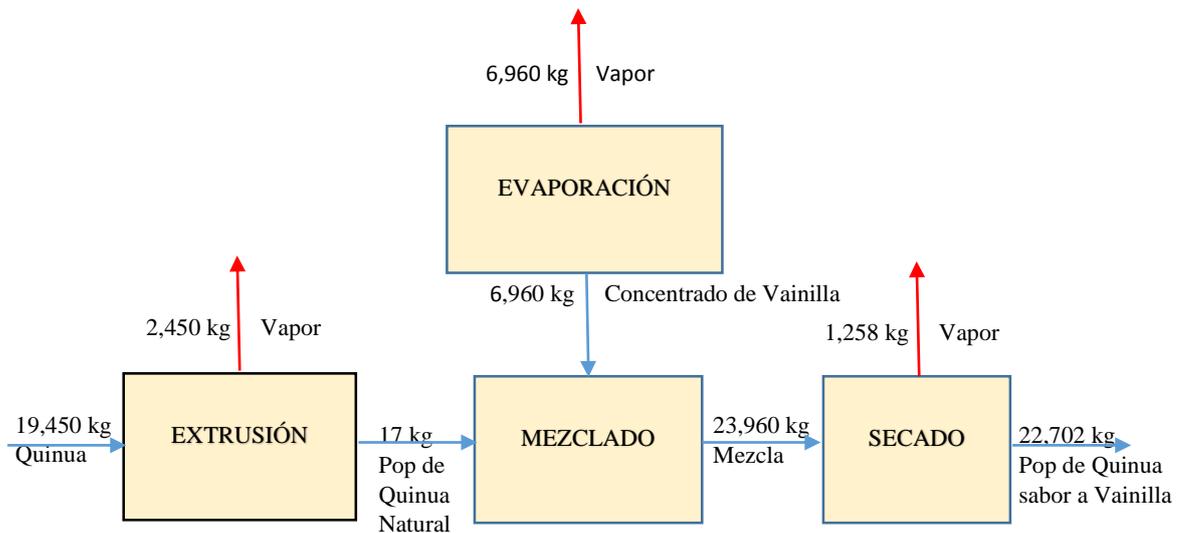


**Gráfico 12-3:** Curva de velocidad de secado de pop de maracuyá

Realizado por: Villa Diego, 2020

### 3.6.5 Balances de masa globales

#### 3.6.5.1 Balance de masa global para el extruido de quinua sabor a vainilla



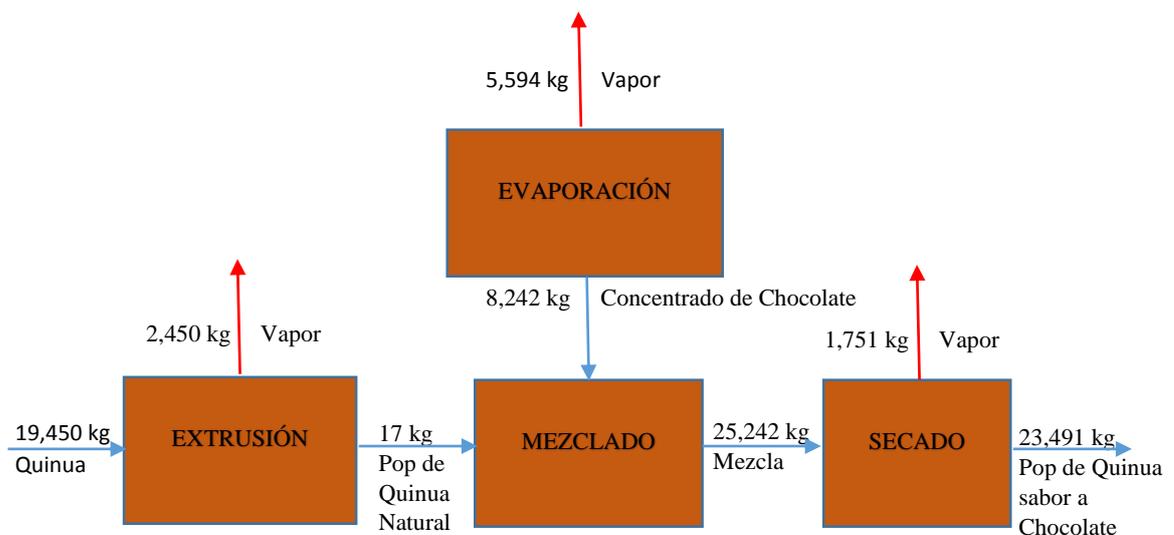
**Gráfico 13-3:** Esquema de balance de masa global para el extruido de quinua sabor a vainilla  
Realizado por: Villa Diego, 2020

$$E = S$$

$$(19,450 + 6,960)kg = (22,702 + 2,450 + 1,258)kg$$

$$26,410 kg = 26,410 kg$$

#### 3.6.5.2 Balance de masa global para el extruido de quinua sabor a chocolate



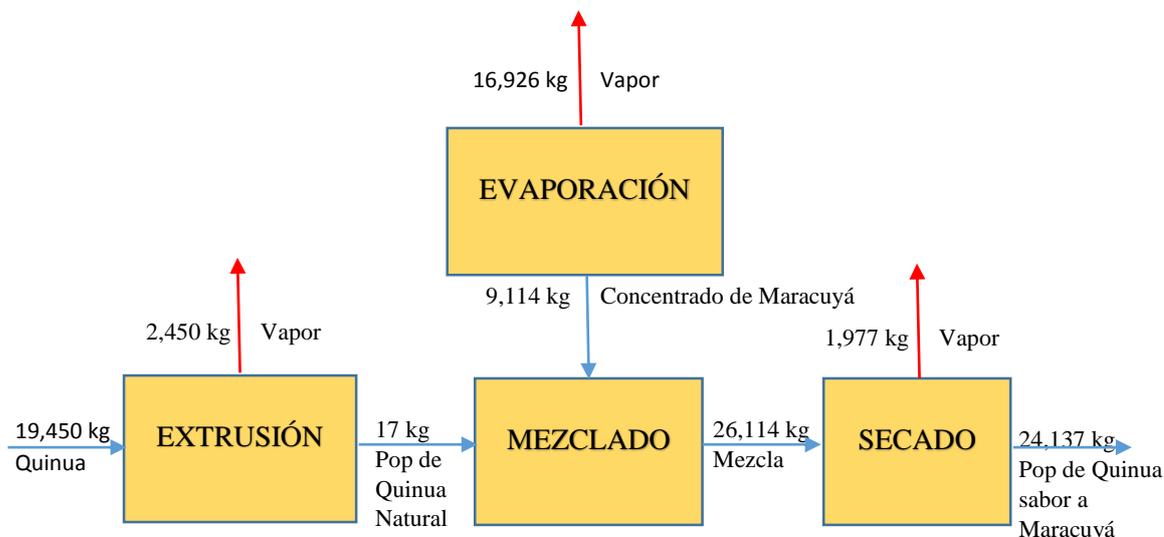
**Gráfico 14-3:** Esquema de balance de masa global para el extruido de quinua sabor a chocolate  
Realizado por: Villa Diego, 2020

$$E = S$$

$$(19,450 + 8,242)kg = (23,491 + 2,450 + 1,751)kg$$

$$27,692 kg = 27,692 kg$$

### 3.6.5.3 Balance de masa global para el extruido de quinua sabor a maracuyá



**Gráfico 15-3:** Esquema de balance de masa global para el extruido de quinua sabor a maracuyá  
Realizado por: Villa Diego, 2020

$$E = S$$

$$(19,450 + 9,114)kg = (24,137 + 2,450 + 1,977)kg$$

$$28,564 kg = 28,564 kg$$

### 3.6.6 Proceso de producción

El proceso de producción para este proyecto está diseñado para la cantidad de materia prima que la corporación desea utilizar en el mismo, las tres variedades de productos que se han desarrollado partieron de la necesidad de aumentar el número de productos ofrecidos por la empresa y de mejorar los ingresos económicos de los asociados a COPROBICH, además del compromiso por brindar un producto innovador y de buena calidad en la región. Por lo que se ha visto mediante el

proyecto en el que participa en conjunto con la ESPOCH la oportunidad de que con los estudiantes se logren planes de mejora entre los que se encuentra este estudio.

### 3.6.6.1 *Materia prima e insumos*

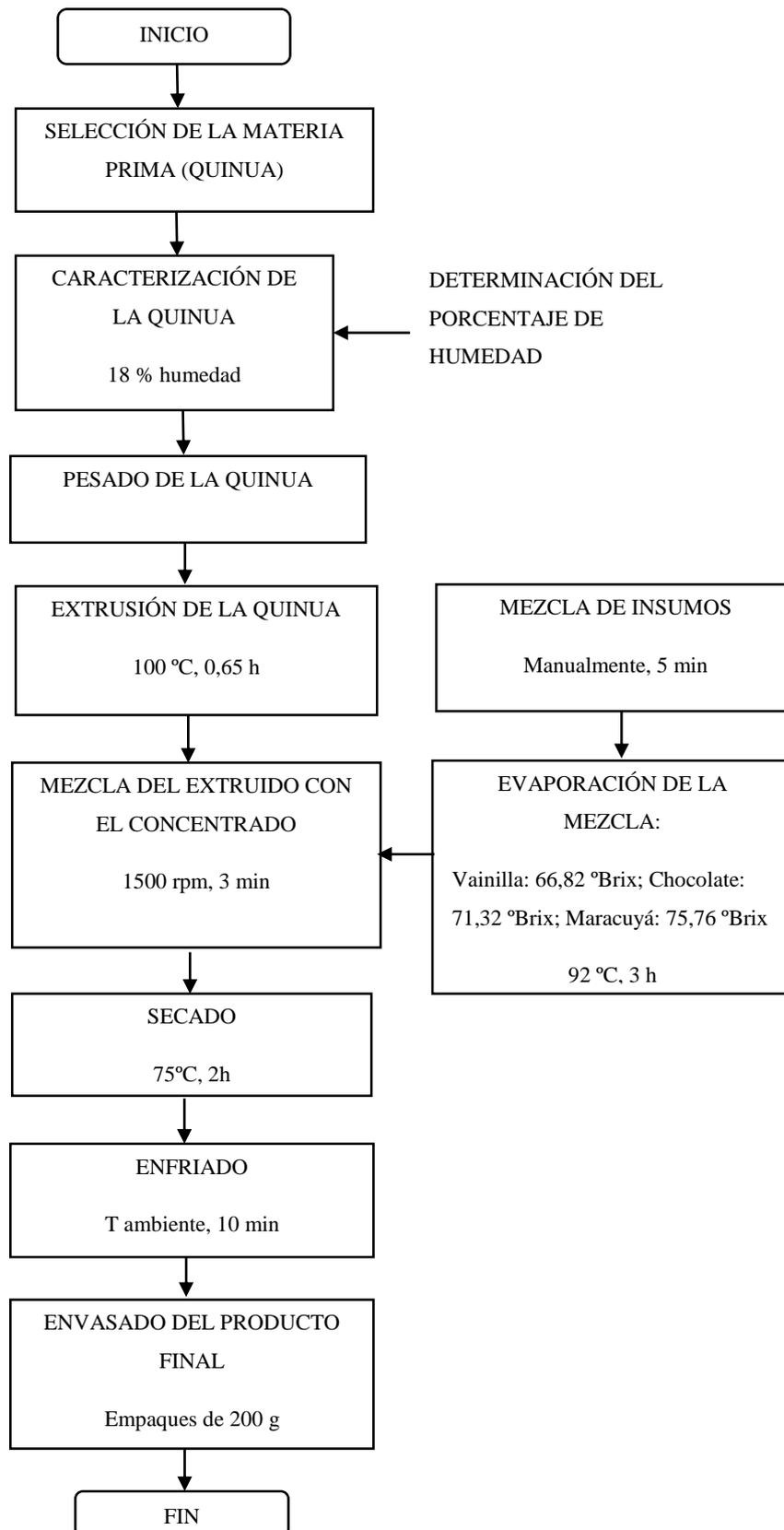
**Tabla 45-3:** Materia prima para la obtención de extruido de quinua industrialmente

<b>Materia Prima/Insumos</b>	<b>Porcentaje Inicial</b>
<b>Para producir 22,702 kg de Extruido de Quinua sabor a Vainilla</b>	
Extruido de Quinua Natural	55,07 %
Leche	28,41 %
Azúcar	13,77 %
Saborizante de Vainilla	2,75 %
<b>Para producir 23,491 kg de Extruido de Quinua sabor a Chocolate</b>	
Extruido de Quinua Natural	55,30 %
Leche	14,28 %
Azúcar	8,30 %
Barra de Chocolate	22,12 %
<b>Para producir 24,137 kg de Extruido de Quinua sabor a Maracuyá</b>	
Extruido de Quinua Natural	40,00 %
Leche	10,00 %
Azúcar	20,00 %
Pulpa de maracuyá	20,00 %
Agua	10,00 %

Fuente: VILLA D., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

3.6.6.2 *Diagrama del proceso*



**Gráfico 16-3:** Diagrama del proceso para la elaboración de extruído de quinua

Realizado por: Villa Diego, 2020

### 3.6.6.3 Descripción del diagrama del proceso de elaboración de extruido de quinua

- *Selección de la materia prima (quinua)*

La quinua seleccionada para proceder a elaborar y obtener las tres variedades de extruido de quinua se mantiene en sacos de polipropileno laminado a condiciones ambientales

- *Caracterización de la Quinua*

COPROBICH para poder empaquetar su quinua orgánica y sacarla a la venta la seca hasta una humedad menor al 10%, mientras que para este nuevo proceso es necesario tomar la materia prima el momento en que se halla en un 18% de la misma para que el proceso posterior de extrusión o expansión de la quinua se lleve a cabo sin inconvenientes.

- *Pesado de la Quinua*

Previo a este estudio se conoció que para este nuevo proceso se destinarán aproximadamente 4,7 toneladas al año, es decir, más o menos unos 19,5 kg diarios, por tanto, esta es la cantidad que debemos pesar en una balanza para su posterior proceso

- *Extrusión de la Quinua*

Una vez tenemos pesada la materia prima con un 18% de humedad se lleva a cabo el proceso de extrusión, donde se alimenta la extrusora tipo cañón que de acuerdo con las especificaciones del equipo se ingresa 1,024 kg de quinua y al cabo de un minuto de encendido el equipo y gracias a la presión y temperatura idóneas se obtiene 0,874 kg de extruido o pop de quinua natural (sin sabor, olor o color), éste es empacado para evitar que por su alto nivel de higroscopía se altere su textura pero cabe destacar que está listo para ser usado en los posteriores procesos.

- *Mezcla de los insumos*

- ✓ Extruido de quinua sabor a vainilla

Se miden 8,772 l de leche entera y 0,85 l de saborizante de vainilla en recipientes limpios, se pesan 4,250 kg de azúcar impalpable en una balanza y por último los dos primeros son diluidos en la determinada cantidad de leche.

- ✓ Extruido de quinua sabor a chocolate

Se miden 4,386 l de leche entera en un recipiente limpio, se pesan 2,55 kg de azúcar impalpable y 6,8 kg de chocolate en barra en una balanza y por último el azúcar y el chocolate son diluidos en la determinada cantidad de leche.

- ✓ Extruido de quinua sabor a maracuyá

Se miden 4,25 l de leche entera, 8,5 l de pulpa de maracuyá y 4,25 l de agua en recipientes limpios, se pesan 8,5 kg de azúcar impalpable en una balanza y siguiendo el orden siguiente se diluye así: pulpa en agua, ésta dilución en leche y por último añadimos el azúcar.

- *Evaporación de la mezcla de los insumos*

- ✓ Extruido de quinua sabor a vainilla

En un recipiente se añade la dilución realizada anteriormente, a continuación en el evaporador se procede a concentrar esta mezcla, activando la función de agitación, al cabo de 3 horas se obtiene un concentrado con las condiciones óptimas: 27,959 kg/m.s de viscosidad, 66,82,32 ° Brix, 1453 kg/m<sup>3</sup> de densidad y 6,01 de pH.

- ✓ Extruido de quinua sabor a chocolate

En un recipiente se añade la dilución realizada anteriormente, a continuación en el evaporador se procede a concentrar esta mezcla, activando la función de agitación, al cabo de 3 horas se obtiene un concentrado con las condiciones óptimas: 112,836 kg/m.s de viscosidad, 71,32 ° Brix, 1244 kg/m<sup>3</sup> de densidad y 6,79 de pH.

- ✓ Extruido de quinua sabor a maracuyá

En un recipiente se añade la dilución realizada anteriormente, a continuación en el evaporador se procede a concentrar esta mezcla, activando la función de agitación, al cabo de 3 horas se obtiene un concentrado con las condiciones óptimas: 17,132 kg/m.s de viscosidad, 75,76 ° Brix, 1323 kg/m<sup>3</sup> de densidad y 3,38 de pH.

- *Mezcla del extruido de quinua con el evaporado*

Se pesa 17 kg de extruido de quinua que previamente se empacó, se lo coloca en el equipo mezclador regulado a 1000 rpm, se procede a hacer el mezclado añadiendo poco a poco un determinado concentrado elaborado (vainilla chocolate o maracuyá) durante 5-10 minutos hasta conseguir una mezcla totalmente homogénea.

- *Secado de la mezcla*

Inmediatamente después de obtener la mezcla totalmente homogénea se coloca aproximadamente 500 g en cada bandeja, se realiza una buena distribución en la misma y se procede a ingresar al secador de bandejas que deberá estar regulado a 75 °C por 2 horas. Al finalizar este proceso se observa que de 17 kg de extruido de quinua natural más su respectivo concentrado se obtiene: 22,702 kg de extruido sabor a vainilla, 23,491 kg a chocolate y 24,137 a maracuyá.

- *Enfriado de la Mezcla*

Una vez seca la muestra se deja enfriar por más o menos 5 minutos para que todo el vapor que posee el producto al momento de salir del secador se vaya en el ambiente, no debemos dejar que se pase de tal tiempo para que el extruido no gane humedad del medio.

- *Envasado del producto final*

Al momento de tener frío el producto se procede a empacar en fundas de polietileno de baja densidad con un contenido neto de 200 g por cada una.

### 3.6.7 *Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria*

**Tabla 46-3:** Especificaciones de los equipos

EQUIPOS	ESPECIFICACIONES
Extrusor tipo cañón	<p>Según la proforma del <b>Anexo I</b> este equipo consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construido en acero inoxidable 304 con tapa de alta resistencia</li> <li>• Capacidad: 60 kg/h</li> <li>• Consta de motor de 750 W / 220 V / 60 Hz / monofásico</li> <li>• Movimiento de trabajo rotativo</li> <li>• Accionamiento de disparo por palanca para compuerta</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmisión por banda</li> <li>• Sistema de amortiguación por bancada</li> <li>• Manómetro de presión</li> <li>• Sistema de volteo por volante</li> <li>• Documento, manual de uso y mantenimiento</li> </ul>
Marmita	<p>Según la proforma del <b>Anexo I</b> este equipo consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eléctrica con capacidad para 25 litros hecha en Acero Inoxidable tipo 304, bajo las más estrictas normas de calidad.</li> <li>• Base tubular, se fabrica en acero inoxidable con bridas ajustables para nivelar y fijar al piso.</li> <li>• Mecanismo de volteo tipo corona sinfín</li> <li>• Diseñado para permitir un movimiento del recipiente hacia el frente de hasta 90 grados,</li> <li>• Fácil el vaciado del producto.</li> <li>• El acabado interno y externo es un pulido semibrillante que satisface los más estrictos requisitos sanitarios.</li> </ul>
Mezclador	<p>Según la proforma del <b>Anexo I</b> este equipo consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La estructura construida con chapas de acero al carbono ASTM A36.</li> <li>• El tazón y el mezclador de alambres fabricados de acero inoxidable AISI 304.</li> <li>• Cap. Máxima: 40 l</li> <li>• Motor eléctrico trifásico</li> <li>• Tensión eléctrica: 220 V</li> <li>• Variador de velocidad: electrónico</li> <li>• Frecuencia: 50/60 Hz</li> <li>• Velocidad de accesorios: Min. 220 rpm y Máx. 1200 rpm</li> </ul>
Secador de bandejas	<p>Según la proforma del <b>Anexo I</b> este equipo consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voltaje: 220 V/50 HZ</li> <li>• Energía (W): 2600</li> <li>• Material: De acero inoxidable SUS304</li> <li>• La temperatura de secado: 70 ~ 90c</li> <li>• Capacidad de calefacción: 10kW</li> </ul>
Balanza Analítica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo de sobremesa</li> <li>• Platillo de acero inoxidable</li> <li>• El dispositivo display puede situarse en diferentes lugares.</li> <li>• Cable de 1,5 m. de longitud.</li> <li>• Tamaño del display: 200x100x55 mm.</li> <li>• Tamaño del dígito: 25 mm.</li> <li>• Otras unidades de pesaje: lb, oz, ozt, tLH, tLT</li> <li>• Puede funcionar también mediante baterías (9 V)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Función de auto desconexión (AUTO-OFF) para ahorrar energía tras un lapso de 3 minutos.</li> <li>• Adaptador RS 232 C bidireccional para conexión al ordenador o impresora.</li> </ul>
Balanza digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo de sobremesa</li> <li>• Otras unidades de pesaje: lb, oz</li> <li>• Funciona mediante baterías</li> <li>• Tamaño del dígito: 25 mm.</li> </ul>
Probetas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material de vidrio o plástico</li> <li>• Varias dimensiones</li> <li>• Medida exacta</li> </ul>
Refractómetro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rango de medición: 0-50% Brix</li> <li>• División mínima: 0.5% Brix</li> <li>• Precisión: <math>\pm 5\%</math> Brix</li> <li>• Material: ABS</li> </ul>

Fuente: VILLA D., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

### 3.6.8 Validación del proceso

La validación del proceso industrial para la elaboración de extruido de quinua se realizó mediante la caracterización bromatológica y microbiológica del producto obtenido basadas en los parámetros establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2570 (2011): Bocaditos de granos, cereales y semillas. Requisitos. Como resultado de este proceso se tiene:

**Tabla 47-3:** Análisis bromatológico del extruido de quinua

Requisito	Requisito NTE INEN 2570	Resultado
<b>Extruido de quinua sabor a Vainilla</b>		
Grasa Extraída		5,05 %
Índice de peróxidos meq O <sub>2</sub> /kg (en la grasa extraída)	10	0,00 meq O <sub>2</sub> /kg
<b>Extruido de quinua sabor a Chocolate</b>		
Grasa Extraída		11,64 %
Índice de peróxidos meq O <sub>2</sub> /kg (en la grasa extraída)	10	1,66 meq O <sub>2</sub> /kg
<b>Extruido de quinua sabor a Chocolate</b>		
Grasa Extraída		3,83 %
Índice de peróxidos meq O <sub>2</sub> /kg (en la grasa extraída)	10	0,00 meq O <sub>2</sub> /kg

Fuente: VILLA D., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

**Tabla 48-3:** Análisis microbiológico del extruido de quinua

Requisito	Requisito NTE INEN 2570	Resultado
<b>Extruido de quinua sabor a Vainilla</b>		
Recuento de mohos y levaduras	10	< 10 UFC/g
	10 <sup>3</sup>	10 UFC/g
Recuento de aerobios totales	< 10	< 10 UFC/g
Recuento de <i>e. coli</i>		
<b>Extruido de quinua sabor a Chocolate</b>		
Recuento de mohos y levaduras	10	< 10 UFC/g
	10 <sup>3</sup>	1,2x10 <sup>2</sup> UFC/g
Recuento de aerobios totales	< 10	< 10 UFC/g
Recuento de <i>e. coli</i>		
<b>Extruido de quinua sabor a Chocolate</b>		
Recuento de mohos y levaduras	10	< 10 UFC/g
	10 <sup>3</sup>	20 UFC/g
Recuento de aerobios totales	< 10	< 10 UFC/g
Recuento de <i>e. coli</i>		

Fuente: VILLA D., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

### 3.6.9 Análisis de costo/beneficio del proyecto

#### 3.6.9.1 Presupuesto

A continuación, se presenta una tabla en la que se detalla el valor aproximado que tendría la implementación de este proceso industrial y los gastos en su primer año de funcionamiento:

**Tabla 49-3:** Presupuesto Recursos Humanos (primer año)

Ítem	Nº Unidad	Costo unitario (\$)	Total (\$)
<b>Recursos humanos</b>			<b>4800</b>
Operador	12.00	400	4800

Fuente: VILLA D., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

**Tabla 50-3:** Presupuesto insumos, materiales y maquinaria (primer año)

Ítem	Unidad	Nº Unidad	Costo unitario (\$)	Total (\$)
<b>Insumos, materiales, maquinaria</b>				<b>30199,33</b>
Adquisición de la materia prima	Kilogramo	4700	2,53	11891
Barra de Chocolate	Kilogramo	264,8	10,68	2828,.06
Pulpa de maracuyá orgánica	Litro	423,5	6,02	2549,47

Esencia de vainilla	Litro	128,6	10	1286
Adquisición de Leche entera	Litro	1360,333	0,60	816,2
Azúcar	Kilogramo	1224,3	2	2448,6
Equipos (Evaporador)		1	2500	2500
Equipos (Mezclador)		1	2000	2000
Equipos (Secador)		1	3700	3700
Equipos (Mesa de Trabajo)		1	180.00	180

Fuente: VILLA D., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

**Tabla 51-3:** Presupuesto servicios (primer año)

Ítem	Nº Unidad	Costo unitario (\$)	Total (\$)
<b>Servicios</b>			<b>5679</b>
Envase interno (polietileno-mínimo 30000 unidades)	30000	0.08	2499
Envase externo (Caja de Cartón)	30000	0.07	1980
Transporte	12	100	1200

Fuente: VILLA D., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

**Tabla 52-3:** Presupuesto gastos administrativos/funcionamiento (primer año)

Ítem	Nº Unidad	Costo unitario (\$)	Total (\$)
<b>Gastos administrativos/funcionamiento</b>			<b>2700</b>
Agua Potable	12	30	360
Electricidad	12	100	1200
Internet	12	25	300
Teléfono	12	20	240
Insumos de oficina	1	200	200
EPP's	1	400	400

Fuente: VILLA D., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

**Tabla 53-3:** Presupuesto servicios especializados (primer año)

Ítem	Nº Unidad	Costo unitario (\$)	Total (\$)
<b>Servicios especializados</b>			<b>911</b>
Caracterización de la materia prima	1	311	311
Caracterización del producto obtenido (Estabilidad e Información Nutricional)	1	600	600

Fuente: VILLA D., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

**Tabla 54-3:** Presupuesto otros costos (primer año)

Ítem	N° Unidad	Costo unitario (\$)	Total (\$)
<b>Otros costos</b>			<b>1608,50</b>
Permisos de funcionamiento	1	138,96	138,96
Patentes	1	208	208
Certificado de buenas prácticas	1	1158	1158
Notificación Sanitaria	1	103,54	103,54

Fuente: VILLA D., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

**Tabla 55-3:** Total presupuesto implementación proyecto (primer año)

Ítem	Costo (\$)
Recursos humanos	4800
Insumos, materiales, maquinaria	30199,33
Servicios	5679
Gastos administrativos/funcionamiento	2700
Servicios especializados	911
Otros costos	1608,50
<b>Total (\$)</b>	<b>45897,83</b>

Fuente: VILLA D., 2020

Realizado por: Villa Diego, 2020

Considerando que el sabor de vainilla tiene mayor aceptabilidad será producido en mayor cantidad, es así que, para una producción mensual de 1431 empaques de éste, 381 de chocolate y 501 de maracuyá que sumados dan 2313 empaques de producto de 200 g cada uno se necesitan un total de \$3085,14 debido a que el costo unitario para producir cada empaque de extruido de quinua de vainilla, chocolate y maracuyá es de \$1,10 \$1,77 y \$1,67 respectivamente; si se vende cada envase a \$2,50, que es un precio con el que el producto puede competir con otros similares, se produciría mensualmente \$5782,50 lo que generaría una ganancia de \$2697,36 mensual.

### 3.6.9.2 *Análisis costo/beneficio*

La planta que tiene por objetivo elaborar las tres variedades de extruido de quinua está proyectada para que trabaje de lunes a viernes, es decir, 20 días al mes durante todo el año produciendo 2313 empaques de extruido de quinua de 200 g c/u, esto tendrá la capacidad de generar una ganancia anual de \$32368,32 aproximadamente y sabiendo que la inversión total para el primer año de funcionamiento de la planta es de \$45897,50 se puede deducir que al cabo de 1 año y medio aproximadamente ya se estaría recuperando la inversión por completo, y además que a partir de ese punto las ganancias van a ser netas.

### 3.7 Cronograma de ejecución del proyecto

**Tabla 58-3:** Cronograma de ejecución del proyecto

ACTIVIDADES	TIEMPO																									
	1° MES				2° MES				3° MES				4° MES				5° MES				6° MES					
	SEMANAS																									
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Revisión bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Elaboración del anteproyecto	■	■	■																							
Determinación de variables	■	■	■	■																						
Caracterización de la materia prima			■	■																						
Pruebas para obtención del producto final				■	■	■	■	■																		
Caracterización del producto obtenido							■	■	■	■																
Estudio técnico y económico									■	■	■	■														
Redacción del trabajo final	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Análisis de costos	■	■	■	■									■	■	■	■	■	■	■	■						
Revisión del documento final					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Defensa de los resultados																										■

## CAPÍTULO IV

### 4 RESULTADOS

#### 4.1 Análisis y discusión de resultados

Para llevar a efecto el actual proyecto inicialmente se realizó la caracterización de la materia prima (quinua) proveniente de la Corporación de Productores y Comercializadores Orgánicos Bio Taita Chimborazo (COPROBICH), basada en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1673 (2013): Quinua. Requisitos, las muestras fueron enviadas para su respectivo análisis físico, bromatológico y microbiológico a la ciudad de Quito específicamente al Laboratorio de Análisis y Aseguramiento de la Calidad Multianalítica Cía. Ltda., obteniendo los siguientes resultados: ausencia de piedrecillas e insectos, 9,77 % de humedad, 12,99 % de proteína, 7,25 % de grasa, 2,65 % de ceniza, 1,93 % de fibra bruta y 65,41 % de carbohidratos como se logra apreciar en las **Tabla 14-3** y **Tabla 15-3**, mientras que para los microbiológicos que se observan en la **Tabla 16-3** tenemos un conteo de mohos de 10 UFC/g resultando que se posee una quinua de buena calidad ya que el requisito para esto es tener un valor de hasta  $10^2$  UFC/g, para levaduras resulta que se obtuvo un conteo  $< 10$  UFC/g, este parámetro no se evalúa en la norma indicada pero es importante realizarlo. La materia prima al ser proveniente de los cantones Colta, Guamote y Riobamba pertenece a la variedad de quinua “Nativa de Chimborazo”, por lo que su composición va a ser diferente a la quinua que se da en otros lugares del país, es por eso que se realiza un contraste de este tipo de quinua frente al tipo Tunkahuan utilizando los datos del estudio “LA QUINUA EN ECUADOR” realizado por el Ing. Eduardo Peralta del INIAP, en el cuál se describe que este tipo contiene 13,7% de humedad, 13,9% de proteína, 4,95% de grasa, 3,7% de ceniza, 8,61% de fibra bruta y 66,73% de carbohidratos, notamos que existe pequeñas diferencias entre uno y otro tipo, esto nos hace deducir que efectivamente cada variedad de quinua posee su propia composición pero en este caso las dos se encuentran cumpliendo los requisitos que exige la Norma INEN mencionada anteriormente.

Al haber aplicado una ficha de evaluación sensorial a 111 personas elegidas al azar que actuaron como jueces afectivos y después de haberles realizado una degustación de las tres variedades de extruido de quinua, se determinó que estadísticamente no existía la suficiente evidencia para comprobar que las muestras otorgadas a los jueces estén relacionadas con el nivel de respuesta que proporcionaron, por lo tanto, no se puede recomendar a ciencia cierta cuál de las variedades será la que más aceptabilidad tenga en el mercado, lo que sí nos arrojó este análisis fue que en

general considerando todos los parámetros analizados que generaron las muestras se indica que la muestra con código “V” perteneciente al sabor de vainilla es la que cuenta con la mayor aceptabilidad por parte de los jueces con un 63,06%, en segundo lugar con un 20,72% se encuentra la muestra “M” correspondiente al sabor maracuyá y por último tenemos la muestra “C” propia del sabor chocolate con un porcentaje de aceptabilidad del 16,22%.

Sabiendo que la empresa desea lanzar las tres variedades de extruido de quinua se realizó los cálculos de ingeniería necesarios para utilizar en la producción diaria 17 kg de extruido de quinua natural, además de recomendar los equipos que tendrá que adquirir la corporación para llevar a cabo el proceso de una manera óptima. Para que el proceso industrial funcione tal y como se ha diseñado, COPROBICH deberá utilizar la extrusora tipo cañón que posee en su planta, ésta es fabricada en acero inoxidable 304 con tapa de alta resistencia y con capacidad de 60 kg/h, en la cual va a ingresar los 19,5 kg diarios de quinua necesarios para la producción planificada, obviamente en lotes (1,024 kg), cabe recalcar que el proceso de extrusión se demora 1 minuto aproximadamente por tal motivo se considera que para la cantidad mencionada se va a utilizar 0,65 horas tomando en cuenta los lapsos entre ingresar la materia prima y sacar el extruido; deberá comprar una marmita en la que se van a desarrollar los concentrados para cada uno de los sabores, se ha sugerido que ésta sea eléctrica para no tener que utilizar un caldero además de que tenga una capacidad de 25 litros para que sea suficiente para manejar la producción planificada, obviamente la capacidad es mayor para un posible aumento de producción y/o evitar derrames. También deberá adquirir un mezclador con capacidad para 40 l considerando que van a ingresar para el sabor vainilla 23,96 kg entre extruido natural y concentrado, para el de chocolate 25,242 kg o para el de maracuyá 26,114 kg, que serán mezclados en lotes. Y por último deberá adquirir un secador de bandejas tipo armario con capacidad de albergar en cada bandeja 500 g de muestra lista para ser secada.

La validación de este proceso industrial se efectuó en base a la caracterización bromatológica y microbiológica, a la que se sometieron los tres productos finales, basada en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2570 (2011): Bocaditos de granos, cereales y semillas. Requisitos. Teniendo como resultados los siguientes: para el extruido de quinua sabor a vainilla en los análisis bromatológicos se observó que contiene un 5,05 % de grasa y un índice de peróxido igual a 0,00 meq O<sub>2</sub>/kg que quiere decir que la grasa presente no está sufriendo un proceso de oxidación y en los microbiológicos resulta que en el recuento de aerobios totales se obtuvo un valor de 10 UFC/g mientras que para el recuento de *E. Coli*, mohos y levaduras se determinó una cantidad <10 UFC/g; para el extruido de quinua sabor a chocolate los análisis bromatológicos determinaron que posee un 11,64 % de grasa y un índice de peróxido igual a 1,66 O<sub>2</sub>/kg, en este caso la oxidación de la grasa se llevó a cabo pero no sobrepasa el límite máximo de 10 O<sub>2</sub>/kg aceptado

por la norma, en los microbiológicos resulta que en el recuento de aerobios totales el valor es de  $1,2 \times 10^2$  UFC/g y en el recuento de *E. Coli*, mohos y levaduras se determinó una cantidad  $<10$  UFC/g; por último el extruido de quinua sabor a maracuyá obtuvo un 3,83 % de grasa y un índice de peróxido igual a 0,00 O<sub>2</sub>/kg en su análisis bromatológico, al igual que en el primero no se observa la oxidación de la grasa presente, en los análisis microbiológicos resulta que posee 20 UFC/g de aerobios totales y en el recuento de *E. Coli*, mohos y levaduras posee un valor  $<10$  UFC/g. Con estos datos observados se determina que las tres variedades de extruido de quinua elaboradas cumplen con los requisitos establecidos en la norma mencionada y hace que el proceso sea válido y sobre todo faculta al producto para ser consumido por el ser humano.

El proceso está diseñado para que la corporación elabore el producto de la siguiente manera: el operador a cargo del proceso laborará 5 días a la semana de lunes a viernes y deberá tener en cuenta que dependiendo del sabor a fabricar variará la cantidad de producción, es decir, el lote diario será de 22,702 kg de extruido de quinua sabor a vainilla, 23,491 kg para el de chocolate o 24,137 kg con sabor a maracuyá que serán comercializados a un precio de venta al público de \$2,50, este valor fue determinado considerando todos los parámetros involucrados en el proceso como el costo de producción, la utilidad generada que varía entre uno y otro sabor (vainilla 128%, chocolate 41% y maracuyá 50%), etc. Con base en estos datos y tomando en cuenta la aceptabilidad del producto según la ficha de evaluación sensorial realizada vemos que el proyecto está muy bien encaminado ya que el sabor más aceptado es al mismo tiempo el más barato de producir y por ende el que mayor ganancias generaría, debido a lo anteriormente mencionado para este proyecto se ha propuesto elaborar 1431 empaques de extruido de quinua sabor a vainilla, 381 de chocolate y 501 de maracuyá que sumados dan 2313 empaques mensuales de 200 g cada uno, esto tendrá la capacidad de generar una ganancia mensual de \$2697,36 y anual de \$32368,32 aproximadamente y sabiendo que la inversión total para el primer año de funcionamiento de la planta es de \$45897,50 se puede deducir que al cabo de 1 año y medio ya se estaría recuperando la inversión por completo, y además que a partir de ese punto las ganancias van a ser netas por tal motivo el proyecto es totalmente factible de realizar.

## CONCLUSIONES

- Se elaboró y entregó a la Corporación de Productores y Comercializadores Orgánicos Bio Taita Chimborazo los prototipos de las tres variedades de extruido de quinua con sabor a chocolate, maracuyá y vainilla
- A través de la caracterización física, bromatológica y microbiológica de la quinua, se verificó que los parámetros según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1673 (2013): Quinua. Requisitos., se encuentran dentro de los límites establecidos, es así que se considera la quinua como apta para la elaboración de las tres variedades de extruido de quinua.
- Se determinó las variables de proceso indispensables tales como: humedad, temperatura y tiempo, las cuales a lo largo de la elaboración del extruido de quinua fueron minuciosamente controladas, en las diferentes operaciones que conforman el proceso: selección de materia prima, extrusión, evaporación, mezclado y secado, haciendo énfasis en la variable de la humedad debido a que, si no se controla adecuadamente, no se podrá llevar a cabo la extrusión.
- Mediante los cálculos de ingeniería se determinó tanto la formulación correcta para cada una de las variedades de producto como el listado de equipos y maquinarias necesarias para poder poner en marcha este proceso industrial, entre ellos tenemos: una extrusora de cereales tipo cañón, una marmita eléctrica, un mezclador y un secador de bandejas tipo armario, todos con sus respectivas especificaciones.
- En consecuencia, de los resultados adquiridos mediante el análisis bromatológico y microbiológico de los productos finales obtenidos se evidencia que cumplen satisfactoriamente con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2570 (2011): Bocaditos de granos, cereales y semillas. Requisitos., por tanto se validó el proceso industrial para la elaboración de las tres variedades de extruido de quinua en COPROBICH, al mismo tiempo que se establecen como aptos para el consumo humano.

## RECOMENDACIONES

- Con el propósito de elaborar un producto que cumpla con todos los estándares de calidad se sugiere que el operador a cargo del proceso siga el protocolo del Sistema de Buenas Prácticas de Manufactura implementado recientemente en la corporación, para así garantizar el producto frente a los consumidores.
- Para avalar la inocuidad de la materia prima (quinua) y del producto final se deben llevar a cabo los análisis pertinentes a las mismas periódicamente, esto para siempre mantenerse dentro de los límites que las normas correspondientes exigen, además de tener muy en cuenta que los insumos utilizados serán los recomendados a lo largo del proyecto ya que estos cuentan con la garantía de calidad y las condiciones necesarias para el proceso de elaboración del extruido de quinua.
- Acorde el proyecto vaya dando frutos se debería ir planteando por parte de la dirigencia de la corporación la automatización de algunos procesos como la mezcla de los insumos mediante otro mezclador y el empaque del producto terminado a través de una máquina para tal efecto, ya que en este diseño por motivo de costos estos procesos son manuales.
- Se recomienda aplicar una nueva ficha de evaluación sensorial en diferentes mercados para asegurar estadísticamente que variedad de extruido procesar en mayor cantidad ya que en este estudio no se lo pudo determinar por falta de evidencia.
- Se recomienda a la empresa realizar el análisis para la determinación de la vida de anaquel del producto para establecer el periodo de tiempo en el cual éste va a conservar las propiedades organolépticas esperadas por el consumidor.

## **GLOSARIO**

**AOAC.-** Fue conocida como la Association of Official Analytical Chemists (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales), se conoce actualmente como la AOAC Internacional y es una asociación científica privada sin fines de lucro fundada en 1884, encargada del desarrollo y validación de métodos analíticos a través de consensos y del mejoramiento de los procedimientos de aseguramiento de la calidad en los laboratorios (Innova, 2011).

**EVALUACIÓN SENSORIAL.-** La evaluación sensorial de los alimentos es una disciplina integrada que permite establecer la calidad de los productos sobre la base de sus atributos evaluables por los sentidos humanos (Montenegro, *et al.*, 2008).

**EL VALOR FOB.-** “Es el valor de la mercancía puesta a bordo de un transporte marítimo, el cual abarca tres conceptos: costo de la mercancía en el país de origen, transporte de los bienes y derechos de exportación” (One Cor, 2018).

**ÍNDICE DE PERÓXIDO.-** “El Índice de Peróxidos viene expresado como los miliequivalentes de oxígeno activo presentes en 1 kg de aceite o grasa, y nos proporciona información sobre el grado de oxidación de las mismas” (Badui, 1988).

**INEN.-** Servicio Ecuatoriano de Normalización. “Es el organismo técnico nacional competente, en materia de reglamentación, normalización y metrología” (SAE, 2017).

**SEGURIDAD ALIMENTARIA:** Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación la Seguridad Alimentaria “a nivel de individuo, hogar, nación y global, se consigue cuando todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a suficiente alimento, seguro y nutritivo, para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias, con el objeto de llevar una vida activa y sana” (FAO, 2019).

**TRADE MAP.-** “Es una aplicación web interactiva que presenta estadísticas del comercio e información sobre el acceso a los mercados para el desarrollo internacional de las empresas” (Centro de Comercio Internacional, 2019).

**UFC.-** Unidades Formadoras de Colonias. Es una unidad de medida que se emplea para la cuantificación de microorganismos, es decir, para contabilizar el número de bacterias o células fúngicas (levaduras)1 viables en una muestra líquida o sólida (Bennington, 1999).

**USDA.-** Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Es una unidad ejecutiva del Gobierno Federal de EE. UU. Su propósito es desarrollar y ejecutar políticas de ganadería, agricultura y alimentación. Su meta es entender en las necesidades de los productores (granjeros, rancheros), promoviendo el comercio agrícola y la producción, trabajando para asegurar seguridad alimentaria, protegiendo los recursos naturales, mejorar las comunidades rurales, y poner fin al hambre (Euroganadería, 2020).

**VIDA DE ANAQUEL.-** “Se considera como el periodo de tiempo en el cual el alimento conserva los atributos esperados por el consumidor y es el momento adecuado para comercializarlo” (Synergy Biotech, 2018).

## BIBLIOGRAFÍA

**ABREU, J.** El Método de la Investigación. *Daena: International Journal of Good Conscience* [en línea], 2014, 9 (3), pp 200-201. [Consulta: 7 noviembre 2019]. ISSN 1870-557X. Disponible en: [http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9\(3\)195-204.pdf](http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9(3)195-204.pdf)

**AOAC.** *Official Method 923.03 Determination of total ash and organic matter.*

**AOAC.** *Official Method 2001.11 Protein (Crude) in Animal Feed, Forage (Plant Tissue), Grain, and Oilseeds.*

**AOAC.** *Official method AOAC 2003.06 Fat in food, cereals and fodder.*

**AOAC.** *AOAC Official Method 925.10 Determination of moisture.*

**BADUI, S.** Diccionario de la Tecnología de los Alimentos. 1988 D.F., Mx: Alhambra Mexicana. ISBN 968 444 071 5.

**CASTAÑEDA OROSCO, Victoria Alexandra.** Diseño de un proceso industrial para la obtención de un plaguicida orgánico a partir de la saponina de quinua (*chenopodium quinoa*) en COPROBICH (Trabajo de Titulación) (Pregrado). ESPOCH, Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Química. Riobamba, Ecuador. 2018. pp. 4-6. [Consulta: 16 diciembre 2019]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8985>

**ESTADÍSTICAS DEL COMERCIO INTERNACIONAL 2001-2019.** *Centro del Comercio Internacional* [blog]. 2019. [Consulta: 16 febrero 2020]. Disponible en: <http://www.intracen.org/itc/analisis-mercados/estadisticas-del-comercio/>

**COLINA, M.** SGPWE EXTRUSIÓN. 2018. [Consulta: 26 diciembre 2019]. Disponible en: <http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/mlci/extrusion.pdf>

**COPROBICH.** Consultoría: Estudio de Mercado de la Quinua y sus derivados para la Corporación de Productores y Comercializadores Orgánicos Bio Taita Chimborazo "COPROBICH". Colta, Ecuador. 2016. pp. 2-4

**FAO.** Quinoa. 2019. [Consulta: 7 noviembre 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/quinoa/es/>

**FAO.** Seguridad Alimentaria y Nutricional. Conceptos Básicos. 2011. 3era Edición. [Consulta: 16 febrero 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-at772s.pdf>

**GOTTAU, Gabriela.** La quinoa en todas sus formas [blog] . 2017. [Consulta: 26 noviembre 2019]. Disponible en: <https://www.vitonica.com/alimentos/grano-entero-inflada-en-harina-todas-las-versiones-que-puedes-encontrar-de-la-quinoa-a-tu-alcance>

**INEN 1671.** *Norma Técnica Ecuatoriana 1671:2013 Quinoa. Determinación del nivel de infestación y de las impurezas.*

**INEN 1673.** *Norma Técnica Ecuatoriana 1673:2013. Quinoa. Requisitos.*

**INEN 522.** *Norma Técnica Ecuatoriana 522:2013. Harinas de origen vegetal. Determinación de la fibra cruda.*

**MIRA, J., SUCOSHAÑAY, D.** “CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE QUINUA (*CHENOPODIUM QUINOA WILLD*) PRODUCIDA EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO, ECUADOR”. Revista Perfiles [en línea], 2016, (Ecuador) 2(16), p. 28. [Consulta: 10 febrero 2020]. ISSN 1390-5740. Disponible en: <http://ceaa.esPOCH.edu.ec:8080/revista.perfiles/faces/Revistas/Revista%20Perfiles%2016.pdf>

**MONTENEGRO G.; et al.** Implementación de un panel sensorial para mieles chilenas. 2008. [Consulta: 10 febrero 2020]. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-16202008000100005&lng=en&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-16202008000100005&lng=en&nrm=iso)

**PERALTA, E.** LA QUINUA EN ECUADOR “Estado del Arte”. 2009, pp. 16-17. Quito, Ecuador. [Consulta: 26 noviembre 2019]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/805/1/iniapsclgaq1.pdf>

**SYNERGY BIOTECH.** Evaluación y determinación de vida de anaquel. 2018. [Consulta: 16 febrero 2020]. Disponible en: <https://www.synergy-biotech.com/evaluacion-y-determinacion-de-vida-de-anaquel.php>

**VILLACRÉS, M. CALDERÓN, C., CAUJA, L., ARCOS, T.** “OBTENCIÓN DE DETERGENTE LÍQUIDO USANDO SAPONINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*), CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) CABUYA (*Sisalana perrine*) Y SU DISEÑO DE PRODUCCIÓN”. Revista Perfiles [en línea], 2019, (Ecuador) 1(21), p. 38. [Consulta: 10 febrero 2020]. ISSN: 2477-9105. Disponible en: <http://ceaa.esPOCH.edu.ec:8080/revista.perfiles/faces/Revistas/Revista%20Perfiles%2021.pdf>

## ANEXOS

ANEXO A. NTE INEN 1673 (2013): QUINUA. REQUISITOS.



Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 1673:2013**  
**Primera revisión**

---

## QUINUA. REQUISITOS

**Primera edición**

QUINUA. REQUIREMENTS

First edition

---

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, Cereales, leguminosas y productos derivados, quinua.  
AG 05.04-412  
CDU: 633.1  
ICS: 67.060

<b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b>	<b>QUINUA REQUISITOS</b>	<b>NTE INEN 1673:2013 Primera revisión 2013-09</b>
<p><b>1. OBJETO</b></p> <p><b>1.1</b> Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el grano de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) destinado a consumo humano. No aplica a la quinua destinada a semilla.</p> <p><b>2. DEFINICIONES</b></p> <p><b>2.1 Masa hectolítrica.</b> Masa de grano por unidad de volumen, expresada en kilogramos por hectolitro.</p> <p><b>2.2 Insecto primario.</b> Es el insecto capaz de romper el grano por sí solo, es decir, sin que por otros medios se facilite el ataque.</p> <p><b>2.3 Insecto secundario.</b> Es el insecto que por sí solo no es capaz de romper el grano, es decir, que necesita la presencia de insectos primarios u otros medios que faciliten el ataque.</p> <p><b>2.4 Grano infestado.</b> Es aquel que porta en su superficie o en su parte interna insectos vivos o muertos en cualquiera de sus estados biológicos.</p> <p><b>2.5 Impurezas.</b> Para efectos de esta norma, comprende:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- granos dañados por calor.</li><li>- granos dañados por humedad.</li><li>- granos quebrados, germinados y ennegrecidos.</li><li>- granos dañados por insectos.</li><li>- otros granos.</li><li>- excremento de animales y vegetales.</li><li>- otros materiales dañinos.</li></ul> <p><b>2.6 Sachaquinua.</b> Aquellas que corresponden a especies silvestres de quinua, entre las más importantes son las siguientes:</p> <p>Chenopodium album Chenopodium hircinum Chenopodium quinoa var. millanum</p> <p><b>2.7 Granos de otro color.</b> Granos de <i>Chenopodium quinoa willd</i> de color marrón o negro, o de color diferente al de la variedad.</p> <p><b>2.8 Granos dañados.</b> Grano de quinua que ha sufrido deterioro por la acción de insectos o agentes patógenos, que este fermentando, germinando o dañado por cualquier otra causa, observables a simple vista.</p> <p><b>3. CLASIFICACION</b></p> <p><b>3.1 De acuerdo a su tamaño.</b> La quinua se clasifica de acuerdo a su tamaño en los cuatro tipos que se indican en la tabla 1.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, Cereales, leguminosas y productos derivados, quinua.</p>		

**TABLA 1. Denominación del tamaño de los granos de quinua en función del diámetro promedio**

Tamaño de los granos	Diámetro promedio de los granos, (mm)	Malla
Extra grande	mayores a 2,0	85% retenido en la malla ASTM 10
Grandes	entre 2,0 a 1,70	85% retenido en la malla ASTM 12
Medianos	entre 1,70 a 1,40	85% retenido en la malla ASTM 14
Pequeños	menores a 1,40	85% que pasa por la malla ASTM 14

**3.2 De acuerdo a las características físicas.** La quinua se clasifica en grados 1, 2 y 3, de acuerdo con los requisitos indicados en la Tabla 5.

**3.3 Designación.** La quinua en grano se designará por su tamaño, grado, seguido de la referencia de esta norma.

Ejemplo: Quinua. Grande. Grado 1. NTE INEN 1673

#### 4. REQUISITOS

##### 4.1 Requisitos específicos

**4.1.1 Color.** La quinua en grano debe presentar un color natural y uniforme, característico de la variedad.

**4.1.2 Sabor.** Para efectos de esta norma de acuerdo con la prueba de espuma, se considera como quinua dulce aquella que da una altura de espuma de 1,0 cm o menor y como quinua amarga aquella que da una altura de espuma superior a 1,0 cm (ver Norma NTE INEN 1672).

**4.1.3 Olor.** La quinua en grano, en un examen organoléptico, debe estar libre de olores producidos por contaminación de mohos o por una mala conservación u otros olores objetables.

**4.1.4 Requisitos físicos.** La quinua en grano debe cumplir con los requisitos indicados en la tabla 2.

**TABLA 2. Requisitos físicos de la quinua**

REQUISITO	VALORES		
	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Piedrecillas en 100 g de muestra	-	Ausencia	NTE INEN 1671
Insectos (enteros, partes o larvas)	-	Ausencia	NTE INEN 1671

**4.1.5 Requisitos bromatológicos.** La quinua en grano debe cumplir con los requisitos indicados en la tabla 3.

**TABLA 3. Requisitos bromatológicos de la quinua**

REQUISITO	VALORES		
	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Humedad, %(m/m)	-	13,5%	NTE INEN 1235
Proteínas, %(m/m)	10,0 %	-	ISO 20483
Cenizas, %(m/m)	-	3,5 %	NTE INEN 1671
Grasa, %(m/m)	4,0 %	-	ISO 11085
Fibra cruda, %(m/m)	3,0 %	-	NTE INEN 1671
Carbohidratos, % (m/m)	65,0 %	-	Determinación indirecta

(Continúa)

**4.1.6 Requisitos microbiológicos.** La quinua debe cumplir con los requisitos indicados en la tabla 4.

**TABLA 4. Requisitos microbiológicos de la quinua**

MICROORGANISMO	N	c	VALORES		
			M	M	Método de ensayo
Mohos	5	3	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	NTE INEN 1529-10

En donde:

n = Número de muestras que se van a examinar

c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad

M = Índice máximo permisible para identificar nivel de calidad aceptable.

**4.7** La quinua se ajustará a los límites máximos de residuos de plaguicidas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius, CAC/LMR 01-2009.

**4.8 Grados de quinua.** La quinua en grano ensayada con las normas INEN correspondientes debe cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 5. El grado que se asigne al lote será el que corresponda al factor de calidad más bajo de la muestra.

**TABLA 5. Tolerancias admitidas para la clasificación de los granos de quinua en función a su grado**

Características	Unidad	Grado 1		Grado 2		Grado 3	
		Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Granos enteros	%	96		90		86	
Granos quebrados	%		1,5		2,0		3,0
Granos dañados	%		1,0		2,5		3,0
Granos de color	%		1,0		2,0		3,0
Granos germinados	%		0,15		0,25		0,30
Granos recubiertos (vestidos)	%		0,25		0,30		0,35
Granos inmaduros (verdes)	%		0,50		0,70		0,90
Impurezas totales	%		0,25		0,30		0,35
Variedades contrastantes	%		1,0		2,0		2,5

## 5. INSPECCIÓN

**5.1** Los procesos de inspección que deben seguirse para la aceptación de lotes de quinua se especifican a continuación:

### 5.1.1 Muestreo

**5.1.1.1** El muestreo debe realizarse de acuerdo a las Directrices Codex sobre muestreo CAC/GL 50, a la norma ISO 10725 para productos a granel, la familia de ISO 2859 e ISO 3951 para producción continua o lotes aislados, y las normas ISO 8422 e ISO 8423 para inspección por atributos y variables.

**5.1.1.2** Los requisitos de cantidad de producto en paquetes y sus tolerancias debe estar de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN-OIML R 87.

### 5.1.2 Aceptación y rechazo

**5.1.2.1** Si el producto cumple con los requisitos especificados en esta norma el lote es aceptado.

**5.1.2.2** Si el producto no cumple con uno o más de los requisitos especificados en esta norma el lote es rechazado.

(Continúa)

## 6. ENVASADO Y EMBALADO

La quinua en grano para consumo podrá ser comercializada a granel o envasada en sacos limpios de material resistente a la acción del producto, de tal manera que no afecte o altere las características o la composición del mismo.

**6.1** Los envases deben ser nuevos y estar en condiciones sanitarias adecuadas, limpios y exentos de materias extrañas a fin de que resguarden la estabilidad y calidad del producto envasado, debiendo además protegerlo de cualquier contaminación durante su transporte, almacenamiento y comercialización.

**6.2** Los recipientes, incluido el material de envasado, deben estar fabricados sólo con sustancias que sean de grado alimentario, inocuas y adecuadas para el uso al que están destinadas.

**6.3** Los envases deben proteger al producto de la hidratación, constituyendo una barrera a la absorción de humedad externa suficiente para mantenerlo durante el almacenamiento, dentro del límite máximo de humedad establecido en esta norma.

## 7. ROTULADO

Los envases y las guías de despacho al granel deben llevar rótulos con caracteres legibles e indelebles, redactados en español o en otro idioma, si las necesidades de comercialización así lo dispusieran, en tal forma que no desaparezcan bajo condiciones normales de almacenamiento y transporte, con la información siguiente:

- a) Nombre del producto.
- b) Designación de acuerdo con lo especificado en el numeral 3.6.
- c) Masa (peso) neta en kilogramos.
- d) Indicaciones sobre tratamiento contra plagas efectuadas en el grano.

El rotulado y etiquetado del producto envasado para comercialización directa al consumidor, debe cumplir con lo indicado en las NTE INEN 1334-1 y NTE INEN 1334-2.

## APENDICE Z

### Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1233	<i>Granos y cereales Muestreo.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1235	<i>Granos y cereales. Determinación del contenido de humedad (Método de rutina).</i>
Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1670	<i>Quinoa. Determinación de la proteína total. (Proteína cruda)</i>
Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1671	<i>Quinoa. Determinación del nivel de infestación y de las Impurezas.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1672	<i>Quinoa. Determinación del contenido de saponinas por medio del método espumoso (método de rutina).</i>
Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1334-1	<i>Rotulado de Productos Alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-2	<i>Rotulado de Productos Alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10	<i>Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad</i>
Recomendación Técnica Ecuatoriana NTE INEN-OIML R 87	<i>Cantidad de producto en paquetes.</i>
Norma Internacional ISO 8422	<i>Sequential sampling plans for inspection by attributes</i>
Norma Internacional ISO 8423	<i>Sequential sampling plans for inspection by variables for percent nonconforming (known standard deviation)</i>
Norma Internacional ISO 2859	<i>Series of standards for sampling for inspection by attributes.</i>
Norma Internacional ISO 3951	<i>Series of standards for sampling procedures for inspection by variables.</i>
Norma Internacional. ISO 10725	<i>Acceptance sampling plans and procedures for the inspection of bulk materials.</i>
Comisión del Codex Alimentarius CAC/LMR 01-2009	<i>Lista de Límites Máximos para Residuos de Plaguicidas.</i>
Directrices del Codex Alimentarius CAC/GL 50-2004	<i>Directrices Generales sobre Muestreo</i>

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

MICRO ORGANISMS IN FOODS 2. Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications. Second edition. ICMSF Blackwell Scientific Publications 1986

Norma Andina NA 0038 GRANOS ANDINOS. Pseudos cereales, Quinoa en grano. Clasificación y requisitos. Comité Andino de Normalización, Gaceta Oficial del Acuerdo de Cartagena N° 1580, 2008

*Historia de las Dos Primeras Variedades de Quinoa*, INIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quito, 1986.

*II Congreso Internacional de Cultivos Andinos*. ITCA. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Organización de Estados Americanos. Riobamba, 1980.

*Programa de cultivos Andinos*. Convenio INIAP-CI ID, II Fase. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo. Quito, 1986.

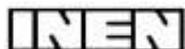
Centro Nestlé de Investigación y Desarrollo para América Latina, LATINRECO S.A. *Determinación del contenido de saponinas en quinoa por el método espumoso*. Quito, 1987.

Norma Colombiana ICONTEC 602 (Cuarta revisión). *Granos y Cereales. Sorgo granifero para consumo animal*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1979.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> NTE INEN 1673 <b>Primera revisión</b>	<b>TÍTULO:</b> QUINUA. REQUISITOS	<b>Código:</b> AG 05-04-412
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1988-06-27 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Acuerdo No. 290 de 1988-07-06 publicado en el Registro Oficial No. 978 de 1988-07-14  Fecha de iniciación del estudio: 2012-07-19	
Fechas de consulta pública: 2012-11-20 al 2012-12-20		
Subcomité Técnico: Fecha de iniciación: Integrantes del Subcomité:	Fecha de aprobación:	
<b>NOMBRES:</b>	<b>INSTITUCIÓN REPRESENTADA:</b>	
<p>Mediante compromiso presidencial N° 16364, el Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN, en vista de la necesidad urgente, resuelve actualizar el acervo normativo en base al estado del arte y con el objetivo de atender a los sectores priorizados así como a todos los sectores productivos del país.</p> <p>Para la revisión de esta Norma Técnica se ha considerado el nivel jerárquico de la normalización, habiendo el INEN realizado un análisis que ha determinado su conveniente aplicación en el país.</p> <p>La Norma en referencia ha sido sometida a consulta pública por un periodo de 30 días y por ser considerada EMERGENTE no ha ingresado a Subcomité Técnico.</p>		
Otros trámites: Esta NTE INEN 1673:2013(Primera revisión), reemplaza a la NTE INEN 1673:1988		
♦ <sup>10</sup> Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue <b>DESREGULARIZADA</b> , pasando de <b>OBLIGATORIA</b> a <b>VOLUNTARIA</b> , según Resolución Ministerial y oficializada mediante Resolución No. 14158 de 2014-04-21, publicado en el Registro Oficial No. 239 del 2014-05-06.		
La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma		
Oficializada como: Obligatoria Registro Oficial No. 84 de 2013-09-19	Por Resolución No. 13286 de 2013-08-13	

**ANEXO B. NTE INEN 2570 (2011): BOCADITOS DE GRANOS, CEREALES Y SEMILLAS.  
REQUISITOS.**



## **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2570:2011**

---

### **BOCADITOS DE GRANOS, CEREALES Y SEMILLAS. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

GRAIN, CERALS AND SEEDS SANCKS. REQUIREMENTS.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, cereales, leguminosas, productos derivados bocaditos, requisitos.  
AL: 02.02-407  
CDU: 641.82  
CJU: 3121  
ICS: 67.060

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	BOCADITOS DE GRANOS, CEREALES Y SEMILLAS. REQUISITOS	NTE INEN 2570:2011 2011-05						
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los bocaditos elaborados a partir de cereales, leguminosas, granos y semillas horneados o fritos listos para consumo.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma se aplica a los productos fritos u horneados que se comercializan envasados y enteros, tales como: tostado, maní, habas, garbanzos, semilla de sambo, entre otros.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma se adopta la siguiente definición</p> <p>3.1.1 <i>Bocaditos</i>. Son los productos alimenticios que permiten mitigar el hambre sin llegar a ser una comida completa, se los conoce como pasabocas, snacks, botanas.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. REQUISITOS</b></p> <p><b>4.1 Requisitos específicos</b></p> <p>4.1.1 La elaboración del producto debe cumplir con el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública y además se deben adoptar las medidas necesarias para reducir el contenido de acrilamida, tomando como base las indicadas en la CAC/RCP 67 - 2009 (Código de prácticas para reducir el contenido de Acrilamida en los alimentos).</p> <p>4.1.2 El producto debe presentar el color, olor, sabor y textura característicos</p> <p>4.1.3 El Aceite utilizado en la elaboración de estos productos debe cumplir con los requisitos establecidos en las NTE INEN correspondientes para aceites comestibles de acuerdo con su naturaleza.</p> <p>4.1.4 Se permite la adición de los aditivos establecidos en la NTE INEN 2074</p> <p>4.1.5 Se permite la adición de especias y condimentos para conferir las características sensoriales deseadas</p> <p>4.1.6 No se permite la adición directa de antioxidantes y conservantes, su presencia se debe únicamente al efecto de transferencia.</p> <p>4.1.7 Estos productos deben cumplir con los requisitos que establecidos en las tablas 1 y 2</p> <p style="text-align: center;"><b>TABLA 1. Requisitos bromatológicos</b></p> <table border="1" data-bbox="427 1753 1264 1861"><thead><tr><th>Requisito</th><th>Máximo</th><th>Método de ensayo</th></tr></thead><tbody><tr><td>Índice de peróxidos meq O<sub>2</sub>/kg (en la grasa extralida)</td><td>10</td><td>NTE INEN 277</td></tr></tbody></table> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, cereales, leguminosas, productos derivados bocaditos, requisitos.</p>			Requisito	Máximo	Método de ensayo	Índice de peróxidos meq O <sub>2</sub> /kg (en la grasa extralida)	10	NTE INEN 277
Requisito	Máximo	Método de ensayo						
Índice de peróxidos meq O <sub>2</sub> /kg (en la grasa extralida)	10	NTE INEN 277						

TABLA 2. Requisitos Microbiológicos

Requisito	n	c	m	M	Método de ensayo
Recuento estándar en placa, ufc/g	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	NTE INEN 1529-5
Mohos ufc/g	5	2	10	10 <sup>2</sup>	NTE INEN 1529-10
E coli ufc/g	5	0	< 10	-	NTE INEN 1529-7

**4.1.8** En los productos con base de maíz, el contenido máximo de aflatoxina será de 20 µg/ kg

**4.1.9** El límite máximo de plaguicidas es el que establece el Codex alimentarius CAC/LMR 1

**4.1.10** El límite máximo de contaminantes para estos productos es el que establece el documento Codex CXS 193, Contaminantes de los alimentos

#### **4.2 Requisitos complementarios**

**4.2.1** Estos productos se pueden comercializar solos o en mezcla de productos.

**4.2.2** El producto se debe expender de acuerdo con la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad

### **5. INSPECCIÓN**

**5.1 Muestreo.** El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN ISO 2859-1.

**5.2 Aceptación o rechazo.** Se acepta el producto si cumple con los requisitos establecidos en esta norma, caso contrario se rechaza.

### **6. ENVASADO Y EMBALADO**

**6.1** El material de envase debe ser de grado alimentario, que proteja al producto, y no altere sus características.

### **7. ROTULADO**

**7.1** El rotulado del producto debe cumplir con lo establecido en el RTE INEN 022.

## APENDICE Z

### Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 277	<i>Grasa y aceites. Determinación del índice de peróxido</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos, REP</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-7	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10	<i>Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra a profundidad</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN ISO 2859-1	<i>Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1 Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2074	<i>Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos</i>
Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022	<i>Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados</i>
CAC/MRL 1	<i>Lista de Límites Máximos para Residuos de Plaguicidas, Programa conjunto FAO/OMS</i>
CAC/RCP 67	<i>Código de prácticas para reducir el contenido de Acrilamida en los alimentos.</i>
Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura	<i>para alimentos procesados. Decreto Ejecutivo 3253, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002.</i>
Ley 2007-76	<i>Sistema Ecuatoriano de Calidad, Registro Oficial No. 26 de 2007-02-22.</i>

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

Programa conjunto FAO/OMS, CODEX ALIMENTARIO CAC/RCP 67 - 2009 *Código de prácticas para reducir el contenido de Acrilamida en los alimentos.*

*Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile DTO. 977/96, Actualizado a abril del 2009, artículo 368*

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 187. *Granos y cereales. Maíz en grano. Requisitos.* Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito, 1995.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

**Documento:** TÍTULO: BOCADITOS DE GRANOS, CERALES Y SEMILLAS Código:  
**NTE INEN 2570 REQUISITOS.** **AL. 02.02-407**

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio: 2010-03	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo Ministerial No. publicado en el Registro Oficial No.  Fecha de iniciación del estudio:
---	--

Fechas de consulta pública: de a

Subcomité Técnico: SNACKS  
Fecha de iniciación: 2010-04-06 Fecha de aprobación: 2010-04-06  
Integrantes del Subcomité Técnico:

**NOMBRES:**

Tlga. Odeley Mendoza (Presidenta)  
Dra. Patricia Vizuet  
Dra. Digna Angulo  
Tlga. Tatiana Gallegos  
Dra. Ana María Hidalgo  
Ing. María E. Dávalos (Secretaría Técnica)

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

PEPSICO ALIMENTOS ECUADOR  
PEPSICO ALIMENTOS ECUADOR  
CARLI SNACKS CIA. LTDA.  
MINISTERIO DE SALUD – ALIMENTOS  
LABORATORIO OSP UNIVERIDAD CENTRAL  
INEN - REGIONAL CHIMBORAZO

Otros trámites:

El Directorio del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2010-12-17

Oficializada como: Voluntaria Por Resolución No. 161-2010 de 2010-12-17  
Registro Oficial No. Edición especial 151 de 2011-05-26

# ANEXO C. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA QUINUA



## INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.47571a

### DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	VILLA VALDMESO DIEGO ANDRÉS
Dirección:	MERCOS MONTALVO Y SUCRE
Teléfono:	099 5800491

### DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	QUINUA		
Lote	---	Contenido Declarado:	200g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2020-02-10	Hora de Recepción	15:03:23
Fecha de Análisis:	2020-02-11	Fecha de Emisión:	2020-02-14
Material de Envase:	SACOS DE PROPILENO		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

### CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Ai Ambiente

### RESULTADOS FISICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
PROTEINA	12.99	(F: 5.46 ) %	MFQ-01	AOAC 2001.11
GRASA	7.25	%	MFQ-02	AOAC 2003.06
HUMEDAD	9.77	%	MFQ-04	AOAC 92.5.10
CENIZA	2.65	%	MFQ-03	AOAC 92.3.03
*FIBRA BRUTA	1.93	%	MFQ-06	NTE INEN 522:2013
*CARBOHIDRATOS	65.41	%	CALCULO	CALCULO

**Nota 1:** \*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cia. Ltda.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

Ing. Lizeth Guevara  
Jefe División Físico-Químico



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ  
La concepcion - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR  
Tel: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

**INFORME DE RESULTADOS**

INF.DIV-MI.47570a

**DATOS DEL CLIENTE**

<b>Cliente:</b>	VILLA VALDIVIESO DIEGO ANDRÉS
<b>Dirección:</b>	MERCOS MONTALVO Y SUCRE
<b>Teléfono:</b>	0995800491

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Muestra de:</b>	ALIMENTO		
<b>Descripción:</b>	QUINUA		
<b>Lote</b>	---	<b>Contenido Declarado:</b>	200g
<b>Fecha de Elaboración:</b>	---	<b>Fecha de Vencimiento:</b>	---
<b>Fecha de Recepción:</b>	2020-02-10	<b>Hora de Recepción</b>	14:51:07
<b>Fecha de Análisis:</b>	2020-02-10	<b>Fecha de Emisión:</b>	2020-02-14
<b>Material de Envase:</b>	SACOS DE PROPILENO		
<b>Toma de Muestra realizada por:</b>	El Cliente		
<b>Observaciones:</b>	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

**CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA**

<b>Color:</b>	Característico	<b>Olor:</b>	Característico
<b>Estado:</b>	Sólido	<b>Conservación:</b>	Al Ambiente

**RESULTADOS MICROBIOLOGÍA**

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA	ESPECIFICACIONES
RECUENTO DE MOHOS	10	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02	M=1.0 x 10 <sup>5</sup> Ufc/g
RECUENTO DE LEVADURAS	< 10	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02	--

**Nota 1:** Las opiniones, interpretaciones, etc., se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

**Nota 2:** UFC/g= unidades formadoras de colonia por gramo.

**Nota 3:** Los resultados obtenidos en el producto analizado CUMPLEN con las especificaciones establecidas en la norma NTE INEN 1673:2013. QUINUA, REQUISITOS, TABLA 4. Requisitos microbiológicos de la quinua.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cia. Ltda.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.



Ing. Andrés Samiento  
Jefe División Microbiología



## ANEXO D. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO DEL EXTRUIDO DE QUINUA DE VAINILLA



### INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.47571c

#### DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	VILLA VALDIVIESO DIEGO ANDRÉS
Dirección:	MERCOS MONTALVO Y SUCRE
Teléfono:	0995800491

#### DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	POP DE QUINUA SABOR A VAINILLA		
Lote	—	Contenido Declarado:	200g
Fecha de Elaboración:	2020-02-06	Fecha de Vencimiento:	2020-05-06
Fecha de Recepción:	2020-02-10	Hora de Recepción:	15:03:23
Fecha de Análisis:	2020-02-11	Fecha de Emisión:	2020-02-14
Material de Envase:	FUNDAS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

#### CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Al Ambiente

#### RESULTADOS FÍSICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
GRASA	5.05	%	MFQ-02	AOAC 2003.06
*INDICE DE PERÓXIDOS	0.00	meqO2/kg	MFQ-09	NTE INEN ISO 3960:2013

**Nota 1:** Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09-008.

**Nota 2:** \*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cia. Ltda.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

Ing. Lizeth Guevara  
Jefe División Físico-Químico



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ  
La Concepción - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR  
Telf: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

**INFORME DE RESULTADOS**

INF.DIV-MI.47570c

**DATOS DEL CLIENTE**

<b>Cliete:</b>	VILLA VALDIVIESO DIEGO ANDRÉS
<b>Dirección:</b>	MERCOS MONTALVO Y SUCRE
<b>Teléfono:</b>	0995800491

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Muestra de:</b>	ALIMENTO		
<b>Descripción:</b>	POP DE QUINUA SABOR A VAINILLA		
<b>Lote</b>	--	<b>Contenido Declarado:</b>	200g
<b>Fecha de Elaboración:</b>	2020-02-06	<b>Fecha de Vencimiento:</b>	2020-05-06
<b>Fecha de Recepción:</b>	2020-02-10	<b>Hora de Recepción</b>	14:51:07
<b>Fecha de Análisis:</b>	2020-02-10	<b>Fecha de Emisión:</b>	2020-02-14
<b>Material de Envase:</b>	FUNDAS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD		
<b>Toma de Muestra realizada por:</b>	El Cliente		
<b>Observaciones:</b>	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

**CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA**

<b>Color:</b>	Característico	<b>Olor:</b>	Característico
<b>Estado:</b>	Sólido	<b>Conservación:</b>	Al Ambiente

**RESULTADOS MICROBIOLOGÍA**

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA	ESPECIFICACIONES
RECuento DE AEROBIOS TOTALES	10	UFC/g	MMI-01	AOAC 990.12	---
RECuento DE ESCHERICHIA coli	< 10	UFC/g	MMI-05	AOAC 991.14	---
RECuento DE MOHOS	< 10	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02	M=1.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g
RECuento DE LEVADURAS	< 10	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02	---

**Nota 1:** Las opiniones, interpretaciones, etc., se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

**Nota 2:** UFC/g= unidades formadoras de colonia por gramo.

**Nota 3:** Los resultados obtenidos en el producto analizado CUMPLEN con las especificaciones establecidas en la norma NTE INEN 2570:2011 Bocaditos de granos, cereales y semillas, TABLA 2 Requisitos Microbiológicos.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cía. Ltda.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.



Ing. Andrés Samiento  
Jefe División Microbiología



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ  
La Concepción - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR  
Tef: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

# ANEXO E. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO DEL EXTRUIDO DE QUINUA DE CHOCOLATE



## INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.47571b

### DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	VILLA VALDIVIESO DIEGO ANDRÉS
Dirección:	MERCOS MONTALVO Y SUCRE
Teléfono:	0995800491

### DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	POP DE QUINUA SABOR A CHOCOLATE		
Lote	---	Contenido Declarado:	200g
Fecha de Elaboración:	2020-02-06	Fecha de Vencimiento:	2020-05-06
Fecha de Recepción:	2020-02-10	Hora de Recepción	15:03:23
Fecha de Análisis:	2020-02-11	Fecha de Emisión:	2020-02-14
Material de Envase:	FUNDAS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

### CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Al Ambiente

### RESULTADOS FISICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
GRASA	11.64	%	MFQ-02	AOAC 2003.06
*INDICE DE PERÓXIDOS	1.66	meqO2/kg	MFQ-09	NTE INEN ISO 3960:2013

**Nota 1:** Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09-008.

**Nota 2:** \*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cía. Ltda.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

Ing. Lizeth Guevara  
Jefe División Físico-Químico



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ  
La concepcion - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR  
Tel: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

**INFORME DE RESULTADOS**

INF.DIV.MI.47570b

**DATOS DEL CLIENTE**

<b>Cliente:</b>	VILLA VALDIVIESO DIEGO ANDRÉS
<b>Dirección:</b>	MERCOS MONTALVO Y SUCRE
<b>Teléfono:</b>	0995800491

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Muestra de:</b>	ALIMENTO		
<b>Descripción:</b>	POP DE QUINUA SABOR A CHOCOLATE		
<b>Lote</b>	--	<b>Contenido Declarado:</b>	200g
<b>Fecha de Elaboración:</b>	2020-02-06	<b>Fecha de Vencimiento:</b>	2020-05-06
<b>Fecha de Recepción:</b>	2020-02-10	<b>Hora de Recepción</b>	14:51:07
<b>Fecha de Análisis:</b>	2020-02-10	<b>Fecha de Emisión:</b>	2020-02-14
<b>Material de Envase:</b>	FUNDAS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD		
<b>Toma de Muestra realizada por:</b>	El Cliente		
<b>Observaciones:</b>	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

**CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA**

<b>Color:</b>	Característico	<b>Olor:</b>	Característico
<b>Estado:</b>	Sólido	<b>Conservación:</b>	Al Ambiente

**RESULTADOS MICROBIOLOGÍA**

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA	ESPECIFICACIONES
RECuento DE AEROBIOS TOTALES	1.2 x 10 <sup>2</sup>	UFC/g	MMI-01	AOAC 990.12	M=1.0 X 10 <sup>4</sup>
RECuento DE ESCHERICHIA coli	< 10	UFC/g	MMI-05	AOAC 991.14	m=<10
RECuento DE MOHOS	< 10	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02	M=1.0 x 10 <sup>2</sup> Ufc/g
RECuento DE LEVADURAS	< 10	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02	--

**Nota 1:** Las opiniones, interpretaciones, etc., se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

**Nota 2:** UFC/g= unidades formadoras de colonia por gramo.

**Nota 3:** Los resultados obtenidos en el producto analizado CUMPLEN con las especificaciones establecidas en la norma NTE INEN 2570:2011 Bocaditos de granos, cereales y semillas, TABLA 2 Requisitos Microbiológicos.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalytica Cia. Ltda.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.



Ing. Andrés Samiento  
Jefe División Microbiología



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ  
La concepcion - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR  
Telf: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalytica.com

## ANEXO F. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO DEL EXTRUIDO DE QUINUA DE MARACUYÁ



### INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.47571d

#### DATOS DEL CLIENTE

<b>Cliente:</b>	VILLA VALDIVIESO DIEGO ANDRÉS
<b>Dirección:</b>	MERCOS MONTALVO Y SUCRE
<b>Teléfono:</b>	0995800491

#### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Muestra de:</b>	ALIMENTO		
<b>Descripción:</b>	POP DE QUINUA SABOR MARACUYÁ		
<b>Lote</b>	--	<b>Contenido Declarado:</b>	200g
<b>Fecha de Elaboración:</b>	2020-02-06	<b>Fecha de Vencimiento:</b>	2020-05-06
<b>Fecha de Recepción:</b>	2020-02-10	<b>Hora de Recepción</b>	15:03:23
<b>Fecha de Análisis:</b>	2020-02-11	<b>Fecha de Emisión:</b>	2020-02-14
<b>Material de Envase:</b>	FUNDAS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD		
<b>Toma de Muestra realizada por:</b>	El Cliente		
<b>Observaciones:</b>	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

#### CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

<b>Color:</b>	Característico	<b>Olor:</b>	Característico
<b>Estado:</b>	Sólido	<b>Conservación:</b>	Al Ambiente

#### RESULTADOS FÍSICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
GRASA	3.83	%	MFQ-02	AOAC: 2003.06
*INDICE DE PERÓXIDOS	0.00	meqO <sub>2</sub> /kg	MFQ-09	NTE INEN ISO 3960:2013

**Nota 1:** Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09-00B.

**Nota 2:** \*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cía. Ltda.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

Ing. Lizeth Guevara  
Jefe División Físico-Químico



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ  
La Concepción - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR  
Telf: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

**INFORME DE RESULTADOS**

INF.DIV-MI.4757.0d

**DATOS DEL CLIENTE**

<b>Cliente:</b>	VILLA VALDIVIESO DIEGO ANDRÉS
<b>Dirección:</b>	MERCOS MONTALVO Y SUCRE
<b>Teléfono:</b>	0995800491

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Muestra de:</b>	ALIMENTO		
<b>Descripción:</b>	POP DE QUINUA SABOR MARACUYA		
<b>Lote</b>	---	<b>Contenido Declarado:</b>	200g
<b>Fecha de Elaboración:</b>	2020-02-06	<b>Fecha de Vencimiento:</b>	2020-05-06
<b>Fecha de Recepción:</b>	2020-02-10	<b>Hora de Recepción</b>	14:51:07
<b>Fecha de Análisis:</b>	2020-02-10	<b>Fecha de Emisión:</b>	2020-02-14
<b>Material de Envase:</b>	FUNDAS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD		
<b>Toma de Muestra realizada por:</b>	El Cliente		
<b>Observaciones:</b>	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

**CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA**

<b>Color:</b>	Característico	<b>Olor:</b>	Característico
<b>Estado:</b>	Sólido	<b>Conservación:</b>	Al Ambiente

**RESULTADOS MICROBIOLOGÍA**

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA	ESPECIFICACIONES
RECuento DE AEROBIOS TOTALES	20	UFC/g	MMI-01	AOAC 990.12	----
RECuento DE ESCHERICHIA coli	< 10	UFC/g	MMI-05	AOAC 991.14	-----
RECuento DE MOHOS	< 10	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02	M=1.0 x 10 <sup>5</sup> UFC/g
RECuento DE LEVADURAS	< 10	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02	-----

**Nota 1:** Las opiniones, interpretaciones, etc., se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

**Nota 2:** UFC/g= unidades formadoras de colonia por gramo.

**Nota 3:** Los resultados obtenidos en el producto analizado CUMPLEN con las especificaciones establecidas en la norma NTE INEN 2570:2011 Bocalitos de granos, cereales y semillas, TABLA 2 Requisitos Microbiológicos.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalytica Cia. Ltda.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.



Ing. Andrés Sarmiento  
Jefe División Microbiología



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ  
La concepción - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR  
Telf: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalytica.com

**ANEXO G. FICHA APLICADA**

**FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL**

**Escala Hedónica Verbal**

**Nombre:**

**Fecha:**

Producto: **POP DE QUINUA**

**INDICACIONES**

Por favor consuma las muestras en el siguiente orden y marque con una X la casilla de la que más le agradó:

- 1. Muestra **V**
- 2. Muestra **C**
- 3. Muestra **M**

A partir de la muestra que consideró más agradable a su gusto, en la siguiente tabla exprese su criterio:

Sensación	Me gusta			Ni me gusta, ni me disgusta			No me gusta		
	<b>V</b>	<b>C</b>	<b>M</b>	<b>V</b>	<b>C</b>	<b>M</b>	<b>V</b>	<b>C</b>	<b>M</b>
Sabor									
Olor									
Consistencia									
Textura									

Comentarios y Sugerencias:

.....

.....

.....

¡Gracias por su colaboración!

## ANEXO H. CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO



CORPORACIÓN DE PRODUCTORES  
Y COMERCIALIZADORES ORGÁNICOS  
"BIO TAITA CHIMBORAZO"

### CERTIFICADO

La Corporación de Productores y Comercializadores Orgánicos Bio Taita Chimborazo "COPROBICH" extiende sus más atentos saludos a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo "ESPOCH" y tiene el honor de comunicarse para lo detallado a continuación:

Mediante la presente me permito certificar al Sr. Diego Andrés Villa Valdivieso, con cédula de identidad No. **060406116-8** la culminación del trabajo de titulación correspondiente al tema: **"DISEÑO DEL PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE TRES VARIETADES DE EXTRUIDO DE QUINUA (*Chenopodium Quinoa*) EN COPROBICH"**, parte del diseño e implementación del: **"PROYECTO DE PRODUCCIÓN, TRANSFORMACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y PROMOCIÓN DEL CONSUMO DE LA QUINUA Y SUS DERIVADOS"** desarrollado para nuestra empresa en el cantón Colta, provincia de Chimborazo.

Mishquilli, 12 de febrero del 2020

Atentamente,



Sr. Manuel Abemañay M.  
**PRESIDENTE COPROBICH**  
C.I. 060227973-9

📍 Primero de Agosto  
Sector Mishquilli  
☎ (+593) 0997660435  
Cajabamba - Ecuador  
✉ info@coprobich.com  
🌐 [www.coprobich.com](http://www.coprobich.com)

## ANEXO I. PROFORMA PARA EQUIPOS INDUSTRIALES



### PROFORMA

COMPRADOR: DIEGO ANDRÉS VILLA VALDIVIESO

FECHA: 24 DE DICIEMBRE DE 2019

ATENCIÓN: Ing. REBECA LASCANO

FACULTAD DE CIENCIAS

EMBARCADOR O REMITENTE: INCOTRONICS

S.A CONDICIONES

DE PAGO: 70% DE ANTICIPO Y EL SALDO CONTRA

ENTREGA PAIS DE ORIGEN: CHINA-BIOBASE

PLAZO DE ENTREGA: 1 A 2 MESES LUEGO DE RECIBIR EL ANTICIPO

Item	Equipo	Descripción	Precio Unitario Dólar	Precio total Dólar
1	Extrusor tipo cañón	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Construido en acero inoxidable 304 con tapa de alta resistencia</li> <li>▪ Capacidad: 60kg/h</li> <li>▪ Constad motor de 750 W/220 V/60 Hz / monofásico</li> <li>▪ Movimiento de trabajo rotativo</li> <li>▪ Accionamiento de disparo por palanca para compuerta</li> <li>▪ Transmisión por banda</li> <li>▪ Sistema de amortiguación por bancada</li> <li>▪ Manómetro de presión</li> <li>▪ Sistema de volteo por volante</li> <li>▪ Documento, manual de uso y mantenimiento</li> </ul>	8300	8300
2	Marmita	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Eléctrica con capacidad para 25 litros hecha en Acero inoxidable tipo 304, bajo las más estrictas normas de calidad.</li> <li>▪ Base tubular, se fabrica en acero inoxidable con bridas ajustables para nivelar y fijar al piso.</li> <li>▪ Mecanismo de volteo tipo corona sin fin</li> <li>▪ Diseñado para permitir un movimiento del recipiente hacia el frente de hasta 90 grados,</li> <li>▪ Fácil el vado del producto.</li> <li>▪ El acabado interno y externo es un pulido semibrillante que satisface los más estrictos requisitos sanitarios.</li> </ul>	2500	2500

### INSTRUMENTOS Y TELECOMUNICACIONES S.A. INCOTRONICS

José Tamayo # 1049 y Lizardo García Edf. Matisse 4to piso Ofic. 11  
17211183  
Telfs: 593-2-2522647 593-9-9730637  
Telefax: 593-2-2558935

P.O.Box:

e-mail: incotronics@hotmail.com  
Quito - Ecuador



**INCOTRONICS**

3	Mezclador	<ul style="list-style-type: none"><li>• La estructura construida con chapas de acero al carbono ASTM A36.</li><li>• El tazón y el mezclador de alambres fabricados de acero inoxidable AISI 304.</li><li>• Cap. Máxima: 40 l</li><li>• Motor eléctrico trifásico</li><li>• Tensión eléctrica: 220 V</li><li>• Variador de velocidad: electrónico</li><li>• Frecuencia: 50/60 Hz</li><li>• Velocidad de accesorios: Min. 220 rpm y Máx. 1200 rpm</li></ul>	2000	2000
4	Secador de bandejas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Voltaje: 220 V/50 HZ.</li><li>• Energía (W): 2600</li><li>• Material: De acero inoxidable SUS304</li><li>• La temperatura de secado: 70 - 90c</li><li>• Capacidad de calefacción: 10kW</li></ul>	3700	3700

NOTA: 1 LOS PRECIOS INDICADOS NO INCLUYEN EL 12% DE IVA

NOTA: 2 SE INCLUYE INSTALACIÓN Y CAPACITACION POR UNA SEMANA  
NOTA: 3 LOS EQUIPOS TIENE UNA GARANTIA DE 1 AÑO

Atentamente  
INCOTRONICS S.A.

**Victor Chavez**  
Asistente Administrativo y Ventas  
**Telf. 022522-647**  
**Cel. 0998154392**

**INSTRUMENTOS Y TELECOMUNICACIONES S.A. INCOTRONICS**

José Tamayo # 1049 y Lizardo García Edf. Matisse 4to piso Ofic. 11  
17211183  
Telfs: 593-2-2522647 593-9-9730637  
Telefax: 593-2-2558935

P.OBox:

e-mail: incotronics@hotmail.com  
Quito - Ecuador